

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ

Кафедра Технологии неорганических веществ
Автор: Кобелева Асия Рифовна, канд. техн. наук

Относится к специальным дисциплинам. Изучает порядок разработки и согласования проектной документации, формирует навыки проектирования промышленных объектов. Рассматривает вопросы разработки аппаратурно-технологического оформления типовых процессов, расчета, подбора и компоновки химических производств. Важное место уделяется монтажной проработке технологических узлов и автоматизации схем химических производств.

Трудоемкость – 102 часа
Лекционные занятия – 34 часа
Практические занятия – 17 часов
Самостоятельная работа – 51 час

Цель курса

Изучение сведений об основах, принципах и методах промышленного проектирования химических предприятий неорганических веществ и химического оборудования, в частности технологической и строительной частей проекта, генерального плана предприятия, инженерно-технических сетей; освоение практических навыков проведения расчетов химического оборудования, развитие творческих способностей к проектной работе будущих инженеров.

Задачи курса

- – Изучить состав предпроектной и проектной документации, требования к ней;**
- – Изучить принципы, методы и технологию промышленного проектирования химических предприятий;**
- – Научиться разрабатывать технологическую часть проекта химического предприятия;**
- – Приобрести навыки выбора и проведения технологических расчетов химического оборудования;**
- – Приобрести навыки рационального размещения химического оборудования;**
- – Изучить основы строительной части проекта, основы проектирования генерального плана, транспортных коммуникаций и инженерно-технических сетей химических предприятий.**

Формы контроля

- Текущий контроль качества процесса обучения (тестирование)
- Индивидуальное задание
- Итоговый устный экзамен

Структура курса

Введение. Цели и задачи проектирования промышленных предприятий и химического оборудования.

- ***Раздел 1.*** Предпроектная и проектная документация, технология проектирования.
- ***Раздел 2.*** Технологическая часть проекта.
- ***Раздел 3.*** Выбор и расчеты основного и вспомогательного технологического оборудования, его размещение в промышленных зданиях и на открытых площадках.
- ***Раздел 4.*** Генеральный и ситуационный план предприятия, инженерно-технические сети.
- ***Раздел 5.*** Строительная часть проекта.

Заключение. Реализация проектов. Строительство предприятия, очереди строительства. Приемка готового объекта, пуско-наладочные работы, сдача объекта в эксплуатацию. Освоение проектных мощностей, авторский надзор.

Раздел 1. Предпроектная и проектная документация, технология проектирования.

- **Тема 1.** Общие требования к проектам. Проектные организации. Этапы проектирования.
- Основные нормативные материалы и документы, регламентирующие проектные работы. Проектные организации в системе учреждений, виды и специализация проектных организаций в химической промышленности. Этапы и стадии проектирования. Принципы проектирования промышленных предприятий. Организация и технология проведения проектных работ.
- **Тема 2.** Предпроектные работы.
- Исходные данные для проектирования. Анализ требований потребителя к готовой продукции, анализ действующих производств. Научно-исследовательские изыскания. Опытно-конструкторские работы.
- **Тема 3.** Технико-экономическая оценка.
- Технико-экономическая оценка новых технических решений, реконструкции предприятия или расширения строительства. Состав и содержание разделов технико-экономической оценки.
- **Тема 4.** Рабочий проект и его состав.
- Рабочий проект и его состав. Состав проектной и прилагаемой графической документации. Сроки исполнения и требования к проектной организации. Очередность проектирования объектов. Разработка задания на проектирование, прилагаемые к нему документы.

Основные понятия: Техническая документация

Проект

Промышленное предприятие

Производственно-техническое организационное единство

Производство

Производственный процесс предприятия

Состав промышленного предприятия

Производственная мощность

Проектная мощность

Оптимальная мощность



Рис. Основные стадии проектирования

Структура проектного института

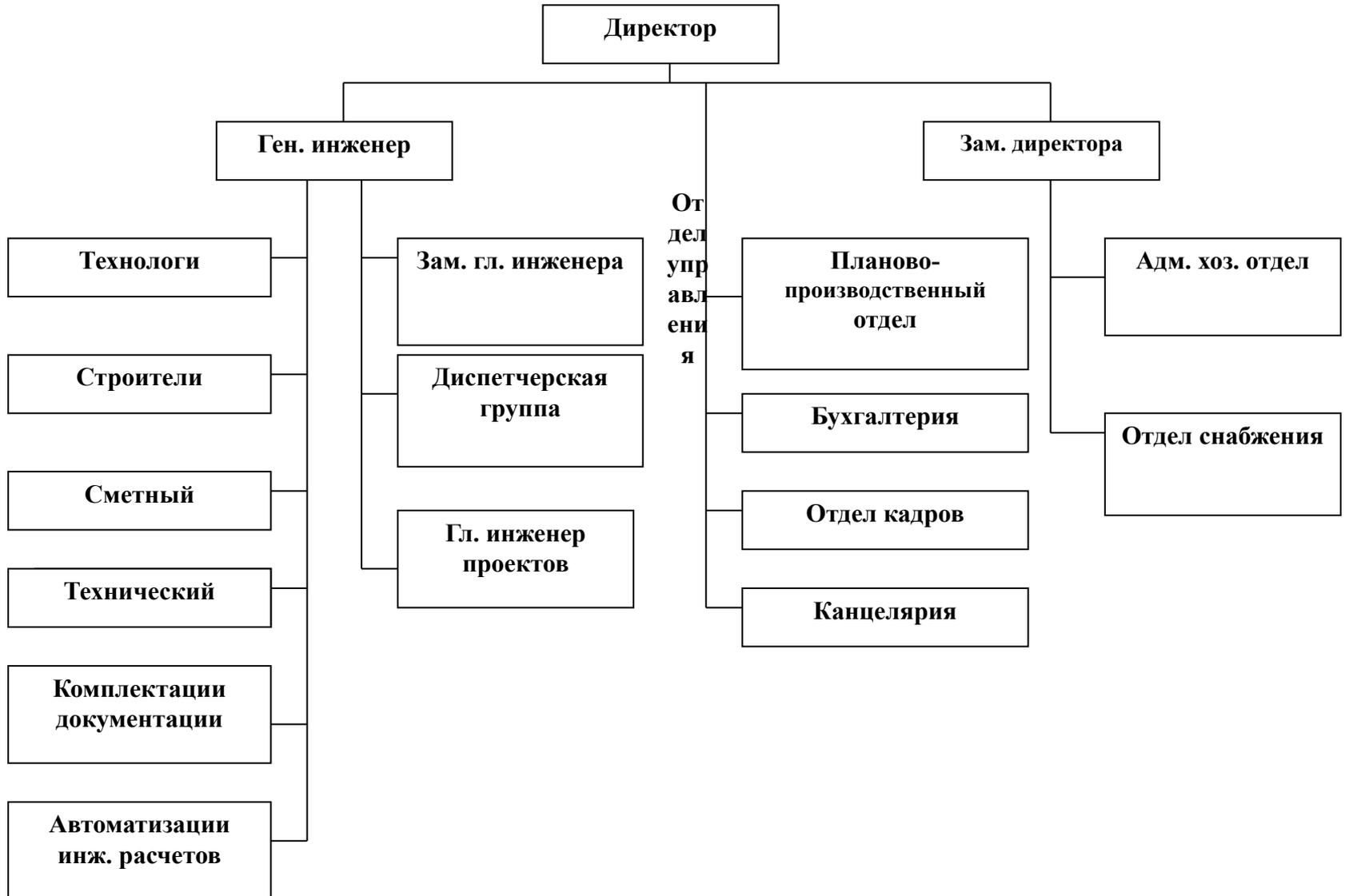
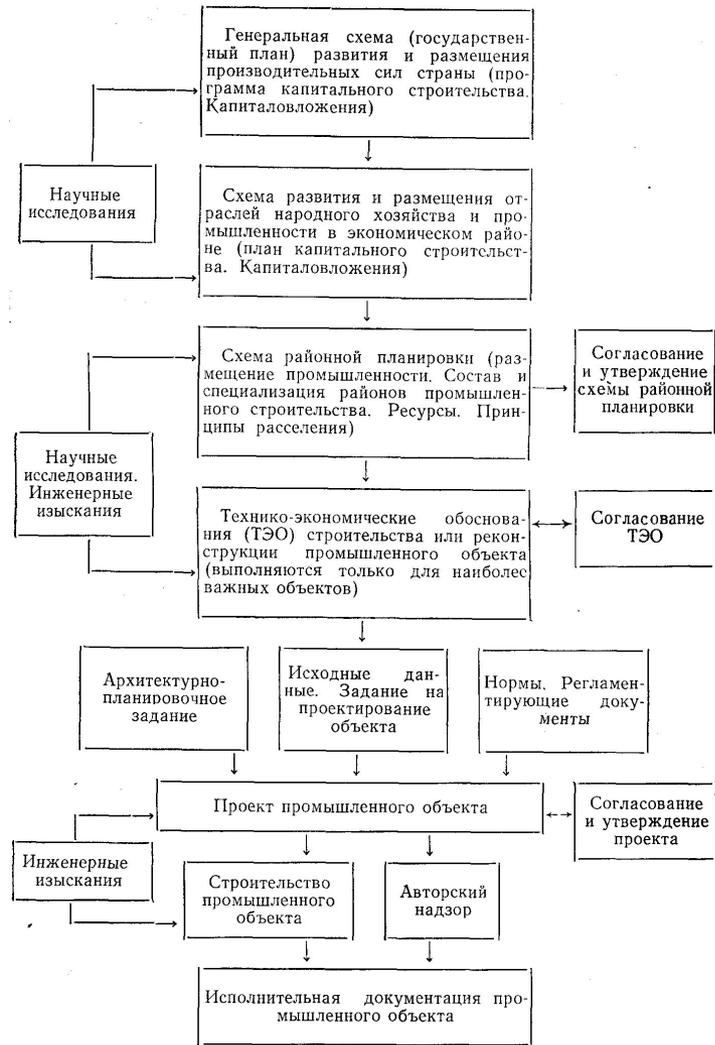
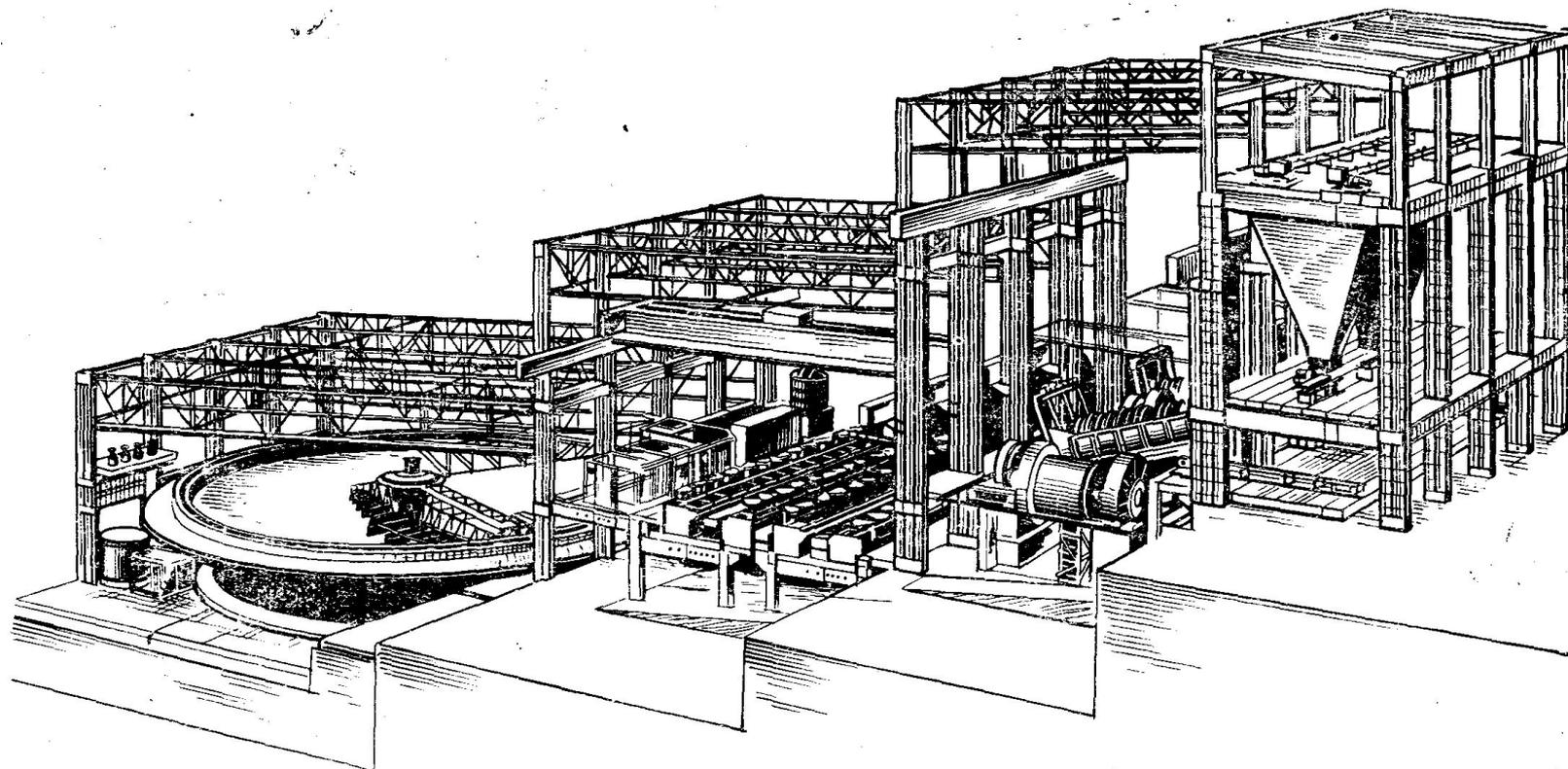


Схема организации проектирования промышленных предприятий



Макет строительных конструкций и технологического оборудования промышленного предприятия



Раздел 2. Технологическая часть проекта.

- **Тема 5.** Сырьевая и энергетическая базы химических предприятий. Обоснование мощности производства.

Принципы выбора сырья и источников энергии. Выбор географической точки строительства, разработка и обоснование оптимальных вариантов размещения промышленных объектов. Факторы, влияющие на выбор площадки, нормативные документы для выбора площадки. Обоснование мощности производства.

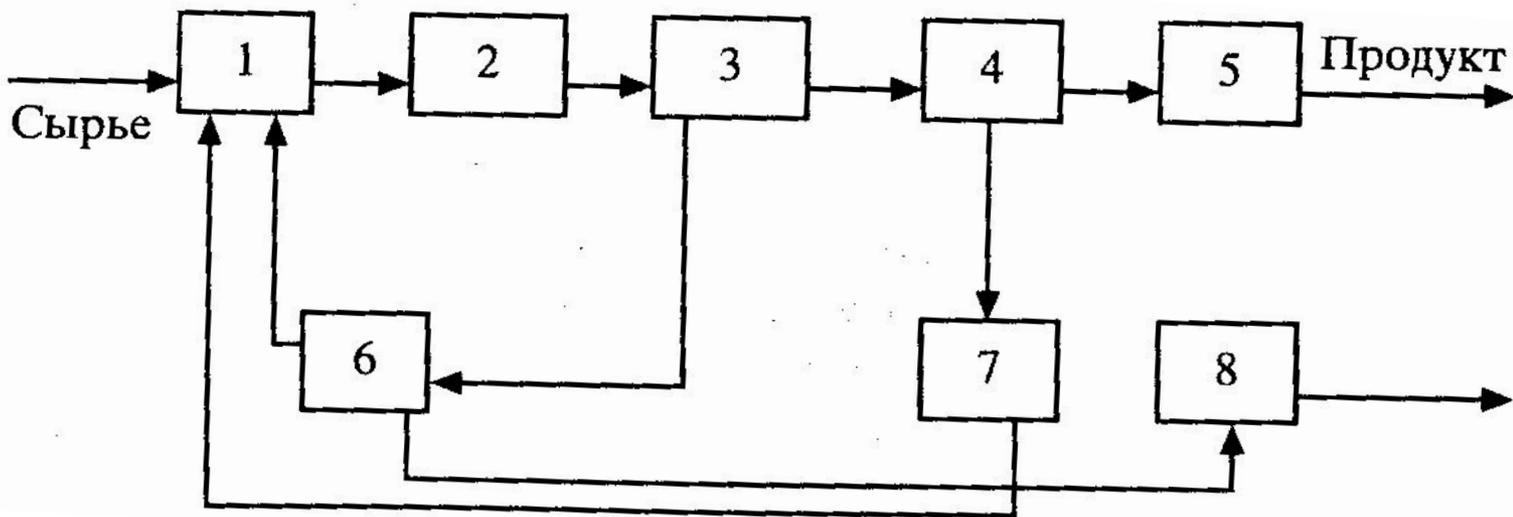
- **Тема 6.** Обоснование и выбор способа производства.

Технологические принципы разработки новых и реконструкции существующих технологий: наилучшего использования движущей силы процессов, наилучшего использования энергии, наилучшего использования оборудования, принцип разработки экологически безопасных технологий, принцип технологической соразмерности. Принципы разработки технологических схем. Обоснование и выбор способа производства.

- **Тема 7.** Расчеты материальных и тепловых балансов.

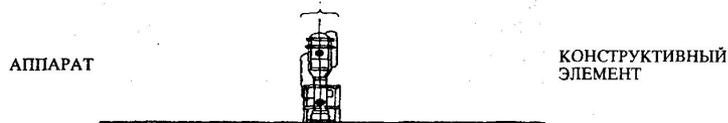
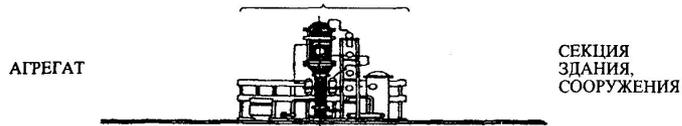
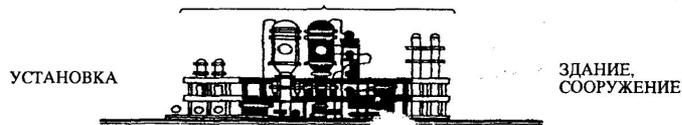
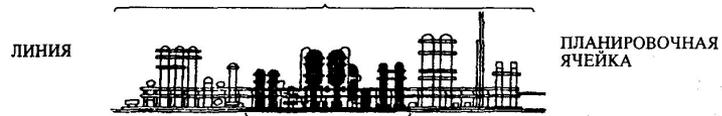
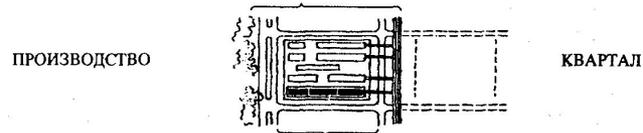
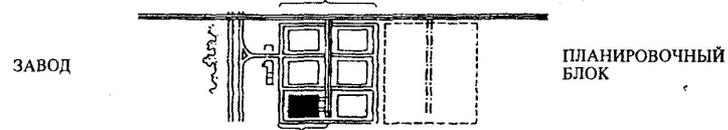
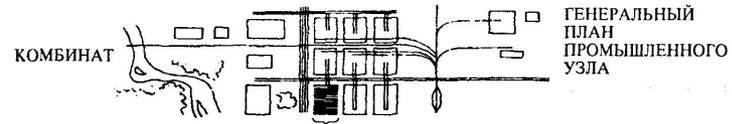
Расчеты материальных и тепловых балансов. Энергохимические технологии, их особенности. Использование вторичных энергоресурсов.

Примерная схема стадий технологического процесса.

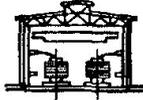
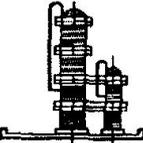
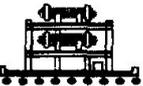
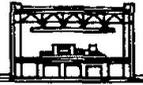


1 – подготовка сырья, 2 – химическое превращение, 3– выделение не превращенного сырья, 4 – выделение и очистка целевого продукта, 5 – придание товарной формы целевому продукту, 6 – регенерация и очистка непревращенного сырья, 7 – регенерация и очистка вспомогательных веществ, 8 – обезвреживание отходов

Уровни организации химического предприятия

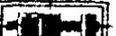


Процессы и аппараты химической технологии

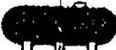
Классы процессов	Виды процессов	Характерный тип компоновочного решения	Виды аппаратов	Классы аппаратов	
химические	окисление	здания павильоны 	контактный аппарат	реакторы	
	хлорирование		трубчатый реактор		
	нитрирование		полочный реактор		
	гидратация		реакционная камера		
	полимеризация		реакционный котел		
	электролиз		электролизер		
массообменные	абсорбция	открытые установки 	абсорбер	колоны	
	адсорбция		ректификационная колонна		
	ректификация		башня сушки		
	сушка		экстрактор		
	экстракция		кристаллизатор		
	кристаллизация		выпарной аппарат		
тепловые	выпаривание		испаритель	теплообменники	
	нагревание		конденсатор		
	конденсация		холодильник		
	охлаждение		фильтр		
гидро-механические	фильтрование	открытые площадки 	бак	емкости	
	промежуточное хранение жидкости		газгольдер		
	хранение сжиженных газов		осветлитель		
	отстаивание		центрифуга		
	центрифугирование		насосные компрессорные машинные залы		насос
	перемещение жидкостей		газодувка		компрессор
холодильные	сжатие газов		холодильная машина	машины	
	умеренное охлаждение		компрессор-дрессель		
	глубокое охлаждение		дробилка		
механические	дробление		мельница		
	измельчение		грохот		
	сортировка				

Виды оборудования химической технологии

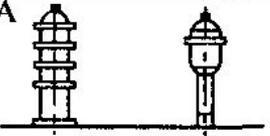
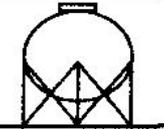
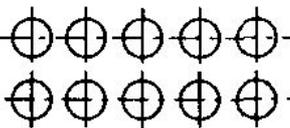
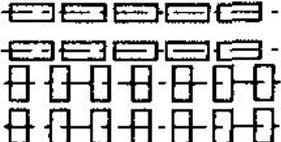
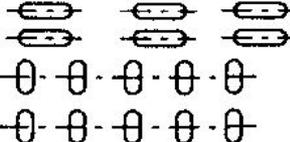
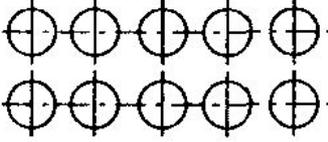
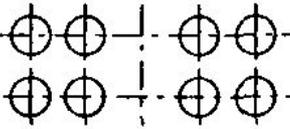
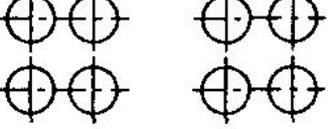
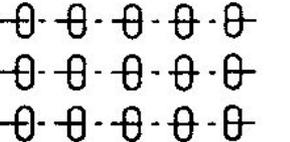
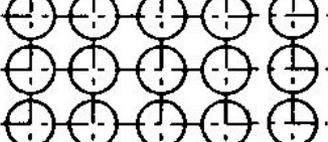
Основное оборудование

машины			реакторы				колонны
							
							
сложные, объемные, машинные формы			сложные, объемно-цилиндрические			линейно-цилиндрические	

Вспомогательное оборудование

теплообменники		емкости		складские емкости			
							
							
простые объемно-цилиндрические				массивные, с поверхностью вращения			

Схемы расположения технологического оборудования

	А 	Б 	В 	Г 
Однорядное расположение				
Двухрядное расположение				
Групповое расположение				
Многорядное расположение				

А – колонн и реакторов, Б – машинного оборудования, В – теплообменников, Г – емкостей

Раздел 3. Выбор и расчеты основного и вспомогательного технологического оборудования, его размещение в промышленных зданиях и на открытых площадках.

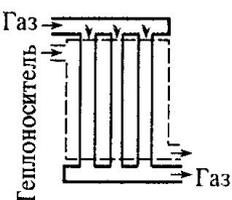
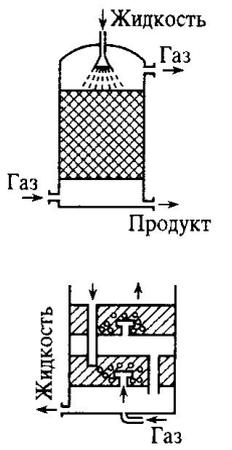
- **Тема 8.** Аппаратурное оформление технологии.

Классификация химического оборудования. Выбор основного и вспомогательного оборудования. Зоны технологического и ремонтного обслуживания химического оборудования. Принципы и требования к компоновке технологического оборудования в производственных помещениях и на открытых площадках. Расчеты основного и вспомогательного оборудования.

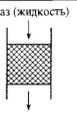
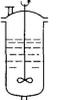
Классификация реакторов по режиму движения реакционной массы и виду поверхности теплообмена

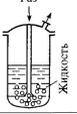
Режим движения реакционной массы	Способ осуществления движения		Поверхность теплообмена		
			Без поверхности	С наружной поверхностью	С внутренней поверхностью
Полное перемешивание	Механическое	Мешалка	Печь с полками	Автоклав с рубашкой	Автоклав со змеевиком
		Вращение реактора	Барабан	—	—
	Диффузия или конвекция		Реакционная камера, печь с полками	—	—
Смешанный (один из реагентов движется с минимальной поперечной диффузией, остальные — перемешиваются)	Конвекция		Доменная печь	—	—
	Пневматическое		Реактор с движущимся слоем	Реактор с движущимся слоем	Реактор с движущимся слоем
	Барботаж		Реактор с барботажем	Реактор с барботажем	Реактор с барботажем
Полное вытеснение (реагенты движутся с минимальной поперечной диффузией)	Прямоток		Реактор адиабатический	Каталитический реактор с неподвижным слоем	—
	Противоток	Колонна с насадкой		—	—
		Реакционная колонна с тарелками		—	—
		Ротационная печь		Ротационная печь	—

Классификация реакторов по конструктивным формам

Тип реактора	Конструктивная форма	Гидродинамический режим движения реагентов	Агрегатное состояние реагентов	Поверхность теплообмена			Пример технологического применения
				Без поверхности	С наружной поверхностью	С внутренней поверхностью	
ТРУБЧАТЫЕ		ПВ	Г	-	+	-	Крекинг бензинов, полимеризация этилена
		ПВ	Ж	-	+	-	Алкилирование низших парафинов
		ПВ	Ж-Ж	-	+	-	Гидролиз хлорбензола
КОЛОННЫЕ		ПВ	Г-Ж	+	-	+	Окисление углеводов
		ПВ	Г-Ж	+	-	-	Нейтрализация аммиака
		ПВ для газа, ПС для жидкости	Г-Ж	+	+	+	Окисление <i>n</i> -ксилола
		ПВ	Г-Ж	+	-	-	Получение сульфата аммония
		ПВ	Г-Г/Т	+	-	-	Дегидрогенизация этилбензола, пиролиз бутана
		ПВ	Г-Г/Т	-	-	-	Окисление этилена
		ПВ	Г-Т	+	-	-	Обжиг известняка
		ПВ	Ж-Т	+	-	-	Ионный обмен

Классификация реакторов по конструктивным формам

Тип реактора	Конструктивная форма	Гидродинамический режим движения реagensов	Агрегатное состояние реagensов	Поверхность теплообмена			Пример технологического применения
				Без поверхности	С наружной поверхностью	С внутренней поверхностью	
КОЛОННЫЕ		ПВ	Г—Т	+	—	—	Газификация твердых топлив
		ПВ для газа, ПС для твердой фазы	Г—Т	+	—	—	Обжиг пирита
							
КАМЕРА С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ		ПС	Ж	+	+	+	Диазотирование
		ПС	Г—Ж	+	+	+	Хлорирование производных этилена

РЕАКЦИОННАЯ МЕШИВАНИЕМ		ПС	Ж—Ж	+	+	+	Сульфирование бензола
		ПС	Ж—Г	+	+	+	Получение суперфосфата
ПЕЧИ		ПВ	Г—Т	+	+	—	Окисление руд
			Г—Т	+	—	+	Обжиг пирита
			Ж—Т	—	—	—	Разложение карбида кальция водою в ацетилен
			Г—Г	+	—	+	Парциальное окисление углеводородов в олефин и диолефин

Примечание: ПВ — полное вытеснение; ПС — полное смешение; Г — газовая фаза; Ж — жидкая фаза; Т — твердая фаза.

Раздел 4. Генеральный и ситуационный план предприятия, инженерно-технические сети.

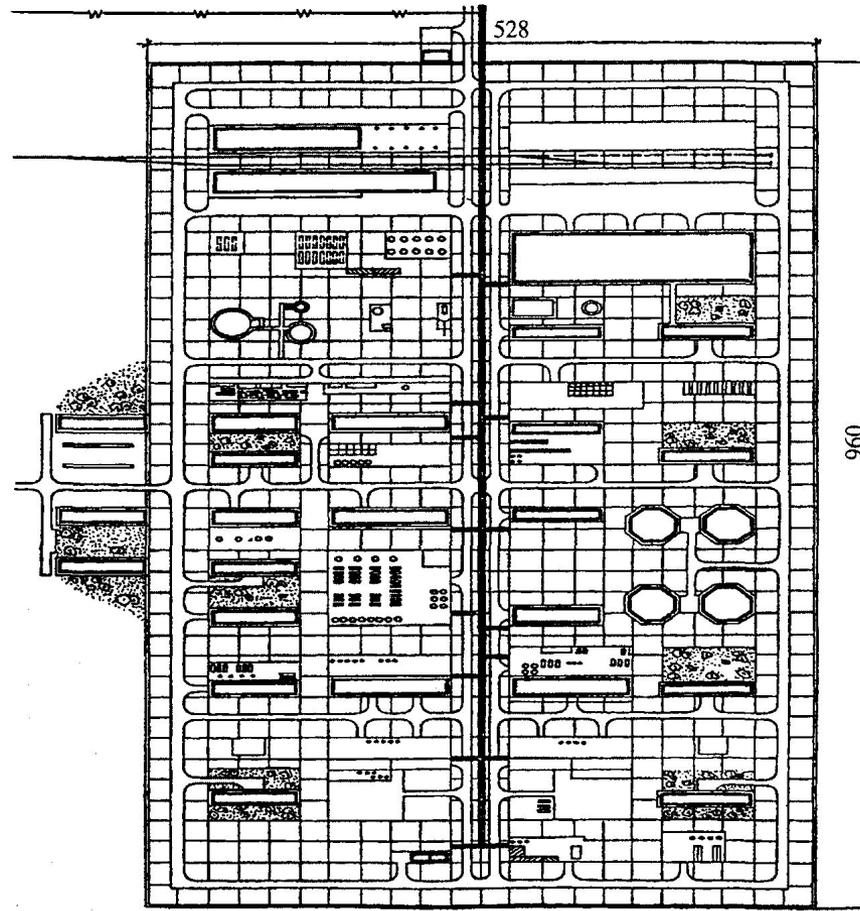
- **Тема 9.** Ситуационный и генеральный план предприятия.

Принципы проектирования генерального плана. Принципы размещения основных и вспомогательных цехов, транспортных цехов, складских помещений и других служб на территории предприятия. Застройка территории на генеральном плане. Вопросы охраны труда и экологии при составлении генерального плана. Вертикальная и горизонтальная планировка на генеральном плане, технико-экономические показатели генплана.

- **Тема 10.** Проектирование инженерно-технических сетей и транспортных коммуникаций.

Принципы проектирования производственных коммуникаций и инженерно-технических сетей. Совмещенная прокладка инженерно-технических сетей. Транспортные средства и коммуникации на химических предприятиях. Проектирование единых транспортных потоков внешне- и внутризаводского транспорта. Принципы проектирования транспортных путей, их размещение на генеральном плане предприятия.

Генеральный план химического предприятия



- | | | | |
|---|------------------------------------|---|----------------------|
|  | Здания |  | Эстакада |
|  | Открытые площадки под оборудование |  | Линия электропередач |
|  | Легкие неотапливаемые укрытия |  | Железные дороги |
|  | Отапливаемые укрытия |  | Зеленые насаждения |
|  | Автомобильные дороги | | |

Раздел 5. Строительная часть проекта.

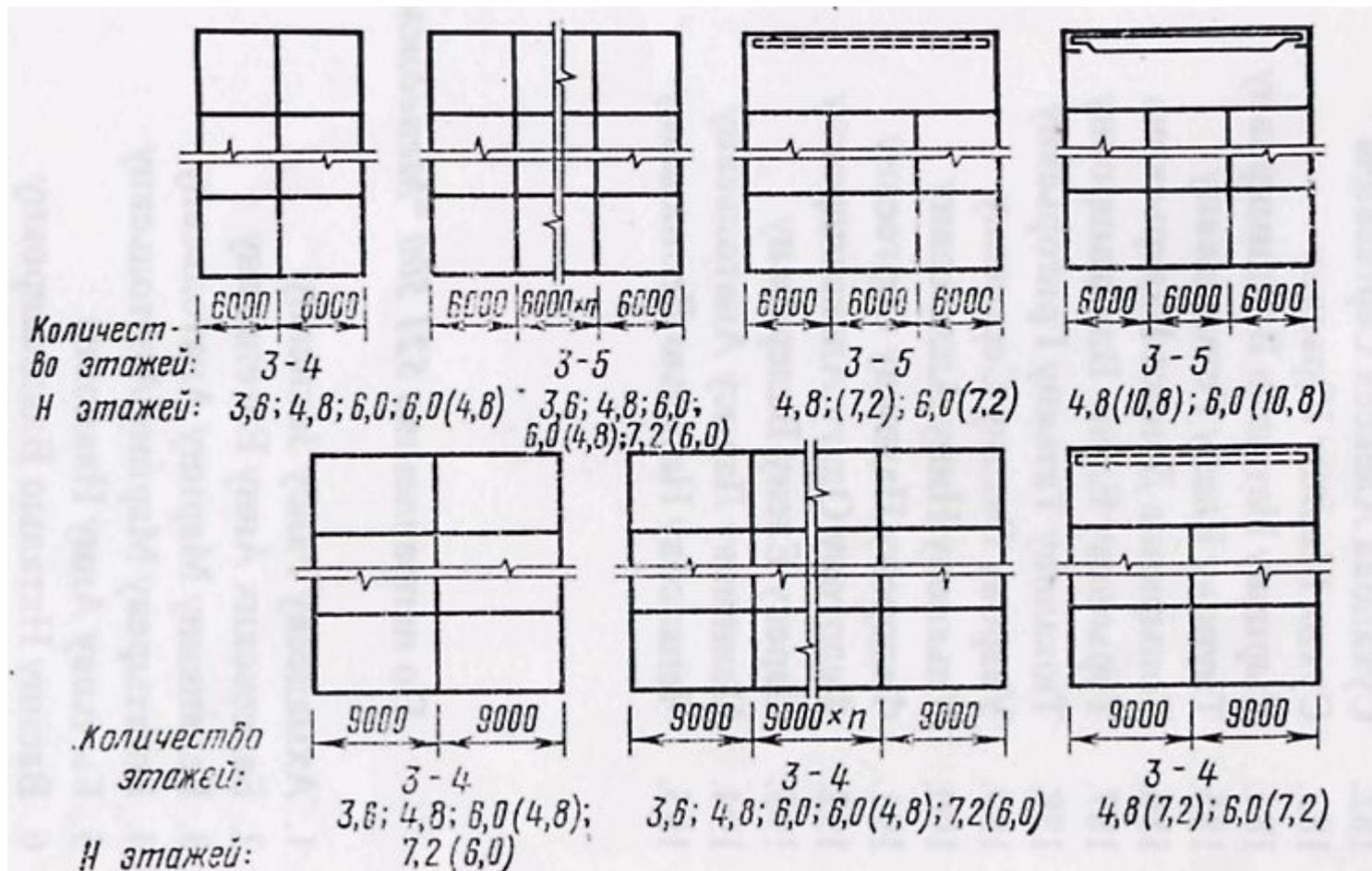
- **Тема 11.** Объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий.

Основные характеристики строительных материалов и требования к ним. Принципы проектирования и классификация промышленных зданий. Понятия о пролете, шаге и сетке колонн. Типовые размеры зданий павильонного типа. Характеристика основных типовых элементов зданий: фундаменты, полы, колонны, стены, крыши, оконные переплеты, световые и аэрационные фонари, лестницы, двери, ворота и лифты. Требования по проектированию отопления и вентиляции. Технико-экономическая оценка промышленных зданий.

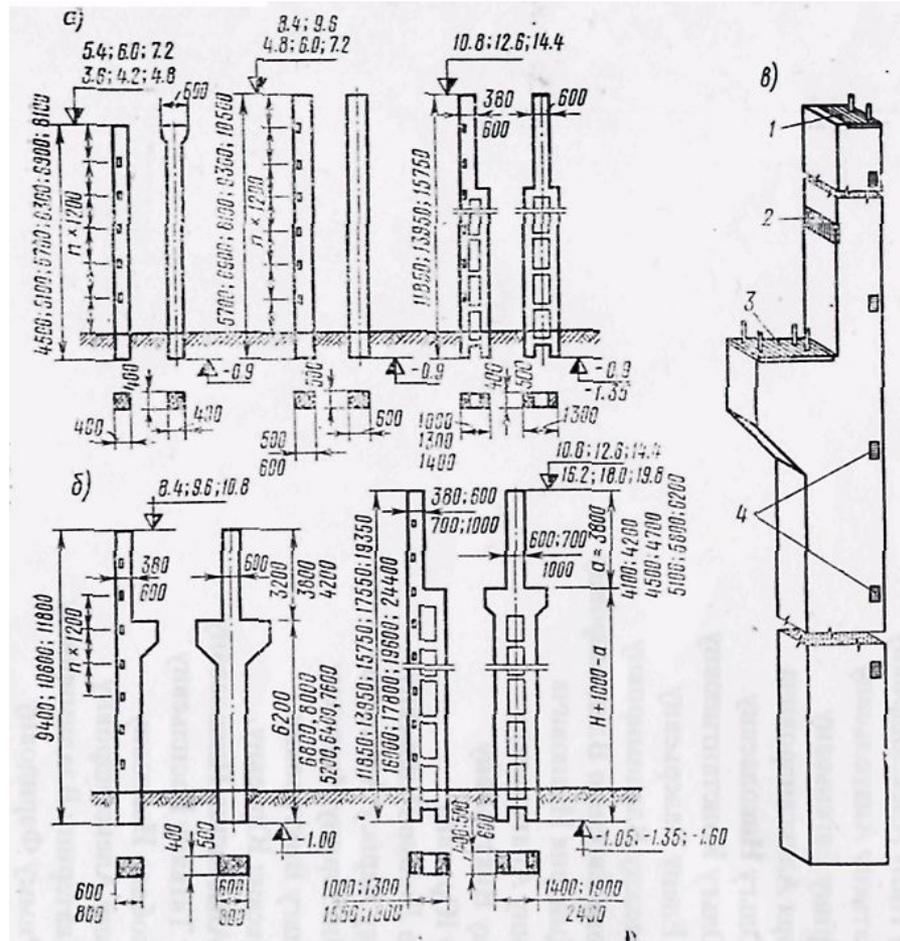
- **Тема 12.** Проектирование установок на открытых площадках.

Требования к проектированию производств на открытых площадках. Классификация взрывоопасных и пожароопасных установок. Принципы проектирования и требования к проектам пожаро- и взрывоопасных производств.

Унифицированные габаритные схемы многоэтажных промышленных зданий

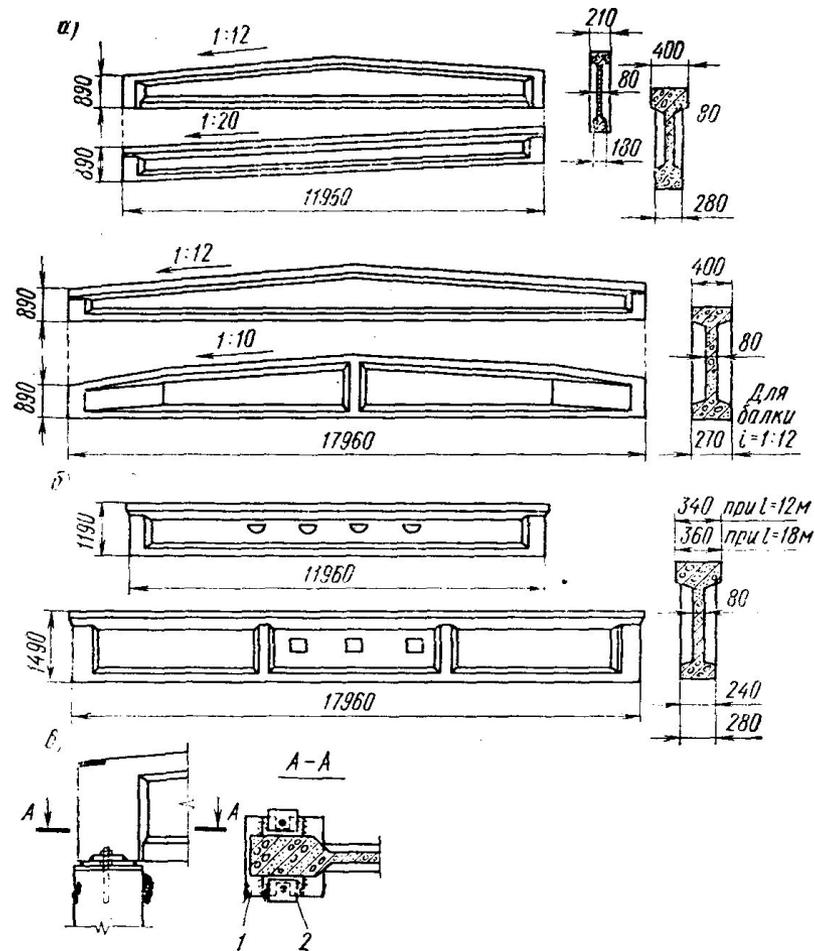


Типы железобетонных колонн



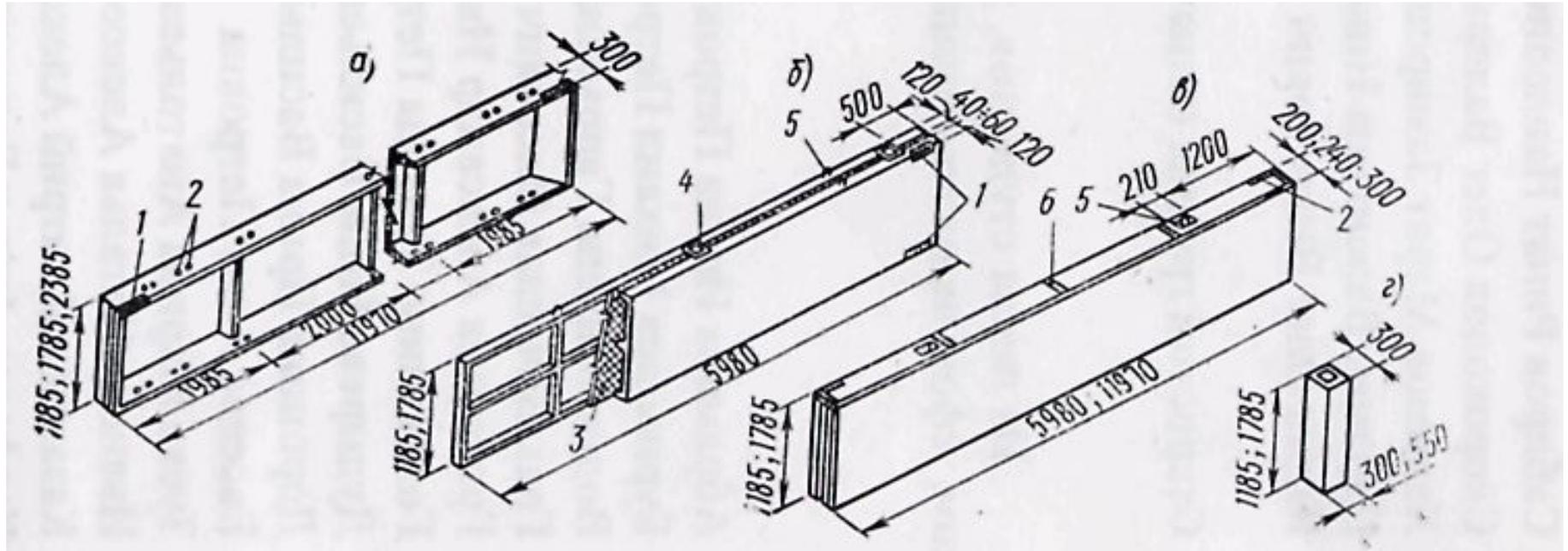
а — для здания без мостовых кранов; б — то же, с кастовыми кранами; в — закладные элементы колонны; 1 — оголовок из листа $8 \times 300 \times 400$ и два болта $M20 \times 130$; 2 — упор подкрановой балки — $8 \times 200 \times 400$; 3 — опора подкрановой балки — $8 \times 400 \times 550$ четыре болта $M20 \times 150$; 4 — элементы из уголков $63 \times 5 \times 200$ для крепления стеновых панелей

Железобетонные балки покрытий



а — для скатных покрытий; б — для плоских покрытий; в — деталь крепления балки к колонне; 1 — закладной элемент колонны; 2 — опорный лист балки (фермы)

Основные типы стеновых панелей



а — железобетонная панель для неотапливаемых зданий; б — трехслойная железобетонная утепленная панель; в — однослойная панель из ячеистых или легких бетонов; г — легкобетонный угловой блок; 1 — закладная деталь 63×6 мм для крепления к каркасу здания; 2 — отверстия \varnothing 40 мм для монтажа и крепления панелей; 3 — плитный утеплитель; 4 — металлические детали, соединяющие железобетонные ребристые плиты между собой; 5 — петли для подъема; 5 — закладные детали в панелях перемычек для крепления импостов стальных переплетов

Оконные переплеты промышленных зданий

Тип проема (переплета)			
	точечный (штучный)	ленточный (панельный)	сплошной (витражный)
Общий вид стены с оконными проемами			
Дерево	ГОСТ 12506-67 Серия И (наружное открывание створок) Серия В (внутреннее открывание створок) 	Серия ПР-05-47 Глухое остекление Створное остекление 	ГОСТ 12506-67 (Серия ПР-05-47) Заполнение отдельными переплетами Крышка 1200 (1800)
	Железобетон	 Возможно открывание в любой ячейке переплета	
Сталь	ГОСТ 8126-56 (Серия ПР-05-32) Глухое остекление Створное остекление 	Серия ПР-05-50 Глухое остекление Створное остекление 	Индивидуальные решения Крышка 1200 (1800) Крышка высота этажа
	Алюминий	Индивидуальные решения 	

Виды инженерных сооружений

Функциональное назначение	Вид сооружения		Функциональное назначение	Вид сооружения	
	Наименование сооружения	Схема сооружения		Наименование сооружения	Схема сооружения
Сооружения конструктивного назначения	Подпорные стены		Емкостные сооружения: для сыпучих материалов	Силосы	
	Опоры эстакад			Бункера	
Сооружения для коммуникаций: надземные	Галереи и эстакады		для жидких материалов	Резервуары	
	подземные	Коллекторы, каналы, тоннели		Водонапорные башни	
Сооружения для погрузочно-разгрузочных работ	Открытые крановые эстакады		для газообразных материалов	Газгольдеры	
	Разгрузочные железнодорожные эстакады			Сооружения конструктивного назначения	Этажерки
Специальные сооружения технического назначения	Дымоотводящие трубы и вытяжные башни		Постаменты открытого оборудования		
	Водоохладители				