



МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)

# **ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ АЭРОПОРТОВ**

*УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»

# ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ АЭРОПОРТОВ

*УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ*

Утверждено  
в качестве учебного пособия  
редсоветом МАДИ

МОСКВА  
МАДИ  
2017

УДК 656.71  
ББК 39.53  
346

*Рецензенты:*

зам. начальника технического отдела ФГУП ГПИ и  
НИИ ГА «Аэропроект», канд. техн. наук, доц. *Виноградов Б.А.*;  
декан дорожно-строительного факультета МАДИ,  
д-р техн. наук, проф. *Чистяков И.В.*

*Авторы:*

В.К. Федулов, В.Н. Иванов, М.Д. Суладзе, Л.Ю. Артемова

336 Здания и сооружения аэропортов: учеб. пособие / В.К. Федулов [и др.]. – М.: МАДИ, 2017. – 64 с.

В учебном пособии рассмотрены здания и сооружения аэропортов. Дана их классификация, основы расчета, конструирования, приведены примеры существующих зданий и сооружений.

Пособие предназначено для студентов специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

УДК 656.71  
ББК 39.53

---

Учебное издание

**ФЕДУЛОВ** Владимир Куприянович  
**ИВАНОВ** Вадим Николаевич  
**СУЛАДЗЕ** Максим Давидович  
**АРТЕМОВА** Людмила Юрьевна

ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ  
АЭРОПОРТОВ

Учебное пособие

*Редактор В.В. Виноградова*

*Редакционно-издательский отдел МАДИ. E-mail: rio@madi.ru*

Подписано в печать 30.06.2017 г. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 4,0. Тираж 300 экз. Заказ . Цена 140 руб.  
МАДИ, Москва, 125319, Ленинградский пр-т, 64.

© МАДИ, 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Аэропорт – это транспортный узел, обеспечивающий перевозку людей, грузов и почты. Эти операции осуществляются обслуживающим персоналом, а также с помощью специальной техники и зданий и сооружений различного назначения. Многие из зданий и сооружений, такие как: очистные сооружения, электроподстанции, гостиницы, пожарные депо и т.д., могут использоваться и используются не только в аэропортах, а их объемно-планировочные и конструктивные решения доведены до типовых решений.

Вместе с тем, ряд зданий и сооружений (аэровокзалы, ангары и пр.) имеют сугубо специфическое назначение и предназначены только для выполнения соответствующих функций аэропорта. Наиболее важные сведения об этих зданиях и сооружениях в сжатом виде изложены в настоящем учебном пособии.

Учебное пособие базируется на книгах, учебниках и технических условиях, то есть оно представляет собой компиляцию этих материалов с учетом направленности программы обучения студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений», специализации «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений». Пособие также может быть использовано студентами, обучающимися в магистратуре по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство», а также инженерами-проектировщиками, работающими в данной области строительства.

## 1. АЭРОПОРТ

Единая транспортная сеть России представляет собой совокупность различных видов транспорта, по которым осуществляются перевозки пассажиров и грузов между населенными пунктами. Она состоит из путей сообщения как общего, так необщего пользования и включает в себя: железные дороги, автомобильные дороги, водные и воздушные, а также транспортные узлы. Последние являются не только элементами транспортной сети, но и составной частью городов. В их пределах осуществляются погрузка и выгрузка грузов и отправление и прибытие пассажиров.

Система каждого узла состоит из двух подсистем – пассажирской и грузовой, обеспечивающих выполнение следующих операций: распределение грузовых и пассажирских потоков по видам транспорта и направлениям следования; отправление и прием пассажиров; завоз и вывоз продукции промышленных, торговых и других предприятий города; техническое обслуживание подвижного состава и постоянных транспортных сооружений.

В единой транспортной системе страны воздушному транспорту принадлежит особое место как самому быстрому виду сообщения. В отличие от других видов транспорта, где основной удельный вес в перевозках занимают грузы, воздушный транспорт используется в основном для перевозки пассажиров.

Главными звеньями воздушной транспортной сети являются аэропорты. В соответствии с Воздушным кодексом Российской Федерации по состоянию на 1 июля 2014 года с учетом изменений, внесенных федеральным законом от 20 апреля 2014 года № 73-ФЗ, 79-ФЗ статьей 40 «Аэродромы и аэропорты» аэропорт определяется следующим образом: «Аэропорт – комплекс сооружений, включающий в себя аэродром, аэровокзал, другие сооружения, предназначенные для приема и отправки воздушных судов, обслуживания воздушных перевозок

и имеющий для этих целей необходимое оборудование, авиационный персонал и других работников».

Аэропорты являются многофункциональными предприятиями, которые в России классифицируются в зависимости от годового объема пассажирских перевозок, т.е. суммарного количества всех прилетающих и вылетающих пассажиров, включая транзитных пассажиров, осуществляющих пересадку из одного воздушного судна в другое.

Классификация аэропортов в зависимости от годового объема пассажирских перевозок приведена в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Класс аэропорта	Годовой объем пассажирских перевозок, тыс. чел.
I	От 7000 до 10000
II	От 4000 до 7000
III	От 2000 до 4000
IV	От 500 до 2000
V	От 100 до 500

Строительство, эксплуатация и перспективное развитие аэропорта осуществляются на основе его генерального плана, на котором предусматриваются:

- функциональное зонирование территории с учетом специализации зданий и сооружений, технологических и транспортных связей между ними, безопасного маневрирования воздушных судов, архитектурно-планировочных требований, а также требований санитарно-гигиенических, пожарной безопасности и очередности строительства;
- обеспечение благоустройства участка застройки и допускаемого уровня шума;
- размещение средств управления воздушным движением, радионавигации и посадки, обеспечивающих безопасность персонала и местного населения от воздействия сверхвысокочастотных облучений.

Территория аэропорта включает:

- аэродром, предназначенный для обеспечения взлетов, посадки, руления, стоянки и обслуживания воздушных судов;
- служебно-техническую территорию (СТТ), предназначенную для размещения на ней зданий, сооружений и транспортных путей, необходимых для выполнения технологических процессов обслуживания пассажиров, переработки грузов и почты, технического обслуживания воздушных судов, удовлетворения хозяйственно-бытовых нужд аэропорта и размещения административного персонала.

Структура генплана СТТ определяется расположением летных полос аэродрома, подъезда со стороны города, конфигурацией зданий и сооружений, схемой внутрипортовых дорог, проездов, площадей и особенностями естественных условий участка.

По признаку расположения СТТ относительно ВПП применяют четыре основные схемы планировки летного поля (рис. 1.1): фронтальная, входящая, тангенциальная и островная.

При фронтальной схеме застройки (рис. 1.1, а, б) СТТ располагают по фронту главных ИВПП. Эта схема позволяет наиболее эффективно и компактно использовать территорию аэропорта для размещения элементов летного поля и СТТ.

При входящей схеме застройки (рис. 1.1, в) СТТ как бы вклинивается в зону летного поля, а летные полосы располагаются по двум взаимно перпендикулярным сторонам СТТ, что обеспечивает равную длину руления при использовании любого направления для взлета и посадки воздушных судов.

Тангенциальную схему расположения СТТ (рис. 1.1, г) применяют при свободной удлиненной территории аэродрома, позволяющей разместить две расходящиеся в стороны от СТТ летные полосы, одна из которых предназначена для взлета, а другая для посадки воздушных судов. При этой схеме взлет воздушного судна всегда производят от СТТ, а посадку – по направлению к СТТ, что существенно сокращает путь руления воздушных судов.

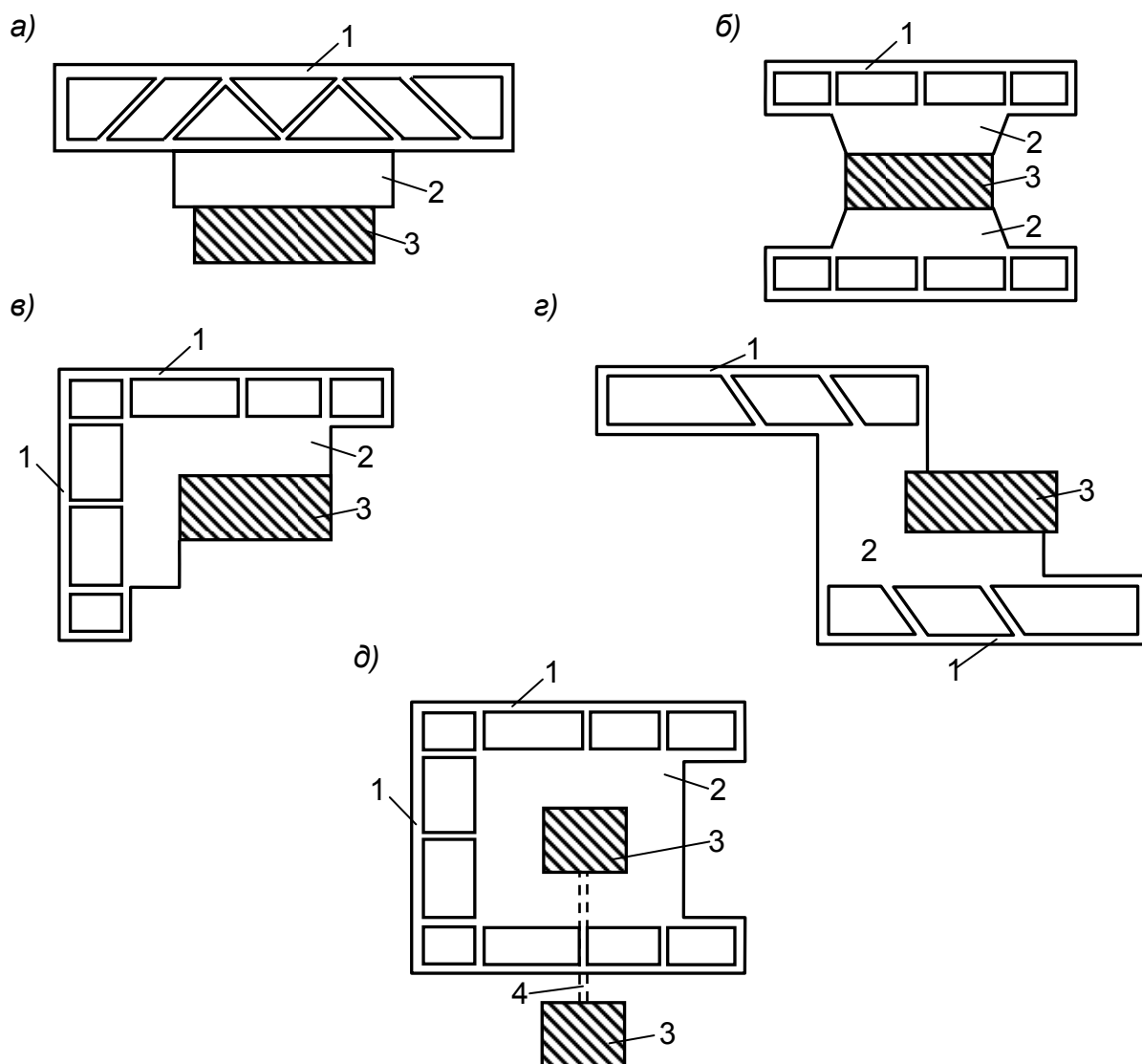


Рис. 1.1. Схемы планировки летного поля:  
а, б – фронтальная, в – входящая, г – тангенциальная, д – островная;  
1 – ИВПП, 2 – перрон, 3 – СТТ, 4 – туннель

При островной схеме планировки СТТ располагают в центральной части многополосного летного поля (рис. 1.1, д). Эта схема является следствием развития аэропорта, имевшего в прошлом входящую застройку СТТ.

СТТ располагают непосредственно у границы аэродрома со стороны главной подъездной автомобильной дороги (а также железной дороги) с учетом использования существующих инженерных сетей водо-, тепло-, энерго- и газоснабжения и системы культурно-бытового обслуживания ближайших населенных пунктов.



Плотность застройки СТТ оценивают показателем, определяемым по формуле

$$K_1 = \frac{S_1}{S_0} 100\%, \quad (1.1)$$

где  $S_1$  – площадь застройки, включающая площадь зданий и сооружений всех видов, открытых стоянок автомашин и механизмов, складов и навесов;  $S_0$  – общая площадь СТТ.

Площадь застройки СТТ должна быть не ниже 45%.

Здания и сооружения аэропорта по своему функционально-технологическому назначению подразделяются на здания и сооружения основного производственного назначения и производственные здания и сооружения вспомогательного назначения.

СТТ включает в себя следующие комплексы:

- здания и сооружения производственного назначения;
- здания и сооружения вспомогательного назначения;
- территорию обособленных сооружений управления воздушным движением (УВД), радионавигации, посадки, очистных и водозаборных сооружений, перевалочных складов горюче-смазочных материалов (ГСМ).

К зданиям и сооружениям основного производственного назначения относятся: аэродром; объекты УВД, радионавигации и посадки; здания и сооружения обслуживания пассажирских перевозок (аэровокзал, гостиница, цех бортового питания, привокзальная площадь); здания и сооружения обслуживания грузовых и почтовых перевозок (грузовой комплекс, отделение перевозки почты); здания и сооружения технического обслуживания воздушных судов; объекты авиатопливообеспечения.

К производственным зданиям и сооружениям вспомогательного назначения относятся: здание управления аэропорта; профилакторий; столовая; заготовительные предприятия общественного питания; основная и стартовые аварийно-спасательные станции; сооружения

службы спецтранспорта; база аэродромной службы; ремонтно-эксплуатационные мастерские; склад материально-технического имущества; ремонтно-строительный участок; котельная; автоматическая телефонная станция; лечебно-профилактическое учреждение; комплекс химической чистки и стирки самолетного и другого мягкого оборудования; централизованная аккумуляторная зарядная станция; мусоросжигательная станция; очистные сооружения.

Мощность зданий и сооружений аэропортов определяется с учетом всего объема перевозок, т.е. суммарного количества отправок и прибытия (пассажиров, грузов, почты), включая транзит.

Технологическая схема работы аэропорта должна обеспечивать выполнение основных технологических процессов с учетом следующих факторов: сокращения времени пребывания пассажиров, грузов, почты и воздушных судов в аэропорту; исключения или сокращения пересечений и длины путей движения воздушных судов, спецмашин, путей следования и транспортировки пассажиров, багажа, бортового питания, грузов и почты; безопасности при движении пассажиров, грузовой клиентуры и работников служб по территории.

Располагаемые на служебно-технической территории объекты различного назначения можно разделить на здания и сооружения.

Согласно Федеральному закону от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»:

– здание – это результат строительства, представляющий собой объемную строительную систему, имеющую надземную и (или) подземную части, включающую в себя помещения, сети инженерно-технического обеспечения и системы инженерно-технического обеспечения и предназначенную для проживания и (или) деятельности людей и размещения производств;

– сооружение – это результат строительства, представляющий собой объемную, плоскостную или линейную строительную систему, имеющую наземную, надземную и (или) подземную части, состоящую

из несущих, а в отдельных случаях и ограждающих строительных конструкций и предназначенную для выполнения производственных процессов различного вида и временного пребывания людей.

К зданиям и сооружениям законом предъявляются следующие минимально необходимые требования:

- 1) механическая безопасность;
- 2) пожарная безопасность;
- 3) безопасность при опасных природных процессах и явлениях и (или) техногенных воздействиях;
- 4) безопасность для здоровья человека условий проживания и пребывания в зданиях и сооружениях;
- 5) безопасность для пользователей зданиями и сооружениями;
- 6) доступность зданий и сооружений для инвалидов и других групп населения с ограниченными возможностями передвижения;
- 7) энергетическая эффективность зданий и сооружений;
- 8) безопасный уровень воздействия зданий и сооружений на окружающую среду.

К зданиям СТТ относятся: аэровокзалы, ангары, КДП, грузовой комплекс, гостиница, пожарное депо и т.д.; к сооружениям – база ГСМ, железнодорожные платформы, очистные сооружения, струеотклоняющие щиты, установки торможения воздушных судов и прочее.

Ниже будут рассмотрены здания и сооружения, которые встречаются только в аэропортах и нигде более.

## 2. АЭРОВОКЗАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

Аэровокзальные комплексы аэропортов предназначены для комплексного предполетного и послеполетного обслуживания пассажиров воздушного транспорта, а также провожающих и встречающих. В его состав входят аэровокзал, привокзальная площадь, примыкающий к зданию аэровокзала «ближний» перрон. Перечисленные зоны аэровокзального комплекса должны иметь равную, соответствующую друг другу пропускную способность и единство функционально-технологического и архитектурно-планировочного решений.

Основным производственно-технологическим показателем аэровокзального комплекса является его пропускная способность, определяемая числом пассажиров всех категорий, которое может быть обслужено комплексом в течение суток или часа:

$$\Pi_c^{\max} = \frac{\Pi_r}{365} K_c; \quad (2.1)$$

$$\Pi_q^{\max} = \frac{\Pi_c^{\max}}{24} K_q, \quad (2.2)$$

где  $\Pi_r$ ,  $\Pi_c^{\max}$ ,  $\Pi_q^{\max}$  – годовой, максимальные суточный и часовой объемы пассажирских перевозок;  $K_c$  – коэффициент суточной неравномерности перевозок, определяемый отношением максимального суточного объема перевозок к среднесуточному за год;  $K_q$  – коэффициент часовой неравномерности перевозок, определяемый отношением максимального часового объема перевозок к среднечасовому для суток с максимальным суточным объемом перевозок.

Годовой объем пассажирских перевозок в зависимости от класса аэропорта приведен в табл. 1.1.

Аэровокзальный комплекс является основным связующим звеном между наземными видами транспорта и самолетом. Его объемно-планировочное решение должно отвечать следующим основным функциональным требованиям:

- рациональной организации движения потоков пассажиров, багажа, грузов, воздушных судов, исключающей образование узких мест и заторов на магистральных путях, соединяющих городской транспорт с самолетами;

- обеспечения оптимальной последовательности размещения и удобной взаимосвязи вестибюльно-информационной зоны, зон регистрации, досмотра, ожидания и распределения на посадку, багажных помещений, залов выдачи багажа;

- обеспечение необходимости визуального обзора путей движения пассажиров и багажа;

- концентрации площадей и технологических устройств с целью их наиболее интенсивного использования.

При разработке объемно-планировочного решения аэровокзального комплекса следует применять:

- модульно-блочный прием компоновки помещений и технологических устройств, что обеспечивает возможность этапного строительства и расширения комплекса;

- унифицированные функционально-планировочные узлы помещений основного технологического назначения, что создает основу для единого стандарта обслуживания пассажиров в аэровокзалах разной величины;

- гибкие планировочные и конструктивные схемы помещений с минимумом капитальных перегородок, обеспечивающие возможность их трансформации.

Аэровокзальный комплекс аэропорта по своему решению может быть одно- и многовокзальным, которые, в свою очередь, подразделяются на следующие группы в зависимости от пропускной способности:

- малые – 100, 200, 400 пасс./ч для аэропортов V класса;

- средние – 600, 800, 1000, 1200 пасс./ч для аэропортов IV–III класса;

– большие – 1500, 1800, 2000, 2500 пасс./ч для аэропортов II–I класса;

– особо большие – свыше 2500 пасс./ч и внеклассные.

В аэровокзальном комплексе обслуживаются следующие категории пассажиров: вылетающие (начальные), прилетающие (конечные), транзитные (пролетающие), трансферные (пересаживающиеся с рейса на рейс).

Основными элементами аэровокзального комплекса в системе наземного обслуживания пассажиров являются: привокзальная площадь, здание аэровокзала и перрон, которые должны иметь единое технологическое решение (рис. 2.1).

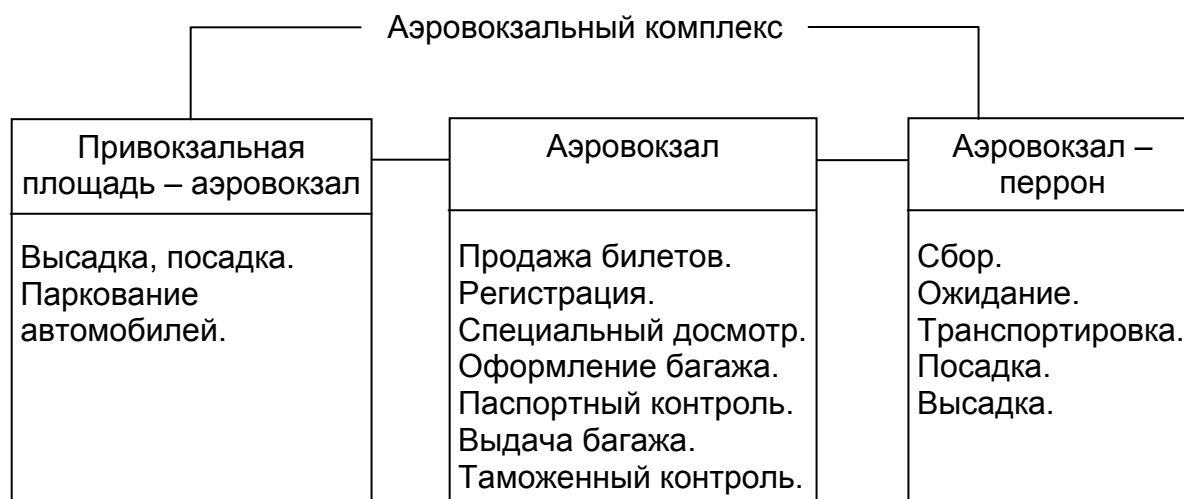


Рис. 2.1. Схема составляющих аэровокзального комплекса

*Привокзальная площадь* с подъездными путями, где пассажир оставляет городской транспорт, доставивший его в аэропорт, и направляется к зоне непосредственного транспортного обслуживания. На привокзальной площади осуществляются: маневрирование, паркование транспорта, как индивидуального (автомобилей, такси), так и общественного, посадка и высадка пассажиров у здания аэровокзала. Зона автопаркинга должна иметь удобную пешеходную или транспортную связь (лифты, эскалаторы, движущиеся тротуары и т.д.) с зоной непосредственного транспортного обслуживания.

На привокзальных площадях маршруты транспорта (автобусов, такси и др.), как правило, имеют конечные остановочные пункты (остановки). Остановки конца и начала каждого маршрута должны быть расположены раздельно, последовательно и примыкать к той зоне аэровокзала, которая обслуживает соответственно вылетающих и прилетающих пассажиров.

Протяженность остановок у аэровокзала зависит от их количества и способа расстановки транспортных средств по высадке и посадке пассажиров. В свою очередь количество остановок определяется мощностью потока транспорта на привокзальную площадь аэропорта и продолжительностью их пребывания на остановках.



*Рис. 2.2. Аэровокзальный комплекс в аэропорту г. Казани*

Аэровокзал является главным связующим звеном в цепи аэровокзального комплекса (рис. 2.2, 2.3). Он относится к группе общественных зданий и представляет собой основной элемент аэровокзального комплекса в системе наземного обслуживания пассажиров. Здесь



производятся приобретение билетов, регистрация их и оформление багажа, досмотр пассажиров и их ручной клади (багажа) в целях обеспечения безопасности полетов и пограничный контроль в международных аэровокзалах. Аэровокзал оборудуется стойками касс и регистрации билетов, пограничного контроля, транспортерами для приема и выдачи багажа, информационными табло для объявления расписания полетов и другой информации, направляющей движение пассажиров и посетителей внутри аэровокзала.



*Рис. 2.3. Аэровокзальный комплекс в аэропорту г. Грозного*

Кроме того, как правило, аэровокзал обеспечивает пассажирам дополнительные виды обслуживания: бытовое и медицинское, общественное питание и т.д. Для этого предусматриваются помещения ресторана, кафе, буфета, узла связи, камеры хранения багажа, медпункта, киосков, магазинов беспошлинной торговли в международных аэропортах и т.д.

Все помещения аэровокзала можно объединить в четыре группы: помещения основного технологического назначения, помещения дополнительного обслуживания пассажиров, служебные помещения и вспомогательные помещения (табл. 2.1).



Таблица 2.1

Помещение	Удельная площадь помещений, м <sup>2</sup> , в аэровокзалах с пропускной способностью, пасс/ч									
	100	200	400	600	800	1000	1200	1500	1800	2000
1. Основного технологического назначения в том числе:	9,5	10,6	11,6	10,5	10,5	10,5	10,4	10,4	10,3	10,3
операционные помещения или зоны	4	4,2	4	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1
зона распределения	–	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
помещения или зоны ожидания	2,5	1,7	2	2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,2	2,2
помещения обработки багажа	1,1	1,8	2,5	2,3	2,3	2,3	2,2	2,0	2,0	2,0
камера хранения	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6
зоны досмотра пассажиров и стерильная	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9
Блок дополнительного обслуживания и административных помещений	7,5	5,7	4,8	4,8	4,5	4,1	4,0	3,5	3,4	3,2
2. Помещения дополнительного обслуживания в том числе:	2,6	2,2	1,9	1,9	1,8	1,6	1,7	1,4	1,4	1,3
комната матери и ребенка	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
торговые залы предприятий общественного питания	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5
3. Служебные помещения	1,6	1,3	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4
4. Вспомогательные помещения:	3,3	2,2	2,1	2,2	2,0	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5
в том числе:										
складские помещения предприятий общественного питания	1,6	1,0	1,1	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,7	0,8
Итого	17,0	16,3	16,4	15,3	15,0	14,6	14,4	13,8	13,7	13,5

Площадь зала или зоны для конкретной категории пассажиров определяется с учетом данных «Пособия по проектированию аэровокзальных комплексов аэропортов» по формуле

$$S_3 = \{B_3[(y_c S_c^y + y_d S_d^y K_э) K_p K_n] + S_{об}\} K_k, \quad (2.3)$$

где  $B_3$  – расчетная единовременная населенность зоны данной категорией пассажиров, чел.;  $y_c$ ,  $y_d$  – доли сидящих и движущихся в зоне пассажиров;  $S_c^y$ ,  $S_d^y$  – удельные рабочие площади на одного сидящего или движущегося человека,  $m^2$ ;  $S_{об}$  – площадь, занятая киосками, рекламами и другим оборудованием,  $m^2$ ;  $K_э$ ,  $K_p$ ,  $K_n$ ,  $K_k$  – коэффициенты, учитывающие эвакуацию сидящих, самопроизвольное распределение людей по зоне, поступление людей группами из городского транспорта или самолетов, особенности композиционного решения зоны. Эти коэффициенты равны 1,1–1,2.

Эффективность планировочного решения аэровокзала можно оценить по индексу компактности

$$C = \left( \frac{2\sqrt{\pi A_p}}{P_p} \right) 100\%, \quad (2.4)$$

где  $C$  – индекс компактности;  $A_p$  – площадь плана аэровокзала;  $P_p$  – периметр плана аэровокзала.

Установлены три основные степени компактности: высокая (70–100%), средняя (35–70%), малая (1–35%).

*Организация обслуживания пассажирских потоков* может быть централизованной и децентрализованной (рис. 2.4). При централизованной системе все категории пассажирских потоков (вылетающие, прилетевшие, трансферные) обслуживают на одних и тех же площадях, в общих помещениях. Технологически эта система более сложна, имеет низкую культуру обслуживания и ее применение оправдано только при малых пассажиропотоках.

При децентрализованной системе различные потоки пассажиров обслуживают на различных площадях, в изолированных друг от друга

помещениях. Целесообразность использования децентрализованной системы повышается с увеличением объема пассажирских перевозок. В зависимости от этого объема степень децентрализации может быть различной.

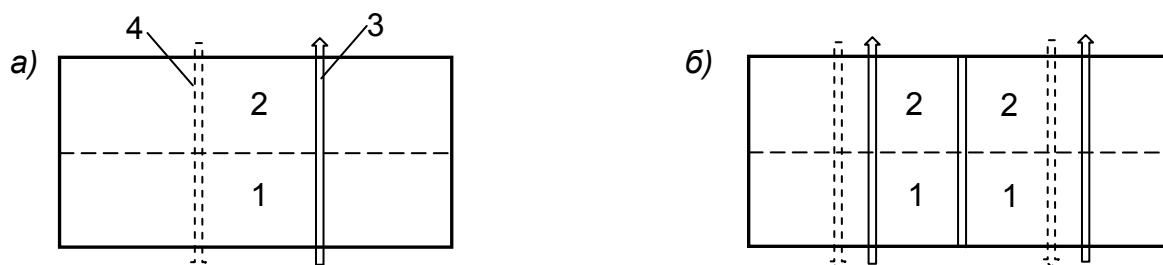


Рис. 2.4. Схема организации обслуживания пассажиров:  
а – централизованная, б – децентрализованная;  
1 – операционный зал, 2 – зал ожидания,  
3 – вылетающие пассажиры, 4 – прилетающие пассажиры

Децентрализация возможна как в одном, так и в двух уровнях (рис. 2.5). В первом случае разделение потоков осуществляется в одном уровне, например, в уровне первого этажа аэровокзала. Эта схема достаточно проста, так как исключает вертикальные перемещения основных движущихся потоков.

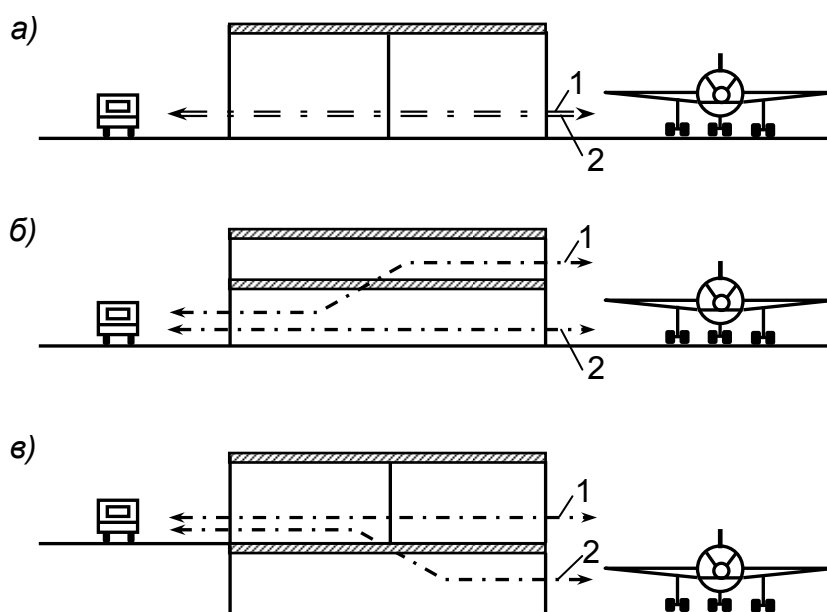


Рис. 2.5. Схема движения потоков:  
а – в одном уровне; б, в – в двух уровнях;  
1 – движение пассажиров; 2 – движение багажа

Конструктивные решения аэровокзалов отличаются большим разнообразием. Применяются как железобетонные, так и стальные конструкции. Помещения аэровокзалов можно разделить на крупно и мелкопространственные. Для перекрытия больших зальных пространств применяют балки, фермы, арки, ванты, пространственные конструкции и т.д., т.е. конструкции, которые характерны для общественных зданий.

В средних и малых аэровокзалах в аэропортах нашей страны применяют конструкции по сериям ИИ-20 и ИИ-04.

*Перрон* с посадочными сооружениями, где пассажир перемещается из аэровокзала в самолет и наоборот. Здесь происходит сбор пассажиров, доставка их к самолету, посадка и высадка из него.

В зоне перрона предусмотрены пространство для сбора и накопления пассажиров у стоянок самолетов, средства доставки пассажиров к самолету (автобусы перронные, движущиеся тротуары и т.д.), средства посадки в самолет (трапы телескопические и обычные самоходные).

Различают привокзальные (ближние) перроны и отдельно расположенные (дальние) перроны. Между аэровокзалом и самолетами на ближнем перроне осуществляется пешеходная связь, а к самолетам на дальний перрон пассажиров доставляют от аэровокзала перронным транспортом (автобусами или автопоездами). Возможно комбинированное решение, при котором одновременно используют как ближний, так и дальний перроны.

При обслуживании пассажиров с посадкой в самолет в отечественной и зарубежной практике используются различные планировочные решения аэровокзалов, которые могут быть подразделены на простые, линейные с посадочными галереями, сателлитами, с подвижными автобусами-салонами (рис. 2.6).

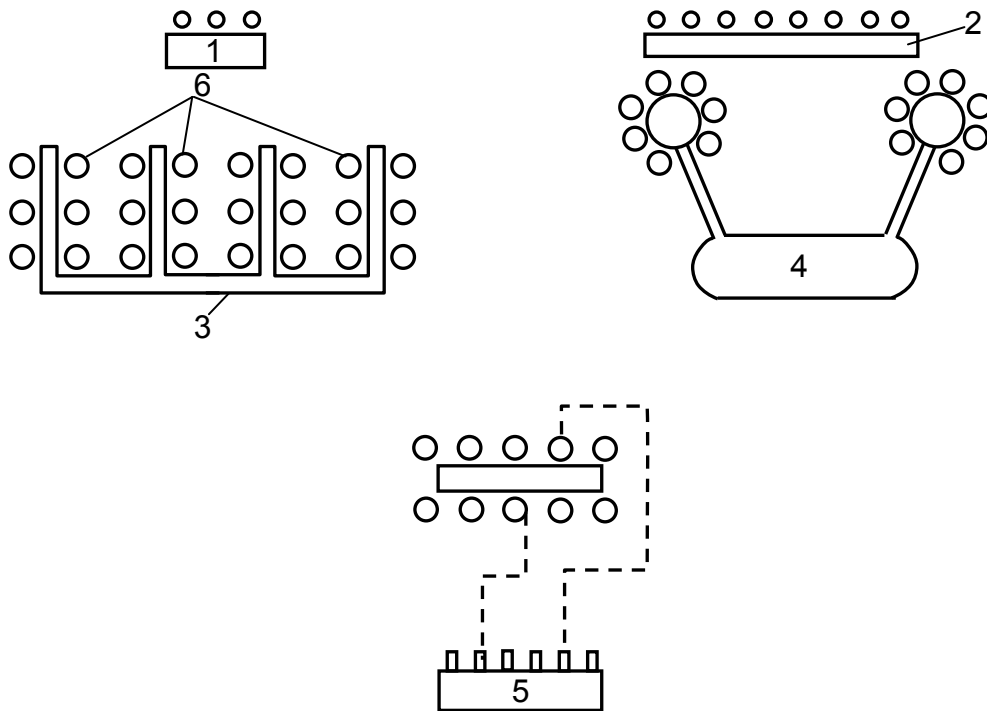


Рис. 2.6. Планировочные решения аэровокзалов:  
 1 – простой аэровокзал; 2 – линейный аэровокзал;  
 3 – аэровокзал с посадочными галереями; 4 – аэровокзал с сателлитами;  
 5 – аэровокзал с подвижными салонами; 6 – стоянки самолетов

### 3. ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

#### 3.1. Авиацонно-техническая база

Авиацонно-техническая база (АТБ) предназначена для выполнения работ по техническому обслуживанию (ТО) и текущему ремонту приписных и транзитных воздушных судов, а также ремонту технологического оборудования и оснастки. В зависимости от класса аэропорта АТБ подразделяются на пять групп (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Группы авиацонно-технических баз

Класс аэропорта	Группа АТБ	Годовой объем работы АТБ в тысячах приведенных единиц технического обслуживания
I	I	1200–2000
II	II	800–1200
III	III	500–800
IV	IV	300–500
V	V	65–300

**Примечание.** АТБ с годовым объемом работ более 2000 чел.-ч. считаются внегрупповыми.

Состав зданий и сооружений АТБ зависит от группы авиацонно-технической базы (табл. 3.2).

Ангар (ангар-укрытие): проведение технического обслуживания; размещается вблизи мест стоянок для оперативного обслуживания и хранения ВС.

Ангар для мойки ВС: механизированная мойка ВС и снятие наземного обледенения; размещается вблизи МС для оперативного обслуживания и хранения ВС.

Производственное здание: обслуживание, проверка, регулировка, испытания и текущий ремонт снимаемого с ВС оборудования, узлов и агрегатов.

Здание технических бригад: обеспечение выполнения работ при оперативном техническом обслуживании ВС, хранение запасных частей, деталей и агрегатов, расходных материалов, инструмента; размещается в центре стоянок перрона или МС.

Таблица 3.2

## Состав зданий и сооружений по группам АТБ

Здания, сооружения, устройства	Группа АТБ				
	I	II	III	IV	V
Ангар для ТО	+	+	+	+	—
Ангар-укрытие	—	—	—	—	+
Производственное здание	+	+	+	+	+
Здание цеха главного механика, горячих и вредных производств	+	+	+	+	+
Ангар (ангарная секция) для мойки ВС	+	+	+	—	—
Помещения лаборатории авиационного и радиоэлектронного оборудования (АиРЭО), подразделения эксплуатации средств сбора и обработки полетной информации, диагностики, неразрушающих и автоматизированных средств контроля (предусматривается в отдельных зданиях только при реконструкции АТБ)	—	—	—	—	—
Здание для ТО и текущего ремонта авиааппаратуры (предусматривается в АТБ, обслуживающих ВС, которые заняты на авиационно-химических работах)	—	—	—	+	+
Склад для хранения авиааппаратуры	—	—	—	+	+
Здание технических бригад	+	+	+	+	—
Стационарные устройства для ТО ВС:					
на перроне	+	+	+	+	—
на МС	+	+	+	+	—
на площадках доводочных работ и опробования авиадвигателей	+	+	+	+	—
на площадках запуска авиадвигателей перед вылетом	+	+	+	+	+
Площадка для мойки ВС с сооружениями оборотного водоснабжения и нейтрализации загрязненных стоков после мойки	+	+	+	+	+
Площадка предангарная	+	+	+	+	+
Площадка дегазации и мойки ВС и авиааппаратуры с сооружениями для нейтрализации стоков	—	—	—	+	+
Площадка для размещения емкостей слива ГСМ	+	+	+	+	+
Площадка для ремонта средств механизации ТО ВС	+	+	+	+	+
Площадка для хранения средств механизации ТО ВС	+	+	+	+	+
Площадка для спецавтотранспорта ТО ВС	+	+	+	+	+
Дополнительные здания и сооружения (насосная пожаротушения, пожарный резервуар и т.п.)	+	+	+	+	+

Цех главного механика, горячих и вредных производств: выполнение работ по ремонту и изготовлению средств механизации для технического обслуживания ВС, проведение работ по промывке, очистке, консервации деталей и агрегатов; размещается вблизи ангара и производственного здания с учетом противопожарных разрывов.

Здание для технического обслуживания и текущего ремонта авиааппаратуры с подсобными помещениями: проведение технического обслуживания и текущего ремонта снимаемой с ВС авиааппаратуры; санитарная обработка летного и технического состава, их спецодежды; размещается не ближе 200 м от производственных зданий и сооружений и не ближе 300 м от общественных и административных зданий.

Размещение зданий и сооружений авиационно-технической базы на служебно-технической территории определяется схемами их технологической взаимосвязи, организацией процесса технического обслуживания и перспективами развития АТБ и аэропорта в целом.

Разработка проекта планировки АТБ должна быть увязана с технологической схемой работы аэропорта. При этом должны обеспечиваться следующие требования:

- минимальная протяженность инженерных сетей, путей движения воздушных судов, обслуживающих бригад и спецавтотранспорта;
- безопасность движения ВС, минимальное пересечение путей их движения с потоками людей;
- минимальные уровни шума в зонах СТТ от авиадвигателей при их запуске и опробовании с учетом безопасности этих процессов;
- пожаро- и взрывобезопасность;
- возможность перспективного развития объектов АТБ.

Срок службы и надежность работы воздушного судна зависят от качества и своевременности проведения того или иного вида ремонта самолета. Повышение уровня качества достигается за счет обслуживания ВС в закрытых помещениях – ангарах, которые явля-



ются главными зданиями авиационно-технической базы аэропорта. Поэтому в четырех из пяти групп АТБ предусматривают наличие ангара для ТО (табл. 3.2).

## **3.2. Ангары**

### **3.2.1. Общие сведения**

В зависимости от функционального назначения ангары могут быть классифицированы следующим образом.

Ангары авиационно-технической базы, предназначенные для выполнения комплекса работ по техническому обслуживанию и техническому ремонту воздушных судов, а также их хранению (рис. 3.1).

Ангары, предназначенные для периодической мойки и окраски воздушных судов.



*Рис. 3.1. Ангар в аэропорту Шереметьево*

Ангар АТБ, как правило, располагается в зоне МС. Со стороны воротного проема к нему примыкает предангарная площадь с размерами, обеспечивающими безопасное маневрирование при установке самолета в ангар или выводе из него. В ангар ВС может быть введено либо специальной стационарной лебедкой, либо малогабаритным буксировщиком.

Размещение крупногабаритных самолетов в закрытых помещениях обуславливает технологические, строительные и эксплуатационные особенности ангаров. Рассмотрим наиболее существенные из них.

1. Специфический производственный процесс обслуживания воздушных судов в ангарных корпусах осуществляется по так называемой радиальной технологической схеме. Она характеризуется тем, что снятые с летательного аппарата детали, агрегаты, приборы и т.д. сначала доставляются в мастерские пристройки, а затем возвращаются на самолет. Оптимальность такой возвратно-поступательной схемы движения с позиции минимизации времени обслуживания ВС при соответствующем качестве работ и удобстве их проведения зависит от расположения пристройки относительно ангарной секции, а также типов и расстановки расчетных самолетов.

2. Большие размеры ВС определяют и соответствующие внутренние габариты ангарной секции, а также высоту и ширину ангарных ворот. Геометрические параметры секции и наличие ворот, в свою очередь, выдвигают более жесткие требования к большепролетным конструкциям в части их прочности и деформативности.

3. Осуществление производственного процесса при всех видах ремонта авиатехники связано с использованием разнообразного специфического оборудования и устройств. К их числу относятся подвесные двух-пятиопорные кран-балки грузоподъемностью до 10 т. Они могут перемещаться как по глубине секции, так и параллельно плоскости ангарных ворот. У современных крупногабаритных самолетов двигатели расположены, как правило, ниже крыла. Поэтому для обслуживания таких ВС целесообразно применение специальных передвижных кранов, оснащенных стрелой-манипулятором, а для съема-установки двигателей – напольных подъемно-транспортных платформ с гидравлическим приводом.

Для выполнения работ на фюзеляже самолета применяют нестационарные площадки, а также всевозможные по конфигурации в плане доковые платформы этажерного и рамного типов.

В иностранных ангарах последнего поколения получили широкое распространение платформы, подвешенные к несущим конструкциям покрытия и обеспечивающие беспроблемное обслуживание высокорасположенных или труднодоступных частей корпуса самолета.

4. Производительность и комфортность условий труда работающих обеспечиваются освещенностью и температурно-влажностным режимом помещений.

Требуемая величина освещенности рабочих мест достигается, как правило, за счет сочетания естественного и искусственного света. Степень использования каждого из них зависит от природно-климатических условий расположения объекта.

Пропуск естественного света внутрь ангарной секции осуществляется через световые проемы витражного типа, устраиваемые в стенах, ангарных воротах, фронтонах и кровле, которые могут иметь различное плановое очертание. Точечные (зенитные) светопроемы размещают только в ограждающих конструкциях покрытия.

В целом, световые проемы увеличивают стоимость здания, осложняют уборку снега с покрытий, повышают теплопотери и т.д.

Из всех зданий и сооружений аэропорта ангары являются самыми крупными потребителями тепла, значительная часть которого расходуется на обеспечение температурно-влажностных условий помещений, предназначенных непосредственно для обслуживания и ремонта воздушных судов.

В современных ангарах поддержание требуемого температурно-влажностного режима осуществляется с помощью систем напольного отопления в комбинации с воздушно-тепловыми завесами у ангарных ворот.

5. Пожарная безопасность, как показывает опыт эксплуатации ангаров, обеспечивается двумя путями.

Первый из них решает задачи повышения стойкости несущих и ограждающих конструкций сооружения к воздействию огня за счет применения негорючих и трудногорючих материалов, обработки конструкций специальными составами, повышающими их предел огнестойкости и т.д.

Второй путь предусматривает создание технологий и оборудования для ликвидации пожара. При этом особое внимание уделяется пожарной защите самолетов, которая осуществляется с помощью стационарных и передвижных пеноподающих установок автоматического действия. Пожарные стволы этих установок, как правило, имеют опору лафетного типа или могут быть смонтированы на колоннах каркаса ангара.

Независимо или в комбинации с установками ствольного типа в ангарах применяют системы водно-пенного пожаротушения, подающие насадки которых размещают на конструкциях покрытия. В некоторых иностранных ангарах для повышения эффективности орошения самолета снизу форсунки устраивают в конструкции пола.

### ***3.2.2. Объемно-планировочные решения ангаров***

Ангарный корпус состоит из двух совершенно различных по объемно-планировочным и конструктивным параметрам зданий. Одно – собственно ангар, состоящий из одной и более секций, – служит для производства работ непосредственно на воздушном судне, а другое – предназначено для размещения производственных, административных, бытовых и вспомогательных помещений. Их взаимное расположение определяет общую планировочную схему ангарного сооружения, которая должна обеспечивать необходимые условия для проведения технологического процесса обслуживания и ремонта самолетов.

Производственно-административное здание независимо от его расположения относительно ангара принято называть пристройкой. Она может вплотную примыкать к ангару с одной – трех сторон (рис. 3.2, а–г), располагаться внутри его (рис. 3.2, д), внутри и снаружи (рис. 3.2, е), либо быть отдельно стоящей и связанной с ним системой галерей или переходов (рис. 3.2, ж). В зависимости от размещения пристройки подразделяют на линейные внешние односторонние (рис. 3.2, а) и двухсторонние (рис. 3.2, б), линейные внутренние (рис. 3.2, д), Г-, П- и Т-образные (рис. 3.2, в–е).

Анализ приведенных на рис. 3.2 вариантов блокировки показывает, что всем им свойственны положительные и отрицательные качества. Так, П-образная пристройка, с одной стороны, полностью исключает развитие ангарной секции без кардинальной ее реконструкции, а с другой – обеспечивает наилучшую технологическую связь мастерских с обслуживаемым самолетом и позволяет практически во всех помещениях предусмотреть естественное освещение. Т-образная и линейная внутренняя пристройки, наоборот, полностью или частично лишены естественного света, но допускают расширение ангарных секций.

Одним из достоинств независимой схемы (рис. 3.2, ж) является возможность увеличения габаритов ангара в любом направлении, а недостатком – сложная технологическая связь между мастерскими пристройки и воздушным судном.

Общая площадь пристройки определяется суммированием соответствующих площадей производственных, административных, складских и прочих помещений. При этом состав и площади этих помещений зависят от типа и количества обслуживаемых воздушных судов, объемов и продолжительности ремонтных работ. Исходя из требуемой площади, схемы блокировки и условий примыкания пристройки к ангарной секции назначаются ее габариты, включая этажность.

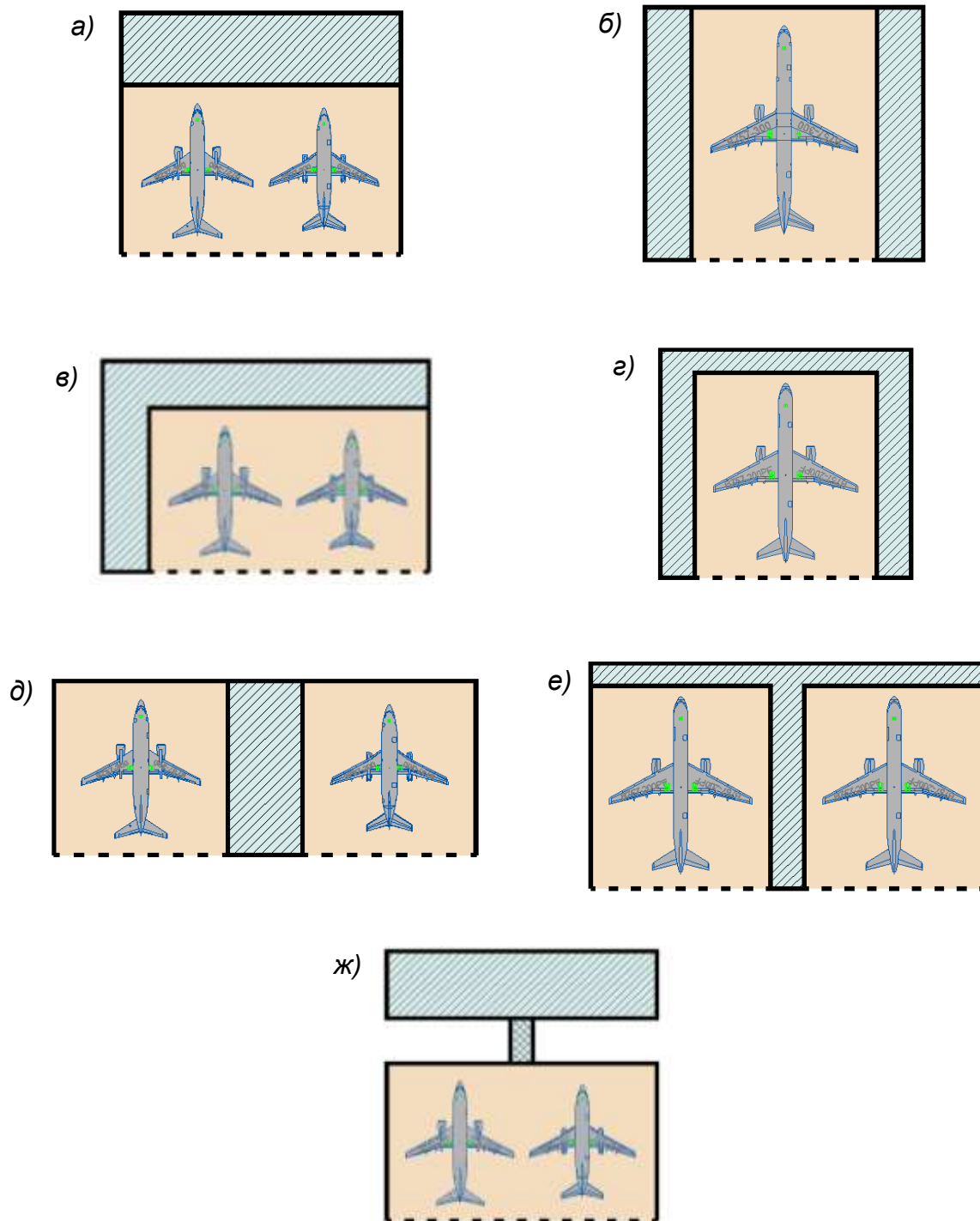
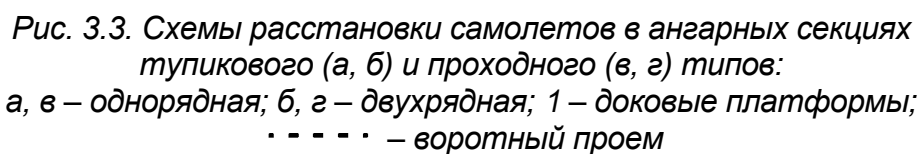


Рис. 3.2. Расположение пристроек (заштрихованы) относительно ангарных секций: одно- (а), двух- (б, в), трехстороннее (г), внутреннее (д), комбинированное (е), выносное (ж);

--- – воротный проем;  
 ■ – переход (галерея)

Различие в функциональном назначении ангарной секции и здания пристройки обусловило значительно большие размеры первой,


$$\left. \begin{aligned} l &= n \cdot b_c + (n+1) \cdot B + 2 \cdot n \cdot a, \\ b &= k \cdot l_c + k \cdot B + 2 \cdot k \cdot a + A, \end{aligned} \right\} \quad (3.1)$$

где  $l$  и  $b$  – пролет (ширина по фронту ворот) и глубина секции;  $n$  и  $k$  – количество и число рядов самолетов;  $l_c$  и  $b_c$  – длина и размах крыла самолета (при разнотипных самолетах принимаются размеры наибольшего);  $A$ ,  $B$  и  $a$  – ширина проездов и рабочей зоны дока.

Высота ангарной секции ( $H$ ) до низа несущих конструкций покрытия составляет

$$H = h_c + h_0, \quad (3.2)$$

где  $h_c$  – высота самолета;  $h_0$  – суммарная высота технологического зазора, подвесного кранового оборудования и подкрановых путей.

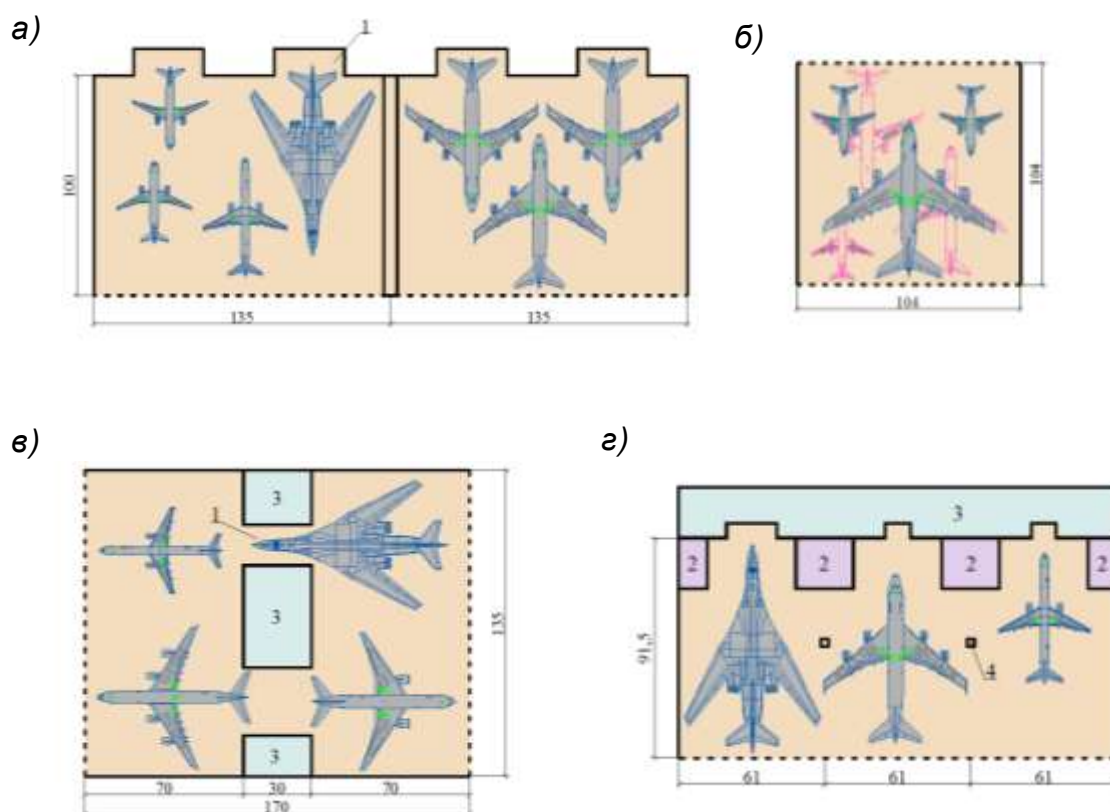


Рис. 3.4. Планировочные решения ангаров в аэропортах Франкфурт-на-Майне (а) и Хитроу (б), ангаров в аэропортах Лос-Анджелес (в) и Ванкувер (г), (размеры в м):  
1 – карманы, 2 – производственные помещения, 3 – пристройка, 4 – колонны;  
- - - - - – воротный проем

Из формул (3.1), (3.2) видно, что факторами, определяющими площадь и объем ангарной секции, являются:

– габариты и количество самолетов;



- ширина проездов и доковых платформ;
- геометрические параметры подвешного подъемно-транспортного оборудования.

При проектировании ангаров необходимо предусматривать наиболее рациональное использование площади и обеспечивать как можно меньший объем помещения. Это может быть получено за счет применения оптимальных компоновочных схем расстановки воздушных судов (рис. 3.4, а, б), устройства специальных отсеков-карманов для обслуживания носовых или хвостовых частей самолетов (рис. 3.4, а, в) и размещения временных производственных помещений на свободных площадях секции (рис. 3.4, г).

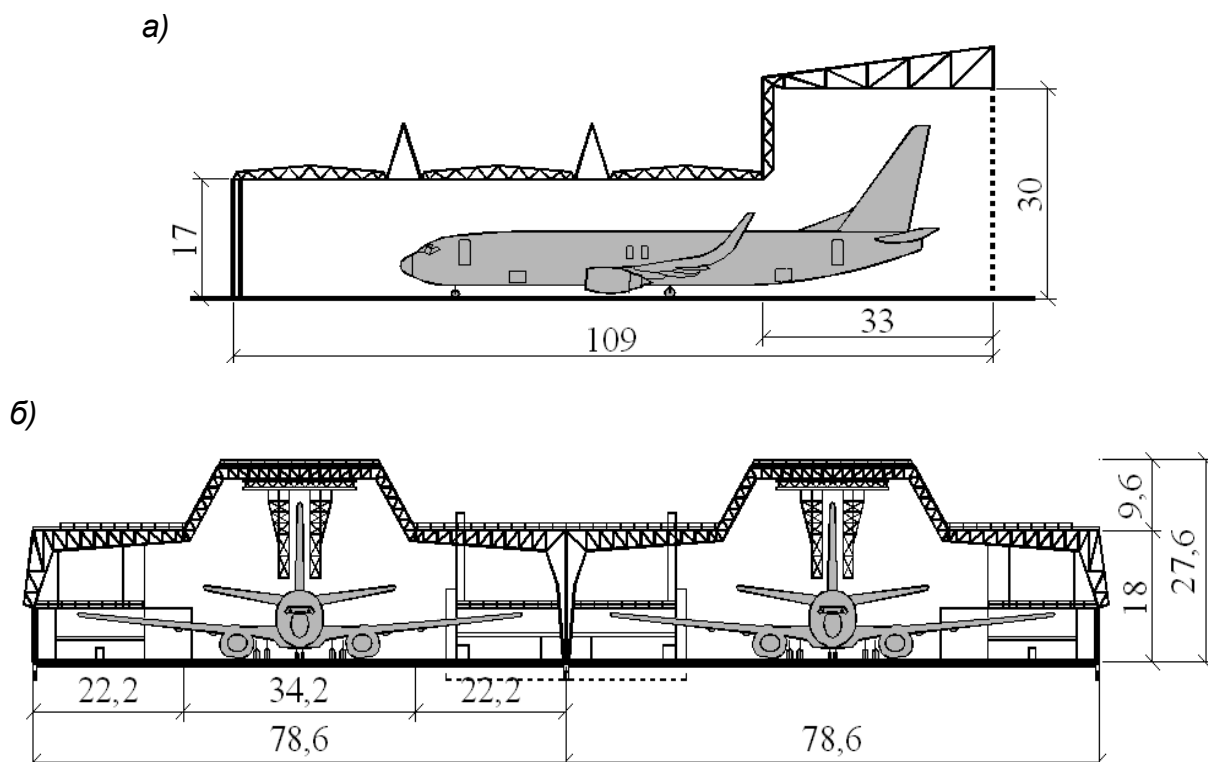


Рис. 3.5. Изменение профиля покрытия ангаров в аэропортах (размеры в м):  
 Мадрид (а) – продольного и Кеннеди (б) – поперечного;  
 . . . . . – воротный проем

Одним из важнейших технических показателей объемно-планировочного решения, определяющим основную долю затрат в общей смете расходов по эксплуатации сооружений, является объем помещений для обслуживания ВС, величина которого у современных анга-

ров достигает сотни тысяч кубических метров. Например, объем ангара в аэропорту Внуково, точнее его секции, составляет 276 480 м<sup>3</sup>. Оценка объемно-планировочных решений эксплуатируемых ангарных сооружений показывает, что наибольшая экономия (до 25–30%) объема может быть получена за счет изменения профиля большепролетного покрытия в продольном (рис. 3.5, а) или поперечном (рис. 3.5, б) направлениях.

### **3.2.3. Большепролетные покрытия ангаров**

Использование для ангаров большепролетных покрытий продиктовано необходимостью получения свободного от внутренних опор помещения для размещения воздушных судов. Эти покрытия состоят из различных конструкций, которые в зависимости от назначения выполняют несущие или ограждающие функции, либо то и другое одновременно.

Особенностями ангарных покрытий являются:

- наличие большепролетных несущих конструкций;
- схема опирания зависит от расположения и количества ангарных ворот;
- воспринимают динамические воздействия от подвесных кранов (и других устройств) для обслуживания воздушных судов и механизмов для передвижения ангарных ворот;
- при открытых ангарных воротах подвергаются значительному ветровому давлению или отсосу изнутри помещения.

Из опыта отечественного и зарубежного ангаростроения известно, что для покрытий использовались различные виды стальных, железобетонных, деревянных и сталеалюминиевых конструкций. Многие из них выполнены с предварительным напряжением, которое позволяет повысить жесткость и снизить их материалоемкость, а в железобетонных конструкциях к тому же полностью (или частично) исключить процесс трещинообразования.

Все реализованные конструктивные решения покрытий ангаров можно разделить на три группы: первая объединяет плоские или балочные системы, вторая – пространственные, а третья – комбинированные. Принятое деление весьма условно, хотя по отдельным признакам оно соответствует той или иной существующей классификации аналогичных покрытий.

*Плоские системы.* Основными несущими конструкциями покрытий в виде плоских систем являются балки, фермы, рамы и арки. Их достоинством является простота расчетной схемы, отсутствие распорных усилий от вертикальных нагрузок, нечувствительность к осадкам опор в разрезных системах. Главный их недостаток – сравнительно большой расход материалов и значительная строительная высота ( $h_k$ ). Отношение  $h_k$  к пролету ( $l$ ) составляет 1/7–1/12. Балки используют для перекрытия пролетов до 40 м, а фермы – до 90 м.

Рамы по сравнению с балками и фермами имеют большую жесткость, меньшую материалоемкость и высоту ригелей, которая находится в пределах 1/12–1/20 пролета. Ригели выполняют либо сплошнотенчатыми, либо сквозными (решетчатыми).

Рамные конструкции предназначаются для покрытий пролетом до 120 м. К числу их недостатков относится большая чувствительность к осадкам опор и изменениям температуры.

Арки используют для покрытий пролетом до 150 м. По сравнению с ранее рассмотренными конструкциями они имеют меньшую массу, но более сложны в изготовлении и монтаже. По статической схеме арки бывают бесшарнирные, двух- и трехшарнирные. При этом с точки зрения расхода материала бесшарнирные арки предпочтительнее, по сравнению с другими типами. В трехшарнирных арках в отличие от двухшарнирных и бесшарнирных не возникает дополнительных усилий от температурных воздействий и осадки опор.

Материалоемкость арок зависит в основном от их очертания и стрелы подъема ( $h_f$ ). При отношении  $h_f/l = 1/4$ – $1/6$  и очертании близком

к кривой давления от нагрузки ее значение будет минимальным. В практике используется круговое, параболическое, эллиптическое или ломаное очертание арок. Относительная высота их сплошных сечений находится в пределах  $1/50$ – $1/80$  пролета, а решетчатых –  $1/30$ – $1/60$ . При этом, если она изменяется по пролету, то арка имеет серповидный вид.

Наличие распора является существенным недостатком арочных систем, так как для его восприятия требуется устройство либо специальных опор, либо затяжек.

Для плоских систем основным материалом является металл (сталь и алюминиевые сплавы), так как они позволяют полностью реализовать его главное свойство – высокую прочность на сжатие и растяжение. Кроме того, металлоконструкции обладают достаточно простой технологией изготовления и монтажа. Вместе с тем, подверженность стальных конструкций коррозии требует проведения мероприятий по их защите как при изготовлении, так и при эксплуатации. По отношению к стали железобетон более долговечен, огнестоек, имеет низкие эксплуатационные расходы и прочее. Однако несмотря на эти преимущества, большой собственный вес железобетона является серьезным препятствием для его применения в большепролетных конструкциях.

Ангарные покрытия из конструкций балочного типа принято классифицировать по их компоновочной схеме. При этом в зависимости от расположения главной несущей конструкции относительно плоскости ангарных ворот применяются поперечная, поперечно-продольная и продольная компоновочные схемы.

Поперечная схема компоновки предусматривает расположение несущих конструкций параллельно плоскости ворот (рис. 3.6, а). Согласно поперечно-продольной схеме главная несущая конструкция размещается либо в плоскости ворот, либо с небольшим смещением внутрь ангара (рис. 3.6, б, в) и она же служит опорой для стропильных ферм или балок. Расположение конструкций перпендикулярно воротам

отвечает продольной компоновке (рис. 3.6, г, д). Закрепление консольных или консольно-подвесных конструкций осуществляется к каркасу пристройки либо с одной, либо с обеих противоположных ее сторон.

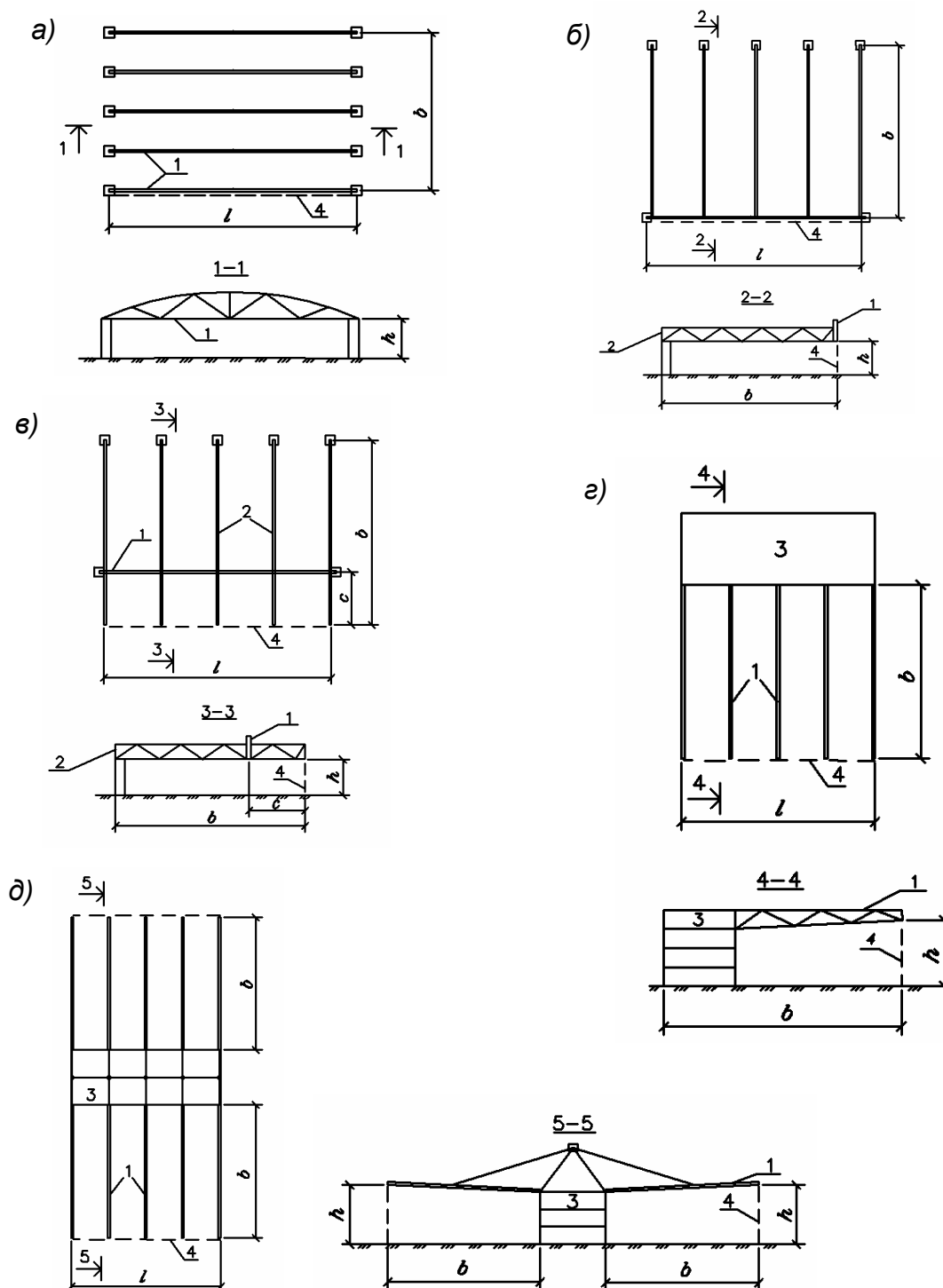


Рис. 3.6. Схемы компоновок конструкций покрытия:  
а – поперечная, б, в – поперечно-продольная, г, д – продольная;  
1, 2 – соответственно главные и второстепенные несущие конструкции,  
3 – пристройка, 4 – воротный проем

Определенные достоинства балочных конструкций обеспечили им наибольшее внедрение в практику ангаростроения как в России, так и за рубежом. Примеры некоторых из них приведены ниже.

**Ангар в аэропорту Дюссельдорф (Германия).** Главными несущими конструкциями являются железобетонные предварительно-напряженные балки, компоновка которых выполнена по поперечной схеме. Балки перекрывают пролет, равный 90 м, установлены с шагом 9,5 м и имеют в поперечнике тавровое сечение (рис. 3.7).

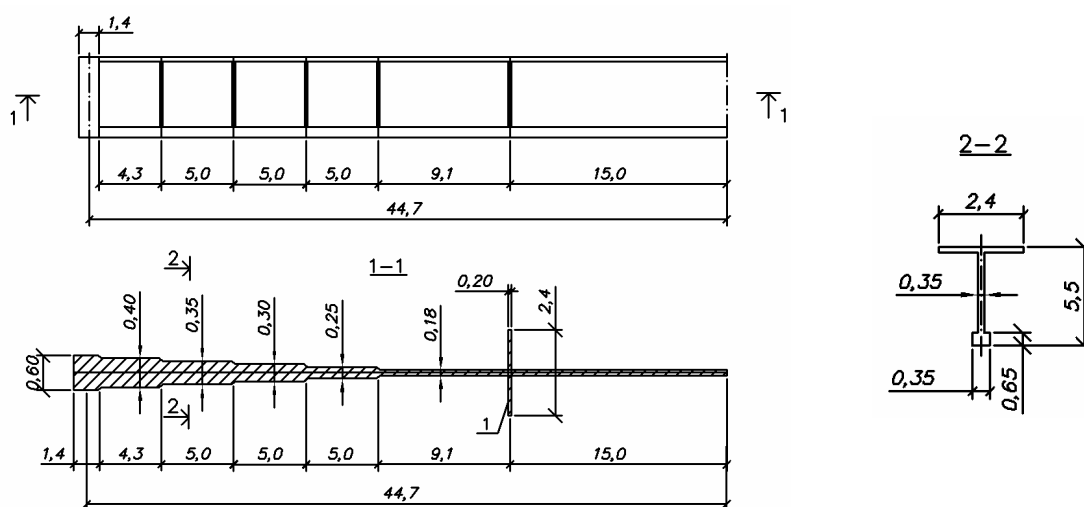


Рис. 3.7. Железобетонная балка покрытия ангара в аэропорту Дюссельдорф (размеры в м): 1 – ребро жесткости

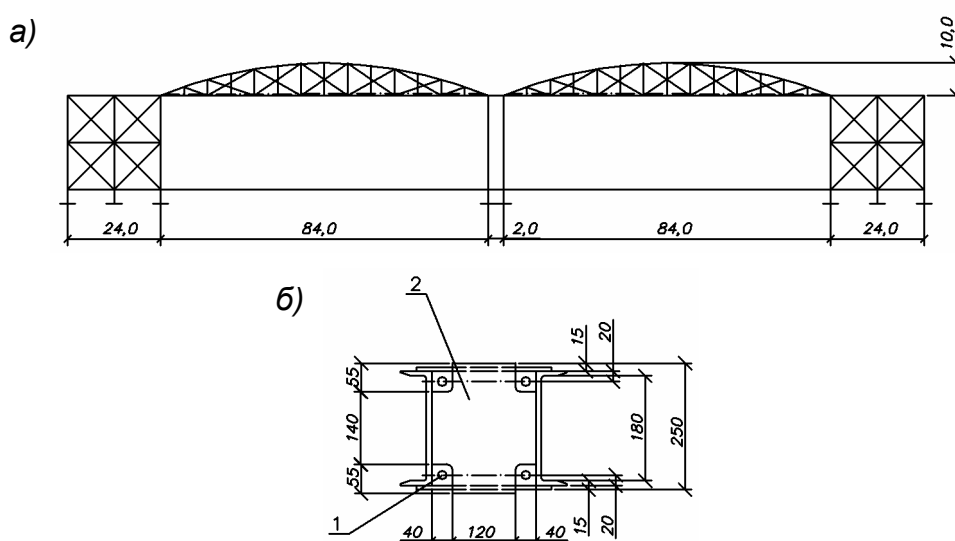


Рис. 3.8. Стальные фермы (а – размеры в м) покрытия ангара в аэропорту Алма-Ата и сечение нижнего пояса (б – размеры в мм): 1 – напрягаемая арматура, 2 – диафрагма жесткости

**Ангар в Алма-Ате (Казахстан)** двухпролетный, перекрыт по поперечной схеме полигональными металлическими фермами длиной по 85 м и высотой 10 м, шаг ферм 12 м (рис. 3.8).

Нижний пояс рядовых ферм, скомпонованный из двух швеллеров №22, предварительно напрягался затяжкой из четырех (пяти – надворотная ферма) пучков высокопрочной проволоки диаметром 5 мм.

**Ангар в аэропорту Токио (Япония).** Однопролетное покрытие переменной высоты (рис. 3.9) имеет самый большой пролет в мире – 190 м. Основной несущей конструкцией является пространственная рама высотой 44,19 м, установленная в плоскости ворот. Сечение ригеля рамы прямоугольное высотой 17 м. Стропильные стальные фермы, имеющие ступенчатый вид, одним концом опираются на раму, а другим закреплены к каркасу здания-пристройки. Компоновка несущих конструкций отвечает поперечно-продольной схеме.

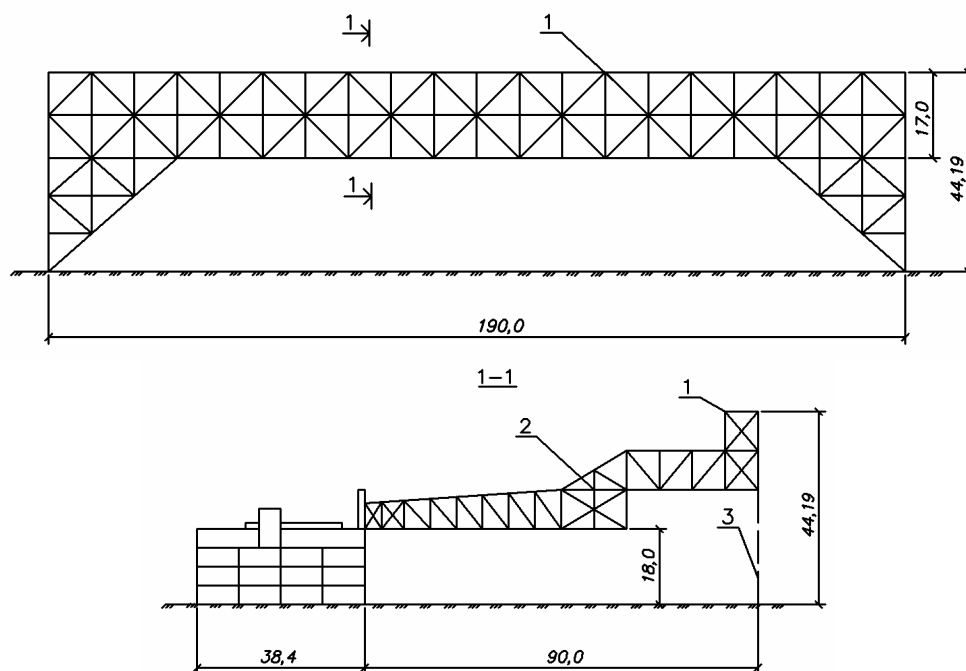


Рис. 3.9. Покрытие ангара в аэропорту Токио (размеры в м):  
1 – надворотная стальная рама, 2 – стропильная ферма

**Ангар в аэропорту Чикаго (США)** имеет покрытие из консольных предварительно-напряженных металлических ферм, скомпонованных по продольной схеме (рис. 3.10).

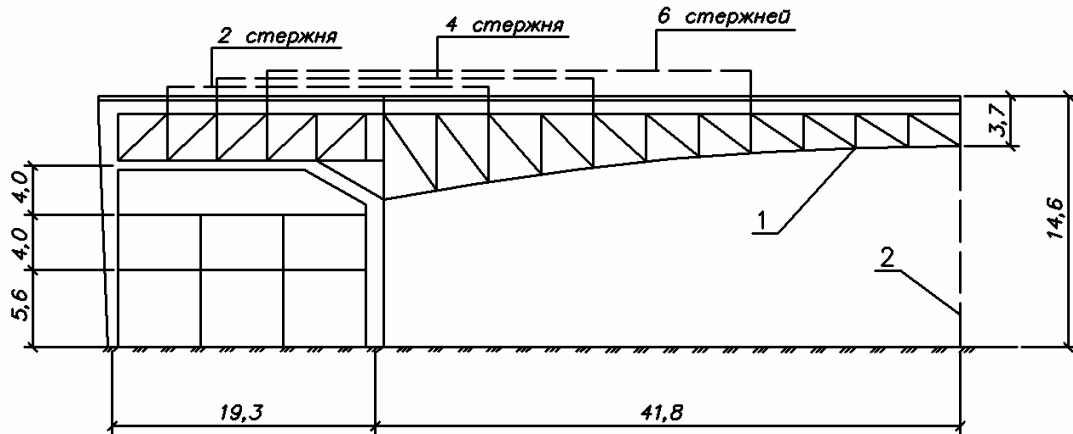


Рис. 3.10. Консольные фермы покрытия ангара в аэропорту Чикаго (размеры в м): 1 – консольные фермы, 2 – плоскость ворот

**Пространственные системы.** В отличие от плоских пространственные системы позволяют значительно увеличить диапазон пролетов покрытий зданий и сооружений различного назначения, в том числе и ангаров.

По конструктивному решению эти системы подразделяют на две основные группы. К первой относят перекрестно-стержневые конструкции, а вторая объединяет пространственные оболочки.

Общий недостаток систем состоит в том, что они исключают развитие ангарных секций.

**Перекрестно-стержневые системы** представляют собой решетчатые пространственные плиты (структуры), которые образуются в результате пересечения плоских ферм с параллельными поясами. При этом верхние и нижние пояса плит разделяются на ячейки. Размеры и конфигурация ячеек, а также расположение верхних относительно нижних зависят от шага ферм, угла пересечения между ними и угла наклона ферм к горизонтальной плоскости. Например, если фермы расположены вертикально с одинаковым шагом и пересекаются под углом  $90^\circ$ , то ячейки верхних и нижних поясов плиты будут иметь вид квадратов одинакового размера, расположенных друг над другом. Изменение, допустим, угла наклона ферм приведет к смещению верхних ячеек относительно нижних.



Опираание плит может осуществляться по двум и более сторонам или в отдельных точках контура. Для ангаров данное свойство особенно важно, так как оно не ограничивает возможность устройства ангарных ворот по любой из сторон ангарной секции.

По сравнению с фермами структурные плиты обладают большей жесткостью, и поэтому их строительная высота принимается в пределах  $1/15$ – $1/25$  от пролета, что ведет к снижению объема покрытия, а следовательно, и затрат на его отопление. Кроме того, благодаря пространственному характеру работы структуры, в случае отказа какого-либо из ее элементов происходит перераспределение усилий между остальными стержнями, что существенно повышает степень надежности этих конструкций при эксплуатации.

В качестве материала для структур используют только сталь, что обусловлено сложностью изготовления узловых соединений их элементов.

Главными недостатками структурных плит являются сложность узловых сопряжений элементов, а также трудоемкость их изготовления и монтажа.

**Оболочки** бывают в виде висячих систем и тонкостенных пространственных конструкций. Их общим достоинством является то, что они совмещают несущие и ограждающие функции. Вместе с тем, из всего многообразия известных конструкций оболочек в ангаростроении использовались лишь некоторые из них.

**Висячие (вантовые) системы** способны перекрывать любые пролеты и создавать большое многообразие конструктивных форм.

Опыт мирового ангаростроения показывает, что практически все существующие секции ангарных корпусов имеют в плане прямоугольную форму. Поэтому для покрытий этих секций наиболее приемлемы однопоясные висячие системы, главными несущими элементами которых являются ванты в виде гибких или относительно жестких нитей, выполненных, как правило, из стали (канаты, тросы, прокатные профили).

Благодаря максимальному использованию механических свойств материалов висячие конструкции по сравнению с традиционными имеют незначительный расход стали – 10–15 кг/м<sup>2</sup>. Кроме того, при монтаже вант почти не требуется устройство лесов и вспомогательных подмостей, что приводит к снижению соответствующих трудозатрат по возведению покрытий.

В расчетном отношении прямоугольные однопоясные вантовые покрытия относятся к распорным системам, для которых требуется устройство специальных опорных конструкций, способных воспринять усилие распора. Это существенно усложняет конструкцию опор, требует увеличения площади застройки и т.д.

Повышенная деформативность является специфической особенностью вантовых систем, которая может привести к нарушению герметичности кровли, осложнить устройство подвешного транспорта, а в некоторых случаях негативно повлиять на аэродинамическую устойчивость покрытия.

**Тонкостенные пространственные покрытия** состоят из соединенных между собой тонких оболочек и контурных элементов. Они подразделяются на складки, бочарные своды, короткие и длинные цилиндрические оболочки и могут быть как монолитные, так и сборные. Основным материалом для несущей конструкции покрытия служит железобетон, который в сравнении со сталью обладает повышенной огнестойкостью, большей долговечностью и низкими расходами по содержанию, но приводит к утяжелению покрытия.

Технико-экономическая целесообразность применения тонкостенных пространственных конструкций в качестве большепролетных покрытий сопряжена с решением следующих основных задач:

- уменьшение трудоемкости возведения, которая обусловлена необходимостью использования специальных монтажных приспособлений (кондукторы, подмости, леса);
- разработка более эффективных конструктивных решений подвески кранового оборудования и водоудаления с кровли;

– снижение строительной высоты оболочек (стрела их подъема  $1/4$ – $1/7$  от пролета), которая непосредственно влияет на величину отапливаемого объема здания.

В большепролетных ангарах России тонкостенные оболочки, как, впрочем, и структурные плиты, не применялись. За рубежом такие решения известны. Некоторые из них приведены ниже.

**Ангар в аэропорту Хитроу (Англия).** Покрытие представляет собой усеченную пирамиду высотой 11,4 м, имеющую в основании квадрат со стороной 104 м (рис. 3.11).

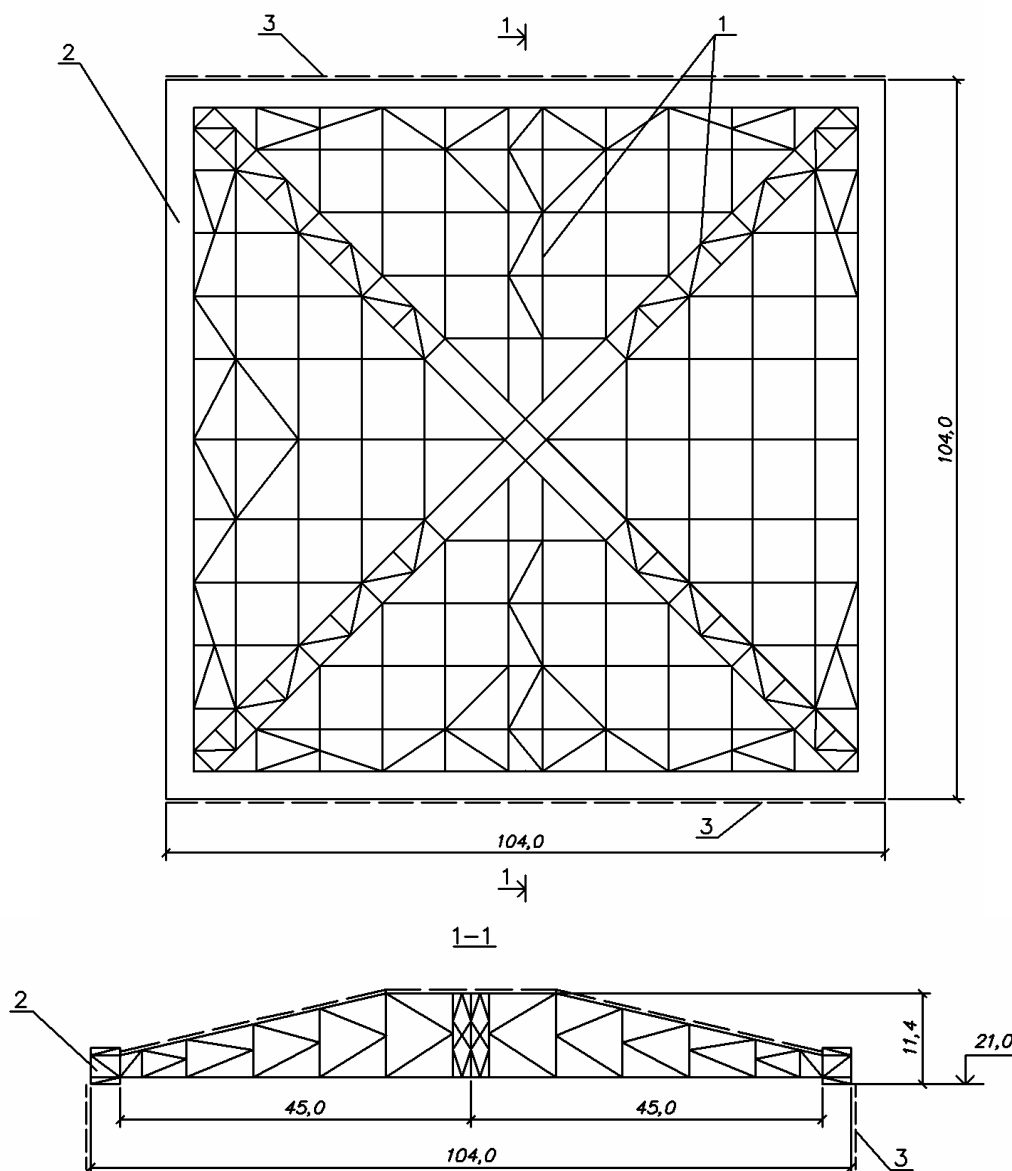


Рис. 3.11. Покрытие ангара в аэропорту Хитроу (размеры в м):  
1 – перекрестные, 2 – бортовые фермы, 3 – плоскость ворот

Основными несущими конструкциями являются пространственные стальные фермы, ориентированные по диагонали и пересекающиеся в центре. Они опираются на угловые сварные колонны, имеющие восьмиугольное сечение. Третья пространственная ферма проходит также через центр покрытия перпендикулярно плоскости ворот и соединяется с пространственными фермами, которые образуют контур покрытия. Все фермы имеют прямоугольное сечение, изменяющееся по высоте в пролете.

**Ангар в аэропорту Франкфурт-на-Майне (Германия).** Подвесная конструкция покрытия каждой секции представляет собой систему из висячих железобетонных оболочек шириной 7,5 м, толщиной 8,6 см (рис. 3.12). Каждая полоса-оболочка опирается по концам на свою пару железобетонных решетчатых опор, а по оси между двумя секциями на промежуточную опорную раму. Ригель железобетонной рамы имеет коробчатое сечение высотой 11 м и шириной 7,5 м и опирается на две стойки, имеющие сечение  $5 \times 2,5$  м каждая.

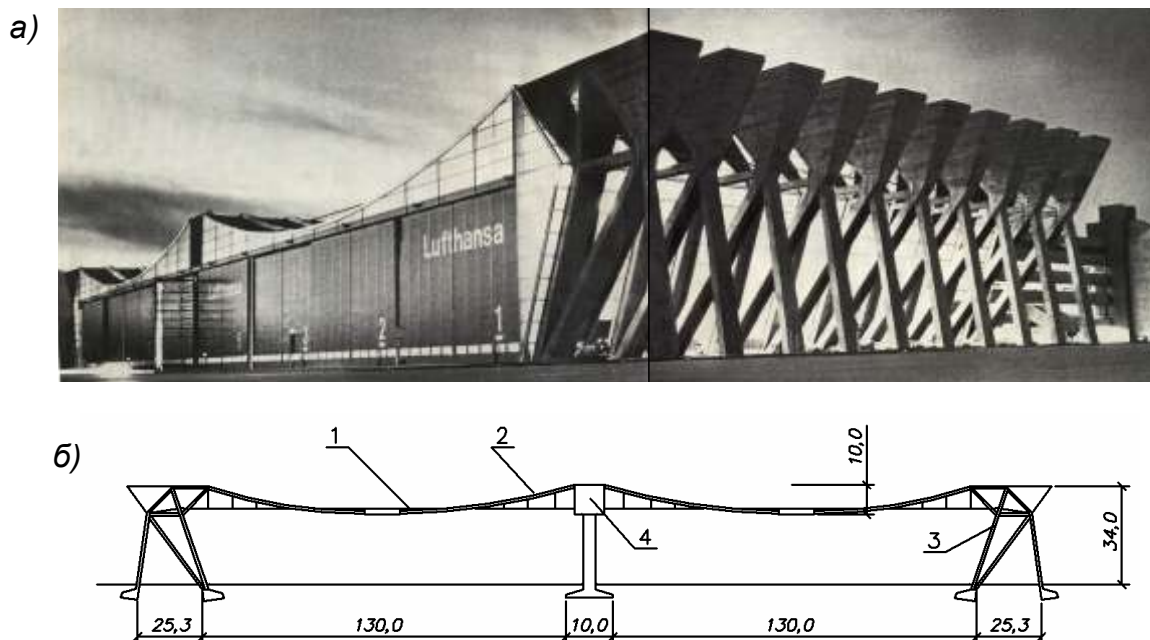


Рис. 3.12. Ангар в аэропорту Франкфурт-на-Майне (размеры в м):

а – общий вид, б – сечение вдоль пролета;

1 – затяжка, 2 – оболочка,

3 – опоры, 4 – ригель рамы

Основными несущими элементами полосы являются 28 вант из стальных стержней периодического профиля диаметром 26,5 мм. Стержни заключены в стальные трубы и оснащены по концам анкерными устройствами. Для конструкции оболочек использован легкий бетон марки 300. Предварительное напряжение оболочки осуществлено путем натяжения несущих вант на затвердевший бетон с последующим инъецированием раствора внутрь трубы.

**Ангар в аэропорту Фьюмичино (Италия).** Конструкция покрытия выполнена в виде висячей оболочки, закрепленной к железобетонным пилонам, в которых заанкерены расходящиеся веером концы вант (рис. 3.13).

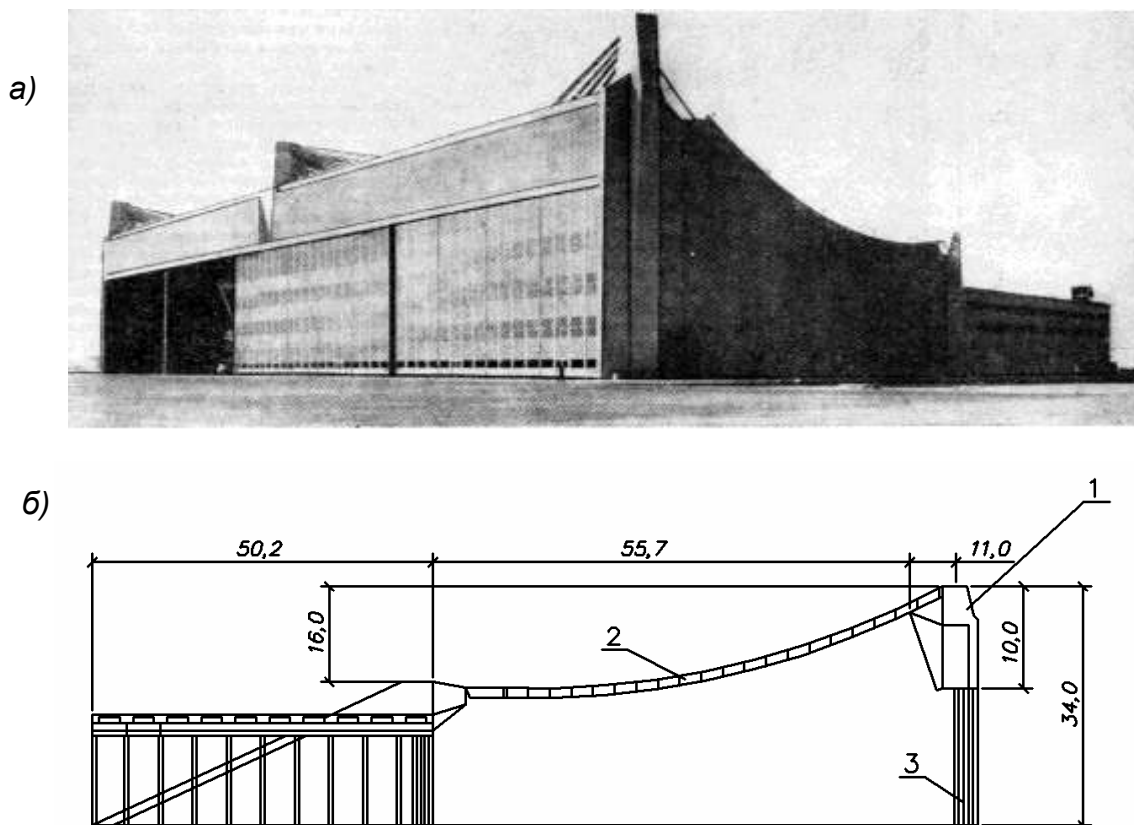


Рис. 3.13. Ангар в аэропорту Фьюмичино (размеры в м):  
а – общий вид, б – продольное сечение;  
1 – пилон, 2 – висячее покрытие, 3 – ворота

Ванты оболочки располагаются в направлении глубины ангара и имеют между распределительными балками пролет и шаг 55,7 и 4,5 м

соответственно. Они состоят из трех канатов, которые после омоноличивания принимают форму прямоугольного бруса сечением 40×15 см. Точки закрепления висячей оболочки к пилонам находятся в разных уровнях, что обеспечивает отвод воды с поверхности покрытия.

*Комбинированные системы* – это такие системы (покрытия), которые скомпонованы из балочных и пространственных конструкций, изготовленных из различных материалов.

В ангаростроении большепролетные покрытия комбинированного типа применялись только за рубежом. Примеры некоторых из них приведены ниже.

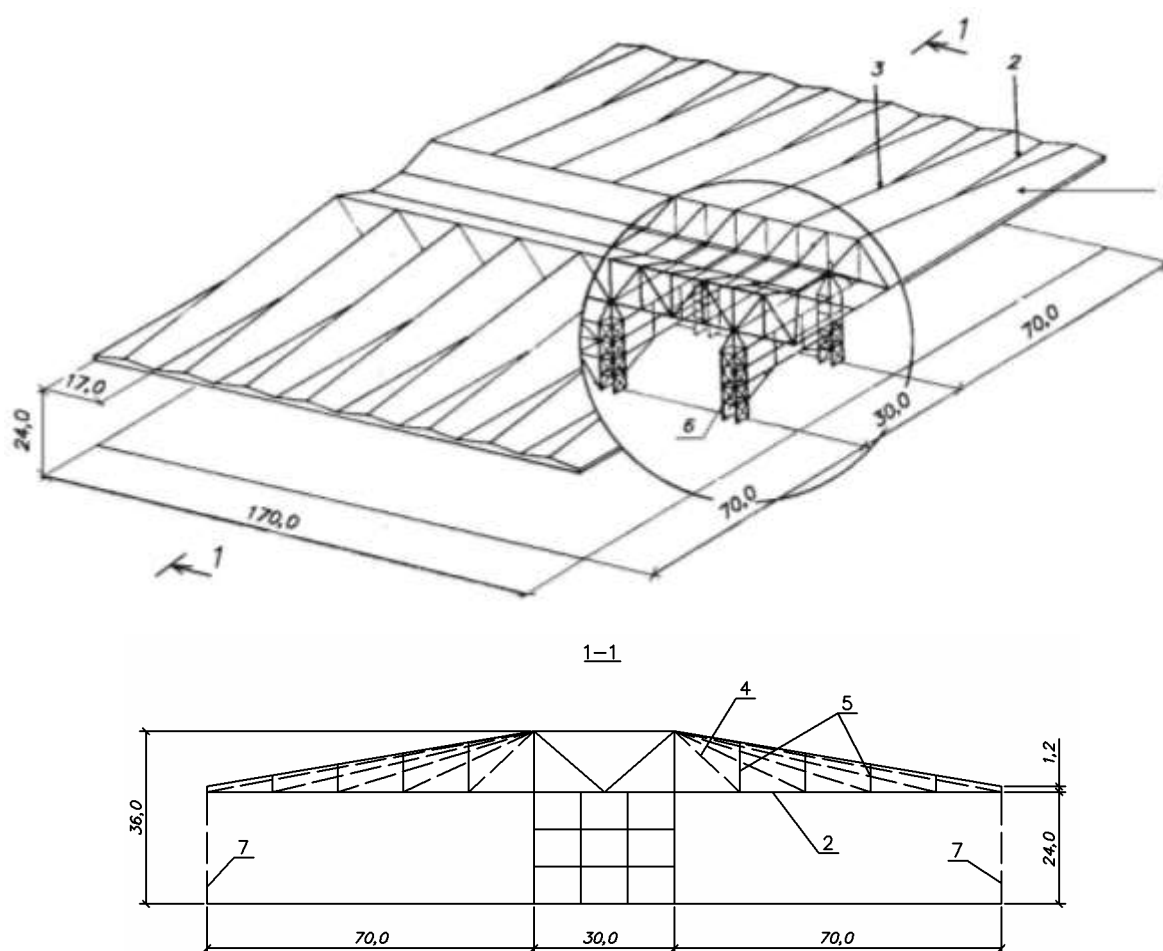


Рис. 3.14. Ангар в аэропорту Лос-Анджелес (размеры в м):  
1 – стальной лист, 2 – ендовый и 3 – коньковый прогоны, 4 – тросы,  
5 – ребра гипара, 6 – пилоны, 7 – плоскость ворот

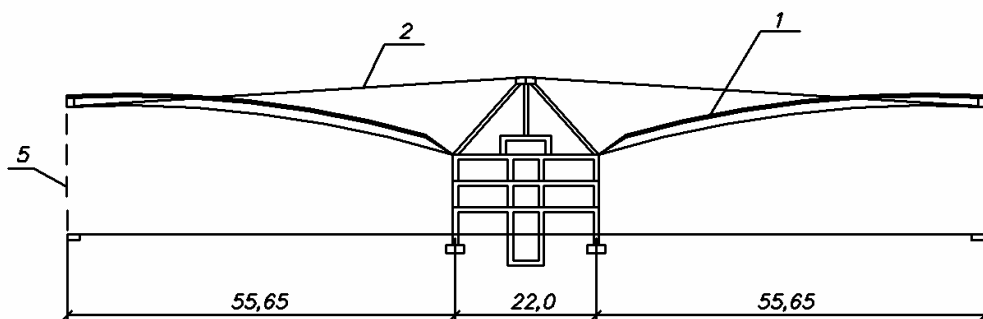
**Ангар в аэропорту Лос-Анджелеса (США).** Покрытие боковых частей ангара решено в виде восьмиволновой консольной оболочки с

вылетом консоли 70 м, изготовленной из стальных гладких и профилированных листов толщиной 2,3 и 1,2 мм соответственно (рис. 3.14). Волнам-секциям придано поперечное сечение постоянной ширины – 17 м и переменной высоты, которая уменьшается от 12,2 м у опоры до 1,2 м на консоли.

а)



б)



в)

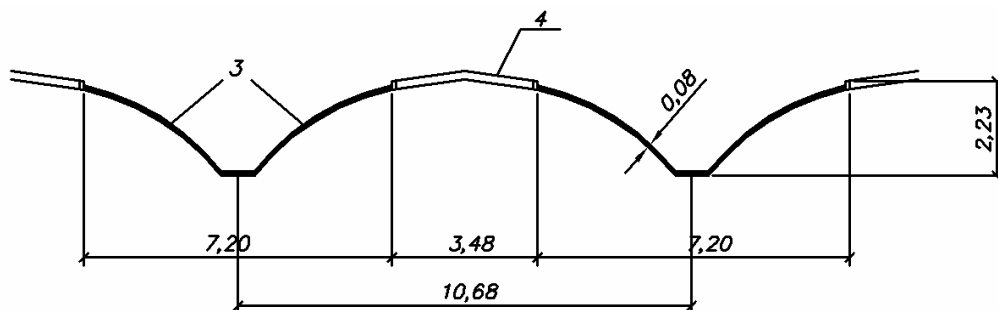


Рис. 3.15. Ангар в аэропорту Франкфурт-на-Майне (размеры в м):  
а – общий вид, б – поперечное сечение, в – фрагмент сечения покрытия;  
1 – консольное покрытие, 2 – тросы-подвески, 3 – оболочка,  
4 – зенитный фонарь, 5 – плоскость ворот

Консольная оболочка опирается на среднюю часть здания и удерживается в проектном положении при помощи расходящихся пучков напрягаемых канатов диаметром от 13 до 25 мм, прикрепленных одним концом к конструкции здания, а другим – к отдельным точкам ендовых ребер каркаса оболочки.

**Ангар в аэропорту Франкфурт-на-Майне (Германия)** имеет симметричное (относительно центрально расположенного здания) консольно-подвесное покрытие, выполненное из монолитных железобетонных оболочек двоякой кривизны (по 16 штук с каждой стороны) – рис. 3.15. Ширина оболочки – 10,68 м, высота волны – 2,23 м, толщина скорлупы – 8 см.

Одним концом оболочка опирается шарнирно на каркас центрального здания, а ее консольная часть поддерживается в пролете шестью канатами, каждый из которых состоит из 40 проволок овального сечения. Проволоки расположены в стальной трубке с гофрированными стенками толщиной 0,35 мм. Для защиты от коррозии трубка заполнена цементным раствором.

#### **3.2.4. Ворота ангаров**

Ангарные ворота предназначаются для заполнения проемов, через которые в помещение ангара осуществляется ввод (вывод) воздушных судов. Они обеспечивают защиту самолетов и работающего персонала от влияния внешней среды и способствуют поддержанию в ангаре нормальных температурных условий в холодный период. Они должны отвечать следующим конструктивным и эксплуатационным требованиям.

Конструктивные требования:

- должны обладать необходимой прочностью, жесткостью и устойчивостью для восприятия статических и динамических нагрузок;
- должны иметь наименьший вес;



- используемые материалы должны быть несгораемые или трудносгораемые, водостойкие;
- материалы и конструкция в целом должны обеспечивать требуемое термическое сопротивление;
- должны обеспечивать возможность устройства светопрозрачных проемов.

Эксплуатационные требования:

- должны иметь механизированное открывание-закрывание;
- перемещение должно осуществляться со скоростью, обеспечивающей минимальное время для закрытия и открытия;
- должны быть безопасными, т.е. оснащены средствами автоматической остановки в проектном положении при закрытии и экстренного торможения в необходимых случаях, и взаимной блокировки открывания полотнищ и дополнительных калиток для прохода людей и ворот для проезда автотранспорта.

Основной обобщающей характеристикой их классификации ангарных ворот является вид траектории передвижения полотнищ и створок. Согласно этому признаку все виды ворот можно объединить в четыре группы. В первую группу входят ворота с прямолинейным и криволинейным движением полотнищ раскатного, перекатного и закатного типа. Вторую группу составляют ворота с прямолинейным движением полотнищ и одновременным вращением их створок – это ворота складывающегося типа. К третьей группе относятся ворота, полотнища которых совершают вращательное движение: распашные и подъемно-поворотные. Четвертая группа объединяет ворота шторного типа с вертикальным или горизонтальным перемещением.

**Раскатные ворота** (рис. 3.16, а) предусматривают перемещение полотнищ по нескольким параллельным прямолинейным направляющим, количество которых обычно составляет 3–4 нитки. В открытом состоянии полотнища устанавливаются за пределами воротного проема параллельно друг другу. Наибольшее распространение получили

ангарные ворота, устанавливаемые при раскрытии в обогреваемые «карманы» (рис. 3.16, а). Их преимуществом является то, что они не занимают площади в самом ангаре и практически не влияют на организацию технологического процесса внутри него. Раскатным воротам свойственны и существенные недостатки. Так, теплые «карманы» увеличивают капитальные вложения в строительство ангара, а наличие вертикальных щелей (неплотностей) между полотнищами снижает теплотехнические качества ворот.

**Перекатные ворота** (рис. 3.16, б) предусматривают перемещение полотнищ по двум направляющим, которые находятся в створе воротного проема и не выходят за его пределы. Открывание ворот осуществляется путем перекатывания полотнищ одной ангарной секции в другую, т.е. схема однозначно применима только при наличии не менее двух самолетных стоянок по фронту ворот.

Достоинством перекатных ворот является то, что они не требуют устройства «карманов», не создают трудностей при расширении ангара и имеют минимальное количество вертикальных щелей между полотнищами. Основной недостаток – большой собственный вес ворот.

**Закатные ворота** (рис. 3.16, в). При открывании воротного проема полотнища перемещаются по направляющим и устанавливаются либо внутри, либо снаружи ангара вдоль боковых стен под углом  $90^\circ$  по отношению к их исходному положению (ворота закрыты). Требуемый поворот полотнищ обеспечивает криволинейная вставка между прямолинейными участками направляющих.

Расположение путей передвижения ворот по глубине ангарной секции исключает строительство боковых пристроек.

**Складывающиеся (гармоникообразные) ворота** могут быть уравновешенного (рис. 3.16, г) и неуравновешенного (рис. 3.16, д) типов.

В уравновешенных воротах ось вращения створки проходит через ее центр тяжести, а в неуравновешенных не совпадает с ним. В закрытом положении створки уравновешенных ворот находятся под

углом  $5\text{--}10^\circ$  к плоскости воротного проема. Это обеспечивает потребность минимального тягового усилия для одновременного поворота всех створок на одинаковый угол и последующего их перемещения к боковым сторонам ангара.

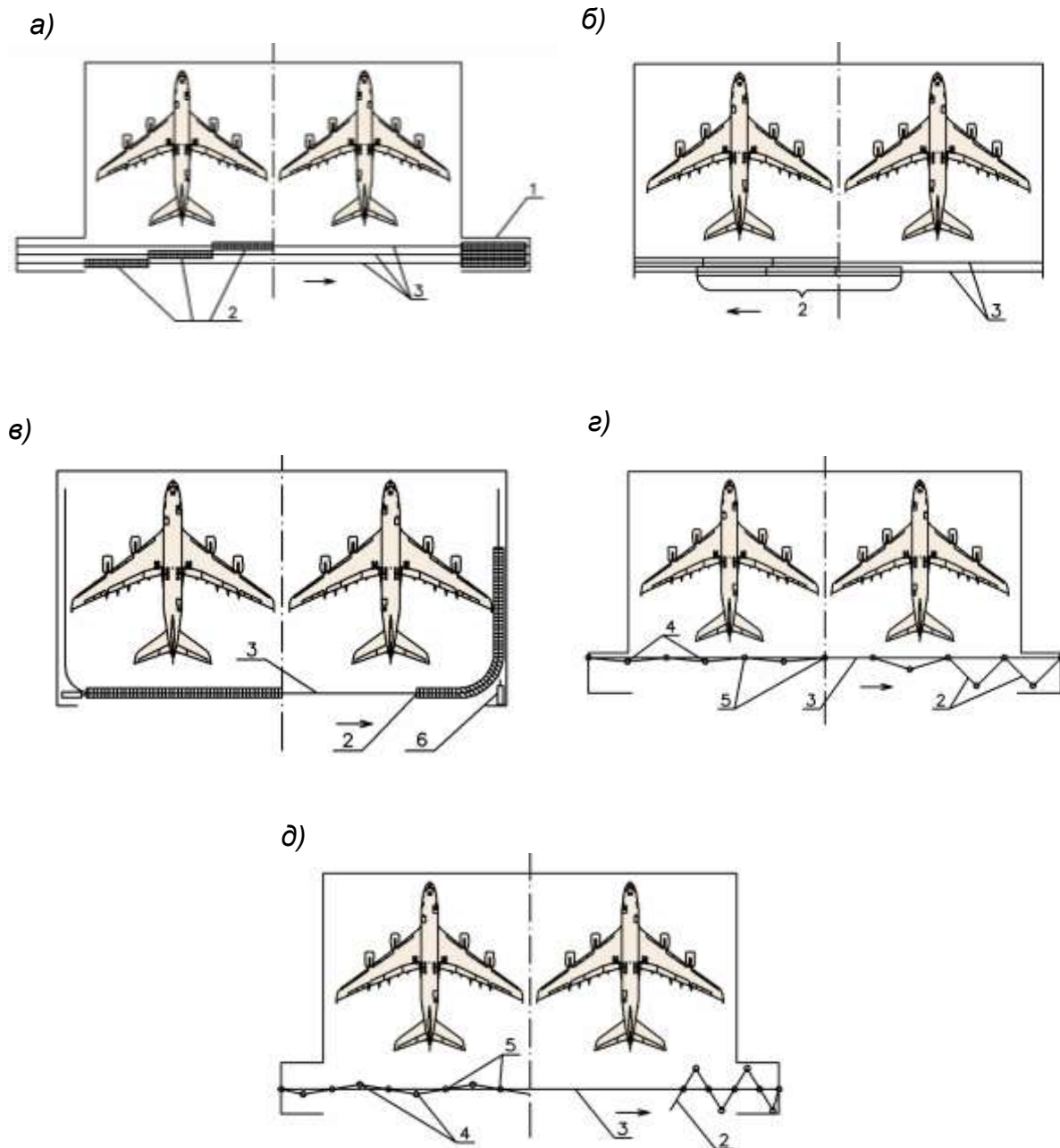


Рис. 3.16. Типы ангарных ворот  
(справа – в открытом состоянии, слева – в закрытом):  
а – раскатные, б – перекатные, в – закатные внутрь,  
г – складывающиеся уравновешенные, д – складывающиеся неуравновешенные;  
стрелка – направление раскатывания ворот;  
1 – «карман», 2 – полотнище ворот, 3 – направляющие, 4 – шарниры,  
5 – ролики-шарниры, 6 – одиночная самостоятельная створка

Складывание створок неуровновешенного типа осуществляется последовательно, т.е. створка за створкой, либо к боковым стенам, либо в небольшие укрытия-ниши.

Преимуществом складывающихся ворот является то, что они занимают в ангаре сравнительно небольшую площадь, имеют малое количество направляющих и позволяют обеспечить надежную герметизацию вертикальных щелей.

**Распашные и подъемно-поворотные ворота** осуществляют свое раскрытие (закрытие) путем вращения вокруг вертикальных или горизонтальных цилиндрических шарниров, расположенных на соответствующих зафиксированных осях вращения. Опыт эксплуатации таких ворот показал, что они обладают очень сложным механизмом передвижения, быстро изнашиваются и выходят из строя.

В настоящее время в качестве основных ворот их применяют в ангарах, обслуживающих самолеты спортивной авиации, бизнес-самолеты и пр.

**Шторный тип** ворот по применению аналогичен распашным и подъемно-поворотным. Их полотнище представляет ленту из гибко соединенных между собой реечных элементов, которая перемещается в основном в вертикальной или (реже) горизонтальной плоскостях. Достоинством ворот является небольшой собственный вес, а недостатками – малая жесткость полотнища и сложный механизм его перемещения.

**Механизмы перемещения** ангарных ворот должны обеспечивать скорость их движения 25–30 м/мин.

Для обшивок створок ворот применяются различные строительные материалы, в том числе синтетические, что повышает их архитектурно-эстетическое качество, долговечность и снижает металлоемкость.

## 4. СТРУЕОТКЛОНЯЮЩИЕ ЩИТЫ

### 4.1. Общие сведения

Струеотклоняющие щиты представляют собой специальные сооружения, предназначенные для отклонения вверх и рассеивания газозвудушных потоков, возникающих при работе двигателей воздушных судов (рис. 4.1). Их использование позволяет:

- практически полностью исключить воздействие газовых струй на людей, аэродромную технику и наземные здания и сооружения;
- снизить уровень шума непосредственно за щитами;
- осуществлять запуск двигателей на стоянке и выход воздушного судна на собственной тяге и тем самым сократить время его пребывания на перроне и, как следствие, увеличить пропускную способность аэропорта;
- исключить необходимость укрепления грунтовых обочин.

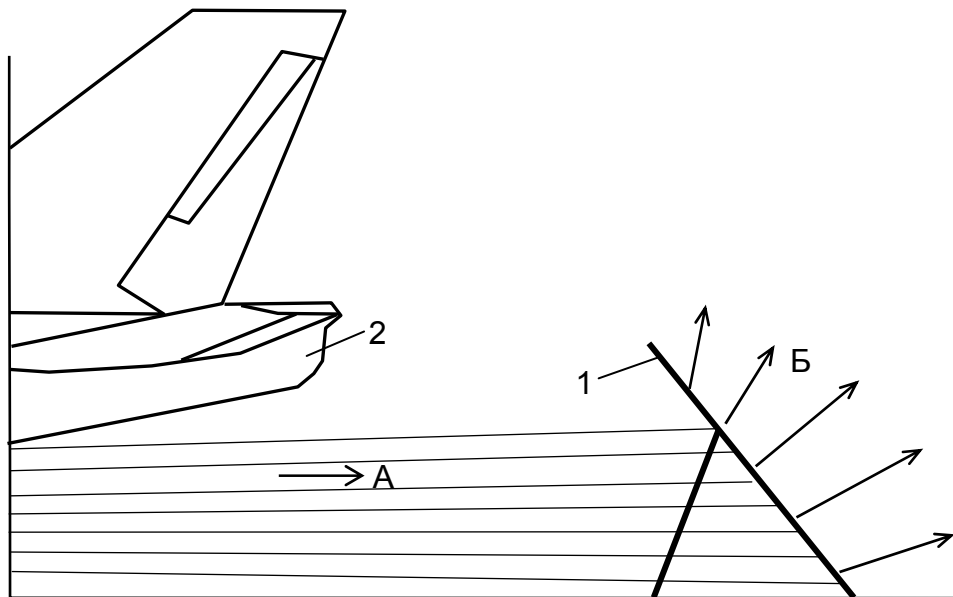


Рис. 4.1. Схема действия струеотклоняющего щита (1):  
А – направление газовой струи от воздушного судна (2)  
к щиту и ее рассеивание (Б) за щитом

Струеотклоняющие щиты устанавливают на перронах, стоянках для запуска двигателей, у зданий авиаремонтных заводов и авиаци-

онно-технических баз, на площадках для опробования двигателей, зданий аэровокзалов (рис. 4.2), в зонах рулежных дорожек (рис. 4.3), а также в тех местах, где реактивная струя может представлять опасность для персонала или повредить строения, оборудование или другие воздушные суда.



*Рис. 4.2. Струеотклоняющие щиты возле аэровокзала (Турция)*



*Рис. 4.3. Струеотклоняющие щиты вдоль рулежной дорожки*



Мировая практика аэропортостроения показывает, что в последние годы наметилась тенденция использования на площадках для гонки двигателей струеотклоняющих щитов совместно с шумопоглощающими экранами, которые частично (рис. 4.4, а) или полностью (рис. 4.4, б) закрывают площадку по периметру, что существенно снижает шумовое воздействие на окружающую среду в данной зоне аэропорта.

а)



б)



*Рис. 4.4. Шумопоглощающие экраны-стенки открытого (а) и закрытого (б) типов*

## **4.2. Конструкция щитов**

Струеотклоняющий щит представляет собой, как правило, прямолинейную (иногда изогнутую по дуге) конструкцию, собранную из отдельных, объединенных между собой секций (рис. 4.5). Габариты используемых в практике секций составляют: длина 2,5 и 3,0 м; высо-

та – 3,0, 4,5 и 6,0 м. Количество секций, входящих в щит, зависит от типа обслуживаемого воздушного судна. При этом высота секций должна обеспечивать перехват не менее половины сечения струи.



*Рис. 4.5. Общий вид струеотклоняющего щита в аэропорту Шереметьево*

Существующие конструкции струеотклоняющих щитов подразделяются следующим образом:

- щиты со сплошной плоской рабочей поверхностью (рис. 4.6, а);
- щиты со сплошной криволинейной рабочей поверхностью (рис. 4.6, б);
- щиты со сквозной рабочей поверхностью в виде плоских или изогнутых отклоняющих пластин (рис. 4.6, в);
- щиты с рабочей поверхностью, выполненной из железобетона (рис. 4.6, г).

Перечисленные виды щитов, за исключением щитов из железобетона, могут быть стационарными или передвижными (рис. 4.6, д). В основном используются стационарные щиты, которые применяют для защиты зданий аэровокзального и грузового комплексов, а также на площадках запуска и опробования двигателей. Передвижные щиты в



силу трудоемкости их перемещения используют реже: например, на перронах при многорядном расположении воздушных судов.

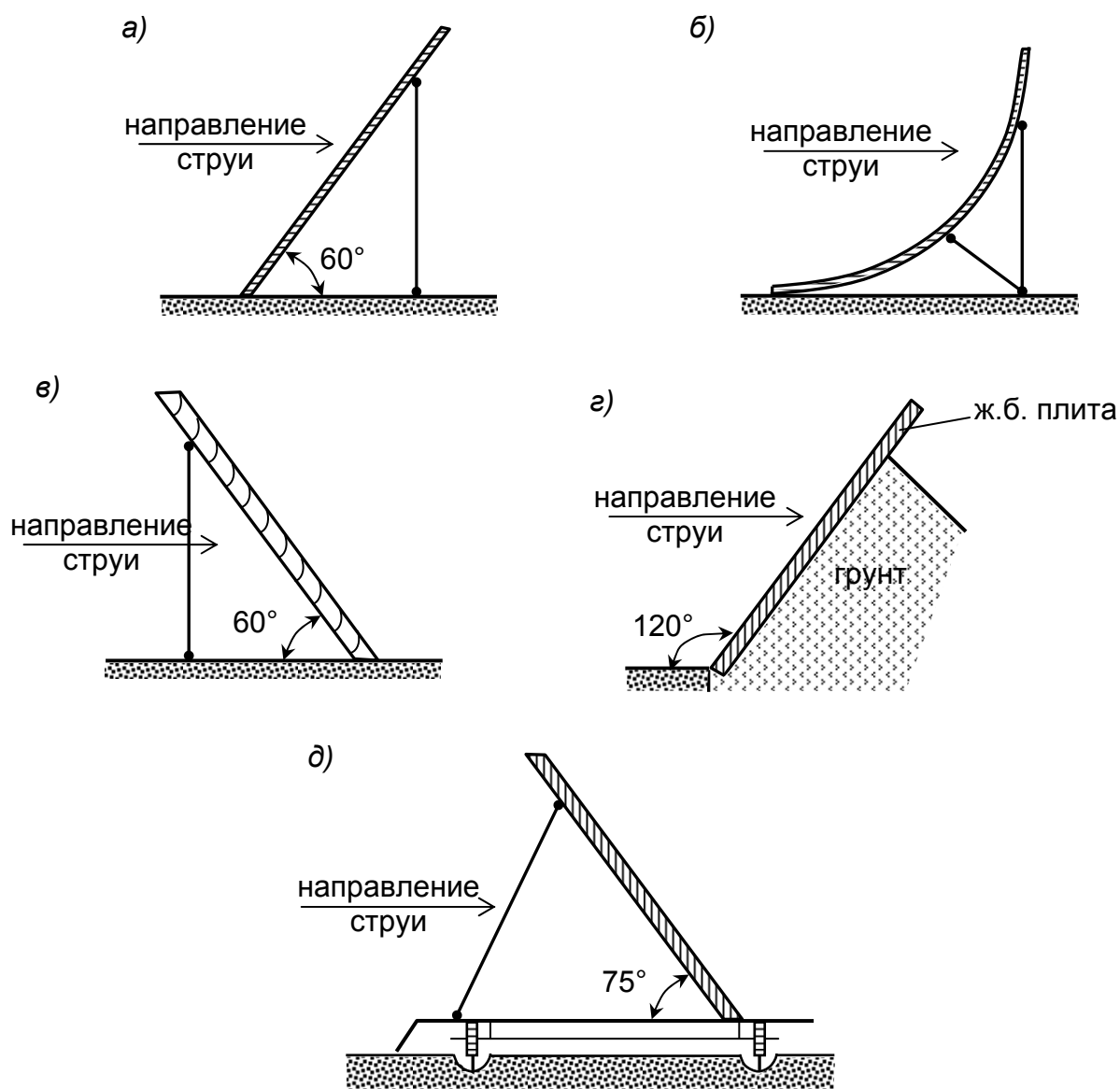


Рис. 4.6. Конструкции струеотклоняющих щитов:  
а – стационарный щит со сплошной плоской отклоняющей поверхностью;  
б – стационарный сплошной с криволинейной отклоняющей поверхностью;  
в – стационарный решетчатый щит с криволинейными отклоняющими пластинами; г – стационарный сплошной с плоской отклоняющей поверхностью из ж.б. плиты; д – передвижной решетчатый с плоскими отклоняющими пластинами

Наибольшее распространение как в России, так и за рубежом получили щиты со сквозной рабочей поверхностью (рис. 4.5). Каждая секция щита состоит из стальной рамы с горизонтальными и верти-

кальными, а также наклонными несущими элементами в виде труб и стандартных профилей. К наклонным стойкам с определенным шагом приваривают струеотклоняющие пластины прямоугольного или криволинейного очертания.

Устойчивость секций и щита в целом от опрокидывания и сдвига обеспечивается стойками-подкосами и креплением анкерными болтами к существующему жесткому покрытию или специальному фундаменту.

Эксплуатация струеотклоняющих щитов и их фундаментов происходит в жестких условиях переменных газодинамических и температурных нагрузок от струй реактивных двигателей. Кроме того, они подвергаются природно-климатическим воздействиям, а также воздействию химических реагентов. Поэтому, наряду с требованиями прочности и жесткости щитов, для их конструкции должны применяться материалы, обладающие надежной устойчивостью к восприятию этих воздействий.

### 4.3. Основы расчета щитов

Расчет параметров струй газов, выходящих из авиадвигателей, производится по формулам для турбулентных газовых струй.

Скорость газов на оси струи

$$W_m = W_0 \frac{0,96}{\frac{as}{R_0} + 0,29}, \quad (4.1)$$

где  $W_0$  – скорость газов на срезе сопла, м/с;  $a$  – показатель степени турбулентности;  $s$  – расстояние от среза сопла, м;  $R_0$  – радиус сопла, м.

Температура газов на оси струи

$$T_m = T_h + (T_0 - T_h) \frac{0,7}{\frac{as}{R_0} + 0,29}, \quad (4.2)$$

где  $T_h = 15^\circ\text{C}$  – температура окружающей среды;  $T_0$  – температура на срезе сопла,  $^\circ\text{C}$ ;  $a$  – показатель степени турбулентности;  $s$  – расстояние от среза сопла, м;  $R_0$  – радиус сопла, м.

Скорость газов в рассчитываемом сечении на заданном расстоянии от оси струи

$$W = W_m \left[ 1 - \left( \frac{y}{R_{\text{гр}}} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^2, \quad (4.3)$$

где  $W_m$  – скорость газов на оси струи задаваемого сечения, м/с;  $y$  – расстояние точки сечения от оси струи, м;  $R_{\text{гр}}$  – радиус границы струи в заданном сечении, м.

Температура газов в рассчитываемом сечении на заданном расстоянии от оси струи

$$T = T_h + (T_m - T_h) \left[ 1 - \left( \frac{y}{R_{\text{гр}}} \right)^{\frac{3}{2}} \right], \quad (4.4)$$

где  $T_h = 15^\circ\text{C}$  – температура окружающей среды;  $T_m$  – температура на оси струи,  $^\circ\text{C}$ ;  $y$  – расстояние точки сечения от оси струи, м;  $R_{\text{гр}}$  – радиус границы струи в заданном сечении, м.

Скоростной напор в рассчитываемой точке

$$q = \frac{P}{RT} \frac{W^2}{2g}, \quad (4.5)$$

где  $W$  – скорость воздуха, м/с;  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения;  $P = 10330 \text{ кг/м}^2$  – статическое давление воздуха;  $R = 29,27 \text{ кгм/кг·град}$ ;  $T$  – температура воздуха, К.

Нагрузка на струеотклоняющий щит складывается из усилия торможения набегающего потока, равного скоростному напору потока  $q$  и реакции от отклоненного потока, равного его скоростному напору  $q_{\text{откл}}$  (рис. 4.7).

Величина скоростного напора отклоненного потока составляет

$$q_{\text{откл}} = q(h_{\text{сеч}}^1 / h_{\text{сеч}}^2)^2, \quad (4.6)$$

где  $h_{\text{сеч}}^1$  и  $h_{\text{сеч}}^2$  – высота сечения горизонтального и отклоненного потока соответственно, м.

Определение усилий в элементах щита проводится по правилам строительной механики, а проверка их прочности в соответствии со строительными нормами и правилами.

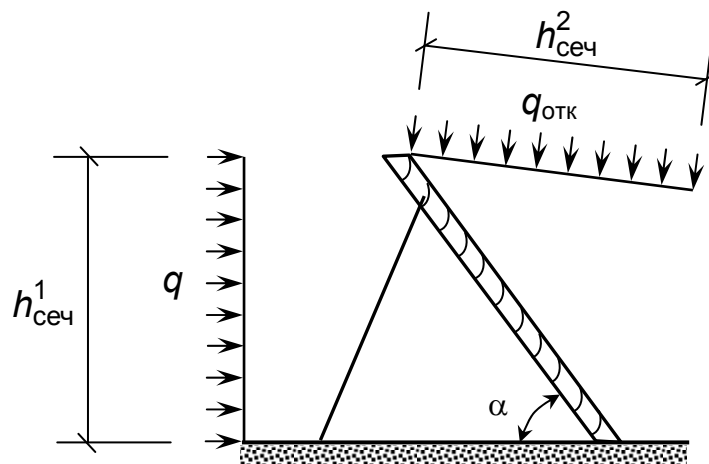


Рис. 4.7. Расчетная схема щита с подкосом

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие элементы включает в себя территория аэропорта?
2. Назовите основные схемы планировки летного поля в зависимости от расположения СТТ относительно ВПП.
3. Перечислите основные комплексы, которые включает в себя СТТ.
4. В чем отличие здания от сооружения?
5. Перечислите минимально необходимые требования, предъявляемые к зданиям и сооружениям.
6. Для чего предназначен аэровокзальный комплекс аэропорта и что входит в его состав?
7. Перечислите основные требования, которым должно отвечать объемно-планировочное решение аэровокзального комплекса.
8. Назовите основные элементы аэровокзального комплекса в системе наземного обслуживания пассажиров.
9. Чем отличаются централизованная и децентрализованная системы обслуживания пассажиров?
10. Назовите основные планировочные решения аэровокзалов.
11. Для чего предназначена авиационно-техническая база?
12. От чего зависит состав зданий и сооружений АТБ?
13. Перечислите основные здания и сооружения АТБ.
14. Перечислите основные требования, которые предъявляются к проекту планировки АТБ.
15. Перечислите варианты расположения пристроек относительно ангарных секций, а также их достоинства и недостатки.
16. Назовите основные особенности ангарных покрытий.
17. Перечислите основные конструктивные решения покрытий ангаров.
18. Какие конструкции используются в качестве основных несущих конструкций для покрытий в виде плоских систем?

19. Какие схемы компоновки ангарных покрытий из конструкций балочного типа применяются при проектировании ангаров? В чем их отличия?

20. На какие основные группы подразделяют пространственные системы по конструктивному решению?

21. В чем состоит достоинство вантовых систем?

22. Перечислите конструктивные требования к ангарным воротам.

23. Перечислите эксплуатационные требования к ангарным воротам.

24. Назовите основные группы, на которые подразделяют ангарные ворота в зависимости от вида траектории передвижения полотнищ и створок.

25. Опишите принцип работы, достоинства и недостатки раскатных ворот.

26. Опишите принцип работы, достоинства и недостатки перекатных ворот.

27. Чем отличаются складывающиеся ворота уравновешенного и неуравновешенного типов? Достоинства и недостатки данного типа ворот.

28. Опишите принцип работы закатных ворот.

29. Опишите принцип работы распашных и подъемно-поворотных ворот.

30. Достоинства и недостатки, принцип работы ворот шторного типа.

31. Для чего предназначены струеотклоняющие щиты?

32. Перечислите виды конструкций струеотклоняющих щитов.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Используя материалы пособия, студенты получают основные сведения о специальных зданиях и сооружениях, которые являются главным звеном, обеспечивающим бесперебойное функционирование аэропорта.

Каждый раздел пособия рассматривает конкретное здание или сооружение, но это не означает, что в реальном аэропорту они не взаимосвязаны.

Относительно небольшой объем сведений пособия обусловлен требованиями программы обучения студентов по соответствующей специализации. Вместе с тем, при необходимости студенты могут самостоятельно получить дополнительные сведения по данной тематике, используя материалы первоисточников, приведенных в списке литературы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамович, Г.Н. Прикладная газовая динамика / Г.Н. Абрамович. – М.: Госуд. Изд-во технико-теоретической литературы, 1953. – 771 с.
2. Город и авиация / А.И. Бородач, Б.Н. Мельников, В.И. Черников, Б.И. Бердник. – М.: Стройиздат, 1998. – 115 с.
3. Викторов, Б.И. Наземные сооружения аэропортов / Б.И. Викторов. – М.: Транспорт, 1991. – 392 с.
4. ГОСТ Р 54257-2010. Национальный стандарт Российской Федерации. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования. – М., 2011.
5. Иванов, В.Н. Аэропорты России в настоящем и будущем / В.Н. Иванов. – М.: Воздушный транспорт, 2004. – 160 с.
6. Иванов, В.Н. Азбука аэропортов / В.Н. Иванов. – М.: ЗАО «Книга и Бизнес», 2013. – 176 с.
7. Писков, М.Г. Аэровокзальные комплексы аэропортов / М.Г. Писков. – М.: «Воздушный транспорт», 1983. – 158 с.
8. СНиП 32-03-96. Аэродромы. – М.: Минстрой России, 1996. – 22 с.
9. Тригони, В.Е. Струйная эрозия аэродромов / В.Е. Тригони. – М.: Транспорт, 1981. – 248 с.
10. Федулов, В.К. Струеотклоняющие щиты – опыт эксплуатации и перспектива применения / В.К. Федулов, М.Н. Васильева // Аэропорты. Прогрессивные технологии. – М., 2006. – С. 24–26.
11. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
12. DOC 9157 AN/901. Руководство по проектированию аэродромов. Часть 2. Добавление 2. Международная организация ГА, 2005.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. АЭРОПОРТ .....	4
2. АЭРОВОКЗАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС .....	11
3. ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ .....	21
3.1. Авиационно-техническая база .....	21
3.2. Ангары .....	24
3.2.1. Общие сведения .....	24
3.2.2. Объемно-планировочные решения ангаров .....	27
3.2.3. Большепролетные покрытия ангаров .....	33
3.2.4. Ворота ангаров .....	47
4. СТРУЕОТКЛОНЯЮЩИЕ ЩИТЫ .....	52
4.1. Общие сведения .....	52
4.2. Конструкция щитов .....	54
4.3. Основы расчета щитов .....	57
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	62
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	63