

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии строительного производства

*Р. Г. Касимов*

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЙ И  
СООРУЖЕНИЙ**  
**Часть 2**  
**РЕКОНСТРУКЦИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И  
СООРУЖЕНИЙ**

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Оренбург  
2016

УДК 69.059(076.5)

ББК 38.7-09я7

К28

Рецензент – кандидат технических наук Г.А. Столповский

**Касимов, Р. Г.**

К 28 Реконструкция зданий и сооружений : в 2 ч. Часть 2. Реконструкция производственных зданий и сооружений : методические указания / Р. Г. Касимов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2016. – 95 с.

В методических указаниях рассмотрены вопросы оценки физического и морального износа конструкций, методы обследования, виды реконструкции производственных зданий.

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения направления подготовки 08.03.01 Строительство.

УДК 69.059(076.5)

ББК 38.7-09я7

© Касимов Р. Г., 2016

© ОГУ, 2016

## Содержание

1 Общие положения .....	5
2 Рекомендуемая литература.....	6
2.1 Основная литература.....	6
2.2 Дополнительная литература.....	6
3 Реконструкция производственных зданий .....	7
3.1 Особенности сложившейся застройки городов .....	7
3.2 Причины реконструкции производственных зданий .....	8
3.3 Объемно-планировочные решения реконструируемых производственных зданий .....	9
3.4 Срок службы производственных зданий и сооружений .....	13
3.5 Одноэтажные производственные здания.....	15
3.5.1 Особенности конструктивных решений одноэтажных производственных зданий. Краткая историческая справка .....	15
3.5.2 Железобетонные конструкции одноэтажных производственных зданий .....	24
3.5.3 Металлические конструкции одноэтажных производственных зданий.....	29
3.6 Многоэтажные производственные здания.....	33
3.6.1 Конструктивные схемы многоэтажных производственных зданий. Краткая историческая справка.....	33
3.7 Особенности обследования производственных зданий .....	38
3.7.1 Цели и задачи обследования .....	38
3.7.2 Особенности обследования бетонных и железобетонных конструкций.....	42
3.7.3 Детальное обследование каменных и армокаменных конструкций .....	44
3.7.4 Детальное обследование стальных конструкций.....	45
3.7.5 Методика обследования деревянных частей зданий и сооружений .....	46
3.8 Оценка технического состояния зданий и сооружений .....	46
3.9 Характерные дефекты строительных конструкций производственных зданий ...	48
3.9.1 Железобетонные колонны (рисунок 10) .....	48
3.9.2 Стальные колонны (рисунок 13).....	49

3.9.3 Железобетонные подкрановые балки.....	49
3.9.4 Стальные подкрановые балки.....	50
3.9.5 Железобетонные стропильные конструкции (рисунок 11, 15).....	50
3.9.6 Металлические стропильные фермы.....	51
3.9.7 Конструкции покрытия.....	52
3.9.8 Стеновые ограждения .....	52
3.10 Варианты реконструкции производственных зданий .....	53
3.10.1 Реконструкция действующих производственных зданий с сохранением назначения.....	54
3.10.2 Пристройки к зданиям и сооружениям .....	65
3.10.3 Вставки в производственных зданиях и сооружениях .....	68
3.10.4 Перепрофилирование производственных зданий в объекты социальной сферы .....	70
3.11 Перспективные направления в реконструкции зданий .....	80
Список использованных источников .....	85
Приложение А (справочное) Примерная периодичность капитального ремонта конструктивных элементов производственных зданий .....	87
Приложение Б (справочное) Нормативные сроки службы зданий и сооружений и нормы годовых амортизационных отчислений.....	89
Приложение В (справочное) Категория технического состояния .....	91
Приложение Г (справочное) Категория технического состояния.....	94

## **1 Общие положения**

В строительной отрасли реконструкция зданий и сооружений становится магистральным направлением наряду с новым строительством. В гражданском строительстве проводится в больших объемах реконструкция и модернизация жилых и общественных зданий.

Реконструкция производственных зданий дает возможность увеличить выпуск продукции без увеличения производственных площадей, с меньшими затратами, в короткие сроки. Для зданий, выведенных из производства, рассматриваются возможности адаптации к объектам производственной и социальной сферы.

Реконструкция производственных зданий имеет существенное отличие от реконструкции гражданских зданий как в проектировании так и в технологии строительно-монтажных работ.

Вторая часть методических указаний «Реконструкция зданий и сооружений» знакомит студентов с проблемами технического перевооружения и реконструкции промышленных предприятий, с перепрофилированием зданий и сооружений, закрывающихся производств. Во второй части методических указаний «Реконструкция зданий и сооружений» затронут ряд специфичных вопросов, касающихся особенностей физического и морального износа производственных зданий и сооружений, особенностей модификаций в связи с техническим перевооружением, особенностей реконструкции оснований, фундаментов, ограждающих и несущих строительных конструкций и других вопросов, возникающих при реконструкции промышленных объектов.

Приводится перечень основной и дополнительной литературы для освоения материала по 2 части методических указаний.

## **2 Рекомендуемая литература**

### **2.1 Основная литература**

1 Реконструкция промышленных предприятий : в 2 т. Т. 1. / под ред. В. Д. Топчия, Р. А. Гребенника . - М. : Стройиздат, 1990. - 591 с. : ил. - ISBN 5-274-01156-X.

2 Реконструкция зданий и сооружений : учеб. пособие для строит. специальностей вузов / под ред. А. Л. Шагина. - М. : Высш. шк., 1991. - 351 с. : ил. - Библиогр.: с. 348. - ISBN 5-06-000771-5.

3 . Александрова В.Ф. Технология и организация реконструкции зданий : учебное пособие/ В.Ф., Александрова, Ю.И. Пастухов, Т.А. Расина - Электрон. текстовые данные. СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. - 208 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19049>

### **2.2 Дополнительная литература**

1 Касимов, Р. Г. Реконструкция зданий и сооружений [Электронный ресурс] : методические указания: в 2 ч. Ч. 1. Реконструкция гражданских зданий / Р. Г. Касимов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии строит. пр-ва. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург : ОГУ, 2015. -Adobe Acrobat Reader 6.0.

2 Топчий, Д. В. Реконструкция и перепрофилирование производственных зданий / Д. В. Топчий. - М. : Ассоц. строит. вузов, 2008. - 144 с. - Прил.: с. 131-141. - Библиогр.: с. 142-143. - ISBN 978-5-93093-556-1.

3 Добромыслов, А. Н. Диагностика повреждений зданий и инженерных сооружений : справ. пособие / А. Н. Добромыслов. - М. : АСВ, 2008. - 304 с. : ил. - Прил.: с. 214-295. - Библиогр.: с. 296-301. - ISBN 978-5-93093-437-3.

4 Реконструкция промышленных зданий и сооружений : передовой опыт науч.-исслед., проект.-конструкт. разработ., технологии и орг. стр-ва / Е. В. Горохов [и др.]. - М. : Стройиздат, 1988. - 136 с. : ил. - (Курсом ускорения научно-технического прогресса).

5 Руководство по организации строительного производства в условиях реконструкции промышленных предприятий, зданий и сооружений / ЦНИИОМТП. – М. : Стройиздат, 1982. – 223 с.

6 Руководство по проведению натурных обследований промышленных зданий и сооружений. М. : ЦНИИпромзданий, 1975. – 102 с.

7 Рекомендации по обеспечения надежности и долговечности железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений при их реконструкции и восстановлении / Харьковский ПромстройНИИпроект. – М. : Стройиздат, 1990. – 176 с.

8 Положение о проведении планово-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений : МДС 13-14.2000. – М. : ГУП ЦПП, 2003. – 71 с.

### **3 Реконструкция производственных зданий**

#### **3.1 Особенности сложившейся застройки городов**

Бурное развитие промышленности и транспорта с середины XIX века послужило основным градообразующим фактором крупных городов в странах Европы и России. С ростом промышленности связан рост численности городского населения.

Возводимые фабрики и заводы оказывали основное влияние на формирование застройки и планировки исторических центров городов. О вредных последствиях влияния промышленных предприятий на окружающую среду и на здоровье человека в тот период времени практически не имелось достоверных знаний, и жилые кварталы располагали в непосредственной близости от промышленных

предприятий, рядом с транспортными узлами и пр., и селитебные территории оказывались внутри производственных.

Со временем, вредные последствия от выбросов промышленных предприятий, загрязнявших воздушную среду и водные бассейны стали настолько очевидными, что в конце XIX века в России и в странах Европы начали разрабатывать законы по охране окружающей среды, в частности, запрещающие сброс неочищенных стоков в естественные водоемы, законы, ограничивающие загрязнение воздушного бассейна.

Постепенно наиболее вредные производства в районах исторического центра стали закрывать, перепрофилировать, выводить из крупных городов на окраины или в пригородные районы. Отсюда в планировке крупных городов Европы и России просматривается чередование селитебных и промышленных зон от исторического центра к окраинам.

В результате научно-технического прогресса в промышленности, модернизации технологических линий, повышения производительности труда, изменение социальных потребностей общества возникает необходимость в реконструкции промышленных зданий, переустройстве, перепрофилировании или сносе.

### **3.2 Причины реконструкции производственных зданий**

Строительство новых промышленных предприятий требует проведения целого комплекса строительно-монтажных работ: инженерной подготовки территории; возведения основных и вспомогательных сооружений; прокладку инженерных коммуникаций, в то время как при реконструкции предполагается только частичное переустройство сооружений и коммуникаций, частичное создание новых основных фондов предприятий.

Реконструкция и техническое перевооружение предприятий промышленности позволяет значительно снизить капитальные вложения, уменьшить продолжительность строительства и период освоения производственных мощностей по сравнению с новым строительством. Происходящее развитие и обновление промышленности во многом происходит благодаря проводимой реконструкции и

техническому перевооружению предприятий.

Таким образом, реконструкция предприятий дает значительную экономию по сравнению с новым строительством. Проведения реконструкции зданий и сооружений требует происходящий естественный и ускоренный физический износ.

Причиной реконструкции зданий, наряду с физическим износом является также моральный износ. Срок морального износа технологического оборудования в машиностроении – 10-15 лет, в химической промышленности – менее 6-8 лет, в электронной – 5 лет, и за период нормативного срока эксплуатации возможна многократная замена оборудования, что нередко требует модернизации с изменением объемно-планировочного решения здания, сооружения, восстановления и (или) повышения несущей способности конструкции и повышения долговечности.

Реконструкция производственного здания в ряде случаев происходит в связи с изменениями требований по защите окружающей среды по взрывопожарной безопасности; повышением требований по защите окружающей среды от вредных выбросов.

Распространенной, в последние двадцать лет, причиной реконструкции зданий, не отвечающих требованиям размещения перспективных производств, является перепрофилирование предприятий с изменением полезной нагрузки на строительные конструкции, с изменением планировки помещений и объемно-планировочного решения зданий, пристройкой, увеличением этажности, высоты и пролета помещений, с адаптацией промышленных зданий к объемно-планировочным решениям объектов непромышленной сферы.

### **3.3 Объемно-планировочные решения реконструируемых производственных зданий**

Производственные здания промышленных предприятий отличаются от жилых и общественных не только в функциональном отношении, но и в отношении нагрузок и воздействий, а также неблагоприятными условиями эксплуатации, существенно снижающими их срок службы.

Производственные здания классифицируют по различным признакам:

- по назначению – производственные, обслуживающие, вспомогательные;
- по этажности – одноэтажные, многоэтажные;
- по характеру застройки – сплошной и павильонной застройки;
- по характеру расположения внутренних опор – пролетные, ячеяковые, зальные;
- по конструктивной схеме – каркасные, бескаркасные, с неполным каркасом.

Архитектурно-планировочные структуры предприятий условно группируются по трем основным периодам строительства:

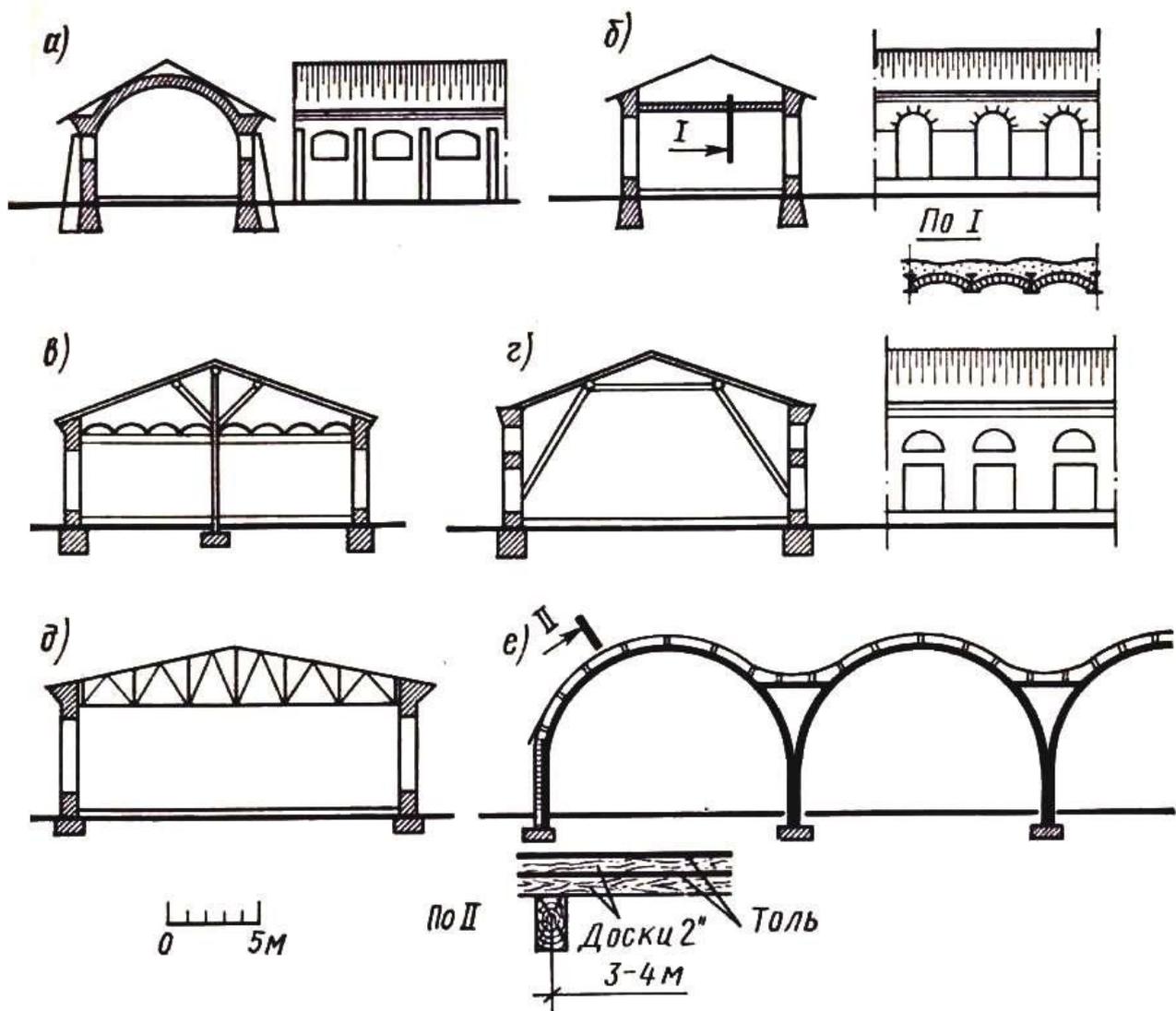
I группа – предприятия, построенные до 1945 года;

II группа – предприятия, построенные в 1946-1960 годах;

III группа – современные предприятия, построенные после 1960 года.

Информация о конструктивных особенностях реконструируемых зданиях, примененных конструкциях, особенностях производства строительных работ в период возведения объекта и примененных строительных материалах имеет важное значение для инженера-проектировщика и оказывает существенное влияние на проектные решения, применяемые для реконструируемого объекта, их экономичность, надежность.

В связи с вышеизложенным представляют интерес сведения о промышленном строительстве XIX, XX веков. Нередко, среди объектов этих лет строительства встречаются здания и сооружения являющиеся памятниками промышленной архитектуры, историческими памятниками, которые требуют особо бережного отношения при реконструкции и новое назначение здания, при перепрофилировании, необходимо адаптировать к его внешнему облику и объемно-планировочной структуре (рисунок 1, 2).



а – здание XVIII в., перекрытое сводом; б – здание XIX в. с бетонными сводками; в – то же, с ригелями и чугунными колоннами; г – то же, с открытой строительной системой; д – здание конца XIX в. с металлической фермой; е – временные цехи Путиловского завода в годы первой мировой войны

Рисунок 1 – Развитие типов промышленных зданий в России

Самые старые, сохранившиеся до наших дней, промышленные здания, относятся к XVII веку. Построенное в Угличе в XVII веке каменное здание со сводчатыми перекрытиями эксплуатировалось еще в 80-е годы XX столетия как деревообрабатывающее предприятие.

Особое развитие получает промышленное строительство с последней четверти XIX века. Здания I группы, сооружаемые с конца XIX века в основном одноэтажные и многоэтажные промышленные здания из традиционных конструкций с толстыми

кирпичными стенами, большими оконными проемами. Перекрытия в этих зданиях монолитные железобетонные, а также из кирпичных сводиков по металлическим балкам. Внутренние опоры из кирпичных стен и столбов, нередко колонны из чугуна (рисунок 1).

Покрытия в многоэтажных зданиях этого периода чердачные и бесчердачные с деревянными стропильными конструкциями.

Для одноэтажных промышленных зданий с конца XIX века начали применять покрытия зданий из металлических ферм пролетом до 20-25 м (рисунок 2).

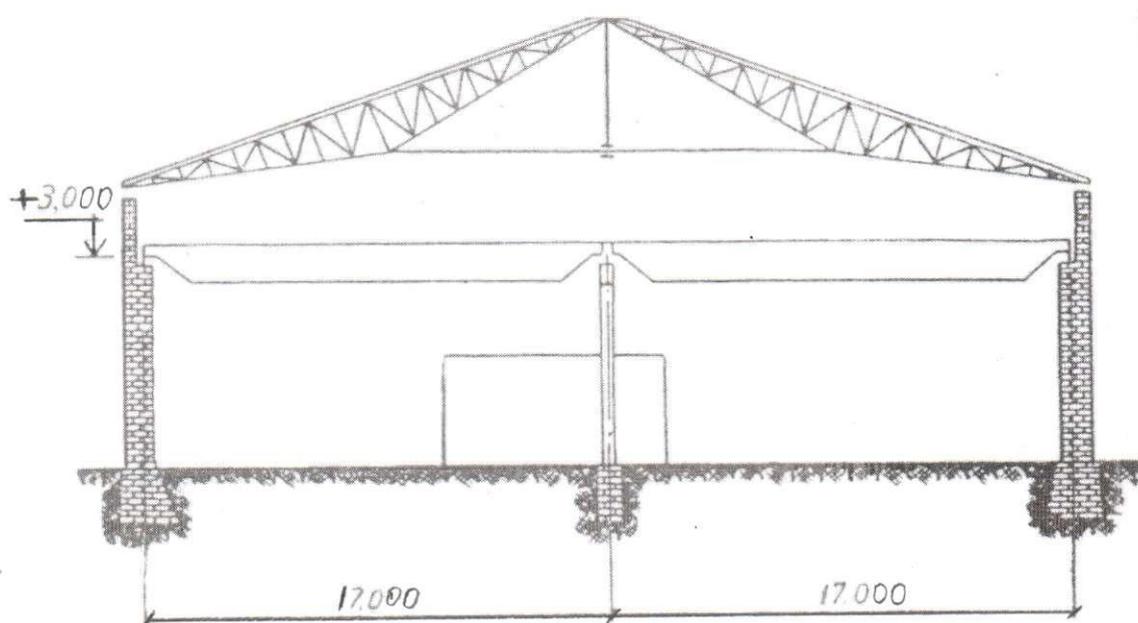


Рисунок 2 – Поперечный разрез мартеновского цеха. Постройка 1898 года

С 20-х годов XX века в нашей стране стали применять в качестве несущих конструкций производственных зданий каркасы из монолитного железобетона (рисунок 3).

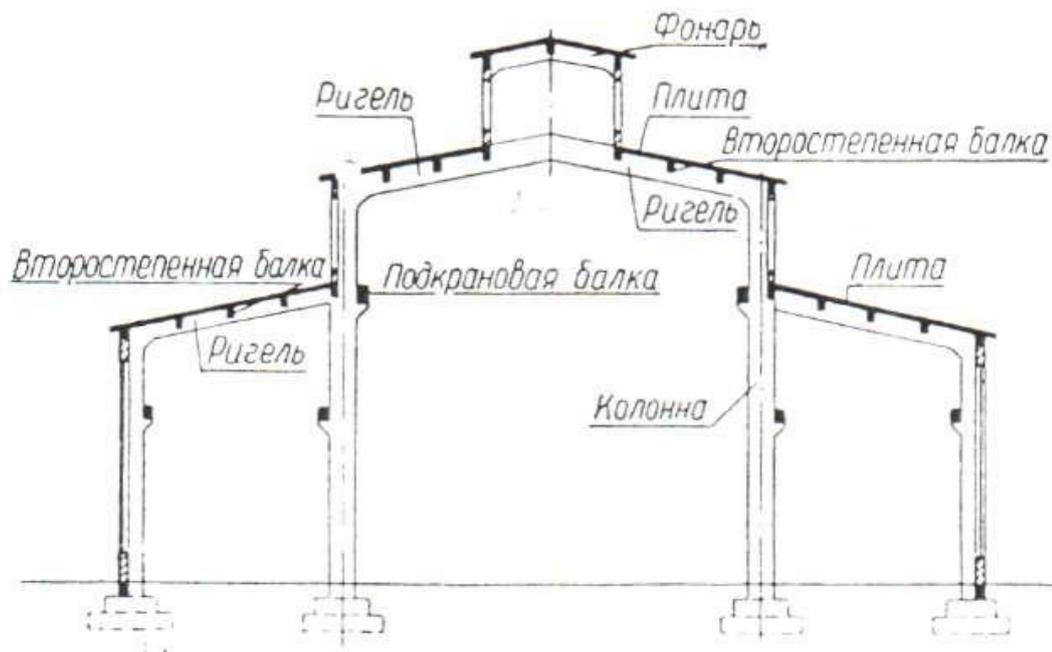


Рисунок 3 – Монолитная рамная конструкция одноэтажного производственного здания с балочным покрытием

С 30-х годов XX века при реконструкции стали заменять деревянные фермы металлическими.

При проектировании современных промышленных зданий закладываются универсальные объемно-планировочные и конструктивные решения, максимально обеспечивающие наилучшие условия труда и наиболее технологические процессы выпуска продукции и удовлетворяющие требованиям экономичности. Однако, по прошествии какого-то времени эти здания также морально и физически устаревают и будут реконструированы.

### **3.4 Срок службы производственных зданий и сооружений**

Целесообразность дальнейшей эксплуатации производственных зданий и сооружений с сохранением или изменением функций, с необходимостью реконструкции или сноса, как и у гражданских зданий, в основном, определяется степенью их физического и морального износа.

Условия эксплуатации производственных зданий и сооружений и

технологические процессы, протекающие в них, в основном неблагоприятны по отношению к конструкциям, весьма разнообразны и существенно отличаются от условий эксплуатации жилых и общественных зданий. В процессе производства технологическое оборудование может выделять агрессивные газы, копоть, пыль, пары, жидкости, тепло, холод, шум и пр., что вызывает ускоренный физический износ зданий и сооружений, который является одной из причин реконструкции зданий.

Строительные конструкции зданий и сооружений пищевой и химической промышленности, калийных комбинатов, нефте-, газоперерабатывающих заводов, сельскохозяйственных объектов и многих других отраслей промышленности подвергаются агрессивному воздействию выделяющихся при производстве химических и биологических веществ, ускоряющих физический износ конструкций, который протекает в 5-6 раз быстрее, чем в обычных условиях. Причина этого – коррозия конструкций, разрушение материала под воздействием внешней агрессивной среды. Агрессивное воздействие на строительные материалы может ускоряться при определенных сочетаниях, например коррозия стали во влажной среде ускоряется в присутствии хлористых солей или при повышении температуры. Одна и та же среда по-разному воздействует на различные материалы. Например, теплый влажный воздух способствует упрочнению бетона на портландцементе, но чрезвычайно агрессивен к углеродистой стали. Неблагоприятным фактором, снижающим долговечность строительных конструкций, является вибрация. Все эти факторы влияют на долговечность зданий и сооружений, в связи с чем периодичность капитального ремонта варьируется в зависимости от материала, вида и условий эксплуатации конструкций (приложение А).

Нормативный срок службы производственных зданий, являющийся усредненным показателем, в зависимости от этажности, материала несущих конструкций, производственных процессов находится в пределах 40-100 лет (приложение Б).

Нормативный срок службы сооружений в зависимости от материала конструкций, условий эксплуатации, назначения в пределах 25-100 лет, за

исключением железнодорожных тоннелей с нормативным сроком службы 500 лет (приложение Б).

### **3.5 Одноэтажные производственные здания**

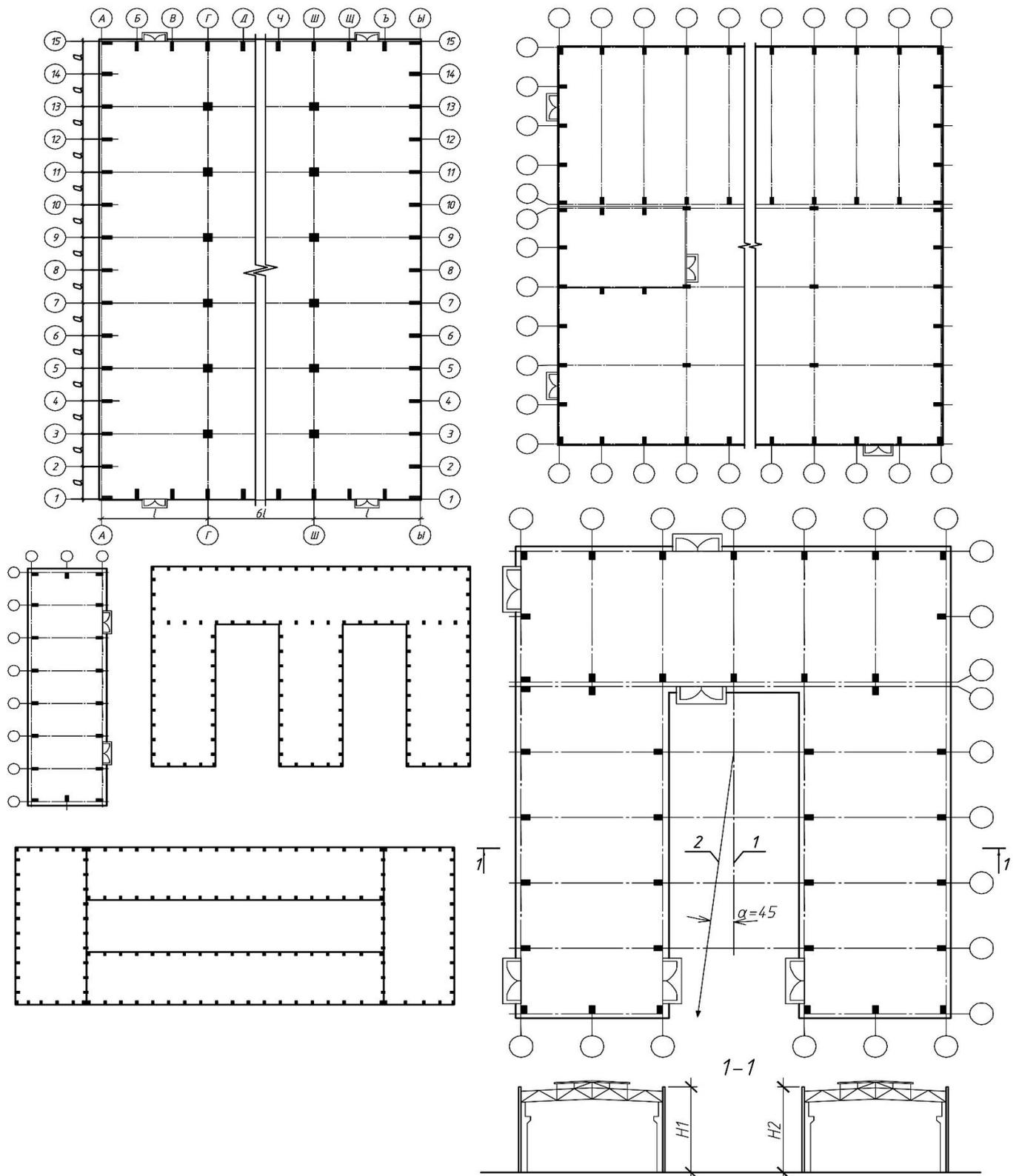
3.5.1 Особенности конструктивных решений одноэтажных производственных зданий. Краткая историческая справка

Реконструируемые одноэтажные производственные здания постройки XIX, XX веков имеют различные объемно-планировочные решения. Наиболее распространенные схемы одноэтажных зданий: по направлению пролетов – с продольными и поперечными пролетами; по числу пролетов – одно- и двухпролетные, а также универсальные с неограниченным числом пролетов одного направления; по геометрическому очертанию в плане – П- и Ш-образные с замкнутым двором и др. (рисунок 4).

В основном реконструируемые производственные здания каркасные с монолитными или сборными железобетонными или металлическими несущими конструкциями, нередко оборудованные мостовыми или подвесными кранами.

Архитектурно-планировочные и конструктивные схемы производственных зданий застройки до 50-х годов практически все в разные периоды подвергались перепланировке, капитальному ремонту, реконструкции. Эти процессы происходят в промышленности постоянно. Срок их морального износа определяется ориентировочно с учетом фактора научно-технического прогресса и перспективы развития данной отрасли. Срок физического износа определяется классом капитальности здания. Наиболее оптимальный вариант здания, при котором сроки морального и физического износа предельно сближены, что в значительной мере определяется конструктивной схемой здания и материалом конструкций.

В период эксплуатации здания и сооружения промышленных предприятий находятся под воздействием многочисленных природных, технологических факторов, которые учитываются в проекте при выборе материалов, конструкций и т.п. Например, при выборе арматурной стали для железобетонных конструкций



а – с продольными пролетами; б – с продольными и поперечными пролетами; в – однопролетных; г – Ш-образных; д – П-образных; е – с замкнутым двором; 1 – продольная ось здания; 2 – направление господствующих в летнее время ветров

Рисунок 4 – Схемы одноэтажных производственных зданий

учитываются условия эксплуатации: вид нагрузки – статическая или динамическая; эксплуатация на открытом воздухе или в помещении; температура окружающей среды. При выборе отделочных материалов для фасадов зданий, в зависимости от климатических условий, назначается марка по морозостойкости и т.п.

На практике сочетание характеристик строительных материалов и конструкций может отличаться от установленных ГОСТом и вследствие суммарного воздействия многочисленных факторов может происходить ускоренный износ зданий и сооружений.

Современная промышленность развивается по линии более высоких скоростей технологических потоков, давления, температур, образования агрессивных сред, т.е. по линии возникновения условий, когда на сооружения воздействуют более агрессивные среды и механические нагрузки, чем прежде, что, естественно, приводит к более быстрому их разрушению.

Основным элементом каркаса одноэтажного здания является поперечная рама (рисунок 3, 5, 6), образованная колоннами, жестко соединенными с фундаментами и стропильной конструкцией, которая жестко или шарнирно соединена с колонной. При наличии кранового оборудования одноэтажные здания оборудуются подкрановыми балками. В зависимости от конструкции стенового ограждения в состав конструкции каркаса могут входить фундаментные балки.

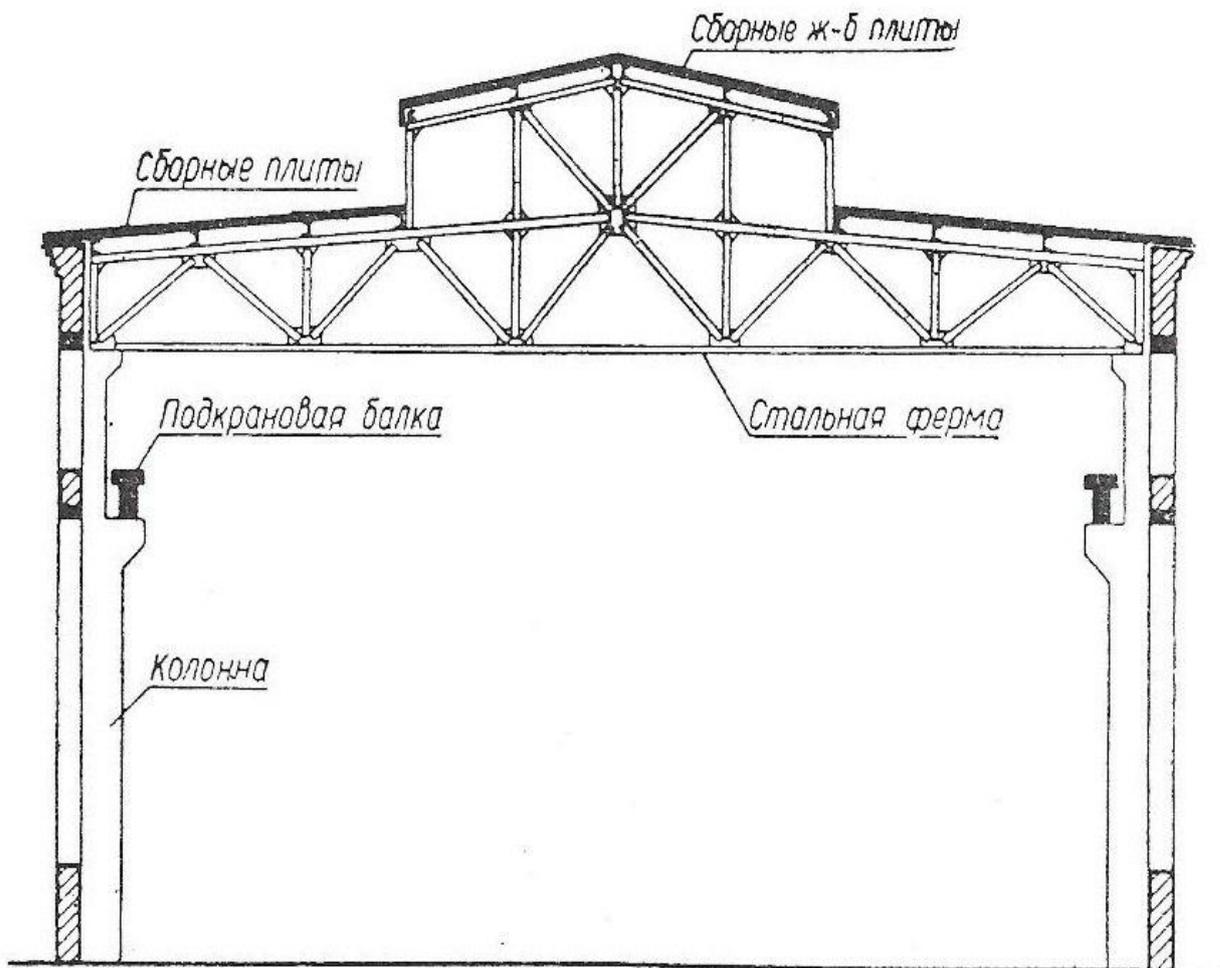


Рисунок 5 – Смешанная конструкция одноэтажного производственного здания

Высота производственного здания до низа стропильной конструкции принималась в основном от 3, 6 до 18 м, в металлургической промышленности в отдельных цехах – до 22 м.

Шаг колонн в реконструируемых зданиях, построенных до 50-х годов прошлого века, составлял 6,25; 8,31; 10,5; 12,7 м и др.

В зданиях постройки второй половины XX века шаг колонн в основном составлял от 6 до 36 м.

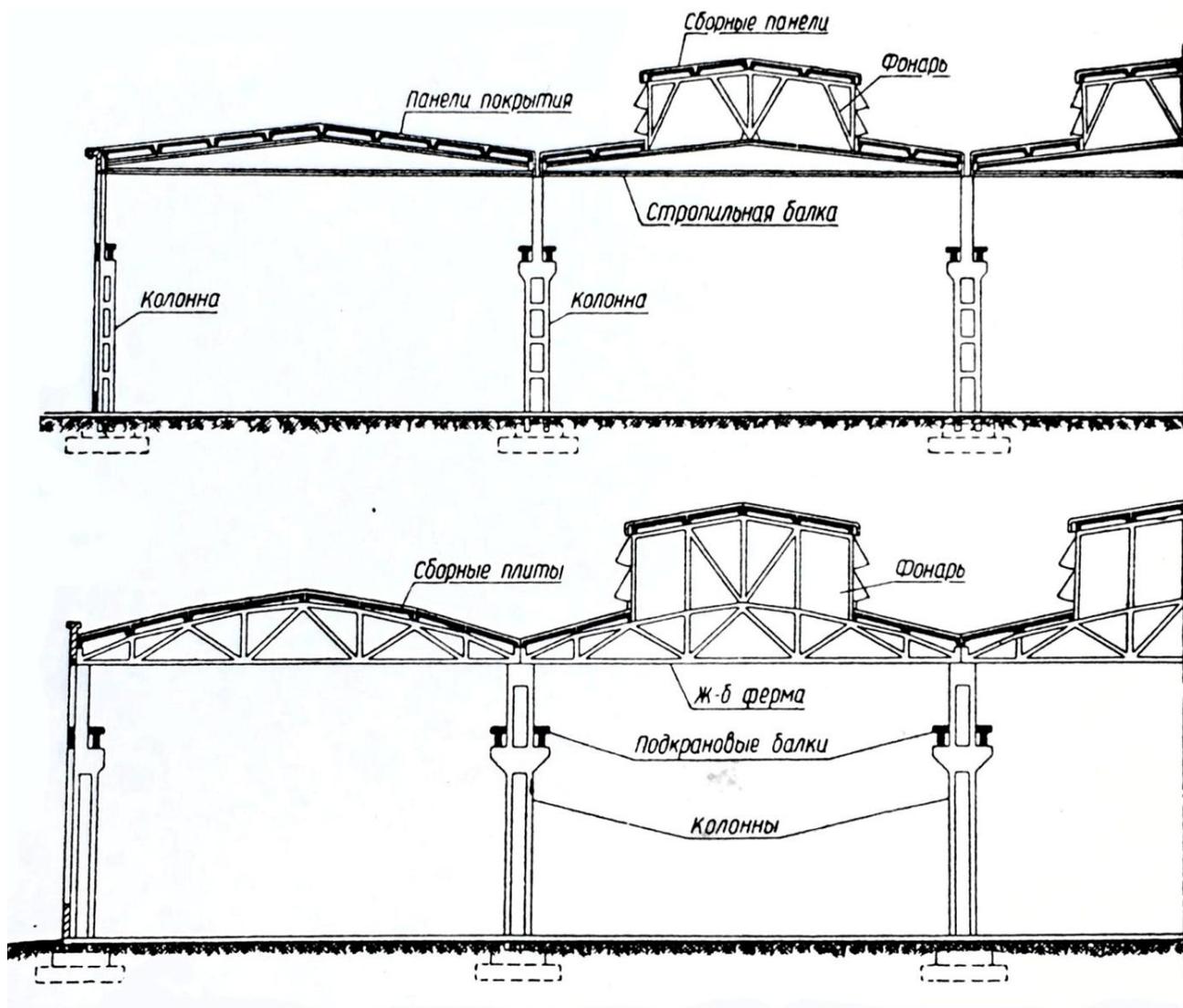


Рисунок 6 – Сборные железобетонные конструкции одноэтажных промышленных зданий: сверху - с покрытием по стропильным балкам; внизу - с покрытием по стропильным фермам

Пролеты одноэтажных производственных зданий составляли от 6 до 36 м и более. Широкое применение в этот период нашли железобетонные фермы (рисунок 6, 14).

Монолитный железобетонный каркас одноэтажных производственных зданий встречается в основном постройках, выполненных до 30-40-х годов XX века. Такие здания выполнялись с монолитными железобетонными подкрановыми балками, с неразрезными монолитными плитами покрытия (рисунок 3).

В 30-40 годы XX века применялись также смешанные каркасы одноэтажных производственных зданий с колоннами, подкрановыми балками из железобетона и

деревянными или стальными стропильными фермами (рисунок 5).

В период 1928-1935 годов при строительстве производственных зданий наряду с монолитными железобетонными конструкциями получили распространение сборные железобетонные конструкции построечного изготовления.

19 августа 1954 года постановлением правительства СССР «О развитии производства сборных железобетонных конструкций и деталей для строительства» было открыто направление широкого применения сборного железобетона в строительстве (рисунок 6).

В период 1957-1962 годов основной несущей конструкцией покрытий одноэтажных производственных зданий пролетом 9, 12, 15 м являлись сборные железобетонные односкатные и двускатные балки, выполнявшиеся по серии ПК-01-05 типовых чертежей. Эти балки выполнялись с обычной арматурой без предварительного ее напряжения.

Соединение нижней рабочей арматуры предусматривалось встык контактной сваркой, но при отсутствии соответствующей электросварочной аппаратуры разрешалось стыки с дуговой сваркой накладок. Всего было изготовлено таких балок около 500 тысяч штук, более половины из которых выполнена с накладками.

В процессе эксплуатации в балках стали появляться наклонные трещины на опорных участках, были случаи обрушения балок, как правило, в период строительства, в зимнее время при температуре от минус 30 °С до минус 40 °С из-за разрыва арматуры в зоне сварного шва. Согласно распоряжению Госстроя СССР от 23 декабря 1963 года все эти балки должны были пройти обследование. Вполне вероятно, что и в наше время при реконструкции производственных зданий можно встретить балки серии ПК-01-05.

### Металлический каркас

В связи с высокой стоимостью и дефицитом стали в стране металлический каркас в промышленном строительстве применялся в основном в зданиях с тяжелым режимом работы (металлургия, тяжелое машиностроение и пр.) (рисунок 7, 8). Применение металлических конструкций в промышленном строительстве началось

в XIX веке. Первые металлические конструкции покрытия производственных зданий выполнялись в виде железных и чугунно-железных ферм (треугольные фермы, французская система Полонсо-одноподкосная, трехподкосная). Способ сборки ферм – склепывание, сварка или болтовое соединение. Сварка применялась газовая и электрическая.

Применение деревометаллических ферм (рисунок 12) было вызвано дефицитом металла. Многообразие конструктивных решений покрытий зданий, большое количество производственных зданий, построенных иностранными концессиями по своим проектам, полное отсутствие типовых решений характерны для производственных зданий, построенных до 1917 года.

С 30-х годов XX века начинается строительство производственных зданий с металлическим каркасом. Характерными конструктивными решениями того времени были каркасы с шарнирным опиранием ригелей весьма сложного очертания (рисунок 7).

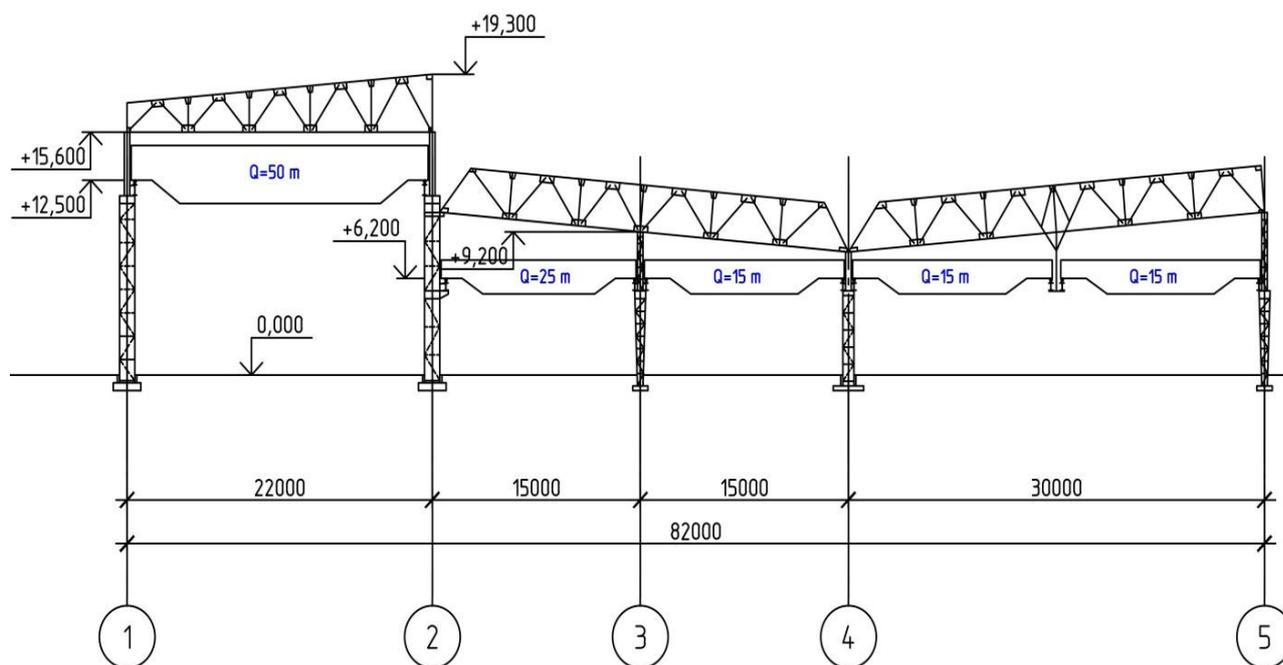


Рисунок 7 – Поперечный разрез дизельного цеха Коломенского паровозостроительного завода. Постройка 1927-1930 годов

В период с 1931 по 1941 года создаются новые конструктивные формы металлического каркаса производственного здания с жесткими поперечными рамами с сильно развитыми связями, с продольными фонарями. В этот период начинает развиваться и получает широкое распространение для соединения элементов электросварка. Заклепочные соединения сохранились только в ответственных конструкциях: подкрановые балки для кранов грузоподъемностью 50 т и более, колоннах, фермах пролетом более 30 м.

Характерными особенностями строительства периода 1941-1945 годов являются малые пролеты, применение крупносортового проката, зачастую металлоконструкции устанавливали без окраски, для вспомогательных конструкций применяли дерево.

В последующие годы основным направлением была дальнейшая унификация и типизация конструкции каркаса. Окончательно утвердилась сетка колонн: пролеты кратны 3 м, а с 1955 года – кратные 6 м; шаг рам в продольном направлении – 6 м, 12 м.

С 1952 года в промышленном строительстве начало внедряться беспрогонное покрытие из крупноразмерных железобетонных плит длиной 6 м, а затем – 12 м (рисунок 8, 9). В горячих цехах в покрытии применяли стальной лист.

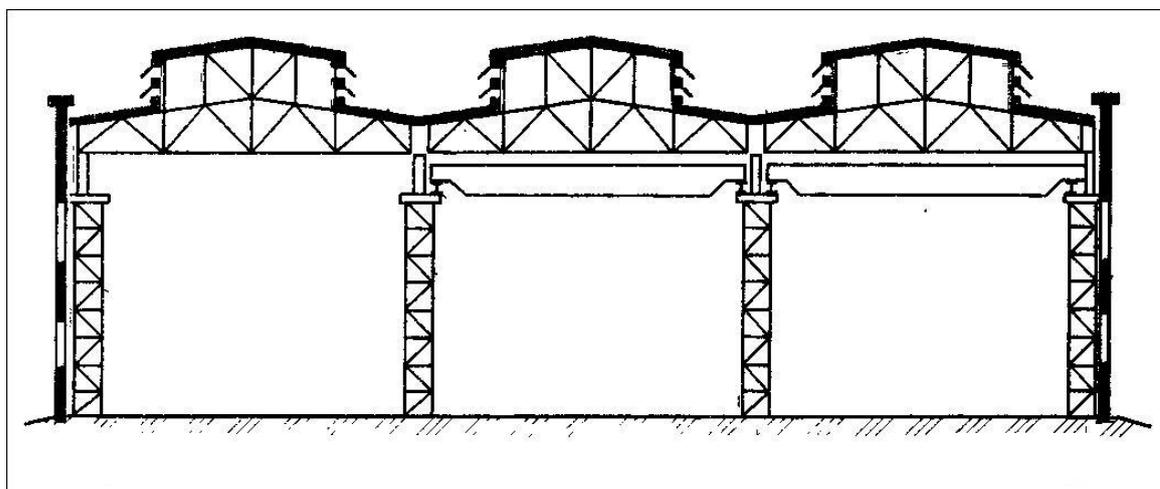
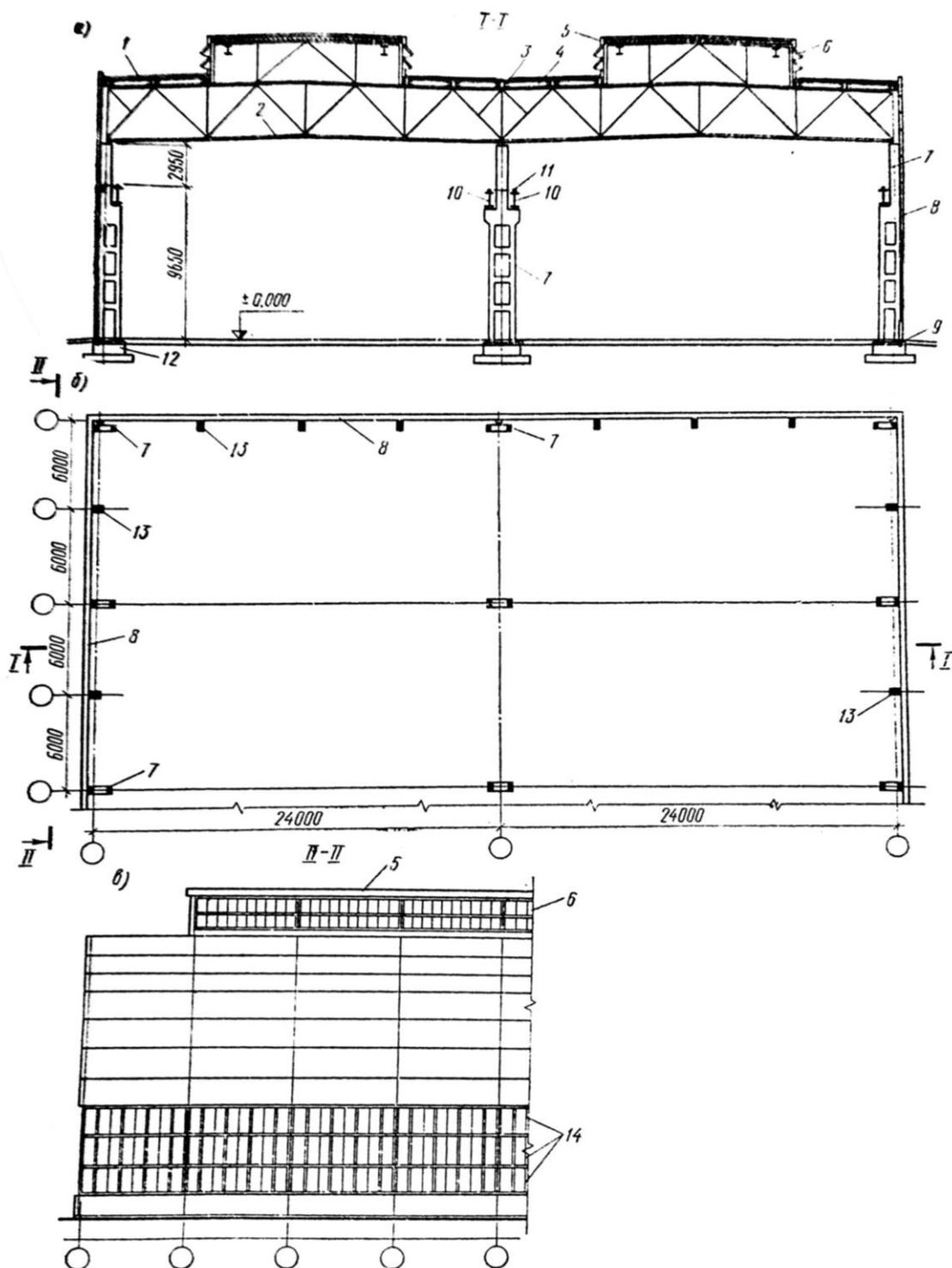


Рисунок 8 – Поперечный разрез современного многопролетного производственного здания с металлическим каркасом. Постройка 1950-1960 годов

В зданиях, построенных после 60-х годов XX века, преобладает смешанный каркас (рисунок 9).



а – поперечный разрез; б – план; в – фасад; 1 – ограждение покрытия; 2 – стропильные фермы; 3 – прогон; 4 – настил; 5 – фонарная надстройка; 6 – фонарные переплеты; 7 – колонна основного каркаса; 8 – стены; 9 – фундаментная балка; 10 – подкрановая балка; 11 – крановый рельс; 12 – фундамент колонны; 13 – колонная каркаса стен; 14 – оконные переплеты

Рисунок 9 – Смешанный каркас производственного здания

## Деревянные конструкции

В конструкциях покрытия в период 1930-1950 годов широко применялись деревянные конструкции в виде ферм, арок, балок, деревоплит и дощатых настилов. В дереве выполнялись несущие и ограждающие конструкции, покрытия, а также иногда и перекрытия многоэтажных производственных зданий. С 1950 года постепенно при реконструкции деревянные конструкции покрытий производственных зданий заменялись сборными железобетонными или смешанными – железобетонные плиты по стальным стропильным балкам.

### 3.5.2 Железобетонные конструкции одноэтажных производственных зданий

Колонны железобетонных монолитных рам одноэтажных зданий (рисунок 3) испытывают внецентренное сжатие. Вертикальная рабочая арматура до 30-40-х годов XIX века в основном используется в вязаных каркасах. В постройках с конца XIX века и начала XX века могла быть применена арматура квадратного сечения, квадратная скрученная (Рансома), полосовая гладкая, полосовая и круглая, снабженная утолщениями, бороздами.

Ригели рам армировали рабочей продольной арматурой по низу в пролете, по верху у опор.

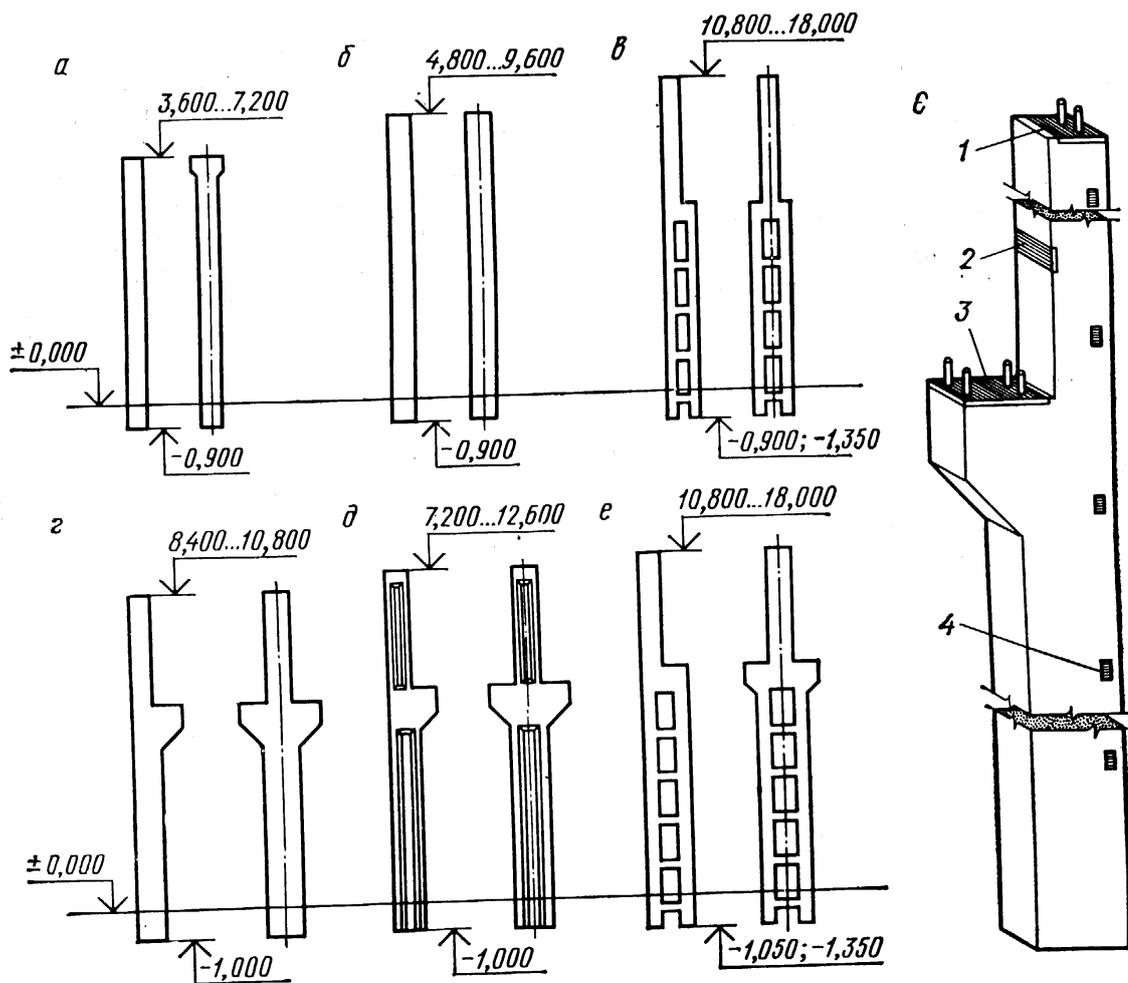
Неразрезные подкрановые и балки покрытия армируют в соответствии с эпюрой изгибающего момента продольной арматурой по низу в пролете и по верху у опор.

Необходимо учитывать, что до 1938 года расчет железобетонных конструкций выполнялся по методу допускаемых напряжений, и армирование не отвечает современным нормам.

Сборные каркасы реконструируемых одноэтажных производственных зданий могут быть выполнены полностью в железобетонных или металлических конструкциях (рисунок 6, 7, 8), а также встречаются смешанные каркасы (рисунок 5, 9) с железобетонными колоннами и стальными стропильными конструкциями.

Сборные железобетонные элементы одноэтажных производственных зданий сведены в «Каталог унифицированных сборных железобетонных изделий и

конструкций для промышленного строительства», утвержденный Госстроем СССР в 1959 году. Колонны прямоугольные и двутавровые, сплошные и двухветвевые, постоянного по высоте сечения 400×400, 600×400 с подкрановыми консолями из бетона марки М300 (В22,5), М200 (В15) представлены в сериях КЭ-01-09, КЭ-01-07, в каталогах с 1963 года по серии КЭ-01-49, КЭ-01-52 (рисунок 10).



а, б, в – для зданий без мостовых кранов; г, д, е – для зданий с мостовыми кранами; е – закладные элементы колонны; 1 – оголовок из листа 8х300х400 и два болта М 20х130; 2 – упор подкрановой балки – 8х200х400; 3 – опора подкрановой балки – 8х400х550 и четыре болта М 20х150; 4 – элементы из уголков 63х5х200 для крепления стеновых панелей

Рисунок 10 – Типы железобетонных колонн

Подкрановые балки для кранов грузоподъемностью от 2 до 30 т, при шаге колонн 6 и 12 м представлены в серии типовых конструкций КЭ-01-04, КЭ-01-50. Подкрановые балки таврового профиля с напрягаемой арматурой и ненапрягаемой (для кранов грузоподъемностью 2, 3, 5 т) арматурой.

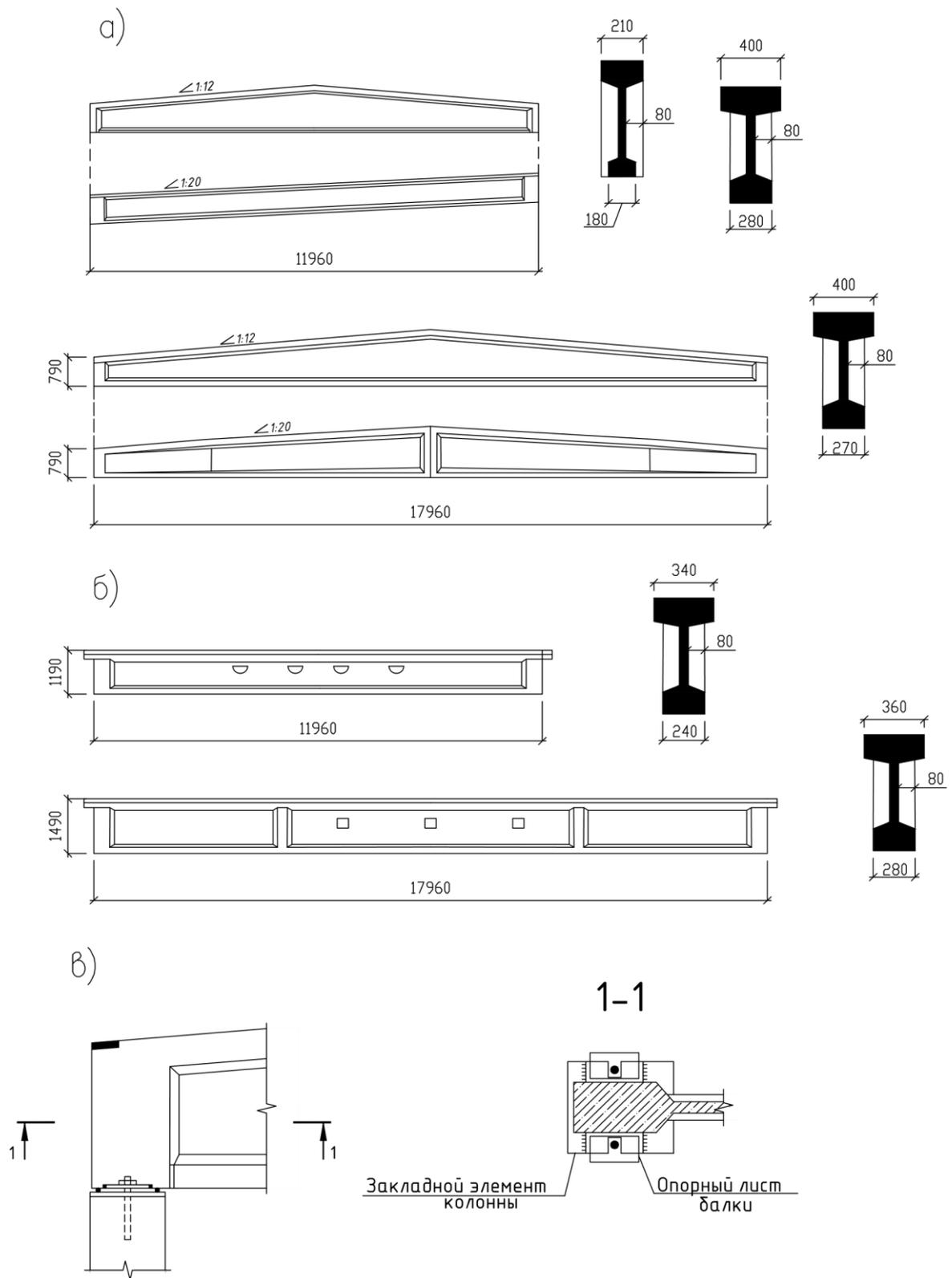
В 1957-1962 годах широкое распространение получили стропильные балки пролетом, 9, 12 и 15 м с обычной, ненапряженной арматурой класса АII (Ст5), выполняемые по типовым проектам ПК-01-05. С 1958 года стали применять балки пролетом 12, 18, 24 м с предварительно напряженной арматурой, а с 1962 года выпускается только предварительно напряженные балки пролетом 12 и 18 м.

Стропильные балки (рисунок 11) сборные железобетонные пролетом 12, 18, 24 м из бетона марки М400 (В30), М500 (В37,5) представлены в серии ПК-01-06, ПК-01-116, ПК-01-115, ПК-01-01/64.

Железобетонные стропильные фермы пролетом 18, 24, 30 м из бетона класса М300 (В22,5), М400 (В30), М500 (В37,5) представлены в сериях типовых конструкций ПК-01-28, ПК-01-27, ПК-01-129 (рисунок 14).

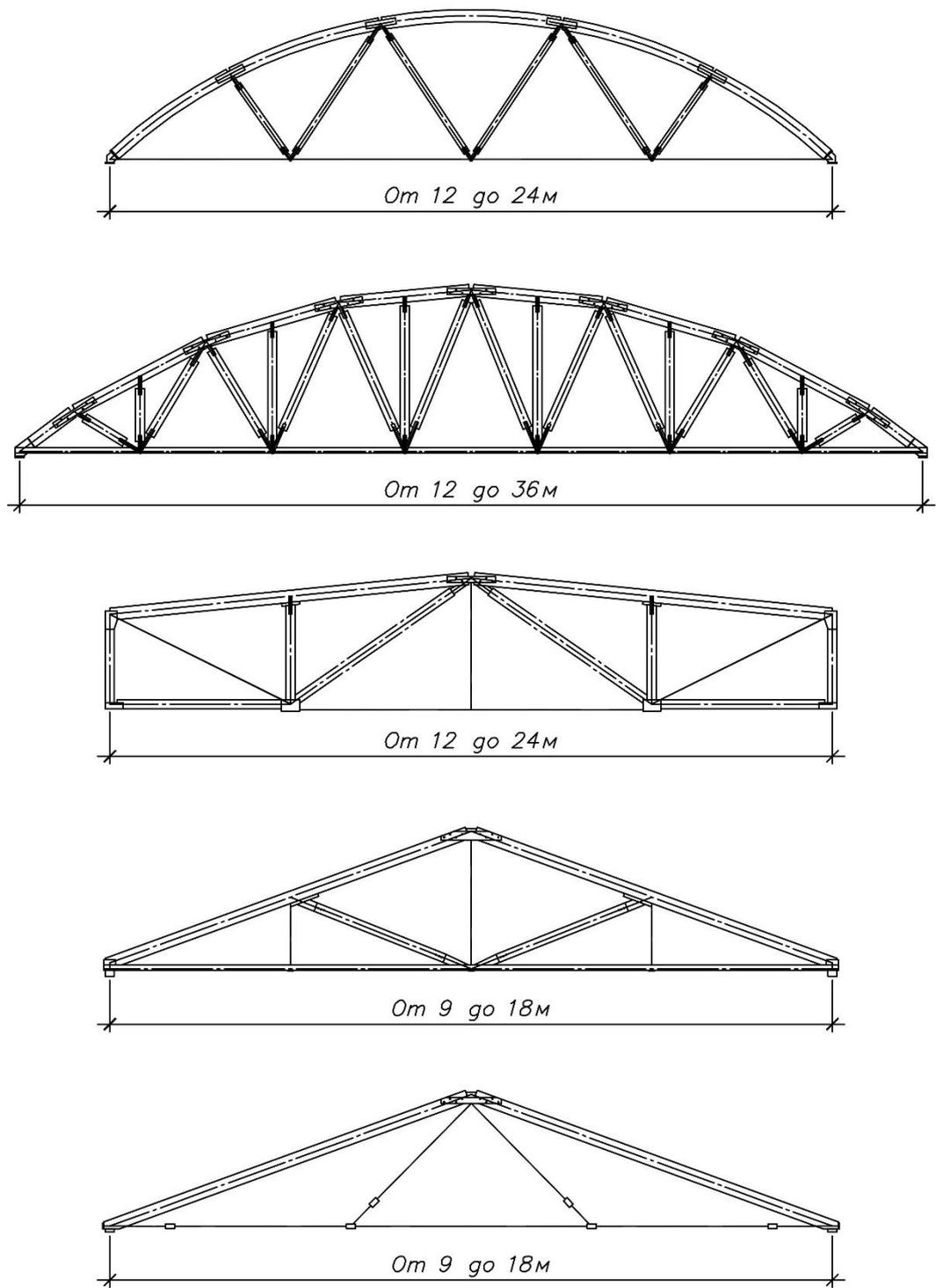
Плиты покрытия сборные железобетонные ребристые 1,5×12, 3×12 высотой 450 мм и 1,5×6, 3×6 высотой 300 мм по серии ПК-01-60, ПК-01-75, ПК-01-134, ПК-01-73, ПК-01-17.

Конструкции покрытия производственных зданий постройки XIX века и начала XX века выполнялись в виде сводов, многоволновых кирпичных сводиков по стальным балкам, с металлическими фермами.



а – для скатных покрытий; б – для плоских покрытий; в – деталь крепления балки к колонне

Рисунок 11 – Железобетонные балки покрытий

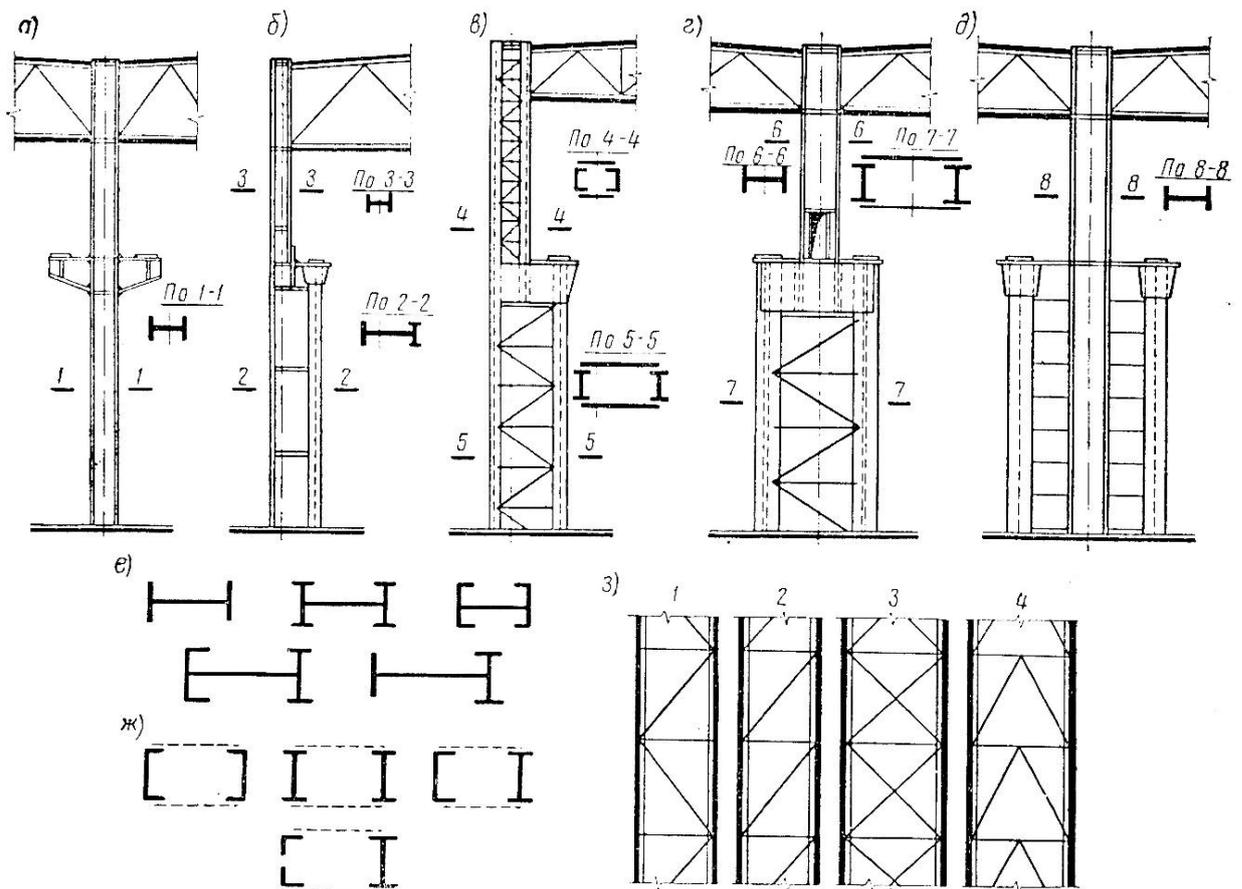


а – сегментная; б – многоугольная; в – трапециевидная; г, д – треугольная

Рисунок 12 – Металло-деревянные фермы

### 3.5.3 Металлические конструкции одноэтажных производственных зданий

Колонны металлического каркаса одноэтажного производственного здания работают на внецентренное сжатие. От нагрузок и воздействий зависит конструкция колонн. При сравнительно небольших крановых нагрузках (для кранов грузоподъемностью 15-20 т) применялись колонны постоянного по высоте сечения сплошные и раздельного типа (сквозные). При кранах большей грузоподъемности применялись колонны ступенчатые, переменного по высоте сечения сплошные и колонны (раздельного типа или сквозные), состоящие из двух рядом стоящих стержней (шатровой колонны и подкрановой стойки) соединенных по высоте планками (рисунок 13).



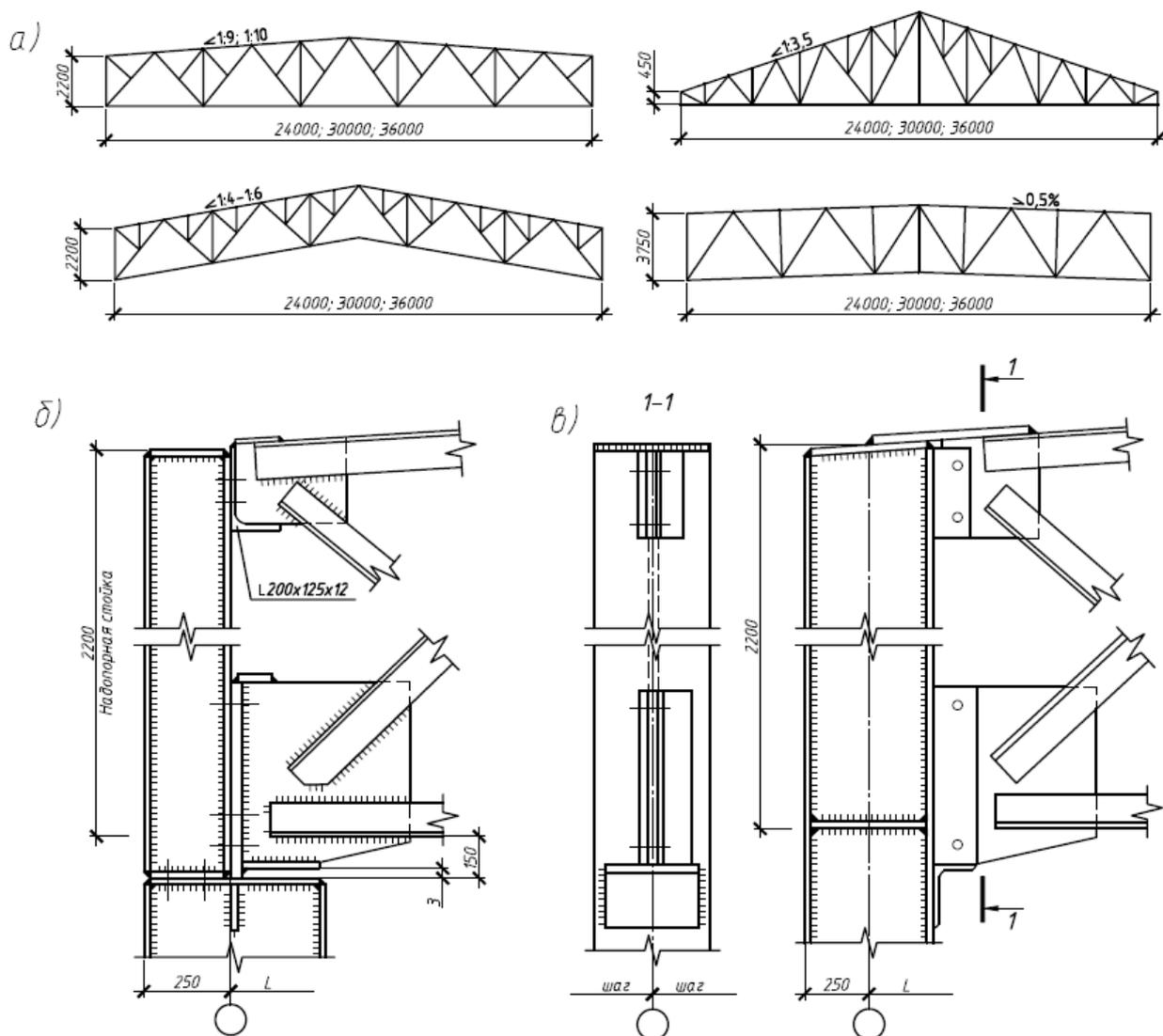
а – постоянного сечения; б, г – переменного сечения; д – раздельная; е – сечения сплошных колонн; ж – то же, сквозных; з – типы решеток (1 – треугольная, 2 – раскосная, 3 – крестовая, 4 – полураскосная)

Рисунок 13 – Типы стальных колонн и их сечений

Стержни сплошных колонн выполнены либо из широкополочного двутавра, прокатанного на рельсобалочных станах, либо из нескольких прокатных профилей, соединенных при помощи сварки, применявшейся с конца 30-х годов XX века или заклепки. Клепаные колонны с 40-х годов XX века не применялись.

Наибольшее распространение получили сечения со сплошной стенкой в виде прокатного или сваренного широкополочного двутавра их трех листов.

Стержни сквозных колонн могут быть составлены из четырех уголков, из двух двутавров или двух швеллеров, или комбинированные из прокатных профилей, соединенных планками или решетками (рисунок 14).



а – типы ферм; б – шарнирное сопряжение фермы с колонной; жесткое сопряжение фермы с колонной

Рисунок 14 – Стальные стропильные фермы

Подкрановые балки реконструируемых зданий с металлическим каркасом могут быть как сплошные прокатные или составные двутавровые балки, так и сквозные. Подкрановые балки проектировали в основном со сплошной стенкой, но в конце 40-х начале 50-х годов XX века в связи с высокой стоимостью листовой стали применялись подкрановые балки комбинированной системы, в которых прокатная балка укреплялась сквозной конструкцией или шпренгельной.

Учитывая тяжелые условия работы подкрановых балок можно предположить, что нормативный срок службы не превышает 40-50 лет.

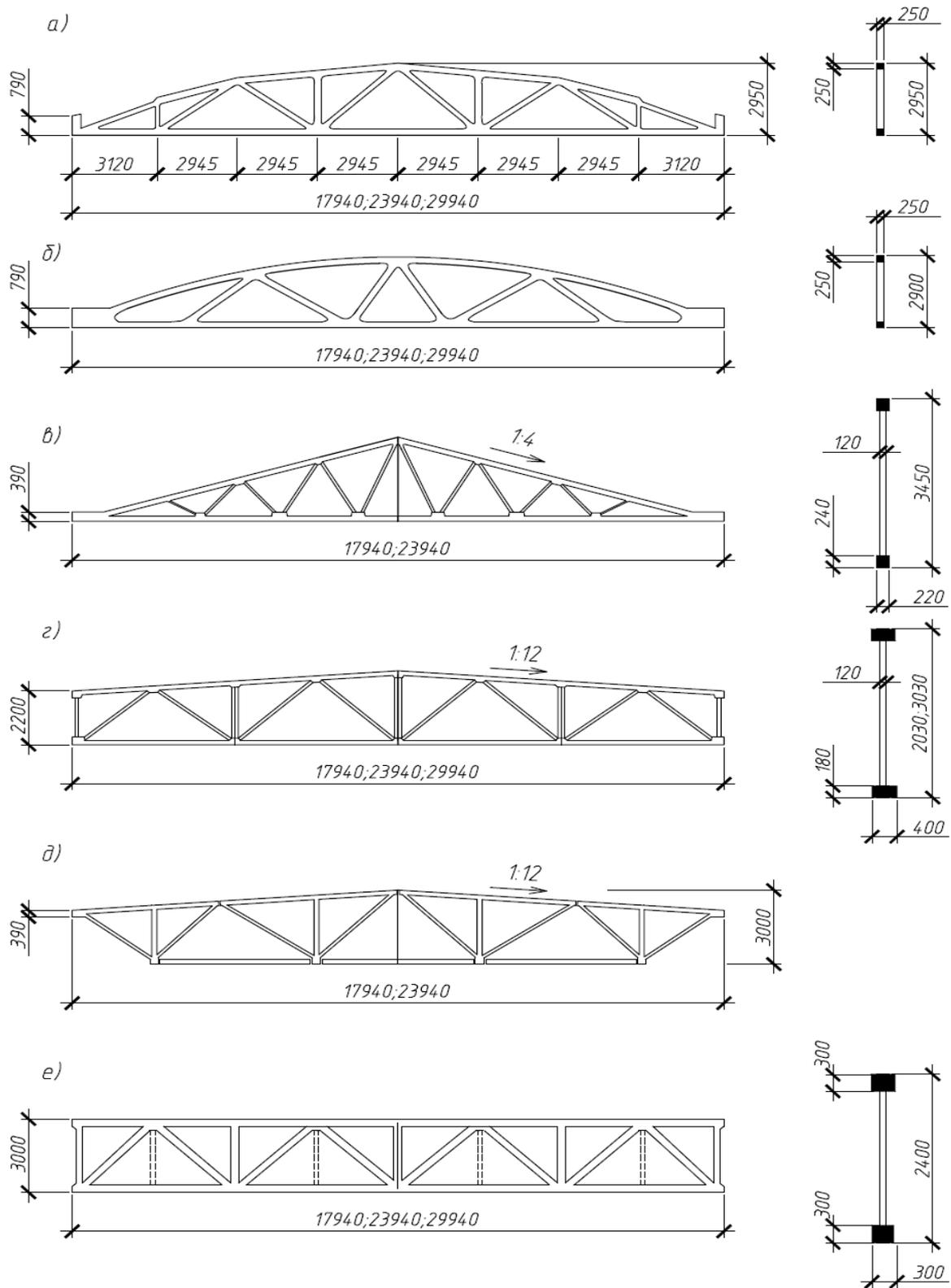
Стропильные металлические фермы (рисунок 5, 7, 8, 9, 14) в практике промышленного строительства по величине перекрываемого пролета, очертанию поясов представлены в большом ассортименте. Наибольшее распространение до 20-30-х годов XX века получили немецкие, английские, бельгийские треугольные фермы с числом панелей от 2 до 7, фермы Полонсо (или французские) с тремя панелями нижнего пояса (рисунок 2), где средняя панель выполнена в виде затяжки.

В реконструируемых зданиях, построенных после 1940 года, чаще встречаются фермы с трапециевидным очертанием верхнего пояса.

Пояса и элементы решетки ферм, работающие в основном на осевые силы, в большинстве реконструируемых зданиях составлены из двух равнополочных или неравнополочных уголков в виде тавра, редко встречаются фермы с решеткой из одиночных уголков. Соединение уголков в узлах ферм, изготовленных до 1930-1940 годов, выполнено, в основном, на заклепках или болтах.

Сортамент примененного в старинных зданиях и сооружениях прокатного металлического профиля имеет отличие от современного. Например, двутавровое железо русского нормального сортамента при одинаковой высоте профиля имеет отличающиеся размеры ширины полки, толщины стенки и полки. При одной и той же высоте двутавра № 20 момент инерции и момент сопротивления русского нормального сортамента  $I_x = 2014 \text{ см}^4$ ,  $W_x = 201,4 \text{ см}^3$ , больше чем у современного по ГОСТ 8239-89  $I_x = 1840 \text{ см}^4$ ,  $W_x = 184 \text{ см}^3$ , тоже самое можно увидеть и в других профилях. Поэтому при обследовании металлоконструкций необходимо особо внимательно проводить обмерные работы и важно установить дату изготовления

профиля.



а – сегментная; б – арочная; в – треугольная; г – полигональная; д – то же, с пониженным нижним поясом; е – с параллельными поясами

Рисунок 15 – Железобетонные фермы покрытий

### 3.6 Многоэтажные производственные здания

#### 3.6.1 Конструктивные схемы многоэтажных производственных зданий.

Краткая историческая справка

Площадь многоэтажных производственных зданий составляет около 25 % от общего количества площадей производственных зданий. Эти здания предназначены для организации производственных процессов с вертикальной технологической схемой, а также для размещения предприятия с легким технологическим оборудованием (рисунок 16, 17, 18).

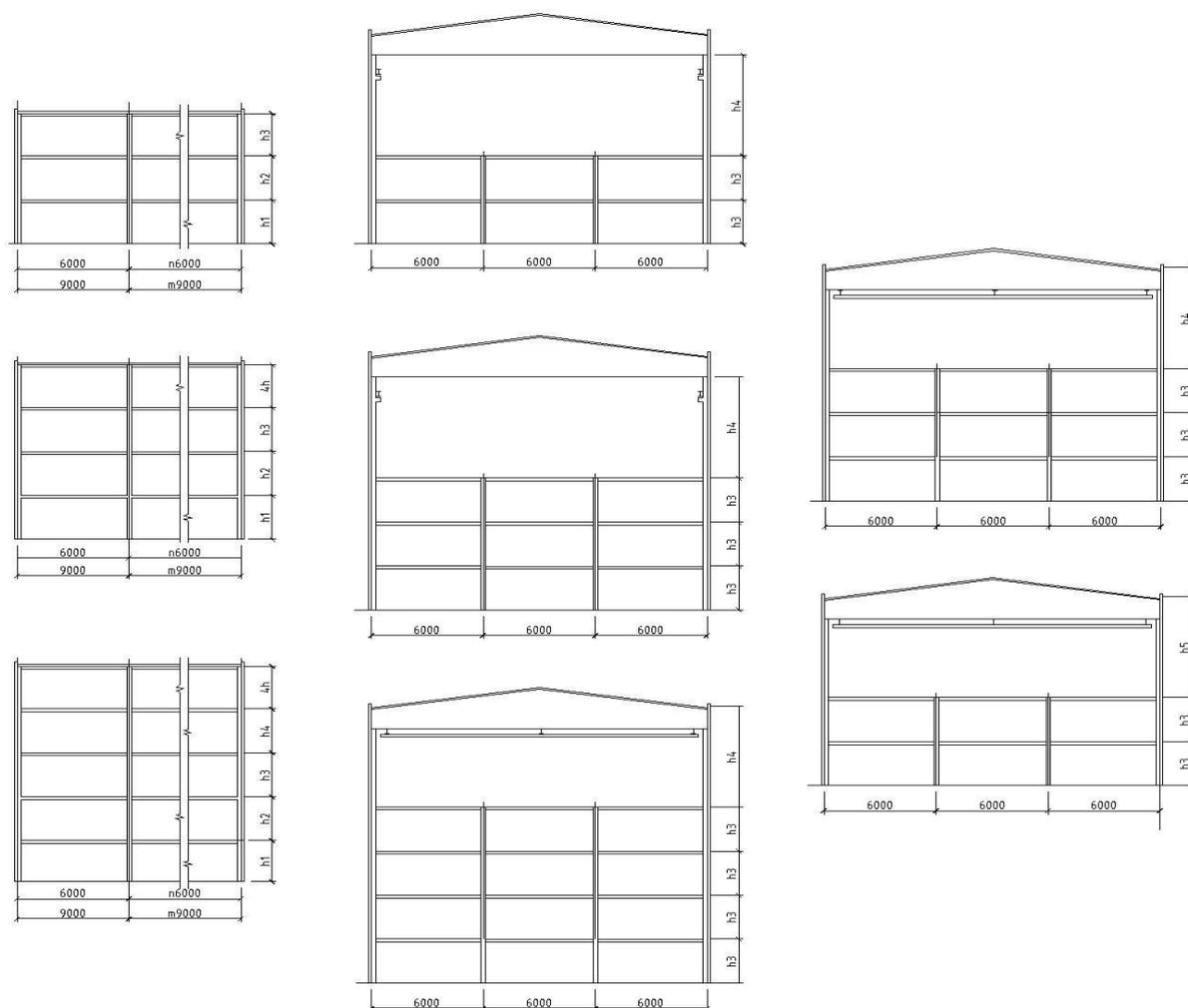


Рисунок 16 – Схемы профилей многоэтажных зданий из унифицированных сборных железобетонных конструкций:  $n \geq 2, m \geq 1, h_1 = 3600$  или  $4800$ , или  $6000$  мм: при соответственно тех же  $h_2$ , кроме того,  $h_1 = 6000$  при  $h_2 = 4800$  мм или  $h_1 = 7200$  при  $h_2 = 6000$  мм:  $h_4 = 4800$  или  $6000$  мм:  $h_4 = 10800$  или  $7200$  мм (при подвесных кранах),  $h_5 = 7200$  мм

Многоэтажные производственные здания, возведенные как по индивидуальным проектам, так и по типовым сериям, по конструктивной схеме подразделяют на каркасные и бескаркасные. Каркасные здания могут выполняться: с полным каркасом (рисунок 16, 18) (с железобетонными перекрытиями и каменными или армокаменными столбами; с железобетонными колоннами и перекрытиями; редко, со стальными колоннами и железобетонными перекрытиями); с неполным каркасом (рисунок 17) – с наружными несущими кирпичными стенами и внутренним железобетонным каркасом.

Реконструируемые многоэтажные производственные здания, построенные в XIX и XX веках, выполнены по бескаркасной, каркасной и смешанной конструктивным схемам. Наибольшее распространение получили многоэтажные каркасные производственные здания в нескольких вариантах: с каменными и армокаменными столбами и стенами, и железобетонными перекрытиями; с железобетонными колоннами и с железобетонными перекрытиями (рисунок 17, 18).

Многоэтажные производственные здания, выполненные в металлических конструкциях, встречаются крайне редко.

Железобетонные перекрытия монолитные (рисунок 17) и сборные (рисунок 18), балочные и безбалочные

Базбалочные перекрытия в монолитном варианте (рисунок 17) внедрены в практику строительства в 1906 году в Чикаго Рупером, а в 1908 году в России А.Ф. Лолейтом. Сборные безбалочные перекрытия начали внедрять значительно позже.

Каркасы старых реконструируемых многоэтажных зданий, построенных до 1955 года, выполнены в основном из монолитного железобетона. Большое распространение в промышленном строительстве получили многоэтажные здания с неполным каркасом, в котором отсутствуют крайние колонны, а стены являются несущими. Нередко в этих зданиях в качестве опор были применены армокирпичные столбы с металлическими или железобетонными прогонами. Шаг кирпичных столбов от 3 до 6 м, пролеты от 5,2 до 7,8 м. Перекрытия выполнены монолитные железобетонные (балочного и безбалочного типа) или многоволновые своды по стальным балкам, длина волны – 0,8...1,4 м в зависимости от пролета и

нагрузки (рисунок 17).

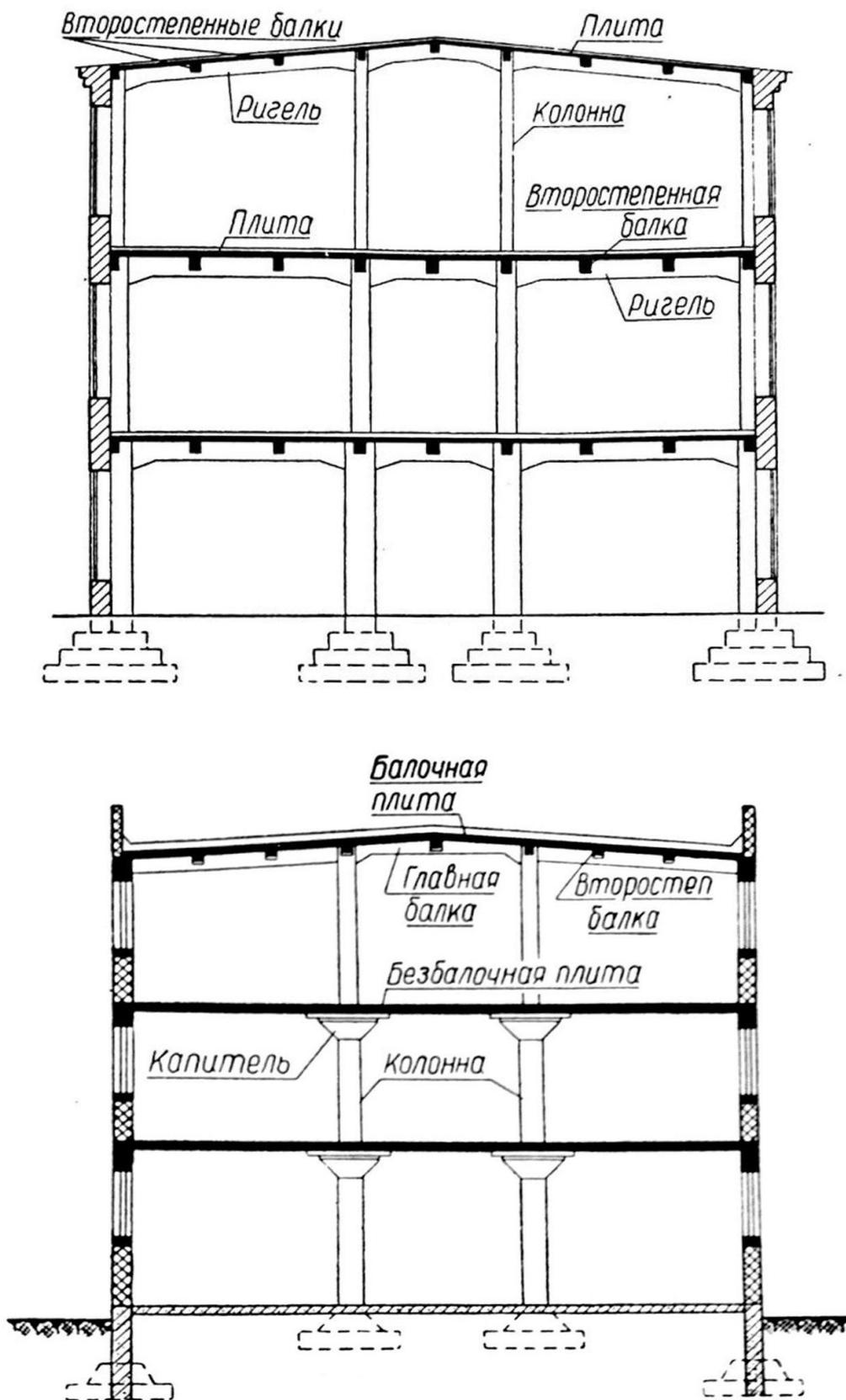
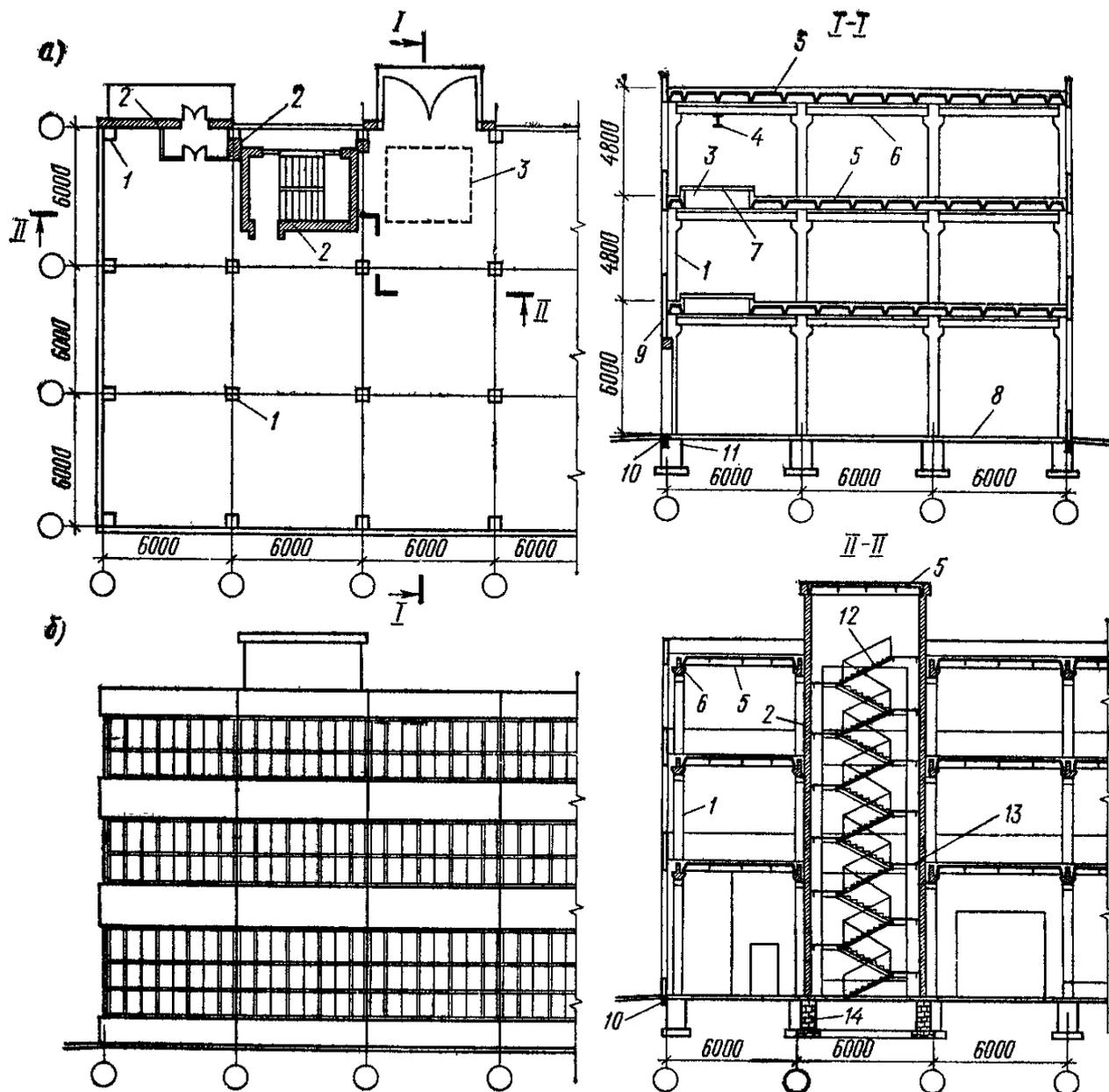


Рисунок 17 – Монолитные железобетонные конструкции многоэтажных промышленных зданий: сверху – с балочными перекрытиями; внизу – с безбалочными перекрытиями

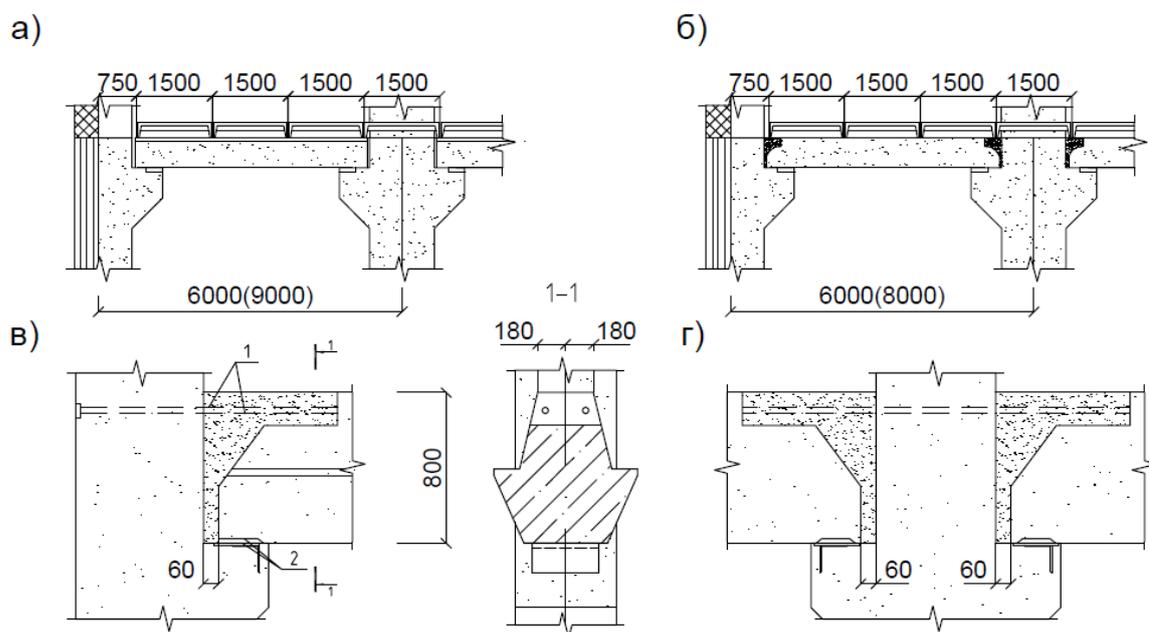
Монолитные каркасы многоэтажных производственных зданий, имеющих рамные конструкции в обоих направлениях, отличаются повышенной жесткостью. С 1955 года при строительстве многоэтажных производственных зданий стали применять сборные железобетонные конструкции (рисунок 16, 18). «Каталог



1 – колонны; 2 – участки стен из кирпичной кладки; 3 – монтажный проем; 4 – монорельс; 5 – коробчатый настил; 6 – ригель; 7 – съемный щит; 8 – полы; 9 – наружные стены из крупных панелей; 10 – фундаментная балка; 11 – фундамент колонн; 12 – лестничный марш; 13 – лестничная площадка; 14 – ленточный фундамент

Рисунок 18 – Участок многоэтажного каркасного здания: а – план здания; б – фасад

унифицированных железобетонных изделий для многоэтажных промышленных зданий с балочными перекрытиями» был утвержден Госстроем СССР в 1959 году. Впоследствии на основе унифицированных размеров конструкций были разработаны типовые проекты многоэтажных производственных зданий (ИИ20) с двумя вариантами ригелей – прямоугольных размеров  $b \times h$  300×800 мм с опиранием плит перекрытия по верху и второй вариант – ригель с полкой в растянутой зоне для опирания плит перекрытия. Высота ригеля 800 мм, ширина в уровне полки 650 мм. Сетка колонн 6×6 и 6×9 м (рисунок 18).



а – опирании плит на полки ригелей; б – то же, по верху ригелей; в – соединение ригеля с колонной при опирании плит на полки ригелей; г – то же, по верху ригелей;  
1 – выпуск арматуры; 2 – закладные элементы в колонне и ригеле

Рисунок 19 – Детали балочных каркасов многоэтажных зданий

В 80-х годах XX века на базе серии ИИ04, утвержденной Госстроем СССР 31 декабря 1966 года, для строительства общественных зданий был разработан унифицированный каркас межвидовой серии общественных и производственных многоэтажных зданий серии 1.020-1/80, 1.020-1/83, 1.020-1/87. Ригели каркаса, по аналогии с серией ИИ04, таврового профиля с полкой в растянутой зоне для опирания плит покрытия, перекрытия. Высота ригеля для пролетов 6 и 9 м

соответственно 450 и 600 мм, ширина 400 мм. Опираение ригеля на колонны выполнено со скрытой консолью, для чего по концам ригеля в нижней части выполнена подрезка высотой 150 мм, глубиной 150 мм. Колонны каркаса сечением 300×300, 400×400 мм выполнены с консолью высотой 150 мм, длиной 150 мм. Для покрытия возможен вариант применения плит типа Т и 2Т.

Каркас несложного многоэтажного производственного здания состоит из колонн, междуэтажных перекрытий и покрытия, связей, образующих этажерку, огражденную стенами (рисунок 16, 18). Для сообщения между этажами имеются лестницы, а в перекрытиях монтажные проемы, при необходимости устраивают лифты. В зависимости от способа обеспечения жесткости каркасы многоэтажных производственных зданий имеют рамную, рамно-связевую и связевую схемы и возможности реконструкции зданий, адаптации их в объекты производственной и непромышленной сферы могут существенно зависеть от этой схемы.

### **3.7 Особенности обследования производственных зданий**

#### **3.7.1 Цели и задачи обследования**

При реконструкции производственных зданий перед проектировщиками и строителями стоит задача максимального сохранения строительных конструкций и здания в целом. Решение этой задачи требует восстановления и повышения несущей способности конструкций, изменения пролетов, шагов колонн, высот, восстановления проектного положения конструкций и пр. конкретные решения по этим вопросам принимают только на основе результатов обследования с целью получения объективной информации об объемно-планировочных решениях существующих зданий, техническом состоянии конструкций, свойствах и качествах материалов конструкций. Тщательный подход к обследованию зданий, опыт реконструкции с усилением, восстановлением и пр. работами позволяет разрабатывать проекты реконструкции с высокими технико-экономическими показателями.

Обследование конструкции с целью определения технического состояния и остаточного ресурса промышленных предприятия проводится в следующих случаях:

- обнаружения дефектов и повреждений (категории «А») при периодических и внеочередных осмотрах;
- после пожаров и стихийных бедствий;
- после аварии в цехе или в цехах аналогичных производств;
- по предписанию органов Ростехнадзора России;
- при изменении технологии производства или его консервации;
- необходимости наличия заключения о состоянии промышленных зданий и сооружений для получения организацией лицензии на эксплуатацию производств и объектов;
- истечения сроков обследования или нормативных сроков эксплуатации;
- при изменении владельца;
- при страховании организации;
- для определения экономической целесообразности ремонта или реконструкции;
- при увеличении нормируемых природно-климатических воздействий (сейсмические, снеговые, ветровые воздействия);
- при проектировании зданий.

Программа обследования составляется на основании технического задания заказчика и результатов ознакомления с проектно-технической и исполнительной документацией обследуемого здания, включающей рабочие чертежи и пояснительную записку к ним, а также заключение об инженерно-геологических изысканиях.

Ознакомление с проектно-технической документацией обследуемого здания производится с целью учета конструктивных особенностей и особенностей работы конструкций, а также выявления причин и характера дефектов.

По исполнительной документации устанавливаются: наименование строительных организаций, осуществивших строительство; сроки строительства с

выделением участков здания, возводимых в зимний период; заводы-изготовители конструкций; данные об отступлениях от проекта при строительстве; данные об испытаниях материалов и конструкций; данные о повреждениях конструкций в процессе строительства; данные об испытаниях конструкции.

По документации на эксплуатацию здания устанавливаются: данные о технологических нагрузках, в том числе от подъемно-транспортного оборудования; данные об агрессивности среды (по температуре, влажности, уровню грунтовых вод, его изменению во времени, концентрации агрессивных компонентов); сведения о повреждениях, появившихся за время эксплуатации; данные о замене, ремонте и усилении конструкций.

При обследованиях после пожара дополнительно устанавливаются: время обнаружения пожара; зона распространения пожара и время интенсивного горения; температура в помещениях во время пожара; место нахождения очага пожара; средства тушения пожара; максимальная температура нагрева материала конструкций, закладных деталей и сварных соединений; распределение температур по участкам конструкций во время пожара.

Предварительный осмотр здания проводится с целью:

- определения общего технического состояния конструкций и зон с наибольшим количеством дефектов и повреждений по внешним признакам;
- выявления аварийных конструкций;
- определения необходимости проведения детального обследования.

Строительные конструкции, условия эксплуатации производственных зданий в большинстве своем значительно отличаются от гражданских зданий. Наличие агрессивной среды, мостовых и подвесных кранов, динамических нагрузок от действующего оборудования, высоких температур от технологического оборудования или технологических процессов, напрямую или косвенно оказывают влияние на техническое состояние конструкций, физико-механические свойства материалов конструкций.

Работы по проведению обследования целесообразно выполнять поэтапно:

- ознакомление с состоянием конструкций зданий и составление программы обследований;

- предварительное обследование конструкций здания;

- детальное техническое обследование для установления физико-технических характеристик конструкций;

- определение прочности, а в необходимых случаях – жесткости и трещиностойкости конструкций;

- оценка технического состояния конструкций по результатам обследования и условий эксплуатации конструкций объекта (наличие температурных воздействий, динамических ударных нагрузок, соблюдения условий обеспечения пространственной жесткости и устойчивости каркаса, оценка состояния грунтов основания);

- предварительное выявление конструкций, имеющих опасные дефекты, повреждения и деформации, находящихся в аварийном состоянии, с выдачей предложений по проведению первоочередных противоаварийных мероприятий;

- определение безопасного способа доступа к конструкции (вплоть до частичной или полной остановки производства);

- разработка в случае необходимости мероприятий по обеспечению эксплуатационных требований к обследуемым зданиям.

В процессе обследования необходимо выполнение поверочных расчетов существующих конструкций на новые нагрузки с учетом установленного физического износа и изменения геометрических размеров. Необходимо определить степень перенапряжения каждого несущего элемента и установить вид его предельного состояния (прочность, устойчивость, усталость).

При проведении обследования необходимо: выполнить анализ действующих нагрузок и условий эксплуатации; подбор и изучение технической документации на обследуемое здание; установить фактические размеры здания или сооружения, конструкции, сечений элементов; выявление отступлений от проектов; проведение, при необходимости, натурных испытаний.

### 3.7.2 Особенности обследования бетонных и железобетонных конструкций

#### Визуальное обследование

Основные внешние признаки, свидетельствующие о техническом состоянии железобетонных конструкций и на которые необходимо обращать особое внимание при проведении обследования – трещины в теле конструкции и прогибы; изменение цвета бетона при воздействии повышенных температур; структурное разрушение бетона, вызванное агрессивным воздействием внешней среды; отклонение от проектного положения. В процессе визуальных обследований производится ориентировочная оценка прочности бетона. В этом случае можно использовать метод простукивания поверхности конструкции молотком массой 0,4-0,8 кг непосредственно по очищенному участку бетона или по зубилу, установленному перпендикулярно поверхности элемента.

При этом для оценки прочности принимают минимальные значения, полученные в результате 10 ударов. Более звонкий звук при простукивании соответствует более прочному и плотному бетону. При наличии увлажненных участков и поверхностных высолов на бетоне конструкции определяют величину этих участков и причину их появления.

Результаты визуального осмотра железобетонных конструкций фиксируют в виде карты дефектов, нанесенных на схематические планы или разрезы здания, или составляют таблицы дефектов с рекомендациями по классификации дефектов и повреждений с оценкой категории состояния конструкций.

#### Детальное обследование бетонных и железобетонных конструкций

Для определения степени коррозионного разрушения бетона используются физико-химические методы. Исследование изменений химического состава производится с помощью дифференциально-термического и рентгено-структурного методов, выполняемых в лаборатории на образцах, отобранных из эксплуатируемых конструкций. Изучение структурных изменений бетона производится с помощью ручной лупы, дающей небольшое увеличение.

Такой осмотр позволяет изучить поверхность образца, выявить наличие крупных пор, трещин и других дефектов. С помощью микроскопического метода, выявляют взаимное расположение и характер сцепления цементного камня и зерен заполнителя, состояние контакта между бетоном и арматурой, форму, размер и количество пор, размер и направление трещин.

#### Определение расположения арматуры и толщины защитного слоя бетона

Для определения характера расположения арматуры и толщины защитного слоя бетона в железобетонной конструкции применяют магнитные и электромагнитные методы по ГОСТ 22904-93 или радиационные методы просвечивания и ионизирующих излучении по ГОСТ 17625-83 с выборочной контрольной проверкой полученных результатов путем пробивки борозд и непосредственными измерениями. Радиационные методы, как правило, применяют для обследования состояния и контроля качества сборных и монолитных железобетонных конструкций при строительстве, эксплуатации и реконструкции особо ответственных зданий и сооружений. Определение характеристик армирования магнитным методом производят обычно в таких конструкциях, как колонны, балки небольшого сечения, элементы стропильных ферм и т.п. Толщину защитного слоя бетона определяют также методом вскрытия арматуры. Этот метод следует применять как дополнительный в случаях, когда необходимы визуальная оценка состояния арматуры или отбор проб арматурных элементов, или когда невозможно применить неразрушающий метод контроля величины защитного слоя.

#### Определение прочности арматуры

Прочность арматуры определяют ориентировочно по ее профилю и уточняют по результатам испытаний образцов, вырезанных из обследуемой конструкции. При отсутствии необходимой документации класс арматурных сталей устанавливается испытанием вырезанных образцов с сопоставлением предела текучести, временного сопротивления и относительного удлинения при разрыве с данными ГОСТ 380-2005, или приближенно по виду армирования, профилю арматурного стержня и времени

возведения объекта. Расположение, количество и диаметр арматурных стержней определяются либо путем вскрытия и прямых замеров, либо применением магнитных или радиографических методов (ГОСТ 22904-93 и ГОСТ 17625-83).

#### Определение прочности бетона

Фактическая величина прочности бетона и ее соответствие прочности при детальном обследовании конструкций определяется:

- испытанием образцов (кернов), выпиленных или выбуренных из конструкций;
- механическими методами неразрушающего контроля;
- ультразвуковым методом.

Допускается использование и других методов, предусмотренных государственными и отраслевыми стандартами.

#### 3.7.3 Детальное обследование каменных и армокаменных конструкций

Прочность кирпича и раствора может определяться путем испытания не менее 10 образцов, изготовленных из целых кирпичей и не менее 20 образцов из плиток раствора, отобранных непосредственно из кладки из малонагруженных элементов конструкции. Допускается определять прочность кирпича при сжатии на образцах-цилиндрах диаметром и высотой около 50 мм, высверливаемых из кирпича кладки с помощью электродрели со специальной коронкой. Прочность раствора кладки определяется испытанием кубов с ребрами 2-4 см, изготовленных в соответствии с требованиями ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний» из двух пластинок раствора, отобранных из горизонтальных швов кладки и склеенных гипсовым тестом. Марка раствора определяется как средний результат испытаний пяти кубов, умноженный на коэффициент 0,7.

#### Оценка несущей способности и степени повреждения каменных конструкций

Несущая способность поврежденных армированных и неармированных каменных конструкций определяется методом разрушающих нагрузок на основании данных, полученных при обследовании, и фактических значений прочности (марок)

кирпича, камней, раствора и предела текучести арматуры. При этом учитывают факторы, снижающие их несущую способность: трещины, разрушения поверхностных слоев кладки в результате размораживания, пожара или механических повреждений (выбоин и т.п.); наличие эксцентриситетов, вызываемых отклонением стен и столбов от вертикали или при их выпучивании из плоскости; нарушение конструктивной связи между стенами вследствие образования вертикальных трещин в местах их пересечения или вследствие разрыва поперечных связей между стенами, колоннами и перекрытиями каркаса; повреждение опор балок, перемычек, смещение элементов покрытий и перекрытий на опорах.

#### 3.7.4 Детальное обследование стальных конструкций

При детальном обследовании стальных конструкций производится: инструментальное измерение выявленных при визуальном обследовании дефектов с определением прогибов конструкций, раскрытия трещин, смещения опорных узлов, отклонений конструкций от вертикали и др.; оценка коррозионной поврежденности конструкций; инструментальное обследование сварных, заклепочных и болтовых соединений; определение физико-механических характеристик стали.

##### Определение качества стали конструкций

Качество стали конструкций определяется путем механических испытаний образцов, химическим и металлографическим их анализами. При лабораторных испытаниях определяют: предел текучести, временное сопротивление, относительное удлинение; ударную вязкость стали по ГОСТ 9454-78\* для конструкций, для которых это необходимо по СНиП 11-23-81\*. При механических испытаниях образцов руководствуются указаниями ГОСТ 1497-84 и ГОСТ 9454-78 и СНиП 11-23-81\*. Химический состав стали определяют на основе химического или спектрального анализа; структуру стали – в необходимых случаях (неизвестная сталь, многолетняя эксплуатация и пр.) – на основе металлографического анализа; наличие и характер включений и микротрещин – по ГОСТ 10243-75 и ГОСТ 5639-

82. На основании лабораторных испытаний стали определяют ее марку в соответствии с требованиями соответствующих ГОСТов.

### 3.7.5 Методика обследования деревянных частей зданий и сооружений

При обследовании деревянных частей зданий и сооружений собираются данные по всему объекту, по его несущим и ограждающим конструкциям, по прочностным и физико-механическим характеристикам материалов, по условиям эксплуатации объекта. Обследование деревянных частей зданий и сооружений следует проводить визуальным и инструментальным методами. При обследовании деревянных частей зданий и сооружений особое внимание следует обратить на участки, которые являются зонами наиболее вероятного биоэнтмологического поражения и промерзания конструкций (узлы опирания деревянных элементов на фундаменты, каменные стены, стальные и железобетонные колонны и т.п., в срубах и домах из бруса – окладные венцы; участки покрытия и перекрытий по периметру здания вдоль наружных стен; участки покрытия чердачного перекрытия в местах расположения слуховых окон, ендов, парапетов и выступающих над кровлей элементов вентиляционных шахт, канализационных стояков, дымоходов, а также крепежных элементов систем электроснабжения, телевидения и т.п.; участки стен под карнизными свесами кровли, в местах расположения балконов и водостоков, под окнами; участки междуэтажных перекрытий в местах расположения балконов, санузлов, трубопроводов отопления, канализации и водоснабжения; швы между стеновыми панелями и между плитами покрытия). Для определения фактического состава и состояния деревянных частей объекта следует производить выборочные вскрытия. Места расположения вскрытий следует выбирать на участках с видимыми повреждениями деревянных частей объекта.

### 3.8 Оценка технического состояния зданий и сооружений

Для оценки технического состояния зданий и сооружений определяют следующие параметры:

- прочность и однородность материала конструкций;
- коррозионное состояние конструкций;
- толщина защитного слоя бетона;
- расположение, диаметр и класс арматуры в бетонных конструкциях;
- геометрические характеристики стальных профилей;
- марка стали;
- расчетное сопротивление стали;
- коррозионный износ;
- наличие дефектов сварных соединений;
- наличие скрытых дефектов;
- линейные деформации;
- величина нагрузок, действующих на конструкции.

На каждом участке (элементе, зоне) выделяют наиболее поврежденное по статическим критериям сечение, которое принимают совмещенным с наиболее напряженным сечением.

При оценке деформативности строительных конструкций допускается принимать средние значения параметров жесткости сечений в пределах каждого участка (зоны, элемента).

По результатам испытаний составляются расчеты конструкций и их элементов на основе методов строительной механики. Итогом проделанной работы является отчет о техническом состоянии объекта. На основании отчета о техническом состоянии объекта разрабатывается (при необходимости) проект реконструкции, который предусматривает приведение конструкций здания или сооружения к требуемым эксплуатационным параметрам.

По оценке технического состояния конструкции, здания и сооружения, включая грунтовое основание, подразделяют на находящиеся:

- в нормативном техническом состоянии;
- в работоспособном состоянии;
- в ограниченно работоспособном состоянии;
- в аварийном состоянии.

Для конструкций, зданий и сооружений, включая грунтовое основание, находящихся в нормативном техническом состоянии и работоспособном состоянии, может устанавливаться требование периодических обследований в процессе эксплуатации.

При ограниченно работоспособном состоянии конструкций, зданий и сооружений, включая грунтовое основание, контролируют их состояние, проведение мероприятий по восстановлению или усилению конструкций и (или) грунтового основания и последующее проведение мониторинга технического состояния (при необходимости).

Эксплуатация зданий и сооружений при аварийном состоянии конструкций, включая грунтовое основание, не допускается. Устанавливается обязательный режим мониторинга.

### **3.9 Характерные дефекты строительных конструкций производственных зданий**

#### **3.9.1 Железобетонные колонны (рисунок 10)**

При обследовании железобетонных колонн особое внимание необходимо обратить на:

- состояние консолей для опирания подкрановых балок, ригелей, стропильных балок;
- наличие и характер трещин в консолях;
- смещение с проектного положения конструкции на консоли;
- наличие и состояние монтажных креплений балок к консоли, к колонне;
- признаки смятия бетона в местах опирания балок.

Силовые продольные трещины возникают в колоннах со стороны сжатой и растянутой грани, нормальные трещины – в растянутой зоне и по всему сечению, вызванные перегрузкой.

Большую опасность представляют трещины и разрушение бетона в стыках колонн многоэтажных зданий; в стыках колонн с диафрагмами жесткости.

### 3.9.2 Стальные колонны (рисунок 13)

В стальных колоннах наиболее распространены повреждения и дефекты, вызванные механическим воздействием, перегрузкой: местные искривления ветвей сквозных колонн, разрывы стержней соединительной решетки, местные погибы стенок и полок сплошных колонн, разрывы их стенок и полок, разрывы сварных швов, ослабление болтовых и заклепочных соединений.

### 3.9.3 Железобетонные подкрановые балки

Подкрановые железобетонные балки таврового и двутаврового сечения реконструируемых зданий разрезные и неразрезные пролетом 6 и 12 м, с предварительным напряжением продольной рабочей арматуры и без предварительного напряжения применяют при среднем и легком режиме работа крана.

Без предварительного напряжения выпускались балки только пролетом 6 м.

Неразрезные железобетонные подкрановые балки встречаются на объектах, построенных до 50-х годов XX века.

С 60-х годов XX века применяют типовые подкрановые балки серии КЭ-01-50.

При проведении обследования подкрановых балок необходимо обратить внимание на возможное образование трещин нормальных и наклонных в опирательной зоне и не менее опасных трещин, образующихся в сопряжении верхней полки со стенкой. Требуется внимания верхняя полка, в которой могут образовываться местами вертикальные сквозные трещины и участки разрушения полки, вызванные горизонтальными усилиями, возникающими при продольном перемещении крана, а также крепление подкрановых балок к колоннам на уровне верхнего пояса.

С появлением в конце XIX века электрических мостовых кранов стали применять стальные подкрановые балки.

### 3.9.4 Стальные подкрановые балки

Стальные подкрановые балки выполняются сварными, клепанными, из прокатного профиля двутаврового сечения, однопролетными и многопролетными.

При проведении обследования необходимо провести тщательно обмерные работы, установить расчетную схему конструкций узла опирания на колонну, привязку к осям, тщательно промерить перепад соседних балок на опоре. Необходимо проверить на наличие трещин в верхнем пояском шве и околошовной зоне, особенно под стыками рельсов, у ребер жесткости и у опор.

При обследовании сварных швов необходимо проверить наличие непроваров и подрезов стыкового сварного шва нижнего пояса, наличие трещин в фасонках и подкрановых фермах, ослабление болтового крепления балок между собой и к колоннам, отсутствие зазора в температурных швах. Проверяется состояние крепления тормозного листа к верхнему поясу балки (наличие трещин, ослабление болтов), вертикальные и горизонтальные прогибы балок.

### 3.9.5 Железобетонные стропильные конструкции (рисунок 11, 15)

Железобетонные стропильные конструкции в реконструируемых производственных зданиях выполнены в виде балок или ферм. Железобетонные сборные стропильные балки односкатные и двускатные начали выпускать с 1957 года. В балках двутаврового сечения особое внимание необходимо обратить на наличие трещин наклонных в приопорной зоне и нормальных в пролете, раздробление бетона в стенке между наклонными трещинами. Возможно появление продольных трещин по нижней грани балки в приопорной зоне, возникающих возможно из-за нарушения анкеровки арматуры. Опасные продольные трещины в сжатой зоне балки, возникают при перенапряжении конструкции или снижении прочности бетона, а также при воздействии высоких температур.

Железобетонные стропильные фермы были разработаны в 50-х годах XX века. Сборные унифицированные стропильные фермы сегментного очертания разработаны в серии ПК-01-128 (выпуск I-IV), фермы с параллельными поясами в

серии ПП-01-02/62 (I, II, III).

При обследовании железобетонных ферм особое внимание необходимо обратить на опорные узлы, где высокая вероятность появления наклонных трещин, образование лещадок, лучеобразных трещин. В промежуточных узлах верхнего пояса существует вероятность появления наклонных трещин.

В верхнем поясе возможно образование лещадок, нормальных трещин в растянутых раскосах и нижнем поясе, а также продольных трещин в нижнем поясе.

### 3.9.6 Металлические стропильные фермы

Металлические стропильные фермы в производственных зданиях применяются с XIX века в виде чугунно-железных и железных ферм с заклепочными болтовыми соединениями в узлах. Сварные соединения элементов металлоконструкций начинают применять в начале 30-х годов XX века и к 40-м годам XX века получают большое распространение.

В 60-х годах XX века (1966 г.) разработаны типовые конструкции металлических ферм для покрытия зданий с шагом 6 и 12 м – серии ПК-01-125, для плоской кровли с шагом ферм 6 и 12 м – ПК-01-153, для неотопливаемых однопролетных зданий – серии ПК-01-130/66.

При обследовании ферм с заклепочными и болтовыми соединениями в узлах необходимо обратить внимание на возможное ослабление стыков, трещины в стыковых накладках и узловых фасонках поясов, особенно растянутых, необходимо производить простукивание заклепок или болтов в таких соединениях. У дефектных заклепок или болтов под ударами молотком весом 300-400 грамм происходит их дрожание или перемещение головок.

В сварных соединениях возможно образование трещин, поверхностная пористость, незаполнение кратера, надрезы, несплавления по кромкам, наплывы, прожоги.

Особое внимание необходимо обратить на состояние опорных столиков и плотность опирания опорных фланцев, а также узлы опирания панелей покрытия и прогонов, которые должны иметь необходимые площади опирания и сварные

соединения закладных деталей плит покрытия со стропильной конструкцией, коррозионное повреждение элементов фермы.

Возможен выход из плоскости поясов ферм и раскосов, наиболее опасен выход из плоскости верхнего пояса и сжатых раскосов.

### 3.9.7 Конструкции покрытия

Конструкции покрытия одноэтажных производственных зданий до 1952 года могли быть выполнены при прогонной схеме одним из следующих видов мелкогабаритных несущих настилов: с железобетонными или армоцементными плитами, с асбоцементными волнистыми листами усиленного профиля, а также с дощатыми настилами, которые широко применялись в 30-40 годы XX века.

С 1930 года в строительную практику вошли тонкостенные пространственные конструкции – оболочки, складки, купола. Большое распространение получили короткие цилиндрические оболочки с арочными диафрагмами, которые раньше назывались «свод Кольба». В период 1928-1935 годы наряду с монолитными железобетонными конструкциями стали широко применяться сборные железобетонные конструкции построечного изготовления.

### 3.9.8 Стеновые ограждения

Стеновое ограждение производственных зданий в основном представлено кирпичными, монолитными и панельными стенами. Монолитные стены производственных старинных зданий до наших дней сохранились в редком исключении.

Основными дефектами каменных стен являются: отсыревание, промерзание, коррозионное разрушение, трещины. Особое внимание при обследовании требуют участки опирания балок перекрытия, стропильных балок перекрытий, плит покрытий на стены, где возможно смятие каменной кладки, образование трещин в сопряжении пилястры со стеной.

В большинстве своем трещины в кирпичных стенах образуются из-за

неравномерной осадки фундаментов вызванной:

- неоднородностью грунта основания или неравномерной нагрузкой на него;
- вымыванием грунта из-под фундаментов грунтовыми водами;
- водой из неисправных сетей водопровода, канализации, теплофикации или технологическими водами, проливающимися на полы производственных помещений, проникающими в грунт под фундаменты из-за отсутствия или неисправности гидроизоляции полов;
- местными разрушениями фундаментов при воздействии на них агрессивных жидкостей или других факторов, в результате чего создается перегрузка отдельных участков основания.

Отклонение от вертикали является наиболее опасным видом деформации несущих каменных стен. При обнаружении отклонения стены от вертикали необходимо принять меры, предотвращающие дальнейшее развитие деформации: установить временные крепления, провести обследование и установить причины деформации. Конструктивные решения по ликвидации или стабилизации отклонения стен от вертикали в каждом отдельном случае обосновывается расчетом.

В сборных железобетонных (керамзитобетонных, ячеистобетонных) панелей возможно коррозионное разрушение подоконных панелей, карнизных панелей, разрушение бетона около закладных деталей, выпадение раствора из швов, сквозные трещины, отрыв закладных деталей.

В зависимости от характера и масштаба повреждений и дефектов строительных конструкций оценивается и устанавливается категория технического состояния (приложение В, Г).

### **3.10 Варианты реконструкции производственных зданий**

Реконструкция производственных зданий может проводиться с сохранением назначения здания, с перепрофилированием в объект непромышленной сферы.

### 3.10.1 Реконструкция действующих производственных зданий с сохранением назначения

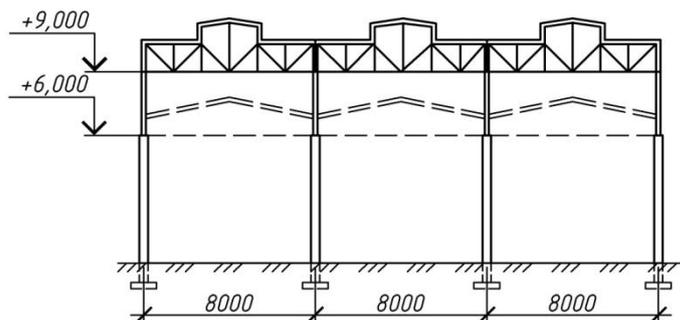
Реконструкция большей части производственных зданий и сооружений проводится в связи с физическим износом зданий и сооружений, расширением производства, интенсификацией, которая связана с модернизацией технологического оборудования или его полной заменой, что обуславливает повышение технологических нагрузок и требуемых увеличений габаритов помещений. Зачастую это приводит к необходимости увеличения пролетов; высоты здания; изменения отметок подкрановых путей, перекрытий и кровли; усиления конструкций; расширения или объединения помещений в многоэтажных зданиях с изменением строительных конструкций; объединение нескольких зданий в одно с выравниванием их по высоте и с внутренним переустройством (рисунок 19, 20).

Строительно-монтажные работы при реконструкции зданий зачастую существенно отличаются от работ при возведении новых зданий. Работы по реконструкции действующих промышленных предприятий проводят по возможности без остановки производственных процессов или в максимально короткие сроки остановки.

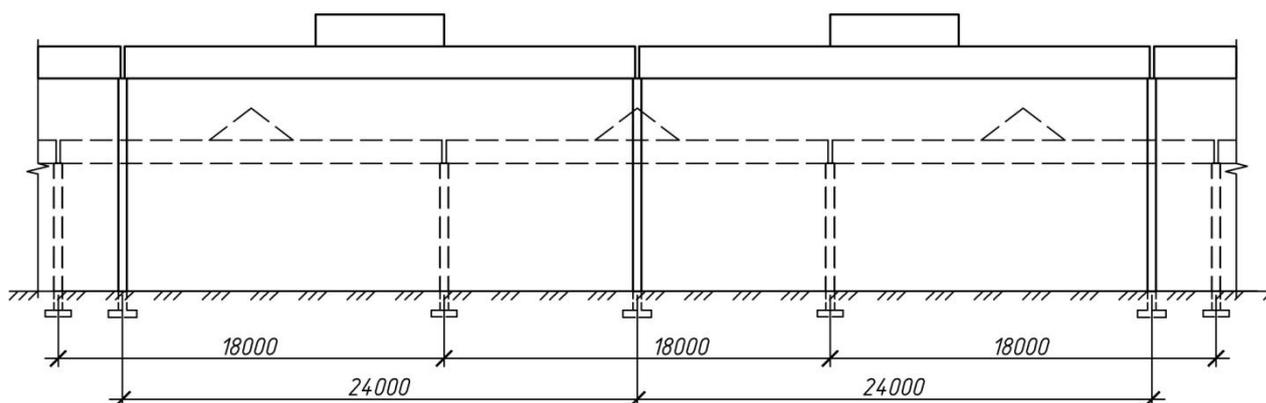
Основные и наиболее сложные задачи, решаемые при реконструкции зданий: перепланировка – увеличение пролетов с удалением промежуточных опор; надстройка – увеличение высоты цехов и помещений; увеличение несущей способности фундаментов, колонн, перекрытий (рисунок 20, 21, 22). При проектировании реконструкции производственных зданий необходимо учитывать стесненные условия проведения работ, насыщенность действующим технологическим оборудованием, инженерными сетями с коммуникациями, повышенную пожаро- и взрывоопасность.

При проведении реконструкции, учитывая стесненность, необходимо максимально использовать средства малой механизации: малогабаритные погрузчики, малые экскаваторы, гидравлические компактные подъемники, оборудование для вдавливания свай, разрушение стен, фундаментов и т.п.

а)



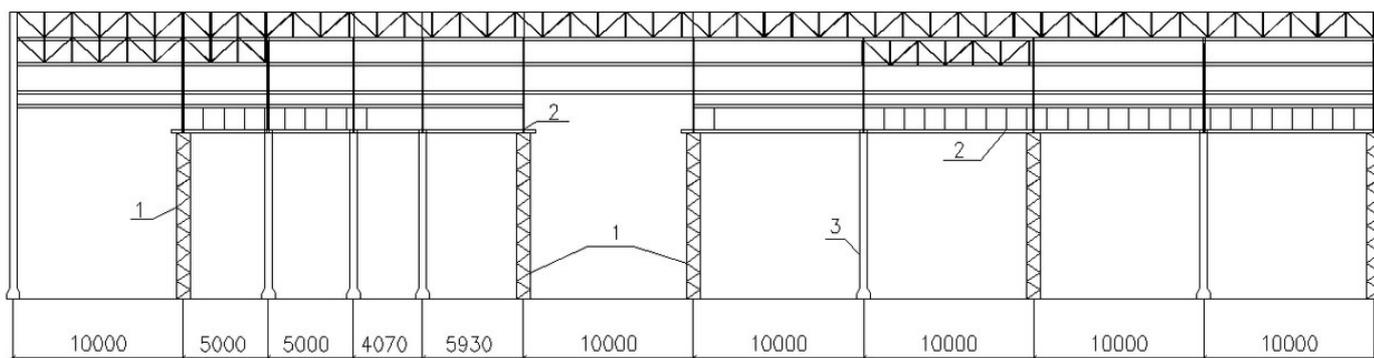
б)



а-механический цех ЗИЛа (повышение высоты с заменой деревянных ферм металлическими); б-термический цех того же завода (увеличение пролетов и высот)

Рисунок 20 – Примеры реконструкции промышленных зданий

При реконструкции производственных зданий необходимо сохранение и максимальное использование эксплуатируемых конструкций. Для снижения нагрузок на существующие конструкции рекомендуется применение легких сплавов, легких бетонов, эффективных утеплителей, применение конструктивных решений, позволяющих снизить дополнительные нагрузки на несущие конструкции и фундаменты. В связи с изменением объемно-планировочных решений при реконструкции производственных зданий нередко возникает необходимость демонтажа частей здания. Демонтажным работам и работам по усилению конструкции зачастую сопутствует комплекс работ по обеспечению устойчивости сохраняемых частей здания и усиливаемых конструкций.

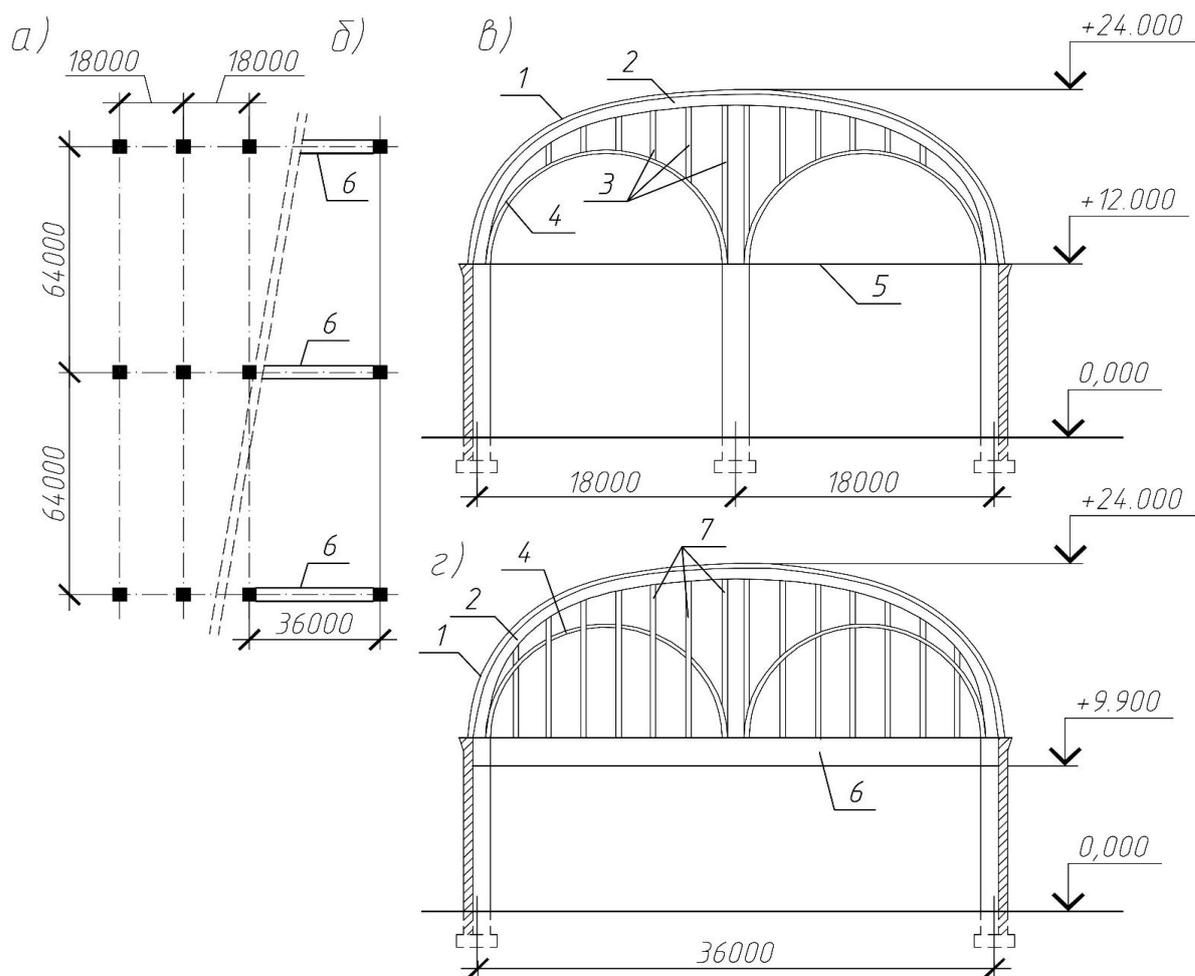


1 – усиливаемые колонны; 2 – поддерживающая балка; 3 – демонтируемая часть колонны

Рисунок 21 – Усиление конструкций при увеличении шага колонн в существующих цехах

При реконструкции производственных предприятий должны учитываться экологические требования, исключая загазованность и запыленность воздушной среды, снижение уровня шума, требования по пожаро- и взрывобезопасности производства.

Особенностью реконструкции производственных зданий с непрерывным производственным циклом является влияние технологии производства на непрерывность строительно-монтажных работ. Эти условия приводят к снижению производительности труда строителей на 20-30 %, в 1,5-2 раза увеличиваются непроизводительные затраты времени по сравнению с новым строительством.

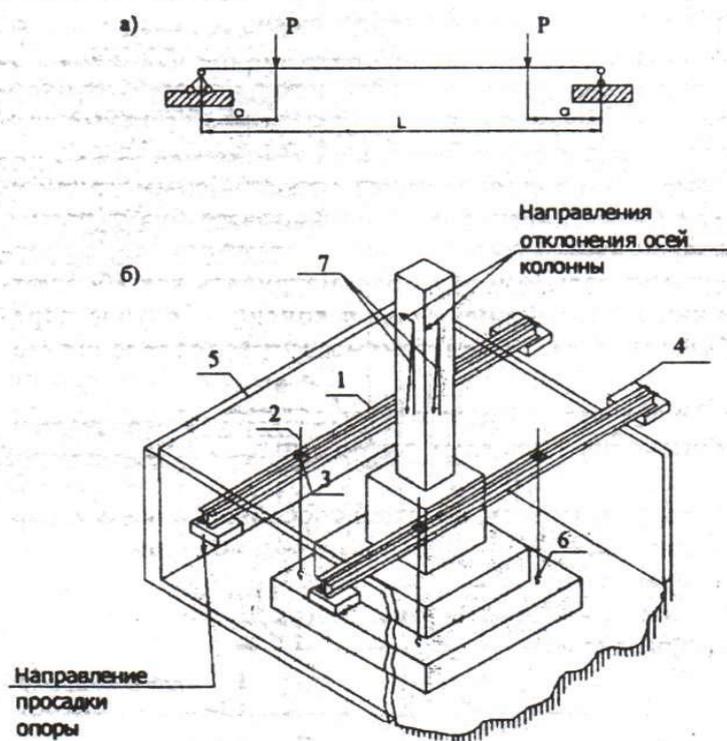


план: *a* – до реконструкции; *б* – после реконструкции; *в* – до реконструкции: *г* – после реконструкции; 1 – деревоплита; 2 – деревянная криволинейная балка; 3 – ее стойки; 4 – арка диафрагмы; 5 – затяжка арки; 6 – новая железобетонная балка; 7 – связи новой балки с арками и криволинейной балкой

Рисунок 22 – Реконструкция цеха авиазавода в Иркутске для увеличения пролета с 18 до 36 м

Работы по реконструкции в действующих цехах должны быть под постоянным наблюдением инженерно-технического персонала. К практически не встречающемуся при возведении новых зданий и сооружений виду работ, следует отнести работы по вывешиванию конструкций. Под вывешиванием конструкций понимают совокупность операций, которые осуществляют с целью полного снятия действующих нагрузок, передаваемых вывешиваемым конструктивным элементом

на несущие его конструкции, разъединением узловых сопряжений последних (рисунок 23-26). Эти работы относятся к наиболее сложным, т.к. проводятся в условиях ограниченного внутрицехового пространства; им всегда сопутствует комплекс работ по усилению вывешиваемой конструкции в связи с изменением ее расчетной схемы работы; их выполнение требует специальной оснастки и приспособлений; при проведении работ необходимо предусматривать мероприятия по обеспечению пространственной жесткости каркаса. Несмотря на сложность решаемой задачи, вывешивание конструкций дает большой положительный эффект, нежели другие методы.



1 – балка; 2 – подвеска; 3 – гайка; 4 – опорная подушка; 5 – защитная стенка; 6 – рымболт; 7 - отвес

Рисунок 23 – Вывешивание фундамента (а) и схема размещения балок (б)

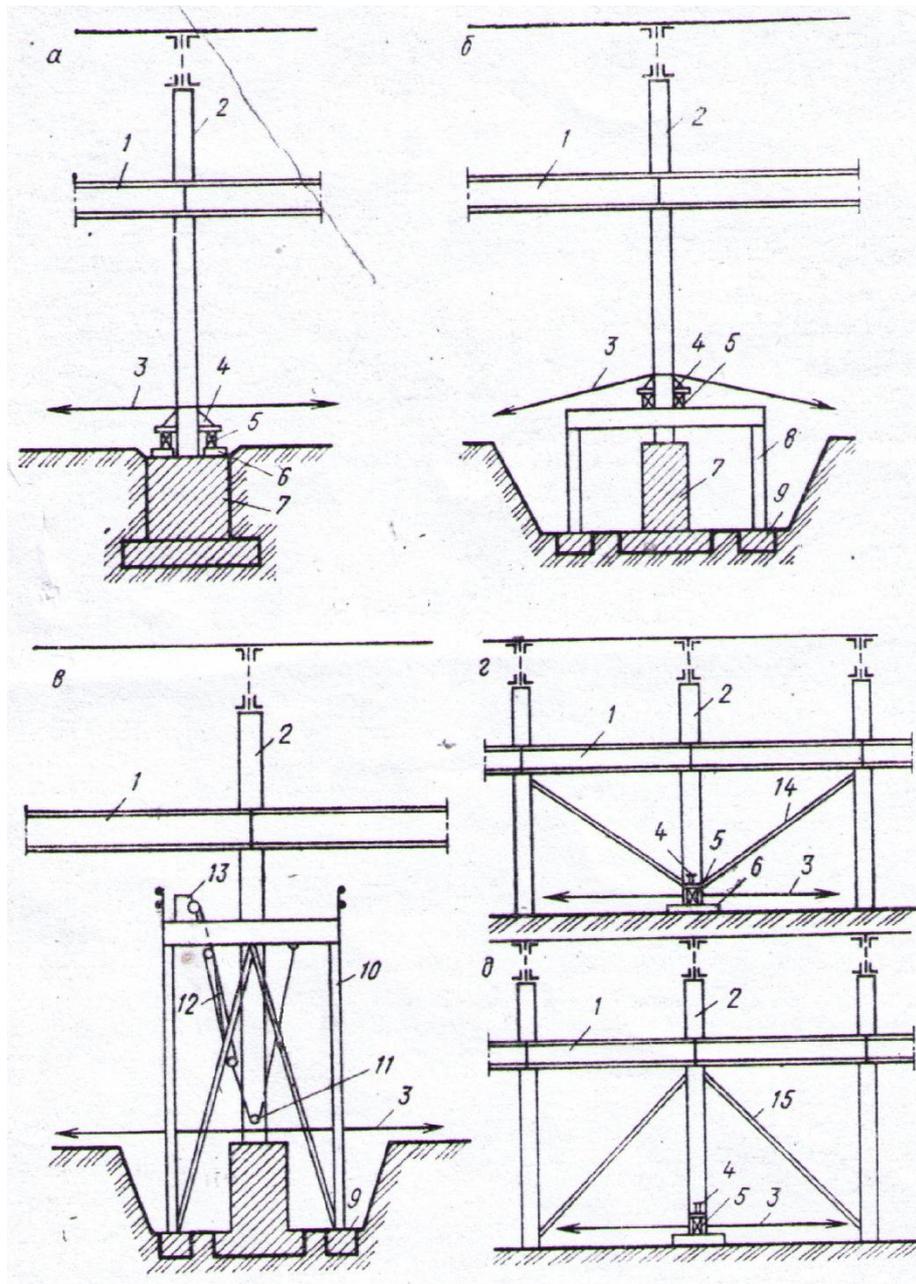
При реконструкции одноэтажных производственных зданий вывешивание элементов выполняют при замене, усилении или переустройстве фундаментов и колонн (рисунок 23, 24), при надстройке здания (рисунок 20).

#### 3.10.1.1 Надстройка производственных зданий

Надстройка производственных зданий старой постройки проводится в связи с несоответствием их габаритных размеров новым условиям эксплуатации, при перепрофилировании здания (рисунок 20). Процесс этот дорогой и сложный, выполняется в промышленности, как правило, без остановки производственного процесса или максимальной остановкой основного производства.

#### 3.10.1.2 Вывешивание колонн

При переустройстве подкрановой части колонны может возникнуть необходимость вывешивания только подкрановой балки или подкрановой балки и конструкции покрытия; при переустройстве надкрановой части колонны вывешивают только покрытие. Вывешивание колонн осуществляется с помощью гидравлических домкратов (рисунок 23, 24 а), монтажных порталов на жестких подвесках и подпорках (рисунок 24 б, в, г, д). До начала работ опорные узлы колонн освобождают от бетона, колонны освобождают от стеновых панелей. На колонне предварительно закрепляют упорные столики, а на поверхности фундамента устраивают основание под домкраты. При подъеме колонны, по мере образования зазора между колонной и фундаментом его заполняют стальными прокладками. При необходимости подъема нескольких последовательно расположенных колонн эти операции выполняют поэтапно ступенями, добиваясь равномерного выравнивания просевшей группы колонн. Переопирание вывешиваемой колонны может осуществляться на существующие смежные колонны, сохраняемые на период производства работ в проектном положении (рисунок 22, 24).



а – гидравлическими домкратами; б – с помощью низких порталов; в – то же, высоких порталов; г – на жестких подвесках; д – на жестких подпорках; 1 – подкрановая балка; 2 – вывешиваемая колонна; 3 – расчалки; 4 – наддомкратное опорное устройство; 5 – домкрат; 6 – основание под домкрат; 7 – фундамент; 8 – низкий портал; 9 – основание под портал; 10 – высокий портал; 11 – обводной блок; 12 – полиспаст; 13 – лебедка; 14 – жесткая подвеска; 15 – жесткая подпорка

Рисунок 24 – Вывешивание колонн

Для разгрузки фундаментов необходимо вывесить колонны со всеми вышележащими конструкциями. Перечень вывешиваемых конструкций для разгрузки колонн зависит от характера реконструкции.

При замене существующих фундаментов, а также при слабых грунтах в зоне колонны, наличии каналов, подземных коммуникаций вывешивание осуществляется с помощью порталов (рисунок 24 б, в), жестких подпорок (рисунок 24 г).

В 80-х годах XX века для реконструкции зданий были разработаны рациональные конструктивные решения по увеличению шага колонн без демонтажа конструкций покрытия, переопирая их оголовки на специальные поддерживающие конструкции – передача нагрузки от вывешиваемой колонны на сохраняемые смежные рамы; то же, на поддерживающие рамы (рисунок 20).

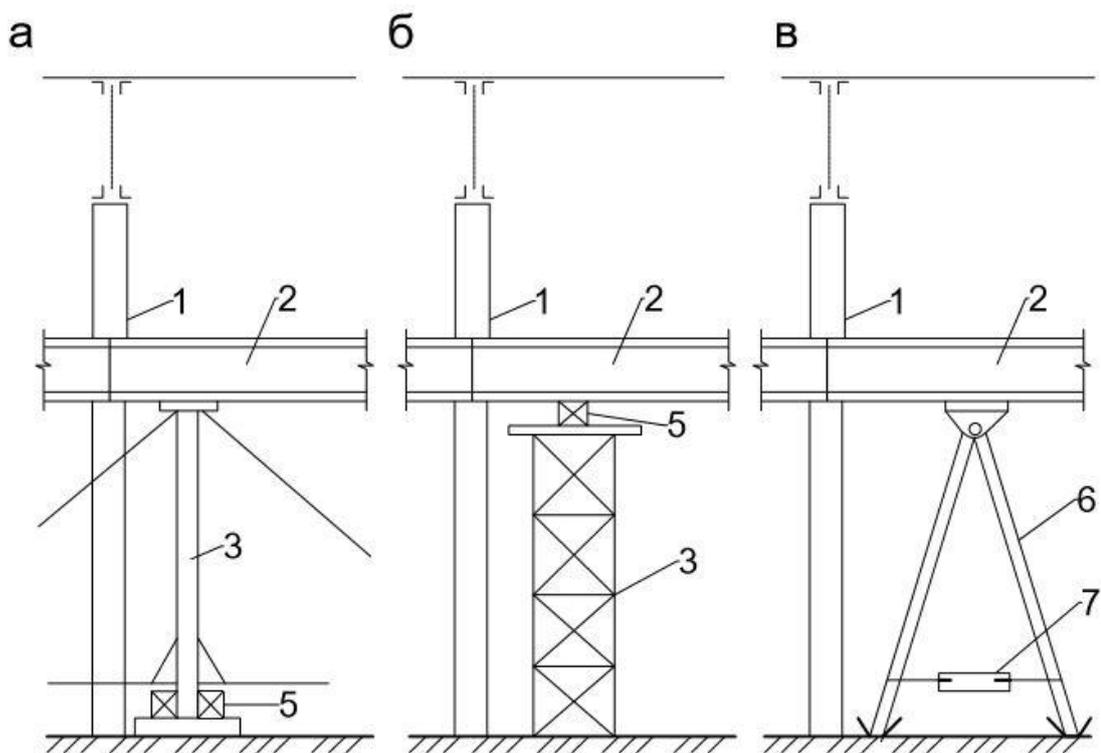
### 3.10.1.3 Вывешивание подкрановых балок

Вывешивание подкрановых балок выполняют при необходимости усиления подкрановых ветвей колонны, реконструкции оголовков колонн или опорных частей подкрановых балок, восстановления проектного положения, при неравномерной осадке фундамента колонны, установке подкрановой балки на новый горизонт (рисунок 25).

При вывешивании подкрановой балки используют методы подъема и выжимания с переопиранием на временные опоры – подвески, закрепляемые к колоннам, подстропильным или стропильным фермам, временные монтажные столики и др.

Выжимают подкрановые балки с помощью гидродомкратов и временных опорных устройств; пространственных А-образных порталов путем стягивания их опор (рисунок 24) Временные опорные устройства выполняют трубчатого или решетчатого сечения, а также пространственных опор.

При вывешивании подкрановой балки используют методы подъема и выжимания с переопиранием на временные опоры – подвески, закрепляемые к колоннам, подстропильным или стропильным фермам, временные монтажные столики и др.

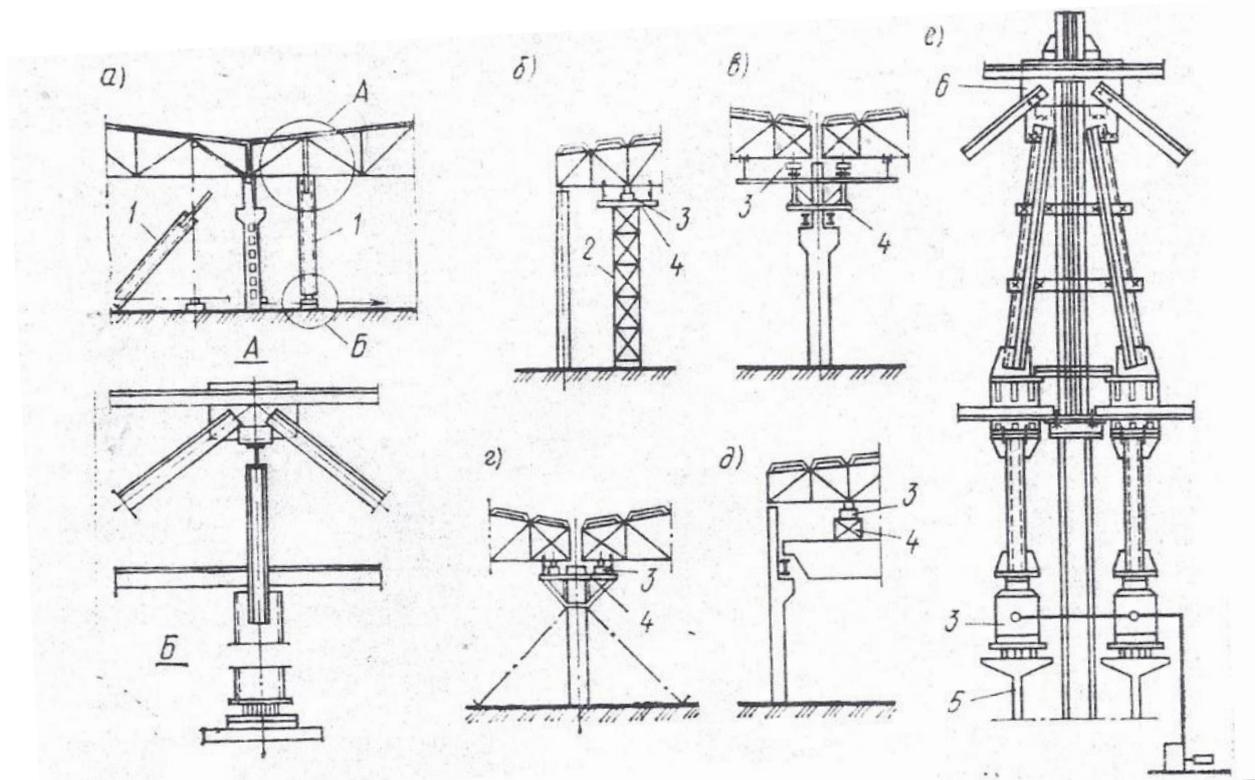


а, б – с помощью гидродомкратов и временных опор; в-с помощью пространственного А-образного портала;  
 1 колонна; 2 - подкрановая балка; 3-временная опора; 4-растяжки; 5-гидродомкраты; 6-портал; 7-стяжное устройство

Рисунок 25 – Выжимание подкрановых балок

#### 3.10.1.4 Вывешивание стропильных ферм

Вывешивание стропильных ферм выполняют с помощью гидравлических домкратов и временных опор в виде отдельных стоек, монтажных специальных опор, монтажных площадок на подкрановых балках, колоннах; с помощью А-образных порталов (рисунок 26).



а – с помощью временных стоек; б – с помощью пространственных опор; в – с помощью площадки на подкрановых балках; г – устраиваемых на колонне; д – с опиранием на мостовой кран; е – деталь переустройства узла фермы при вывешивании ее с помощью домкратов, установленных на подкрановых балках  
 1 – временная опора; 2 – пространственная опора; 3 – гидродомкрат; 4 – рабочая площадка; 5 – подкрановая балка; 6 - ферма

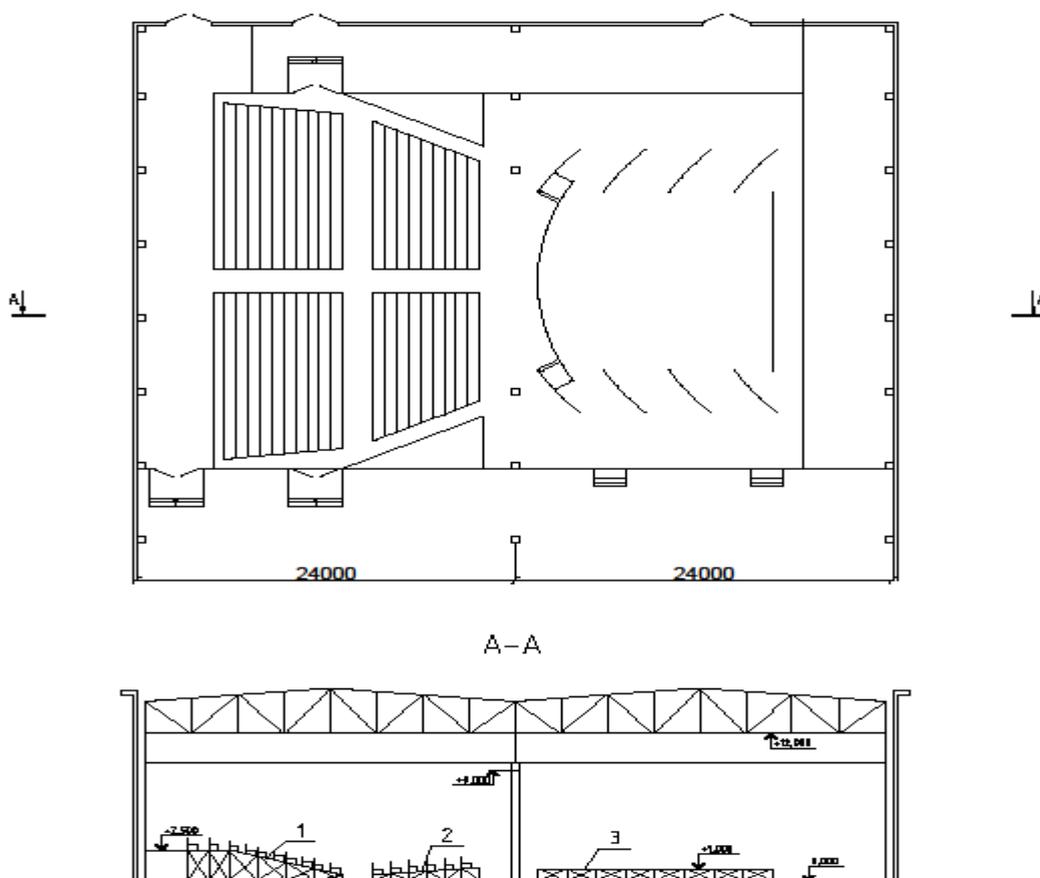
Рисунок 26 – Вывешивание стропильных ферм

Домкраты и временные опоры устанавливают только в узлах ферм, которые усиливают для предупреждения повреждений. Узлы переопирания стропильных ферм на временные опоры выбирают таким образом, чтобы знаки расчетных усилий в элементах вывешанной фермы не изменялись на обратные.

До начала производства по вывешиванию ферм участок покрытия максимально освобождают от действующих на кровлю нагрузок.

Увеличение шага колонн и переопирание ферм или балок на подстропильные фермы (рисунок 22), дополнительные колонны и фундаменты требуют последовательного решения ряда частных задач. Предпроектные работы предусматривают изучение проектной документации, обследование технического состояния конструкций, грунтов основания, выбор технологии работ. Проектные

работы включают оценку несущей способности грунтовых оснований, допускаемых нагрузок и ожидаемых деформаций пола при опоре на него временных стоек, определения усилия и деформации в стержнях фермы при изменении положения опоры, расчет фундаментов, колонн.



1 – амфитеатр; 2 – партер (кресла могут быть убраны в боковые камеры); 3 – сценический планшет, демонтируемый для организации дискотек или иных мероприятий

Рисунок 27 – Схема размещения зрительного зала и сцены в двухпролётном здании

Приведенные выше приемы и методы реконструкции зданий и сооружений при модернизации технологических процессов, могут успешно применяться при реконструкции зданий с перепрофилированием в объекты социальной сферы. Например, культурно-развлекательные центры могут располагаться в части одно- или двухпролетных одноэтажных корпусов. Конструктивные изменения могут касаться различных помещений, но практически всегда связаны с устройством зрительного зала и необходимостью удаления одной или двух колонн и переопиранием стропильных ферм или балок покрытия (рисунок 27). Наиболее для этих целей подходят здания пролетом 24 м, где в устраиваемом зрительном зале можно разместить 400-450 человек.

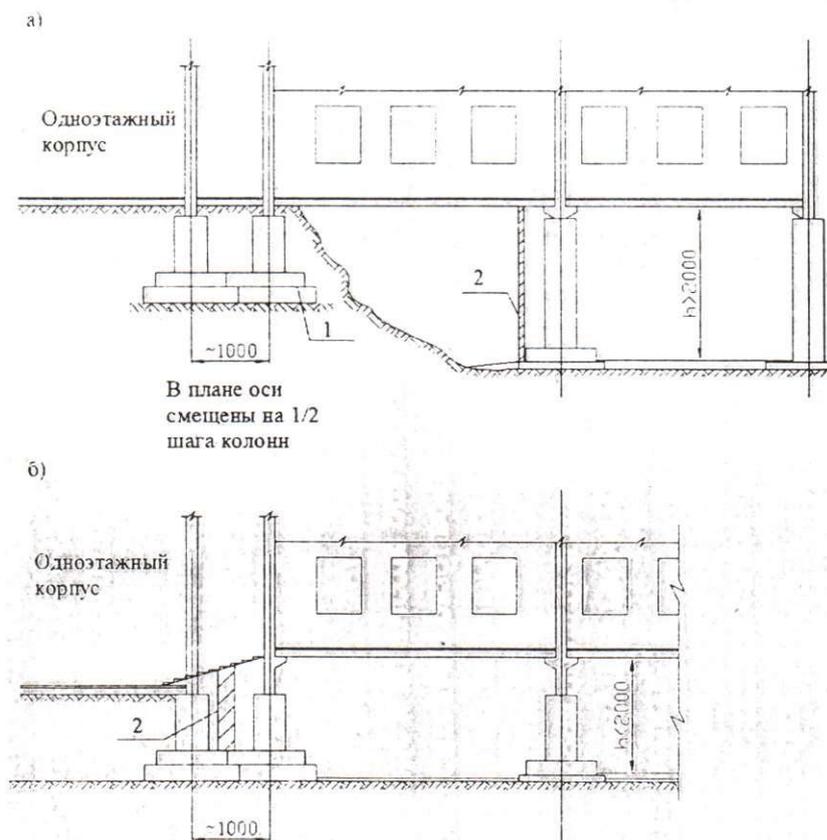
### 3.10.2 Пристройки к зданиям и сооружениям

Распространенная в практике реконструкции пристройка к существующим зданиям и сооружениям выполняется при необходимости расширения помещения, устройства вставок между существующими корпусами.

При перепрофилировании производственных зданий пристройка дополнительных помещений выполняется практически всегда. Пристройка может осуществляться с новой параллельной стеной и без нее. Пристраиваемое здание, пристраиваемый объем может быть выше, может быть вровень или ниже существующего здания (рисунок 28).

У одноэтажных зданий пристройки – пандусы в многоярусные гаражи, административные помещения, гардеробные и ресторанные залы в спортивных и развлекательных центрах, административные помещения в торговых и складских центрах.

У многоэтажных зданий в пристройках могут располагаться фойе и холлы гостиниц, помещения разгрузки и погрузки товаров торговых центров и т.п.



а – с подвальным этажом при столбчатых фундаментах; б – с полупроходным подпольем при разных отметках пола первого этажа; 1 – фундамент пристраиваемого помещения; 2 – разделительная стенка

Рисунок 28 – Схемы примыкания пристраиваемых помещений к одноэтажным промышленным корпусам

Пристройки с использованием подземного пространства – это многоярусные автостоянки, связанные с пребыванием большого количества посетителей.

Возведение подземной части пристройки требует соблюдения нескольких обязательных условий:

- исключение дополнительных нагрузок на существующие фундаменты основного корпуса;
- исключение динамических воздействий на грунт оснований в непосредственной близости от фундаментов существующего корпуса;
- исключение просадок грунтовых оснований или выпучивания грунта существующих фундаментов.

Перечисленные условия определяют конструктивное исполнение новых

фундаментов и технологию работ по подземной части пристройки.

При отсутствии подвалов у нового здания его фундаменты могут быть любой конструкции, за исключением забивных свай. Ступенчатые или ленточные фундаменты могут располагаться на отметках, соответствующих отметкам промышленного корпуса. В этом случае пространство между фундаментами может быть использовано как полупроходное подполье или при размещении отметки пола пристройки выше отметки производственного здания – как полноценное подвальное помещение (рисунок 28).

В подземном пространстве в пристройках несколько ярусов может быть использовано как административные, складские помещения.

При свайном основании реконструируемого здания фундаменты пристройки, со стороны существующего здания, выполняются в виде винтовых, буронабивных свай, бурозавинчивающихся свай для исключения динамического воздействия на соседние конструкции. При пристройке новых зданий возникает сложная проблема по обеспечению деформационного шва между возводимым и реконструируемым зданиями.

При симметричном фундаменте под реконструируемым зданием и совпадении подошвы нового и существующего фундаментов деформационный шов выполняют путем забивки деревянного шпунта по грани старого фундамента и вплотную к нему нового. Зазор между новой и существующей стенкой принимают не менее 20 мм и тщательно герметизируют. При небольшой ширине нового фундамента край стены пристройки выполняют за счет ступенчатого смещения кладки, при большой ширине нового или старого фундаментов – на консольных участках балок или плиты, вылет которых определяется размерами фундаментов – на консольных участках балок или плиты, вылет которых определяется размерами фундаментов.

Аналогичное решение применяют при наличии новой стены, параллельной существующей.

При заглублении фундамента нового здания ниже существующего края фундамента под него располагают под углом не более  $30^\circ$  от края старого фундамента. Примыкание стен выполняют на консольных балках, опирающихся на

новые балки. Во избежание дополнительных просадок существующего здания рекомендуется применять свайные винтовые, буровинтовые и буронабивные сваи.

При невозможности расположения фундаментов пристраиваемого объема рядом с фундаментами существующего здания их располагают в некотором отдалении, а пространство между существующим и новым зданиями заполняют при помощи балок-вставок, опирающихся на новые и старые конструкции (рисунок 28). Узлы опирания балок-вставок должны обеспечить устойчивость конструкции вставки при возможных неравномерных деформациях оснований и фундаментов старого и пристраиваемого зданий.

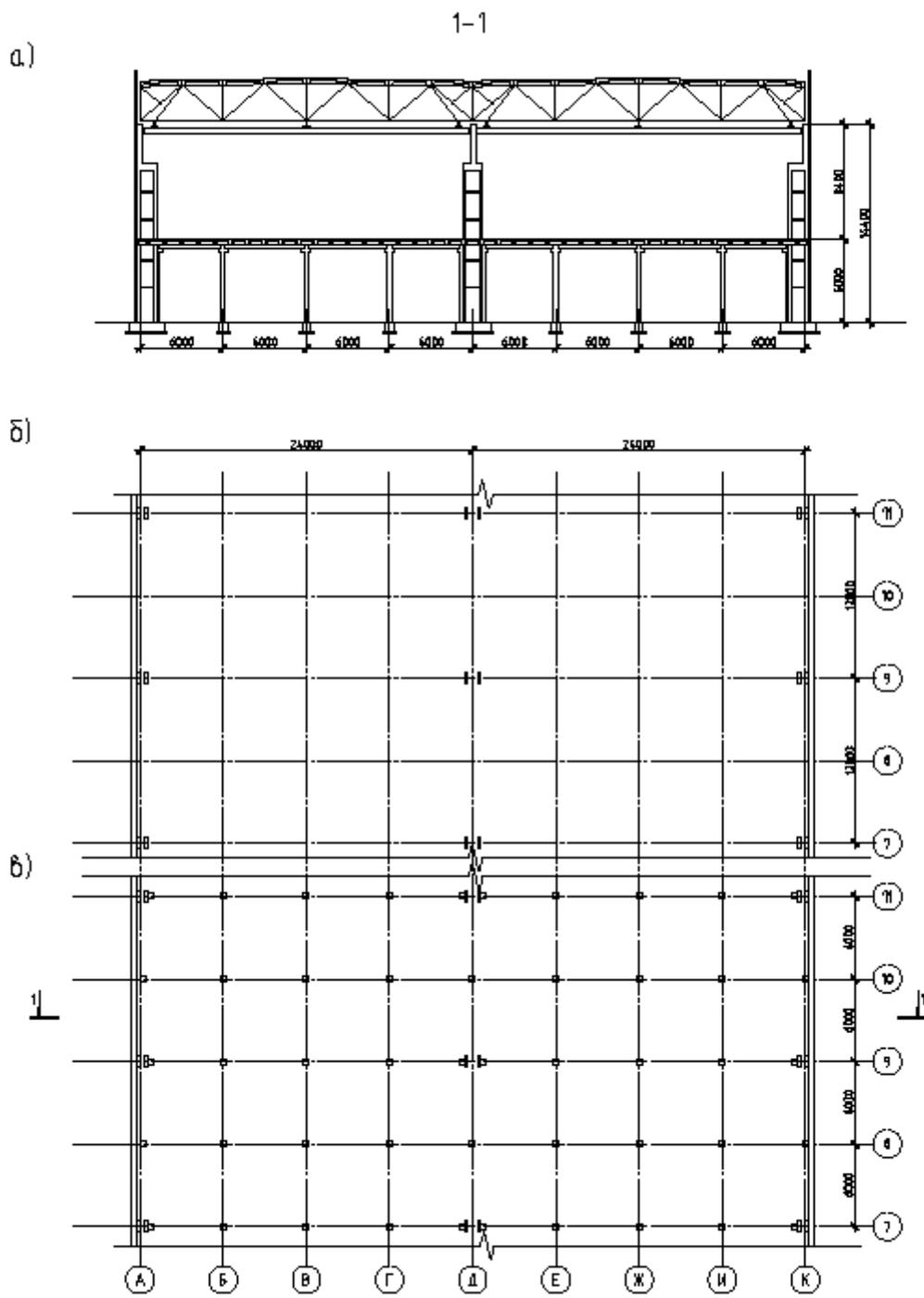
Пристраиваемые здания в большинстве своем имеют каркасную конструкцию, возможно, с различным шагом и пролетом сетки колонн из-за объемно-планировочных требований к размещаемым помещениям.

### 3.10.3 Вставки в производственных зданиях и сооружениях

В реконструируемых одноэтажных и многоэтажных зданиях создание дополнительных рабочих площадей, подсобно-производственного и вспомогательного назначения может быть осуществлено возведением в пределах существующего объема здания или сооружения различного рода антресолей, площадок, этажей. При этом встройка этажей может осуществляться как по всей площади здания, так и на части ее (рисунок 29).

Дополнительные перекрытия встраиваемых этажей могут потребовать устройства новых фундаментов и вертикальных опор.

Использование без усиления фундаментов и колонн крайнего (для однопролетных каркасов) и средних (для многопролетных каркасов) рядов каркаса для опирания перекрытия встраиваемого каркаса возможно, если несущая способность обеспечивается и передаваемая нагрузка не превысит временных нагрузок от мостовых кранов до реконструкции (рисунок 29).



а – поперечный разрез; б – план участка одноэтажной части;  
 в – план участка двухэтажной части

Рисунок 29 – Реконструированное одноэтажное здание со встройкой

Если несущая способность колонн и фундаментов не обеспечивается могут быть установлены дополнительные колонны с расширением подошвы фундамента, либо выполнено усиление существующих колонн и расширение подошвы фундамента.

Учитывая стесненные условия выполнения строительно-монтажных работ колонны встройки рационально выполнить металлическими, фундаменты – монолитными из завинчивающихся или буронабивных свай. Перекрытие встраиваемого каркаса целесообразно выполнять из монолитного железобетона. Опираемость железобетонной плиты на металлические колонны осуществляется через монолитные капители, которые, в свою очередь, опираются на сварные стальные столики.

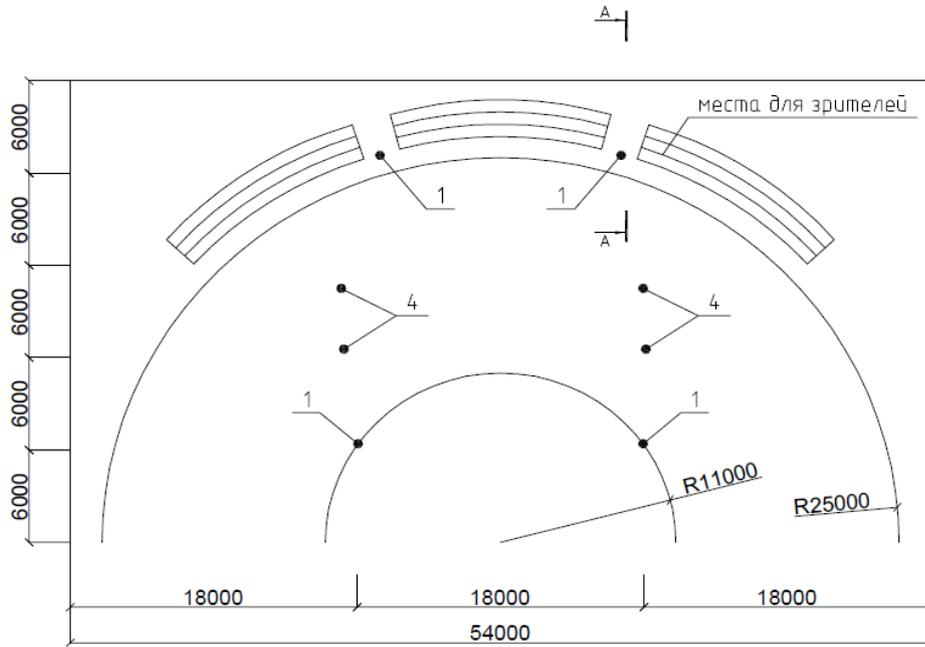
В некоторых случаях конструкция пола может оказаться достаточной по прочности и жесткости, что позволит использовать его как фундамент колонн с некоторыми конструктивными мероприятиями. В качестве фундаментов под колонны встройки могут быть использованы, по возможности, фундаменты технологического оборудования после некоторой доработки.

#### 3.10.4 Перепрофилирование производственных зданий в объекты социальной сферы

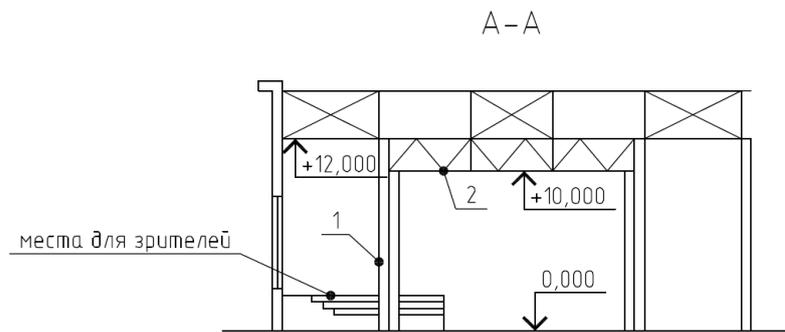
Как ранее было сказано, происходящие процессы в государственном планировании, научно-технический прогресс в промышленности, наплыв зарубежных товаров в страну привели к закрытию многих производств и освобождению площадей производственных зданий.

Одним из путей использования освободившихся от производственных процессов зданий является перепрофилирование в объекты непромышленной сферы. В социальной сфере имеется много направлений, где возможно адаптировать производственные здания с затратами финансовыми, трудовыми значительно меньшими, чем при строительстве новых объектов (рисунок 27, 30, 31, 32, 33).

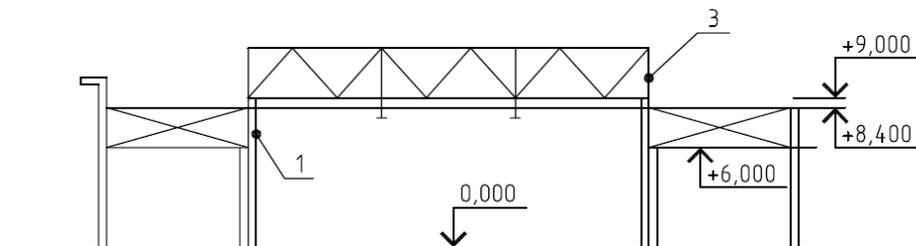
а)



б)



в)



а – план трехпролетного цеха, переоборудованного под конный манеж; б – установка подстропильных ферм выше основного здания. 1 – дополнительные колонны; 2 – подстропильные фермы; 3 – дополнительные (надстропильные) фермы; 4 – демонтируемые колонны

Рисунок 30 – Схема локального расширения пролета одноэтажного здания

Широкое распространение получило перепрофилирование производственных зданий с большими площадями и большой высотой этажей в торгово-развлекательные центры. Реальным примером является переустройство Оренбургского комбината шелковых тканей, после его закрытия, в торгово-развлекательный центр «Армада».

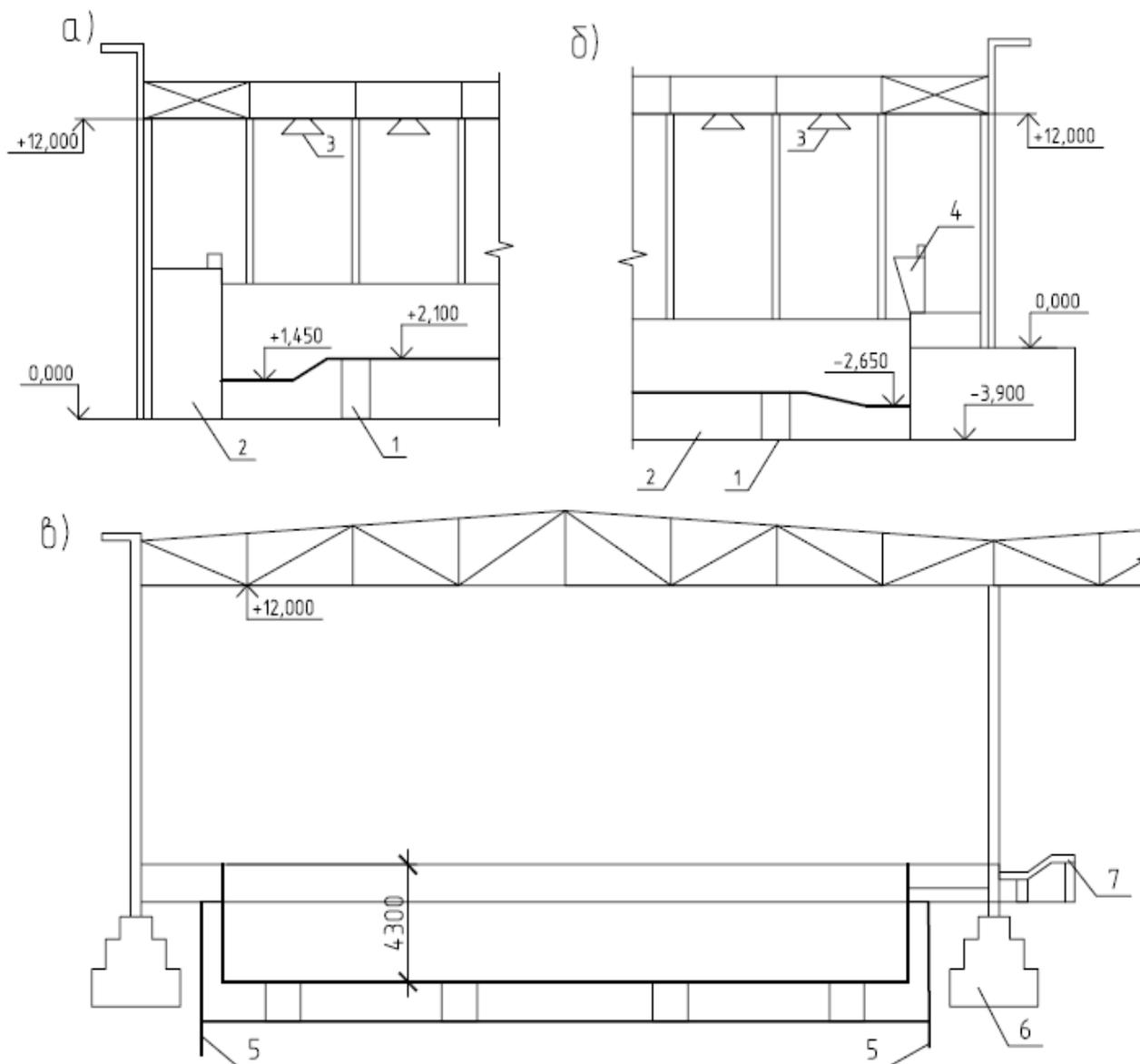
Происходит перепрофилирование производственных зданий в торговые, складские и даже учебные заведения, так например производственное помещение, закрывшегося Оренбургского завода сверл перепрофилированы: одноэтажное – в торговый центр, многоэтажное – в филиал Московского технологического университета. Многоэтажное производственное помещение Оренбургской швейной фабрики, после ее закрытия перепрофилировано в торговый центр и офисные помещения ряда организаций. Адаптация производственных зданий к новому назначению и новым условиям эксплуатации требует приведение в соответствие современным нормам освещения, путей эвакуации людей, вентиляции, размещение инженерного оборудования, а также рационального расположения всей номенклатуры помещений, соответствующих тем или иным объектам.

Работы по перепрофилированию производственных зданий, в зависимости от цели могут сопровождаться большим или меньшим объемом работ по переустройству. Меньший объем работ по переустройству выполняется при перепрофилировании производственных зданий в складские, торговые, спортивные заведения, а при перепрофилировании, например, в подземные или наземные многоярусные гаражи объем работ по переустройству значительно увеличивается.

#### 3.10.4.1 Спортивные здания и сооружения

Оздоровление нации является одной из важнейших задач государства, одним из путей решения которой является широкая пропаганда здорового образа жизни, вовлечение граждан страны в спортивные секции, спортивные клубы и пр. Недостаточные объемы строительства спортивных объектов возможно компенсировать перепрофилируя производственные здания остановившихся

производств. Размещение в перепрофилированных производственных зданиях спортивных объектов не предполагает размещения значительного зрителей (рисунок 29, 30). При адаптации производственных объектов к спортивным зданиям и сооружениям необходимо исходить из технических требований к объемно-планировочным схемам помещений для размещения в них спортивных сооружений.



а) ванна для плавания, размещенная выше; б) ванна для плавания и прыжков вышки, заглубленная частично; в) разрез по глубокой части ванны. 1 - опора ванны; 2 - техническое подполье; 3 - вентиляционные короба; 4 - вышка; 5 - защитная стенка из металлического шпунта или буронабивных свай; 6 - контур фундамента под колонну каркаса; 7 - трибуны для зрителей

Рисунок 31 – Схема устройства ванн плавательных бассейнов при их размещении в одноэтажном промышленном здании

Таблица 1

Наименование спортивной площадки	Размеры в плане, м	Необходимая высота, м	Необходимые размеры пролетов (м) и их количество
Волейбольная площадка	18×9	12	18 и более
Баскетбольная площадка	14×26	12	18 и более
Поле мини-футбола	15×30	12	18 и более
Площадка для гандбола	20×40	8	18 и более
Площадка для бадминтона	14×7	8	18 и более
Теннисный корт	20×24	12	24 и более
Бассейн для водного поло	20×30	8	24 и более
Бассейн для плавания	12×50	8	18 и более
Бассейн для гребли	14×8	8	18 и более
Манеж для верховой езды	20×40	8	24 и более
Ипподром	50×100	12	3×18 или 3×24
Площадка для хоккея	30×60	12	36
Катки ледяные			Практически любые
Дорожки беговые			Практически любые
Роликодромы	20×40	8	24 и более
Тиры	12×60	8	18 и более
Площадка для настольного тенниса	14×7	6	12 и более
бильярдные	8×6	6	12 и более
Площадка для борьбы	12×12	6	12 и более
Сектор для ядра	18×25	8	24 и более
Сектор для прыжков в высоту	18×36	10	24 и более
Сектор для прыжков с шестом	5×46	18	12 и более
Площадка для гимнастов	24×36	18	24 и более
Фехтовальная дорожка	2×15	6	12 и более
Дорожка кегельбана	30×4	6	12 и более

Существующие колонны каркаса ограничивают секторы обзора при строительстве трибун. Практически возможно переопирание конструкции покрытия на стальные подстропильные фермы, которые будут опираться на дополнительные колонны и фундаменты. Прежде чем проектировать переопирание конструкций, устройство дополнительных колонн необходимо оценить целесообразность этого решения.

При переустройстве в реконструируемом здании плавательного бассейна или бассейна для гребли или водного поло (рисунок 31) необходимо иметь в виду, что размер, например, бассейна для плавания 12×50 м, необходимая высота помещения

8 м, необходимые размеры пролета 18 м и более. Максимальная глубина чаши (ванны) для спортивного плавания – 1850 мм, с учетом толщины конструкции и полупроходного пространства под ванной для технического обслуживания, общая высота сооружения может составить 3950 мм.

В зависимости от высоты помещения ванна может быть размещена на поверхности пола (высота корпуса 8-10 м), технологическое оборудование может быть размещено в соседнем пролете или за ванной в том же пролете, если предусматривается установка трамплинов или трехметровых вышек, часть ванны должна иметь глубину 4500 мм, а общая высота сооружения составит около 5000 мм. В этом случае более глубокую часть ванны могут располагать ниже уровня пола.

Если высота помещения не отвечает требованиям, чашу бассейна выполняют заглубленной, для чего приходится разрушать пол и возможно фундаменты, кроме того возможно придется осуществить технические мероприятия по обеспечению устойчивости несущих стен или каркаса. При ширине ванны 12,5 м и пролете 18 м существует реальная угроза обрушения стенок котлована и просадки фундаментов каркаса. Защита может быть достигнута путем устройства шпунтовых стенок, предотвращающих обвал грунта при отрывке котлована внутри пролета. При этом не рекомендуется уровень пола технического этажа под самой глубокой частью ванны располагать ниже подошвы фундамента каркаса (рисунок 31).

В многоэтажных корпусах производственных зданий можно располагать залы для тренировок гимнастов, кегельбаны, роликотромы, ледяные катки, бильярдные, площадки для настольного тенниса, залы для секций борьбы и бокса.

Помещения на всех этажах могут быть приспособлены для занятий спортивными танцами, акробатикой, фитнесом и пр.

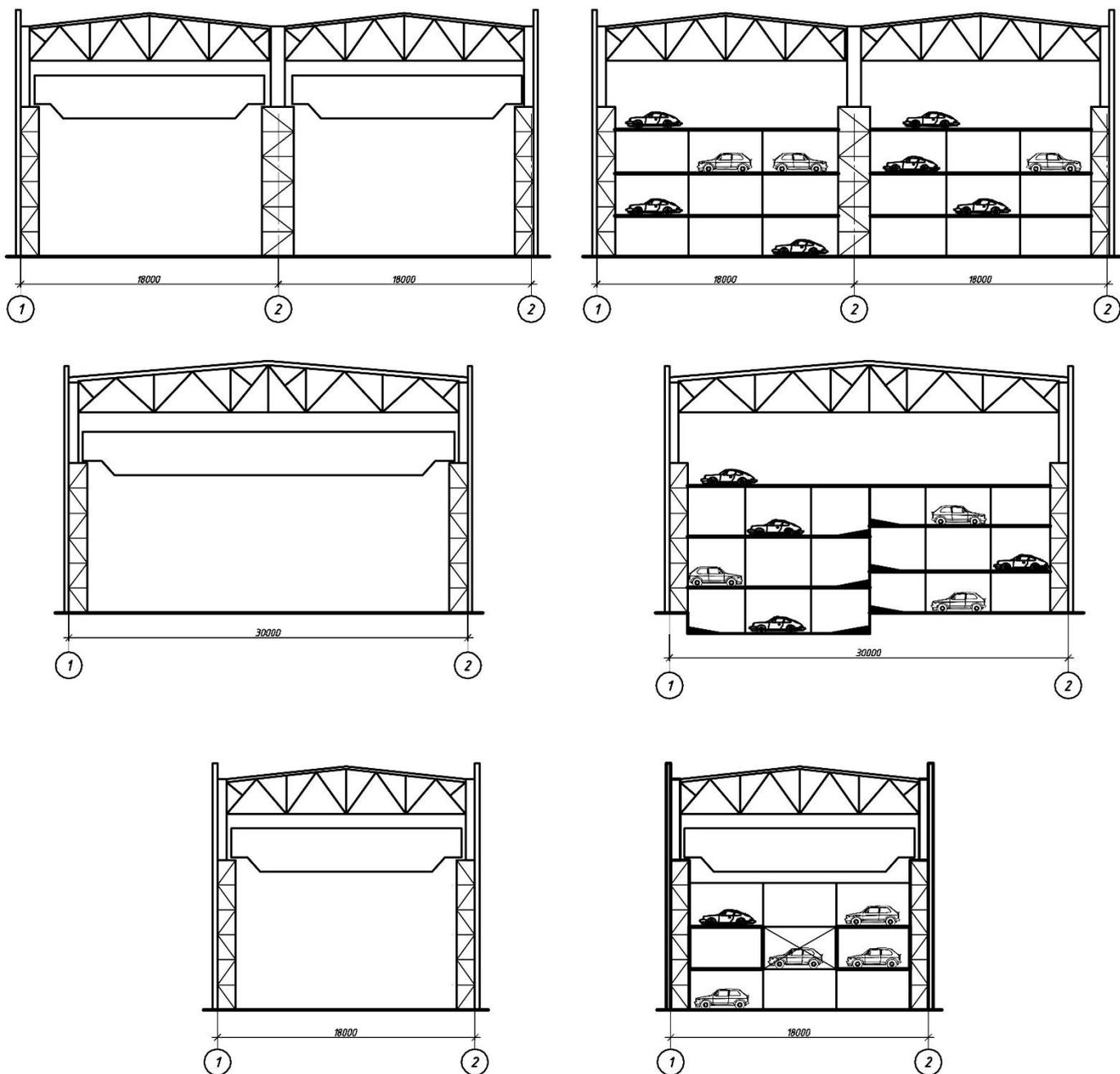
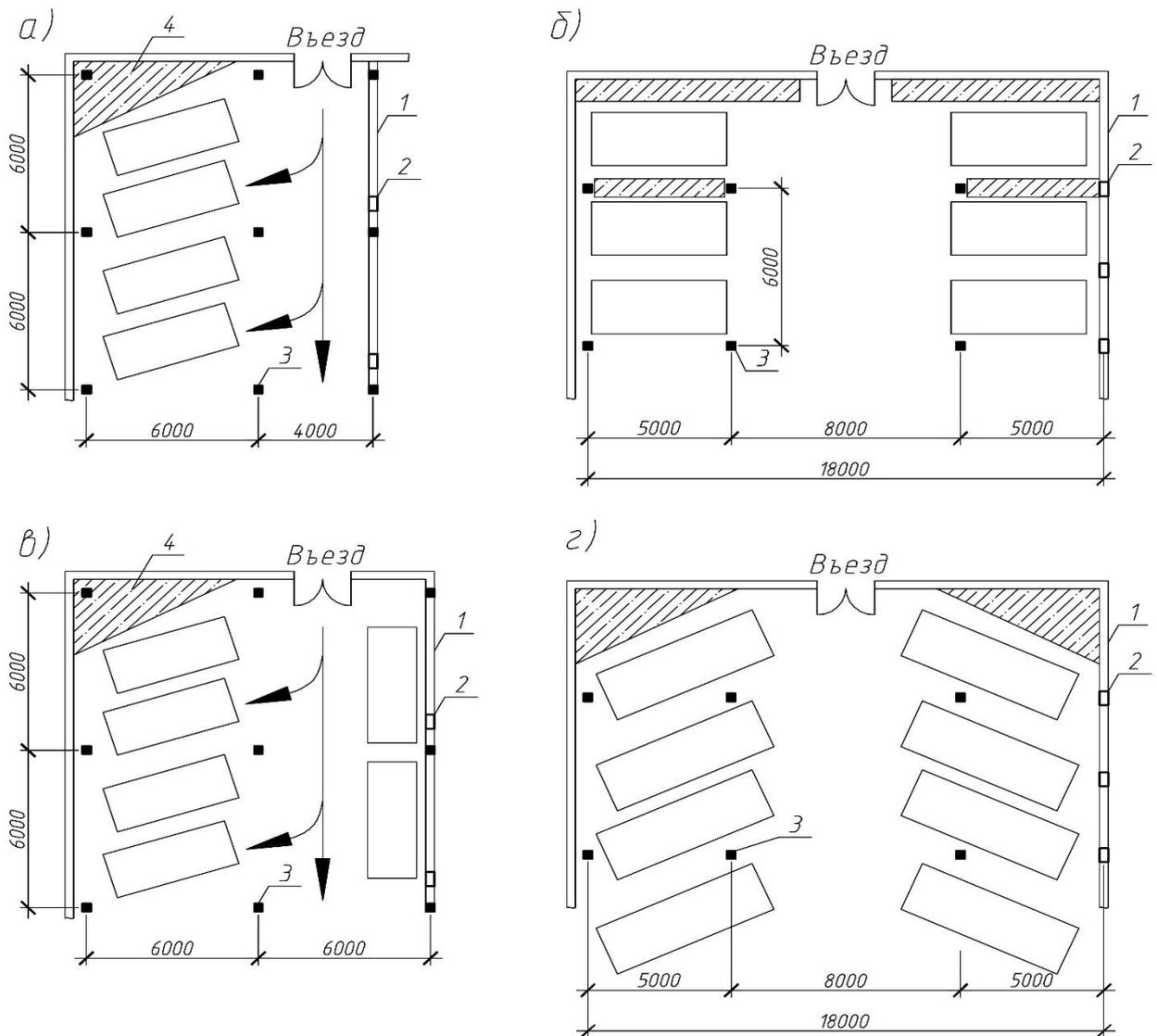


Рисунок 32 – Размещение многоуровневых гаражей при реконструкции одноэтажных промышленных зданий

### 3.10.4.2 Гаражи

Практический интерес представляет использование производственных зданий для размещения в них многоуровневых гаражей-стоянок с различными схемами расстановки автомобилей (рисунок 32, 33, 34).

Для перемещения автомобилей на верхние этажи гаража и в обратном направлении используются пристроенные снаружи рампы (рисунок 33 в), встроенные прямолинейные полурампы (рисунок 33 б), имеющие крановое оборудование производственного здания, после проведения необходимых технических разработок.



а, в – в кирпичных одноэтажных зданиях с дополнительным перекрытием; б, г – в каркасных одноэтажных и многоэтажных зданиях с дополнительными перекрытиями. 1 – межпролетная стена в одноэтажных зданиях или наружная стена в многоэтажных зданиях; 3 – колонны дополнительные для опирания дополнительных перекрытий; 4 – неиспользуемое пространство

Рисунок 33 – Схема размещения автомобилей при манежном хранении

Общетехнические требования для проектируемых гаражей сводятся к следующим:

- расчетная нагрузка на пол (перекрытие) составляет  $350 \text{ кг/м}^2$ , а при расчете фундаментов –  $2500 \text{ кг}$  на каждое парковочное место;

- расчетная площадь на один легковой автомобиль при маневрном хранении составляет  $20 \text{ м}^2$ , при хранении автомобилей под углом  $60^\circ$  –  $24 \text{ м}^2$ , при расположении автомобилей под углом  $45^\circ$  –  $25 \text{ м}^2$ ;

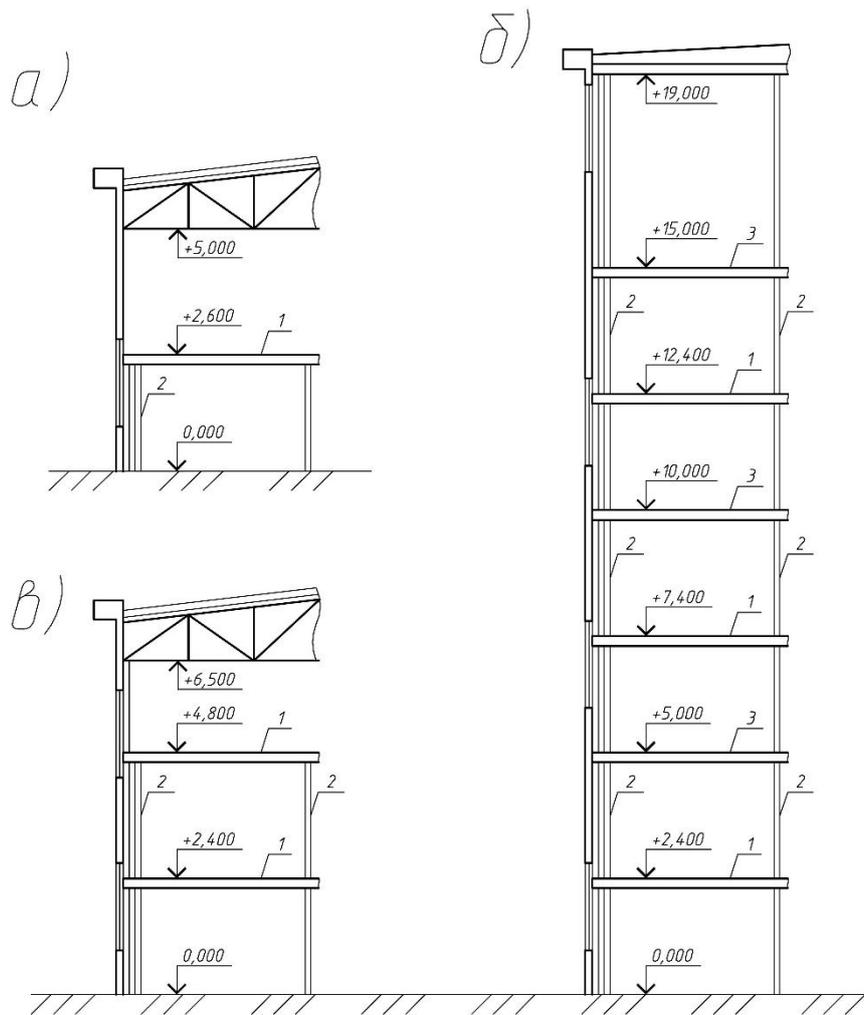
- высота этажа может составлять  $2100 \text{ мм}$ , а в зоне боксов допускается снижение до  $1900 \text{ мм}$ ;

- в гаражах на 50 автомобилей и более должны быть предусмотрены отдельные въезды и выезды автомобилей, в том числе по наклонным рампам;

- уклон наружных (открытых) рамп (пандусов) в районах средней полосы России не должны превышать  $10 \%$ , а при укрытых рампах и внутреннем расположении пандусов их уклон может составлять  $15 \%$ ;

- ширина въездных ворот при отдельном въезде и выезде должна быть не менее  $5000 \text{ мм}$ , высота въездных ворот должна составлять  $2700 \text{ мм}$ .

В зависимости от высоты производственного здания (от уровня пола до низа стропильной конструкции в одноэтажных и высота этажа в многоэтажных) появляется возможность сооружения дополнительных перекрытий, позволяющих размещать автомобили в 2 и более яруса (рисунок 32, 34).



а, в – в одноэтажных зданиях различной высоты; б – в многоэтажном каркасном здании. 1 – дополнительное перекрытие; 2 – дополнительные опоры; 3 – основное перекрытие

Рисунок 34 – Схема размещения дополнительных перекрытий в промышленных корпусах

Двухярусное расположение автомобилей возможно при высоте 4-5 м, трехярусное – при высоте 6-8 м, четырехярусное – при высоте 9-10 м, пятиярусное – при высоте 12 м, при высоте 12 м допустимо шестиярусное размещение.

Перекрытия дополнительные рациональнее выполнять в монолитном железобетоне, колонны могут быть железобетонные, стальные и даже каменные.

Колонны дополнительных перекрытий, прорезающие существующие (в многоэтажных зданиях) целесообразно выполнить в металле.

### **3.11 Перспективные направления в реконструкции зданий**

Реконструкция зданий и сооружений является сложной многоплановой проблемой. Ее решение в каждом конкретном случае требует учета социальных, экономических, эстетических, технических и ресурсных аспектов. Объемы реконструкции будут и дальше возрастать, что в первую очередь обусловлено дефицитом земли, ресурсов, недостаточно эффективным использованием эксплуатируемых площадей в производственной сфере, повышением требований к комфортности жилья и др.

Строительная отрасль располагает мощной индустриальной базой, высококвалифицированными рабочими, инженерно-техническими и научными кадрами, технологиями, механизмами, методами управления, позволяющими успешно вести реконструкцию промышленных и сельскохозяйственных объектов, жилых и общественных зданий, инженерных сооружений. Однако новые, более сложные и объемные задачи требуют дальнейшего совершенствования системы проектирования, обеспечения и проведения реконструкции зданий и сооружений. Можно сформулировать следующие основные направления совершенствования реконструкции:

1) разработка новых, более тонких методов диагностики состояния конструкций на основе использования современных высокочувствительных приборов, средств автоматизации процесса обследований и обработки получаемых результатов измерений.

Такие приборы, объединенные в комплексные системы, могут быть использованы и для наблюдения за поведением элементов зданий после реконструкции. Внедрение указанных методов и приборов позволит повысить эффективность работы специалистов, проводящих обследования, и надежность принимаемых технических решений, выявить дополнительные резервы несущей способности и жесткости обследуемых конструкций;

2) использование современных методов расчета, строго учитывающих закономерности деформирования материалов при соответствующих режимах и

видах воздействий, особенности пространственной работы зданий в целом и отдельных конструктивных элементов в их составе, реальных граничных условий, деформированной схемы и других факторов.

Реализация отмеченного выше невозможна без повышения степени компьютеризации проектирования реконструкции, которая открывает широкие возможности оптимизации объемно-планировочных и конструкторско-технологических решений.;

3) внедрение эффективных конструктивных решений на базе использования традиционных для строительства материалов – железобетона, кирпича, металла и др.

В частности, в реконструкции промышленных объектов найдут широкое применение строительно-технологические модули с крупноразмерной квадратной сеткой колонн (от 18×18 до 60×60 м) и использованием в качестве основного подъемно-транспортного оборудования напольных кранов. Зально-пролетная планировка зданий с редкоопорным пространством в наибольшей степени отвечает требованиям компоновки мобильных технологий промышленных производств в процессе их модернизации. Высота зданий от 6 до 12,6 м; каркас стальной или железобетонный; покрытия из стальных перекрестных ферм, структурных конструкций, сталебетонных мембран. Указанные модули легко пристраиваются к существующим зданиям, в определенных случаях «накрывают» их с последующей разборкой внутри модули при помощи напольных кранов. Следует расширить использование профнастила.

При надстройке малоэтажных, прежде всего кирпичных зданий целесообразно переходить на конструкции стен и перекрытий из легких бетонов (в подавляющем большинстве это керамзитобетон и ячеистые бетоны; некоторых регионах страны – это бетоны на легких местных естественных заполнителях). Использование легких бетонов (плотностью от 600 до 1800 кг/м<sup>3</sup>) позволяет значительно уменьшить нагрузки на существующую надстраиваемую часть здания и соответственно исключить или свести к минимуму ее усиление.

Применение ячеистых бетонов уменьшает стоимость 15 %, экономия топливно-энергетических ресурсов при изготовлении изделий 30 %.

Перспективным направлением при реконструкции центральных частей крупных городов, является применение зданий с безригельным перекрытием. Железобетонный каркас представляет собой рамную или рамно-связевую систему, состоящую из стоек-колонн, заземленных в фундаментах, и плоской сборной или сборно-монолитной плиты перекрытия. Последняя состоит из трех элементов: надколонной, межколонной и пролетной плит.

Надколонные плиты прикрепляются непосредственно к колонне с последующим обетонированием стыка, затем из них устанавливаются межколонные плиты и на последние – пролетные

Основным достоинством такого решения является универсальность, т.е. применение в жилищном гражданском и промышленном строительстве; каркасная структура с широким набором сеток колонн и возможностью изменения высоты этажа и нагрузок на перекрытие.

Системы с безригельным бескапитальным перекрытием позволяют устраивать дома-вставки, гармонично сочетающиеся с существующей застройкой, так как наружное ограждение для этой системы может быть выбрано в любых вариантах исполнения: кирпичная кладка, монолитный бетон, навесные панели;

4) применение конструкций из новых материалов, в первую очередь стеклопластиков и полимербетонов.

Разработанные особо легкие стеклопластиковые конструкции покрытий размерами 1,5×6; 3×6; 1,5×9 и 1,5×12 м. Могут найти широкое применение при замене железобетонных, деревянных и металлических конструкций покрытий. Стены и фундаменты сельскохозяйственных производственных помещений, как правило, находятся в удовлетворительном состоянии, поэтому наличие легких конструкций покрытий позволяет решать задачи восстановления коровников, свинарников и других сельскохозяйственных зданий.

Стеклопластиковыми панелями можно покрывать дефектные железобетонные плиты покрытия в целях передачи снеговой и других нагрузок непосредственно на

фермы или балки, что довольно часто требуется при реконструкции. Шире следует применять разработанные коррозионно-стойкие полимербетонные конструкции. Номенклатура полимербетонов в последние годы значительно возросла;

5) разработка новых методов усиления и восстановления эксплуатационной надежности конструкций.

Развитие данного направления в основном идет по пути использования металла и железобетона, но с применением предварительного напряжения, расширяющихся цементов, шприц-бетона, торкретирования и других эффективных конструктивно-технологических решений и приемов. Так, весьма перспективным является способ восстановления эксплуатационных показателей кровель при помощи нанесения слоя поризованного цементного раствора с последующей пропиткой его петролатумом.

Для усиления оснований может найти применение разработанный метод подводки забивных свай под подошву фундамента с помощью пневмопробойников. Несущая способность свай от 1,5 до 15 т.

Новыми перспективными способами усиления оснований являются газовая силикатизация и электротермозакрепление.

Большие перспективы открывает использование полимеров. Так, для заделки трещин в кирпичных стенах весьма эффективны полимеррастворы. В качестве связующего в них используются эпоксидные, полиэфирные композиции, метилметакрилаты и др. Причем имеются составы холодного отверждения, которые полимеризуются даже при отрицательных температурах.

Найдет более широкое применение инъектирование полимерных композиций, заделка трещин полимерами, армированными стеклофибрами, отходами стекловолокна.

Особенно эффективно сочетание заделки трещин по полимеррастворами, полимерными армированными композициями с последующим внешним стеклопластиковым армированием зон трещин. Оно осуществляется наклейкой 2-3 слоев стеклоткани, пропитанных полимерным связующим холодного отверждения. Данный способ, как показывает накопленный опыт, необходимо широко применять

и в крупнопанельном домостроении. При усилении изгибаемых элементов, особенно подкрановых балок, целесообразно внешнее стеклопластиковое армирование выполнять с предварительным напряжением. Оно осуществляется обжатием конструкции после нанесения внешнего армирования и отпуском по завершении процесса полимеризации и соответственно набора прочности стеклопластиком ( А.с. 924317 СССР, МПК Е 04 В 5/02. Способ изготовления предварительно напряженных бетонных элементов / А.Л. Шагин (СССР). 3778380/29-33; Заявлено 03.08.82; Оpubл. 30.06.84, Бюл. 16).

Усиление железобетонных конструкций внешним стеклопластиковым армированием наиболее целесообразно при реконструкции объектов с агрессивными средами, так как оно одновременно является надежной защитой от коррозии: выбор связующего осуществляется в зависимости от вида и степени агрессивности будущей эксплуатационной среды.

Внешнее армирование осуществляется обмоткой колонн стеклотканью, стеклолентой (при этом реализуется поперечное обжатие) с послойной пропиткой полимерным связующим; приформовкой стеклоткани к внутренним поверхностям плит перекрытий и покрытий либо нанесением на них рубленого стекловолокна с одновременной подачей связующего и др.

Несущая способность конструкций может быть повышена в 2 и более раз;

б) разработка и внедрение в практику прогрессивных технологий на базе индустриальных методов и средств автоматизации, усовершенствованной структуры парка машин и механизмов и их качественного состава, оптимального объединения строительных машин, средств малой механизации и автотранспорта. Совершенствование существующих и создание новых специальных средств механизации и автоматизации для работы в стесненных условиях.

## Список использованных источников

1 Реконструкция промышленных предприятий : в 2 т. Т. 1. / под ред. В. Д. Топчия, Р. А. Гребенника . М. : Стройиздат, 1990. - 591 с. : ил. - ISBN 5-274-01156-X.

2 Реконструкция зданий и сооружений : учеб. пособие для строит. специальностей вузов / под ред. А. Л. Шагина. - М. : Высш. шк., 1991. - 351 с. : ил. - Библиогр.: с. 348. - ISBN 5-06-000771-5.

3 Александрова В.Ф. Технология и организация реконструкции зданий : учебное пособие/ В.Ф. Александрова, Ю.И. Пастухов, Т.А. Расина - Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19049>

4 Касимов, Р. Г. Реконструкция зданий и сооружений [Электронный ресурс] : методические указания: в 2 ч. Ч. 1. Реконструкция гражданских зданий / Р. Г. Касимов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии строит. пр-ва. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург : ОГУ, 2015. -Adobe Acrobat Reader 6.0.

5 Топчий, Д. В. Реконструкция и перепрофилирование производственных зданий / Д. В. Топчий. - М. : Ассоц. строит. вузов, 2008. - 144 с. - Прил.: с. 131-141. - Библиогр.: с. 142-143. - ISBN 978-5-93093-556-1.

6 Добромыслов, А. Н. Диагностика повреждений зданий и инженерных сооружений : справ. пособие / А. Н. Добромыслов. - М. : АСВ, 2008. - 304 с. : ил. - Прил.: с. 214-295. - Библиогр.: с. 296-301. - ISBN 978-5-93093-437-3.

7 Реконструкция промышленных зданий и сооружений : передовой опыт науч.-исслед., проект.-конструкт. разработ., технологии и орг. стр-ва / Е. В. Горохов [и др.]. - М. : Стройиздат, 1988. - 136 с. : ил. - (Курсом ускорения научно-технического прогресса).

8 Руководство по организации строительного производства в условиях реконструкции промышленных предприятий, зданий и сооружений / ЦНИИОМТП. – М. : Стройиздат, 1982. – 223 с.

9 Руководство по проведению натурных обследований промышленных зданий и сооружений. М. : ЦНИИпромзданий, 1975. – 102 с.

10 Рекомендации по обеспечения надежности и долговечности железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений при их реконструкции и восстановлении / Харьковский ПромстройНИИпроект. – М. : Стройиздат, 1990. – 176 с.

11 Положение о проведении планово-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений : МДС 13-14.2000. – М. : ГУП ЦПП, 2003. – 71 с.

## Приложение А

(справочное)

### Примерная периодичность капитального ремонта конструктивных элементов производственных зданий

Таблица А.1

Наименование конструктивных элементов	Примерная периодичность капитального ремонта в годах для различных условий эксплуатации		
	в нормальных условиях	в агрессивной среде и при переувлажнении	при вибрационных и других динами- ческих нагрузках
1	2	3	4
1 Фундаменты: железобетонные и бетонные	50-60	25-30	15-20
бутовые и кирпичные	40-50	20-25	12-15
деревянные ступля	15-20	8-12	10-12
2 Стены: каменные из штучных материалов	20-25	15-18	12-15
каменные облегченной кладки	12-15	8-12	10-12
деревянные рубленые	15-20	12-15	15-18
деревянные каркасные и щитовые	12-15	8-12	10-12
глинобитные, сырцовые и смешанные	8-10	6-8	6-8
3 Колонны: металлические	50-60	40-45	40-50
железобетонные	50-60	40-45	35-40
кирпичные	20-25	15-18	12-15
деревянные на обвязке	15-18	10-15	10-12
деревянные в земле	10-15	8-12	10-12
4 Фермы: металлические	25-30	15-20	20-25
железобетонные	20-25	15-20	15-20
деревянные	15-20	12-15	12-15
5 Перекрытия: железобетонные	20-25	15-18	15-20
деревянные	15-20	12-15	12-15

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4
6 Кровля:			
металлическая	10-15	5-8	10-12
шиферная	15-20	15-20	12-15
рулонная	8-10	8-10	8-10
7 Полы:			
металлические	20-25	-	15-20
цементные и бетонные	5-8	2-5	4-5
керамические	15-20	12-15	10-12
торцовые	10-12	8-10	10-12
асфальтовые	6-8	6-8	6-8
дощатые	8-10	6-8	6-8
паркетные	8-10	6-8	6-8
из линолеума	5-6	5-6	5-6
8 Проемы:			
переплеты			
металлические	30	20	25
переплеты деревянные	15	10	12
двери	10	10	10
ворота	8	8	8
9 Внутренняя штукатурка	15	10	6
10 Штукатурка фасадов	10	10	6
11 Центральное отопление	15	12	10
12 Вентиляция	10	5	8
13 Водопровод, канализация и горячее водоснабжение	15	12	12
14 Электроосвещение	15	12	12
15 Гидроизоляционные и антикоррозийные окраски	8-10	4-6	6-8

## Приложение Б

(справочное)

### Нормативные сроки службы зданий и сооружений и нормы годовых амортизационных отчислений

Таблица Б.1

Группа и вид зданий и сооружений	Нормативный срок службы $T_c$ , годы	Общая норма амортизационных отчислений, %	В том числе	
			на полное восстановление (реновацию)	на капитальный ремонт
1	2	3	4	5
<b>Здания производственные и непроизводственные<sup>1</sup></b>				
1 Здания многоэтажные (более двух этажей), за исключением многоэтажных зданий типа этажерок специального технологического назначения (обогачительных фабрик, дробильных, размольных, химических цехов и других аналогичных производств); здания одноэтажные с железобетонными и металлическими каркасами, со стенами из каменных материалов, крупных блоков и панелей, с железобетонными, металлическими и другими долговечными покрытиями, с площадью пола свыше 5 тыс. м <sup>2</sup>	100	2,4	1	1,4
2 Здания двухэтажные всех назначений, кроме деревянных, всех видов; здания одноэтажные с железобетонным и металлическим каркасами, со стенами из каменных материалов, крупных блоков и панелей, с железобетонными, металли-				

<sup>1</sup> При эксплуатации производственных зданий в условиях агрессивной среды, увлажненности, для животноводческих построек и для производственных зданий, построенных до 1930 г. и не подвергавшихся впоследствии реконструкции, к норме амортизационных отчислений на капитальный ремонт применяется коэффициент 1,5; для предприятий мясной и молочной промышленности – 2; для предприятий легкой промышленности – 2,75

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5
ческими и другими долговечными покрытиями, с площадью пола до 5 тыс. м <sup>2</sup>	83	2,6	1,2	1,4
3 Здания многоэтажные типа этажерок специального технологического назначения (обогачительных фабрик, дробильных, размольных, химических цехов и других аналогичных производств); здания одноэтажные бескаркасные со стенами из каменных материалов, крупных блоков и панелей, с железобетонными, металлическими и кирпичными колоннами и столбами, с железобетонными, металлическими, деревянными и другими перекрытиями и покрытиями	59	3,1	1,7	1,4
4 Здания одноэтажные бескаркасные со стенами из облегченной каменной кладки, с железобетонными, кирпичными и деревянными колоннами и столбами, с железобетонными, деревянными и другими перекрытиями и покрытиями; здания деревянные с брусчатыми рубленными стенами одно-, двух- и более этажные	40	4,7	2,5	2,2
5 Здания ГЭС и ГАЭС бетонные и железобетонные: руслового, несомещенного, совмещенного и бычкового типов, приплотинные, подземные здания ГЭС	100	1,09	1	0,09

## Приложение В

(справочное)

### Категория технического состояния

Таблица В.1

Категория технического состояния здания	Признаки силовых воздействий	Признаки воздействия внешней среды
1	2	3
1	<p>Каменные конструкции В кирпичной кладке в отдельных кирпичах имеются трещины, не пересекающие растворные швы.</p> <p>Железобетонные конструкции В железобетонных конструкциях имеются отдельные волосяные трещины с шириной раскрытия не более 0,1 мм.</p>	Нет
2	<p>Каменные конструкции В кирпичной кладке трещины, пересекающие не более двух рядов кладки.</p> <p>Железобетонные конструкции Образование трещин в растянутой зоне изгибаемых элементов с раскрытием до 0,3 мм. Выпадение раствора в швах между плитами перекрытия. Трещины в швах между сборными плитами перекрытий шириной до 2 мм.</p> <p>Стальные конструкции Видимых повреждений нет.</p>	<p>Каменные конструкции Выветривание раствора швов кладки до 1 см. Отпадение местами штукатурки.</p> <p>Железобетонные конструкции Следы коррозии распределительной арматуры. Следы увлажнения бетона.</p> <p>Стальные конструкции Местное разрушение антикоррозионного покрытия. На отдельных участках коррозия пятнами с поражением до 5% сечения.</p>
3	<p>Каменные конструкции В кирпичной кладке трещины, пересекающие не более 4-х рядов кладки. Трещины в перегородках шириной до 10 мм.</p>	<p>Каменные конструкции Разрушение кладки на глубину до 15% толщины стены.</p> <p>Железобетонные конструкции Образование продольных</p>

Продолжение таблицы В.1

1	2	3
3	<p>Железобетонные конструкции Образование трещин в растянутой зоне изгибаемых элементов до 0,5 мм.</p> <p>Стальные конструкции Относительные прогибы балок до 1/150 пролета</p>	<p>трещин вдоль рабочей арматуры из-за коррозии. Отдельные выколы бетона.</p> <p>Стальные конструкции Пластинчатая ржавчина с уменьшением сечения элементов до 10 % сечения из-за коррозии. Местные погнутости элементов от ударов транспортных средств.</p>
4	<p>Каменные конструкции В кирпичной кладке трещины, пересекающие более 4-х рядов кладки. Образование вертикальных трещин между продольными и поперечными стенами. Образование трещин и сколов в местах опирания балок и ферм на пилястры длиной до 20 см. Вертикальные сквозные трещины в продольных и поперечных стенах с раскрытием до 10 мм. Трещины в перегородках более 10 мм.</p> <p>Железобетонные конструкции Ширина раскрытия нормальных трещин изгибаемых элементов в растянутой зоне до 1 мм. Прогибы элементов до 1/80 пролета.</p> <p>Стальные конструкции Прогибы балок заметные на глаз (до 1/80 пролета). Выпучивание стенок и поясов балок и колонн</p>	<p>Каменные конструкции Разрушение кладки до 25% толщины стены. Наклоны и выпучивание стен и фундаментов не более, чем на 1/5 их толщины. Заметное выпучивание перегородок, нарушение их связи с колоннами и стенами. Отклонение кирпичных колонн от вертикали более 3 см.</p> <p>Железобетонные конструкции Отслоение защитного слоя железобетонных конструкций с уменьшением сечения арматуры до 15 % из-за коррозии. Снижение прочности бетона до 30 %.</p> <p>Стальные конструкции Коррозия элементов до 25% сечения. Отклонение ферм от вертикальной плоскости более 15 мм</p>
5	<p>Каменные конструкции Отрыв продольных несущих стен от поперечных. Вертикальные и косые трещины в местах опирания балок или ферм на пилястры длиной более 20 см.</p>	<p>Каменные конструкции Размораживание и выветривание кладки стен на глубину до 40% толщины стены. Полная потеря</p>

Продолжение таблицы В.1

1	2	3
5	<p>Разрушение крепления узлов панелей стен. Вертикальные сквозные трещины в продольных и поперечных стенах по высоте здания с раскрытием более 10 мм. Обрушение отдельных конструкций.</p> <p>Железобетонные конструкции Ширина раскрытия трещин изгибаемых элементов в растянутой зоне более 1 мм. Раздробление бетона сжатой зоны. Сквозные наклонные трещины в сжатых элементах. Выпучивание арматуры в сжатой зоне колонн. Разрыв арматуры в растянутой зоне и хомутов в зоне наклонной трещины. Прогибы изгибаемых элементов до 1/80 пролета.</p> <p>Стальные конструкции Потеря устойчивости балок и сжатых элементов колонн и ферм. Разрыв растянутых элементов. Наличие трещин в основном материале элементов и подкрановых балках. Прогибы изгибаемых элементов более 1/80 пролета.</p> <p>Деревянные конструкции Прогибы изгибаемых элементов более 1/80 пролета. Быстро нарастающая деформация. Сквозные трещины в накладках стыков по линии болтов ферм. Трещины в нижних поясах ферм по сучку. Надломы и разрушения отдельных конструкций. Скалывание врубок. Потеря устойчивости сжатых элементов.</p>	<p>прочности раствора (раствор легко разбирается руками). Наклоны и выпучивание стен в пределах этажа более 1/3 их толщины. Сдвиг стен и фундаментов по горизонтальным швам.</p> <p>Железобетонные конструкции Уменьшение сечения арматуры из-за коррозии более 15%. Снижение прочности бетона более 30%. Заниженная площадь опирания плит покрытия и перекрытия (менее 5 см).</p> <p>Стальные конструкции Коррозия с уменьшением расчетного сечения несущих элементов более 25 %. Расстройство стыков со взаимным смещением опор.</p> <p>Деревянные конструкции Поражение гнилью строительных конструкций более 25 % сечения.</p>

## Приложение Г

(справочное)

### Категория технического состояния

Таблица Г.1

Категория технического состояния	Описание технического состояния	Относительная надежность $y = \gamma/\gamma_0$	Поврежденность $\varepsilon = 1-y$	Стоимость ремонта С, %
1	2	3	4	5
1	Нормальное исправное состояние. Отсутствуют видимые повреждения. Выполняются все требования действующих норм и проектной документации. Необходимости в ремонтных работах нет	1	0	0
2	Удовлетворительное работоспособное состояние. Несущая способность конструкций обеспечена, требования норм по предельным состояниям II группы и долговечности могут быть нарушены, но обеспечиваются нормальные условия эксплуатации. Требуется устройство антикоррозионного покрытия, устранение мелких повреждений	0,95	0,05	0-11
3	Не совсем удовлетворительное, ограниченно работоспособное состояние. Существующие повреждения свидетельствуют о снижении несущей способности. Для продолжения нормальной эксплуатации требуется ремонт по устранению поврежденных конструкций	0,85	0,15	12-36

Продолжение таблицы Г.2

1	2	3	4	5
4	<p>Неудовлетворительное, (неработоспособное) состояние. Существующие повреждения свидетельствуют о непригодности к эксплуатации конструкций. Требуется капитальный ремонт с усилением конструкций. До проведения усиления необходимо ограничение действующих нагрузок. Эксплуатация возможна только после ремонта и усиления</p>	0.75	0,25	37-90
5	<p>Аварийное состояние. Существующие повреждения свидетельствуют о возможности обрушения конструкций. Требуется немедленная разгрузка конструкций и устройство временных креплений, стоек, подпорок, ограждений опасной зоны. Ремонт в основном проводится с заменой аварийных конструкций</p>	0,65	0,35	91-130