

Зарегистрировано в Национальном реестре правовых актов  
Республики Беларусь 23 марта 2021 г. № 8/36479

ПОСТАНОВЛЕНИЕ МИНИСТЕРСТВА АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
13 ноября 2020 г. № 83

## Об утверждении и введении в действие строительных норм СН 3.02.10-2020

(Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 25.03.2021, 8/36479)

На основании подпункта 5.6 пункта 5 Положения о Министерстве архитектуры и строительства Республики Беларусь, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 июля 2006 г. № 973, Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить и ввести в действие через 60 календарных дней после их официального опубликования разработанные РУП «Стройтехнорм» и внесенные главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь строительные нормы СН 3.02.10-2020 «Производственные здания и сооружения».

2. Настоящее постановление вступает в силу после его официального опубликования.

Министр

Р.В.Пархамович

МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СН 3.02.10-2020

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

ВЫТВОРЧЫЯ БУДЫНКІ І ЗБУДАВАННІ

Издание официальное

Минск 2021

УДК [69+725](083.74)

**Ключевые слова:** производственные здания, сооружения промышленных предприятий, объемно-планировочные и конструктивные решения, инженерное оборудование

### Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ республиканским унитарным предприятием «Белпромпроект» (УП «Белпромпроект»).

Авторский коллектив: А. М. Суценья, А. С. Шафранович, В. В. Тимощенко

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 13 ноября 2020 г. № 83



В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящие строительные нормы входят в блок 3.02 «Жилые, общественные и производственные здания и сооружения, благоустройство территорий»

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой ТКП 45-3.02-90-2008 (02250) и СНиП 2.09.03-85)

© Минстройархитектуры, 2021

Изданы на русском языке

### Содержание

- 1 Область применения
  - 2 Нормативные ссылки
  - 3 Термины и определения
  - 4 Общие требования
  - 5 Объемно-планировочные и конструктивные решения
    - 5.1 Объемно-планировочные решения
    - 5.2 Конструктивные решения
  - 6 Требования к сооружениям
    - 6.1 Подземные сооружения
      - 6.1.1 Подпорные стены
      - 6.1.2 Подвалы
      - 6.1.3 Тоннели и каналы
      - 6.1.4 Опускные колодцы
    - 6.2 Емкостные сооружения для сыпучих материалов
      - 6.2.1 Закрома
      - 6.2.2 Бункеры
      - 6.2.3 Силосы и силосные корпуса для хранения сыпучих материалов
    - 6.3 Надземные сооружения
      - 6.3.1 Этажерки и площадки
      - 6.3.2 Открытые крановые эстакады
      - 6.3.3 Отдельно стоящие опоры и эстакады под технологические трубопроводы
      - 6.3.4 Галереи и эстакады
    - 6.4 Градирни
    - 6.5 Дымовые трубы
    - 6.6 Водонапорные башни
  - 7 Пожарная безопасность зданий и сооружений
  - 8 Инженерное оборудование
    - 8.1 Теплоснабжение, отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха и холодоснабжение
    - 8.2 Водоснабжение и канализация
    - 8.3 Электроснабжение
- Библиография

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

## ВЫТВОРЧЫЯ БУДЫНКІ І ЗБУДАВАННІ

The industrial buildings and structures

Дата введения через 60 календарных дней  
после официального опубликования**1 Область применения**

Настоящие строительные нормы устанавливают требования к проектированию производственных и лабораторных зданий и помещений (далее – здания, помещения), мастерских, сооружений промышленных предприятий (далее – сооружения), подземных сооружений (подпорных стен, подвалов, тоннелей и каналов, опускных колодцев), емкостных сооружений для сыпучих материалов (закромов, бункеров, силосов и силосных корпусов), надземных сооружений (этажерок и площадок, открытых крановых эстакад, отдельно стоящих опор и эстакад под технологические трубопроводы, галерей и эстакад, разгрузочных железнодорожных эстакад), градирен, дымовых труб, водонапорных башен.

Настоящие строительные нормы не распространяются на проектирование зданий и сооружений для производства и хранения взрывчатых веществ и средств взрыва, сельскохозяйственных зданий и сооружений, подземных производственных зданий, промышленных сооружений специального назначения (для хранения нефти и газа, башенных копров, защитных сооружений гражданской обороны), временных зданий и сооружений.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящих строительных нормах использованы ссылки на следующие документы:

СН 2.01.01-2019 Основы проектирования строительных конструкций

СН 2.01.02-2019 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Объемный вес, собственный вес, функциональные нагрузки для зданий

СН 2.01.03-2019 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости

СН 2.01.04-2019 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Снеговые нагрузки

СН 2.01.05-2019 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Ветровые воздействия

СН 2.01.06-2019 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Температурные воздействия

СН 2.01.07-2020 Защита строительных конструкций от коррозии

СН 2.02.02-2019 Противопожарное водоснабжение

СН 2.02.05-2020 Пожарная безопасность зданий и сооружений

СН 2.02.07-2020 Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции

СН 2.04.03-2020 Естественное и искусственное освещение

СН 3.01.01-2020 Генеральные планы промышленных предприятий

СН 3.02.05-2020 Складские здания

СН 3.02.09-2020 Сельскохозяйственные здания

СН 3.02.12-2020 Среда обитания для физически ослабленных лиц

СН 3.03.01-2019 Мосты и трубы

СН 3.03.03-2019 Промышленный транспорт

СН 4.01.01-2019 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения

СН 4.01.02-2019 Канализация. Наружные сети и сооружения

СН 4.01.03-2019 Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий

СН 4.02.01-2019 Тепловые сети

СН 4.02.03-2019 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

СН 4.03.01-2019 Газораспределение и газопотребление

СН 4.04.03-2020 Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций

СН 5.08.01-2019 Кровли

СН 5.09.01-2020 Полы

СП 2.04.01-2019 Строительная теплотехника



- СП 5.02.01-2020 Каменные и армокаменные конструкции  
СП 5.03.01-2020 Бетонные и железобетонные конструкции  
ТКП 45-1.01-4-2005 (02250) Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Национальный комплекс технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства. Основные положения  
ТКП 45-5.03-16-2005 (02250) Конструкции сталежелезобетонные покрытий и перекрытий. Правила проектирования  
ТКП 45-5.04-217-2011 (02250) Стальные конструкции специальных сооружений. Правила изготовления  
ТКП 45-5.01-237-2011 (02250) Основания и фундаменты зданий и сооружений. Подпорные стены и крепления котлованов. Правила проектирования и устройства  
ТКП 45-5.01-254-2012 (02250) Основания и фундаменты зданий и сооружений. Основные положения. Строительные нормы проектирования  
ТКП 45-5.01-255-2012 (02250) Основания и фундаменты зданий и сооружений. Защита подземных сооружений от воздействия грунтовых вод. Правила проектирования и устройства  
ТКП 45-5.01-256-2012 (02250) Основания и фундаменты зданий и сооружений. Сваи забивные. Правила проектирования и устройства  
ТКП 45-4.04-296-2014 (02250) Силовое и осветительное электрооборудование промышленных предприятий. Правила проектирования  
ТКП 45-4.04-297-2014 (02250) Электроснабжение промышленных предприятий. Правила проектирования  
ТКП 339-2011 (02230) Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний  
ТКП EN 1991-1-7-2009 (02250) Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-7. Общие воздействия. Особые воздействия  
ТКП EN 1991-2-2009 (02250) Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 2. Транспортные нагрузки на мосты  
ТКП EN 1991-3-2009 (02250) Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 3. Воздействия, вызванные кранами и механическим оборудованием  
ТКП EN 1991-4-2009 (02250) Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 4. Бункеры и резервуары  
ТКП EN 1992-1-1-2009 (02250) Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий  
ТКП EN 1992-3-2009 (02250) Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 3. Конструкции, локализующие и удерживающие жидкость  
ТКП EN 1993-1-1-2009 (02250) Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий  
ТКП EN 1993-1-8-2009 (02250) Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-8. Расчет соединений  
ТКП EN 1993-1-9-2009 (02250) Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-9. Усталостная прочность  
ТКП EN 1993-1-11-2009 (02250) Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-11. Проектирование конструкций со стальными элементами, работающими на растяжение  
ТКП EN 1993-3-1-2009 (02250) Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 3-1. Башни, мачты и дымовые трубы. Башни и мачты  
ТКП EN 1993-3-2-2009 (02250) Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 3-2. Башни, мачты и дымовые трубы. Дымовые трубы  
ТКП EN 1993-4-1-2009 (02250) Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 4-1. Бункеры  
ТКП EN 1993-6-2009 (02250) Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 6. Подкрановые пути  
ТКП EN 1994-1-1-2009 (02250) Еврокод 4. Проектирование сталежелезобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий  
ТКП EN 1996-1-1-2016 (33020) Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций. Часть 1-1. Общие правила для армированных и неармированных каменных конструкций  
ТКП EN 1996-2-2009 (02250) Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций. Часть 2. Проектные решения, выбор материалов и выполнение каменных конструкций  
ТКП EN 1996-3-2009 (02250) Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций. Часть 3. Упрощенные методы расчета для неармированных каменных конструкций  
ТКП EN 1997-1-2009 (02250) Еврокод 7. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила  
СТБ 1112-98 Добавки для бетонов. Общие технические условия  
СТБ 1286-2001 Кирпич керамический для дымовых труб. Технические условия

СТБ 1544-2005 Бетоны конструкционные тяжелые. Технические условия  
СТБ 1900-2008 Строительство. Основные термины и определения  
СТБ 1961-2009 Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности  
СТБ ISO 12944-5-2009 Краски и лаки. Защита от коррозии стальных конструкций системами защитных покрытий. Часть 5. Системы защитных покрытий  
ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны  
ГОСТ 12.2.022-80 Система стандартов безопасности труда. Конвейеры. Общие требования безопасности  
ГОСТ 1451-77 Краны грузоподъемные. Нагрузка ветровая. Нормы и метод определения  
ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия  
ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия  
ГОСТ 22266-2013 Цементы сульфатостойкие. Технические условия  
ГОСТ 23120-2016 Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия  
ГОСТ 23838-89 Здания предприятий. Параметры  
ГОСТ 27751-88 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету  
ГОСТ 30247.0-94 Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования  
ГОСТ 30247.1-94 Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции.

### 3 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 бункер:** По СН 3.02.09.

**3.2 галерея:** Надземное или наземное, полностью или частично закрытое, горизонтальное или наклонное протяженное сооружение, соединяющее помещения зданий и сооружений, предназначенное для прокладки инженерных и технологических коммуникаций, а также для прохода людей.

**3.3 градирня:** По СТБ 1900.

**3.4 загром:** Отсек, отгороженное место, служащее для хранения сыпучих и штучных материалов.

**3.5 инженерное оборудование:** Комплекс технических устройств (приборов, аппаратов, машин) и коммуникаций, обеспечивающих подачу и отвод жидкостей, газов, электроэнергии.

**3.6 канал:** Протяженное сооружение высотой менее 2 м до выступающих конструкций, предназначенное для прокладки коммуникаций (кабелей, трубопроводов).

**3.7 мастерская:** Помещение производственного назначения, оснащенное производственным оборудованием и инструментами, предназначенными для технического обслуживания и (или) ремонта оборудования и устройств в стационарных условиях.

**3.8 опускной колодец:** Полая вертикальная конструкция, погружаемая в грунт под действием собственного веса или с пригрузом по мере удаления грунта из ее внутренней полости.

**3.9 подвал (подвальный этаж):** Помещение (этаж), отметка пола которого расположена ниже планировочной отметки земли более чем на половину высоты помещения (этажа).

**3.10 подпорная стена:** По ТКП 45-5.01-237.

**3.11 производственное здание:** Здание, предназначенное для размещения промышленного производства, лабораторий и обеспечивающее необходимые условия для труда людей и эксплуатации технологического оборудования.

**3.12 силос:** По СН 3.02.09.

**3.13 силосный корпус:** Сооружение, состоящее из системы силосов, объединенных общим фундаментом, подсилосным этажом и надсилосным этажом, в которых размещаются подающие механизмы.

**3.14 сооружение:** По ТКП 45-1.01-4.

**3.15 сооружение промышленного предприятия:** Сооружение, предназначенное для выполнения определенных функций в производственном процессе или восприятия нагрузок от технологического оборудования, сырья и коммуникаций, с пребыванием людей, необходимым для осмотра, обслуживания или ремонта оборудования.

**3.16 тоннель:** По СТБ 1900.

**3.17 траверса:** По СТБ 1900.

**3.18 футеровка:** Специальная отделка для обеспечения защиты поверхностей от возможных механических или физических повреждений.

**3.19 эстакада:** По СТБ 1900.

**3.20 этажерка:** По СН 2.02.05.



## 4 Общие требования

### 4.1 При проектировании зданий и сооружений следует:

- применять конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, обеспечивающие механическую прочность и устойчивость зданий и сооружений, пожарную, промышленную и энергетическую безопасность объекта, защиту зданий и сооружений от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, экономию энергии и тепловую защиту, соблюдение нормативных требований охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологического благополучия населения, нормативных требований в области обеспечения радиационной безопасности;
- принимать конструктивные схемы, обеспечивающие необходимую прочность, деформативность и пространственную неизменяемость зданий и сооружений в целом, а также их отдельных элементов на всех стадиях возведения (изготовления, монтажа) и эксплуатации;
- применять для строительства унифицированные конструкции и материалы, согласованные с заказчиком;
- объединять в одном здании помещения для различных производств, складские помещения, помещения для инженерного оборудования, а также административные и бытовые помещения в случае отсутствия рядом расположенных зданий для их размещения;
- принимать объемно-планировочные решения зданий с учетом сокращения площади наружных ограждающих конструкций;
- принимать здания без световых проемов, если это определено технологией, гигиеническими нормативами и экономически целесообразно;
- принимать площадь световых проемов в соответствии с СН 2.04.03, с учетом требований 5.1.15 настоящих строительных норм;
- разрабатывать объемно-планировочные решения с учетом необходимости снижения динамических воздействий на строительные конструкции, технологические процессы и работающих, вызываемых виброактивным оборудованием или внешними источниками колебаний;
- принимать архитектурные решения с учетом градостроительных условий района строительства и характера окружающей застройки.

Классы зданий по степени огнестойкости и функциональной пожарной опасности, а также типы противопожарных преград установлены в СН 2.02.05.

Пределы огнестойкости строительных конструкций определяют по ГОСТ 30247.0 и ГОСТ 30247.1. Классы пожарной опасности строительных конструкций определяют по СТБ 1961.

### 4.2 При проектировании зданий производственного назначения следует соблюдать требования СН 3.02.12, [1].

**4.3** В проектах сооружений высотой 50 м и более следует предусматривать обеспечивающие безопасность полета воздушных судов мероприятия, установленные в технических требованиях Департамента по авиации Министерства транспорта и коммуникаций и Министерства обороны.

**4.4** Дымовые трубы, градирни и другие отдельно стоящие сооружения следует размещать со стороны наиболее протяженных глухих стен зданий. От стен зданий, имеющих световые проемы, эти сооружения следует размещать на расстоянии не менее их диаметра в плане или протяженности стороны, обращенной к зданию, с соблюдением требований СН 3.01.01, [2]–[4].

Данные сооружения должны быть расположены друг от друга на расстоянии не более их высоты, если она не превышает 120 м, или не более половины их высоты, если она превышает 120 м. При этом сооружения должны иметь единое архитектурное членение, фактуру и цвет наружных поверхностей, маркировочную окраску и однотипные световые площадки.

**4.5** Подвалы, каналы, тоннели, галереи и эстакады, в которых должны размещаться кабели, следует проектировать в соответствии с требованиями настоящих строительных норм, также целесообразно руководствоваться [5].

**4.6** Каналы, тоннели и эстакады, предназначенные для прокладки трубопроводов пара и горячей воды, следует проектировать в соответствии с требованиями 6.1.3 и 6.3.3 настоящих строительных норм, а также в соответствии с [6].

**4.7** В проектах подвалов, тоннелей, каналов, подпорных стен и других подземных сооружений должны приводиться указания о необходимости засыпки грунтом с уплотнением в соответствии с требованиями ТКП 45-5.01-254.

## 5 Объемно-планировочные и конструктивные решения

### 5.1 Объемно-планировочные решения

**5.1.1** Объемно-планировочные решения зданий и сооружений следует предусматривать с учетом требований СН 2.02.05.

**5.1.2** Площадь этажа здания в пределах пожарного отсека и этажность зданий следует принимать в зависимости от степени огнестойкости здания в соответствии с СН 2.02.05.

**5.1.3** Модульные размеры пролетов, шаги колонн и высоту этажей зданий следует принимать в соответствии с требованиями ГОСТ 23838.

**5.1.4** Высота помещений в зданиях от пола до низа выступающих конструкций перекрытия (покрытия) должна быть не менее 2,2 м, высота от пола до низа выступающих частей коммуникаций и оборудования в местах регулярного прохода людей и на путях эвакуации – не менее 2 м, а в местах нерегулярного прохода людей – не менее 1,9 м.

**5.1.5** Для въезда в здание пожарных автомобилей габарит проезда по высоте должен быть не менее 4,5 м до низа конструкций, выступающих частей коммуникаций и оборудования.

**5.1.6** Ввод железнодорожных путей в здания следует предусматривать в соответствии с технологической частью проекта и с учетом требований 5.1.7. Верх головок рельсов железнодорожных путей должен быть на отметке чистого пола.

**5.1.7** Не следует предусматривать въезд локомотивов всех типов в помещения категорий А и Б, а паровозов и тепловозов, в том числе – в помещения категорий В1–В3 и в помещения с конструкциями покрытий или перекрытий классов пожарной опасности К2 и К3.

**5.1.8** При дистанционном и автоматическом открывании ворот должна быть обеспечена также возможность открывания их вручную во всех случаях.

**5.1.9** В многоэтажных зданиях высотой более 15 м и при наличии на отметке более 15 м постоянных рабочих мест или оборудования, которое необходимо обслуживать более чем 3 раза в смену, следует предусматривать пассажирские лифты.

**5.1.10** Число и грузоподъемность лифтов следует принимать в зависимости от пассажиро- и грузопотоков. При численности работающих (в наиболее многочисленную смену) не более 30 на всех этажах, расположенных выше 15 м, в здании следует предусматривать один лифт.

**5.1.11** Грузовые лифты следует предусматривать в соответствии с технологической частью проекта.

**5.1.12** Выходы из подвалов следует предусматривать вне зоны работы подъемно-транспортного оборудования.

**5.1.13** Площадь световых проемов зданий и помещений следует принимать в соответствии с СН 2.04.03 и не менее требуемой (при необходимости) по расчету площади наружных легкобросаемых конструкций.

**5.1.14** Оконные проемы, не предназначенные для вентиляции и дымоудаления, следует заполнять остекленными неоткрывающимися (глухими) оконными блоками.

**5.1.15** Необходимость устройства фонарей и их тип (зенитные, световые, светоаэрационные и пр.) следует устанавливать проектом в зависимости от особенностей технологического процесса, санитарно-гигиенических и экологических требований.

**5.1.16** Фонари должны быть незадуваемыми. Длина фонарей должна составлять не более 120 м. Расстояние между торцами фонарей и между торцом фонаря и наружной стеной должно быть не менее 6 м. Открывание остекленных переплетов и створок фонарей должно быть механизированным, дублированным ручным управлением.

**5.1.17** Для ремонта и очистки остекления окон и фонарей в случаях, когда применение передвижных или переносных напольных инвентарных приспособлений (приставных лестниц, передвижных (катучих) площадок, телескопических подъемников) невозможно по условиям размещения технологического оборудования или общей высоты здания, необходимо предусматривать стационарные устройства, обеспечивающие безопасное выполнение указанных работ. Применение этих устройств должно быть обосновано в технологической части проекта.

**5.1.18** Отапливаемые здания следует проектировать с внутренними водостоками.

**5.1.19** Неотапливаемые здания следует проектировать без внутренних водостоков. При наличии производственных тепловыделений, обеспечивающих положительную температуру внутри здания, или при условии применения специального обогрева водосточных воронок, стояков и отводных труб проектируют многопролетные неотапливаемые здания с внутренними водостоками.

**5.1.20** В зданиях с внутренними водостоками в качестве ограждения на кровле следует предусматривать парапет. При высоте парапета менее 0,6 м по верху парапета следует предусматривать решетчатое ограждение до высоты не менее 0,6 м от поверхности кровли.



**5.1.21** При проектировании кровельных ограждений, ограждений лестниц следует учитывать нормы технологических организаций, устанавливающие требования к элементам обустройства зданий и сооружений предприятий отрасли.

**5.1.22** Помещения складского назначения, размещаемые в производственных зданиях, а также грузовые платформы (рампы) следует проектировать в соответствии с требованиями СН 3.02.05.

**5.1.23** Проектирование кровли производственных зданий и сооружений следует осуществлять в соответствии с требованиями СН 5.08.01.

**5.1.24** Проектирование полов производственных зданий и сооружений следует осуществлять в соответствии с требованиями СН 5.09.01.

**5.1.25** Расчетные приведенные сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений принимают с учетом СП 2.04.01.

**5.1.26** Бетонные и железобетонные конструкции сооружений, подвергающиеся систематическому увлажнению атмосферными осадками, должны иметь на горизонтальных элементах (карнизах, полках и т. д.) гидроизоляцию и сливы, обеспечивающие свободный сток воды.

**5.1.27** Трассы тоннелей, каналов, галерей и эстакад должны иметь наименьшую протяженность и наименьшее число поворотов, а также пересечений с дорогами и другими коммуникациями и назначаться в соответствии с требованиями СН 3.01.01.

**5.1.28** Размеры тоннелей, галерей и эстакад должны быть приняты:

– высота пешеходных тоннелей и галерей от уровня пола до низа выступающих конструкций перекрытий с учетом коммуникаций или покрытий – не менее 2,0 м (в наклонных тоннелях и галереях высоту следует измерять по нормали к полу);

– ширина пешеходных тоннелей, галерей и эстакад – по расчету из условия пропускной способности в одном направлении 2000 чел/ч на 1 м ширины, но не менее 1,5 м;

– высота и ширина транспортных тоннелей и галерей – в соответствии с требованиями технологии. При этом высота проходов должна быть не менее 1,8 м.

**5.1.29** Внутренние размеры конвейерных тоннелей, галерей и эстакад необходимо принимать в соответствии с ГОСТ 12.2.022.

При назначении внутренних размеров конвейерных галерей по специальным требованиям технологической организации предусматривают резерв ширины галереи для обеспечения возможности замены в процессе эксплуатации установленных конвейеров конвейерами больших типоразмеров. Величину резерва по ширине и нагрузкам устанавливает технологическая организация по согласованию с организацией, утверждающей задание на проектирование.

**5.1.30** При проектировании открытых крановых и разгрузочных железнодорожных эстакад необходимо предусматривать помещения для защиты работающих от неблагоприятных метеорологических воздействий.

**5.1.31** Настил обслуживающих площадок разгрузочных железнодорожных эстакад, открытых крановых эстакад и других сооружений следует проектировать с таким расчетом, чтобы исключалось скольжение при ходьбе (при стальных настилах следует предусматривать решетку в соответствии с ГОСТ 23120) и обеспечивался сток дождевой и талой воды (при деревянном настиле должны быть предусмотрены зазоры между досками, равные 20 мм).

**5.1.32** В зданиях, оборудованных мостовыми кранами, и на открытых крановых эстакадах следует предусматривать галереи и проходы вдоль крановых путей, ремонтные и посадочные площадки, лестницы и ограждения в соответствии с требованиями [7].

**5.1.33** Низ опорной плиты стальных опор открытых сооружений должен располагаться выше планировочной отметки земли не менее чем на 150 мм.

## 5.2 Конструктивные решения

**5.2.1** Конструктивные схемы должны приниматься с учетом необходимости обеспечения прочности, деформативности и пространственной неизменяемости зданий и сооружений в целом, а также их отдельных элементов на всех стадиях возведения и эксплуатации.

**5.2.2** Сбор нагрузок на здания, сооружения и их элементы следует осуществлять в соответствии с СН 2.01.01–СН 2.01.06, ТКП EN 1991-1-7, ТКП EN 1991-2, ТКП EN 1991-3, ТКП EN 1991-4, с учетом требований настоящих строительных норм, а также целесообразно руководствоваться [8].

**5.2.3** Проектирование зданий и сооружений и расчет их конструктивных элементов необходимо производить в соответствии с требованиями:

– железобетонные конструкции – СН 2.01.01, СП 5.03.01, ТКП EN 1992-1-1, ТКП EN 1992-3;

– сталежелезобетонные конструкции – ТКП 45-5.03-16, ТКП EN 1994-1-1;  
 – стальные конструкции – СН 2.01.01, ТКП 45-5.04-217, ТКП EN 1993-1-1, ТКП EN 1993-1-8, ТКП EN 1993-1-9, ТКП EN 1993-1-11, ТКП EN 1993-3-1, ТКП EN 1993-3-2, ТКП EN 1993-4-1, ТКП EN 1993-6;  
 – каменные и армокаменные конструкции – СН 2.01.01, ТКП EN 1996-1-1, ТКП EN 1996-2, ТКП EN 1996-3;  
 – основания фундаментов – СН 2.01.01, ТКП 45-5.01-254, ТКП 45-5.01-256, ТКП EN 1997-1, а также с учетом требований настоящих строительных норм.

**5.2.4** При расчете конструкций следует учитывать коэффициент надежности по ответственности зданий и сооружений  $\gamma_n$  по ГОСТ 27751 (коэффициент KFI по СН 2.01.01, применяемый к воздействиям для дифференциации надежности), коэффициенты надежности по нагрузкам и коэффициенты сочетаний нагрузок, установленные в соответствующих технических нормативных правовых актах (далее – ТНПА), приведенных в 5.2.2, 5.2.3, а также в настоящих строительных нормах.

**5.2.5** В протяженных зданиях и сооружениях следует предусматривать температурно-усадочные швы. В таблице 1 приведены расстояния между швами в конструкциях (каркасах зданий и сооружений), допускаемые без расчета на температурные воздействия. При превышении установленных в таблице 1 расстояний следует выполнять соответствующие расчеты конструкций.

Таблица 1

Конструкции, каркас	Максимальное расстояние между температурно-усадочными швами, м, для конструкций, находящихся		
	внутри отапливаемых зданий или в грунте	внутри неотапливаемых зданий	на открытом воздухе
1 Бетонные: а) сборные б) монолитные: при конструктивном армировании без конструктивного армирования	40  30 20	35  25 15	30  20 10
2 Железобетонные: а) сборно-каркасные: одноэтажные многоэтажные б) сборно-монолитные и монолитные: каркасные сплошные	  72 60  50 40	  60 50  40 30	  48 40  30 25
3 Стальные а) вдоль здания б) поперек здания	230 150	200 120	130 –

*Примечание – Для железобетонных каркасных зданий (поз. 2) значения расстояния между температурно-усадочными швами определены при отсутствии связей или при расположении связей в середине температурного блока.*

**5.2.6** Для каркасных зданий и сооружений без мостовых опорных кранов при наличии в рассматриваемом направлении связей (диафрагм жесткости) значения, указанные в таблице 1, допускается умножать на коэффициент, определяемый по формуле

$$\delta = \delta_{\Delta t} \delta_{\varphi} \delta_{\varphi} \geq 1, \quad (1)$$

где  $\delta_{\Delta t}$  – коэффициент, принимаемый равным:  
для отапливаемых зданий

$$\delta_{\Delta t} = \frac{50 \cdot 10^5}{10^5 \Delta t_w + \varepsilon}; \quad (2)$$

для неотапливаемых зданий и сооружений

$$\delta_{\Delta t} = \frac{60}{|\Delta t_c|}, \quad (3)$$



здесь  $\Delta t_w, \Delta t_c$  – расчетные изменения температуры, °С, целесообразно определять по [8];  
 $\varepsilon$  – относительное удлинение горизонтальных элементов от вертикальных нагрузок;

для железобетонных элементов принимают  $\varepsilon = 1 \cdot 10^{-4}$ , для стальных –  $\varepsilon = 3 \cdot 10^{-4}$ ;

$$\delta_i = \frac{l/h}{9}, \quad (4)$$

здесь  $l$  – длина колонны между точками закрепления, м;  
 $h$  – высота сечения колонны в рассматриваемом направлении, м;

$$\delta_\varphi = 0,4 + \varphi_{ext} / 100 \leq 1, \quad (5)$$

здесь  $\varphi_{ext}$  – влажность наружного воздуха, %, в наиболее жаркий месяц года, целесообразно принимать по [9].

При учете коэффициента  $\delta$  расстояния между температурно-усадочными швами должно быть не более 150 м для отапливаемых зданий из сборных конструкций, 90 м – для отапливаемых зданий из сборно-монолитных и монолитных конструкций; для неотапливаемых зданий и сооружений указанные значения следует уменьшать на 20 %.

**5.2.7** Конструктивные решения зданий и сооружений следует предусматривать с учетом требований СН 2.02.05 и раздела 6 настоящих строительных норм.

**5.2.8** Защиту строительных конструкций зданий и сооружений от воздействия агрессивных сред следует выполнять в соответствии с требованиями СН 2.01.07, СТБ ISO 12944-5.

**5.2.9** Для конструкций, подвергающихся попеременному замораживанию и оттаиванию, в проекте должна быть указана марка бетона по морозостойкости и водонепроницаемости. Проектная марка бетона устанавливается в зависимости от температурного режима при эксплуатации сооружения, значения расчетных зимних температур наружного воздуха в районе строительства и принимается по СП 5.03.01. Для отдельных сооружений марка бетона по морозостойкости и водонепроницаемости приведена в соответствующих разделах настоящих строительных норм.

## 6 Требования к сооружениям

### 6.1 Подземные сооружения

#### 6.1.1 Подпорные стены

**6.1.1.1** В настоящем подразделе устанавливают требования к проектированию отдельно стоящих подпорных стен, возводимых на естественном основании на территориях промышленных предприятий, а также на подъездных и внутриплощадочных железных и автомобильных дорогах.

**6.1.1.2** Подпорные стены следует устраивать в случае невозможности устройства естественных откосов.

**6.1.1.3** Подпорные стены следует проектировать железобетонными тонкостенными уголкового профиля, в том числе с контрфорсами и анкерными тягами. Стенки с анкерными тягами должны быть проверены на надежность анкеровки в грунте и достаточность этой анкеровки для восприятия усилия в анкерной тяге.

Массивные подпорные стены при необходимости проектируют из бетона, бутобетона, бутовой кладки при технико-экономическом обосновании (возведение из местного материала, отсутствие сборного железобетона и т. д.).

**6.1.1.4** Глубину заложения подошвы массивных и уголкового типа подпорных стен следует назначать в соответствии с требованиями ТКП 45-5.01-254.

**6.1.1.5** Если в основании под подошвой подпорной стены присутствуют слабые грунты с расчетным сопротивлением от 0,1 до 0,2 МПа и глинистые пучинистые грунты при глубине промерзания более или равной заглублению фундаментной плиты, то под ее подошвой необходимо выполнять песчаную или щебеночную подушку толщиной не менее 600 мм.

**6.1.1.6** Подпорные стены следует рассчитывать на нагрузки от активного давления грунта засыпки с учетом временных нагрузок, которые приводятся к эквивалентной высоте засыпки, включая нагрузки от подвижного состава железных дорог и автомобильного транспорта.

**6.1.1.7** При расчете подпорных стен по предельным состояниям первой группы (по несущей способности) следует выполнять расчеты:

– устойчивости положения стены против сдвига, опрокидывания и поворота;

- прочности грунтового основания под подошвой подпорных стен;
- прочности элементов конструкции и узлов соединений (для сборных подпорных стен, для анкерных и распорных элементов).

При расчете по предельным состояниям второй группы (по пригодности к эксплуатации) необходимо производить проверки:

- основания на допустимые деформации;
- железобетонных элементов на допустимые величины раскрытия трещин.

При необходимости проводят проверку фильтрационной устойчивости основания.

**6.1.1.8** Расчет устойчивости положения стены против сдвига следует производить по подошве стены (плоский сдвиг) и по ломаным поверхностям скольжения (глубинный сдвиг).

**6.1.1.9** При отсутствии специальных технологических требований расчет оснований считается удовлетворяющим условию, если среднее давление на грунт под подошвой стены от нормативной нагрузки не превышает расчетного давления на основание  $R$ , а краевое давление  $p_{max}$  не превышает  $1,2R$ .

**6.1.1.10** Правила проектирования и устройства монолитных и сборных подпорных стен (кроме шпунтовых) приведены в ТКП 45-5.01-237.

**6.1.1.11** Конструкции подпорных стен должны быть разделены на всю высоту температурно-осадочными швами. Расстояния между швами, м, следует принимать для стен:

- монолитных бутобетонных и бетонных без конструктивного армирования – не более 10;
- монолитных бетонных с конструктивным армированием и монолитных или сборно-монолитных железобетонных – 20;
- сборных железобетонных – 30.

При наличии в основании стены неоднородных грунтов расстояния между швами должны быть уменьшены с таким расчетом, чтобы подошва каждого отсека стены опиралась на однородный грунт. Расстояния между швами допускается увеличивать при проверке конструкции расчетом. Ширину швов принимают равной 30 мм.

**6.1.1.12** Обратную засыпку пазух подпорных стен следует производить дренирующими грунтами (песчаными или крупнообломочными). При необходимости используют местные связные грунты – супеси и суглинки. Не допускается применять для обратных засыпок тяжелые и пластичные глины, а также грунты, содержащие органические и растворимые включения более 5 % по весу.

Уплотнение засыпки в пазухах вокруг стен следует производить послойно до достижения коэффициента уплотнения не менее 0,95.

**6.1.1.13** Поверхность подпорных стен, обращенная в сторону засыпки, должна быть защищена гидроизоляцией в соответствии с ТКП 45-5.01-255. При отсутствии агрессивной среды для массивных и углового типа подпорных стен применяют обмазочную гидроизоляцию из полимерных мастик или горячего битума с нанесением его за 2 раза.

**6.1.1.14** При расположении подпорных стен вне здания следует предусматривать устройство со стороны подпора грунта пристенного дренажа из камня, щебня или гравия крупностью от 10 до 25 мм с продольным уклоном 0,04. В лицевых элементах подпорных стен необходимо предусматривать дренажные отверстия диаметром 50 мм через 3–6 м.

**6.1.1.15** На косогорных участках для отвода атмосферных вод за гранью стены со стороны грунта должен быть устроен водоотводной кювет.

**6.1.1.16** Высота подпорных стен для грузовых рампов автомобильного транспорта со стороны подъезда автомобилей должна быть 1,2 м от уровня поверхности проезжей части дорог или погрузочно-разгрузочной площадки.

Высота подпорных стен для грузовых рампов железнодорожного транспорта от уровня головки рельсов должна быть 1,1 м – для колеи 1520 мм и 0,75 м – для колеи 750 мм.

При определении высоты грузовых рампов следует уточнять технические характеристики транспорта, планируемого к применению на предприятии.

**6.1.1.17** В местах, где возможно движение пешеходов, подпорные стены должны иметь ограждение высотой 1 м. При расположении автодорог вдоль подпорной стены у нее следует предусматривать тротуар шириной не менее 0,75 м с бортовым камнем высотой не менее 0,4 м.

**6.1.1.18** Минимальное расстояние от оси ближайшего железнодорожного пути до внутренней грани подпорной стены на прямых участках следует принимать не менее 2,5 м.

**6.1.1.19** В выемках железнодорожного полотна минимальное расстояние от оси ближайшего железнодорожного пути до наружной грани подпорной стены на уровне подошвы шпал и выше на прямых участках должно быть не менее 3,1 м.



**6.1.1.20** На криволинейных участках пути минимальные расстояния от оси ближайшего железнодорожного пути до подпорной стены необходимо увеличивать на:

0,1 м –	при радиусе кривизны, м	1800–1200;
0,2 м –	то же	1000–700;
0,3 м –	»	600 и менее.

### 6.1.2 Подвалы

**6.1.2.1** В настоящем подразделе устанавливают требования к проектированию отдельно стоящих и встроенных подвалов производственного назначения.

**6.1.2.2** Конструкции подвальных помещений (перекрытия, колонны, стены) следует выполнять из сборных железобетонных элементов. При этом соединения между ними должны обеспечивать пространственную жесткость подвала в целом и его отдельных отсеков, а также максимально низкую чувствительность к неравномерным осадкам фундаментов за счет применения монолитных железобетонных поясов и шпонок.

При устройстве подвалов в сложных гидрогеологических условиях строительной площадки, при больших нагрузках на пол цеха или при наличии разнообразных проемов в стенах и перекрытиях, а также при особых технологических требованиях подвалы следует выполнять из монолитного железобетона.

Фундаменты стен подвалов, за исключением стен, опертых на колонны каркаса, следует устраивать ленточными. Применять прерывистые сборные фундаменты не следует во избежание размыва грунта при попадании воды в засыпку и для исключения эффекта клавишности (проседания отдельных сборных подушек).

**6.1.2.3** При использовании сборных бетонных блоков для кладки наружных и внутренних стен подвалов и сборных железобетонных плитных фундаментов для обеспечения пространственной жесткости подвалов и малой чувствительности подземных и надземных конструкций к неравномерным осадкам основания следует предусматривать устройство монолитных железобетонных горизонтальных поясов над фундаментами и верхним рядом блоков по всему контуру стен, а также вертикальных шпонок между блоками.

**6.1.2.4** В зонах воздействия на пол зданий и сооружений временных нагрузок интенсивностью более 100 кПа размещать подвалы не следует.

**6.1.2.5** Конструкции подвалов должны быть рассчитаны на воздействие постоянных и временных длительных нагрузок: от собственного веса железобетонных конструкций с учетом заливки швов, собственного веса пола на перекрытии, давления грунта на стены, равномерно распределенной полезной нагрузки от веса оборудования и веса складироваемых материалов, людей, деталей и т. п.

Наружные стены подвалов рассчитывают по предельным состояниям первой и второй группы на те же условия, что и подпорные стены.

**6.1.2.6** Расчетные схемы конструкций определяются проектной организацией исходя из объемно-планировочных и конструктивных решений подвала.

**6.1.2.7** Расчет наружных стен подвалов производят исходя из условия загрузения подвала грунтом (симметричное загрузение) и односторонней временной нагрузкой  $q$ .

**6.1.2.8** Если устойчивость стен подвала против сдвига не обеспечивается принятыми размерами фундаментов, необходимо предусматривать мероприятия, препятствующие сдвигу: устройство распорных балок, фундаментов внутреннего каркаса из перекрестных лент или в виде сплошной плиты.

**6.1.2.9** Температурно-осадочные швы в подвалах следует предусматривать на расстоянии не более 60 м для монолитных и 120 м для сборных и сборно-монолитных конструкций подвалов (без расчета на температурно-осадочные деформации). Такие швы следует устраивать посередине температурного блока. При резком различии деформативных свойств грунтов, залегающих под фундаментами подвала, следует устраивать осадочные швы или предусматривать меры по снижению чувствительности конструкций подвала и надземной части к неравномерным осадкам.

При назначении предельных расстояний между температурно-осадочными швами необходимо устраивать временный шов по середине температурного блока.

**6.1.2.10** Обратную засыпку пазух в котловане вокруг подвала следует предусматривать с двух его сторон при перепаде по высоте не более 1 м. Коэффициент уплотнения засыпки должен быть не менее 0,95. Для погашения бокового давления грунта в засыпке используют чередующиеся слои из песчано-цементной смеси (с расходом цемента от 3 % до 5 % от массы сухого песка).

**6.1.2.11** Подвальные помещения, при наличии подземных вод, должны быть защищены гидроизоляцией в соответствии с требованиями ТКП 45-5.01-255.

В качестве основной меры защиты при сложении основания глинистыми грунтами следует предусматривать пластовый дренаж под всем полом подвала с отводом воды за пределы подвала или сбросом ее в нижерасположенные, не насыщенные водой фильтрующие грунты через вертикальные дренажные скважины.

**6.1.2.12** При расположении пола подвала ниже уровня подземных вод для погашения их напора следует предусматривать пластовый дренаж под полом и пристенный дренаж по периметру стен с постоянной откачкой воды. На случай засорения дренажа предусматривают возможность кратковременного повышения уровня подземных вод не более чем на 1 м выше пола подвала.

Аварийное повышение уровня подземных вод выше пола подвала более чем на 1 м в расчете допускается не учитывать.

**6.1.2.13** При уровне подземных вод выше отметки пола подвала следует предусматривать меры, исключающие взламывание перекрытия за счет взвешивания водой, например посредством защемления его между стеной и фундаментом, причем конструкция перекрытия должна иметь двойное армирование, исходя из возникающих в его плите знакопеременных моментов.

При расчете прочности плиты перекрытия на восприятие взвешивания воды, помимо гидростатического давления, следует учитывать и гидродинамический напор.

**6.1.2.14** Монтажные проемы следует перекрывать съемными плитами в уровне верха конструкции перекрытия подвала, имеющими предел огнестойкости такой же, как перекрытие.

Эксплуатационные проемы следует перекрывать съемными плитами в уровне отметки чистого пола.

### 6.1.3 Тоннели и каналы

**6.1.3.1** В настоящем подразделе устанавливают требования к проектированию тоннелей (конвейерных, коммуникационных, кабельных и комбинированных) и каналов, сооружаемых открытым способом.

**6.1.3.2** Тоннели и каналы следует проектировать из сборных унифицированных железобетонных элементов или из монолитного железобетона.

**6.1.3.3** Каналы и тоннели должны быть рассчитаны по предельным состояниям:

- первой группы (по несущей способности) – на прочность элементов конструкций и узлов соединения;
- второй группы (по пригодности к нормальной эксплуатации) – на допустимые значения деформаций и ширины раскрытия трещин.

**6.1.3.4** При расчетах конструкций тоннелей и каналов необходимо учитывать симметричное и одностороннее нагружения их временными вертикальными нагрузками. Расчет следует производить с учетом упругого отпора грунта в вертикальном и горизонтальном направлениях.

**6.1.3.5** При заглублении верха тоннеля от поверхности земли более чем на 2 м, а также при временной нагрузке, расположенной на поверхности, интенсивностью до 1 тс/м<sup>2</sup>, независимо от глубины заложения, расчет тоннелей следует производить только на симметричное нагружение полной нагрузкой.

**6.1.3.6** Тоннели и каналы, заложенные ниже прогнозируемого уровня грунтовых вод, следует рассчитывать на возможность всплытия от расчетных нагрузок.

**6.1.3.7** Тоннели и каналы должны быть защищены от проникновения в них грунтовых и поверхностных вод в соответствии с ТКП 45-5.01-255.

**6.1.3.8** Тоннели и каналы, располагаемые вне зданий и дорог, должны быть заглублены от поверхности земли до верха перекрытия не менее чем на 0,3 м.

**6.1.3.9** Тоннели и каналы, располагаемые под автомобильными дорогами, должны быть заглублены от верха дорожного покрытия до верха перекрытий не менее чем на 0,5 м, при расположении под железными дорогами – не менее чем на 1 м от низа шпал.

**6.1.3.10** При расположении тоннелей и каналов внутри цехов минимальное заглубление верха их перекрытий от отметки чистого пола для тоннелей принимают 0,3 м, для каналов принимают отметку верха перекрытия канала равной отметке чистого пола.

**6.1.3.11** Открытые каналы и траншеи должны быть оборудованы ограждениями высотой не менее 600 мм.

### 6.1.4 Опускные колодцы

**6.1.4.1** В настоящем подразделе устанавливают требования к проектированию опускных колодцев для устройства фундаментов ответственных зданий и сооружений и подземных сооружений для размещения в них разнообразного технологического оборудования и служебных помещений (водозаборные и канализационные насосные станции, склады и хранилища различного назначения и другие подземные объекты).

**6.1.4.2** В плане опускные колодцы должны иметь форму круга или вписанного в него многоугольника. Монолитные колодцы проектируют прямоугольной формы, при этом углы колодца необходимо закруглять.

**6.1.4.3** В прямоугольных в плане колодцах с отношением размеров сторон более чем 1:2 необходимо предусматривать поперечные несущие перегородки или временные (на период опускания) распорки.



**6.1.4.4** Глубину погружения колодца назначают в соответствии с данными инженерно-геологических изысканий, выполненных на площадке строительства сооружения, возводимого на колодце. В пределах контура опускаемого колодца необходимо предусмотреть устройство не менее одной буровой скважины. При проектировании колодцев с диаметром более 10 м предусматривают не менее трех буровых скважин.

При закладке колодца на сжимаемых грунтах глубину его погружения определяют исходя из допустимой осадки данного сооружения.

**6.1.4.5** Колодцы следует проектировать тонкостенными, погружаемыми в тиксотропной рубашке.

**6.1.4.6** Монолитные железобетонные стены и днища колодцев следует проектировать из тяжелого бетона класса не ниже С12/15.

**6.1.4.7** Бетон колодцев, погружаемых в обводненные грунты, должен иметь проектную марку по водонепроницаемости не ниже W4; марку по морозостойкости и среднюю плотность бетона принимают по СП 5.03.01.

**6.1.4.8** Все расчеты опускаемых колодцев следует производить по предельным состояниям первой группы, за исключением расчетов оснований по деформациям и раскрытию трещин элементов конструкции, которые выполняются по предельным состояниям второй группы.

**6.1.4.9** Расчет колодцев необходимо выполнять на наиболее невыгодные сочетания нагрузок и воздействий, действующих в условиях строительства и эксплуатации:

– в условиях строительства – по расчетным схемам, учитывающим требования принятых в проекте способов производства работ;

– в условиях эксплуатации – по расчетным схемам, учитывающим наличие днища, внутренних стен, колонн, перекрытий и т. п., включая нагрузки и воздействия от всех расположенных внутри колодца и от опирающихся на колодец строительных конструкций и оборудования, а также учитывающим влияние соседних фундаментов зданий, сооружений и оборудования.

**6.1.4.10** На возникающие в условиях строительства колодцев нагрузки и воздействия должны выполняться следующие расчеты:

а) по расчетным схемам, учитывающим наличие только наружных стен (без днища):

– погружения колодца;

– прочности колодца или его первого яруса, подлежащего погружению при снятии с временного основания (если это предусмотрено проектом производства работ);

– прочности наружных стен при погружении колодца;

– устойчивости формы цилиндрической оболочки колодцев, погружаемых в тиксотропной рубашке;

б) по расчетным схемам, учитывающим наличие наружных стен и днища:

– всплытия колодца;

– прочности днища;

– прочности стен;

– сдвига по подошве при односторонней выемке грунта вблизи колодца (если она предусматривается проектом).

**6.1.4.11** На возникающие в условиях эксплуатации колодца нагрузки и воздействия должны выполняться следующие расчеты:

– прочности наружных и внутренних стен, днища, перекрытий, колонн и др.;

– всплытия колодца;

– оснований колодца по деформациям.

**6.1.4.12** Горизонтальное давление грунта на стены и нож колодца следует определять как сумму основного (от грунта или тиксотропного раствора) и дополнительного (от крена колодца, возникающего в результате его погружения) давлений.

**6.1.4.13** Давление грунта, расположенного ниже уровня грунтовых вод, необходимо определять с учетом взвешивающего действия воды.

**6.1.4.14** Основное давление грунта в плане колодца следует принимать равномерно распределенным.

**6.1.4.15** В стадии эксплуатации колодец следует рассчитывать на горизонтальное давление грунта в состоянии покоя.

**6.1.4.16** Колодцы, погружаемые ниже горизонта грунтовых вод, после устройства днища следует рассчитывать на всплытие в любых грунтах (за исключением случая, когда под днищем выполняется постоянно действующий дренаж).

**6.1.4.17** Расчет прочности погружаемых стен на нагрузки, возникающие в условиях строительства, следует производить, когда колодец или каждый ярус погружен до проектной глубины.

**6.1.4.18** Расчет прочности железобетонного днища необходимо производить на следующие нагрузки:

– на отпор грунта под днищем колодца, если значения постоянных вертикальных нагрузок колодца больше значения силы всплытия;

– на гидростатическое давление грунтовых вод, если значения постоянных вертикальных нагрузок колодца меньше значения силы всплытия (колодец заанкерен в прилегающем грунтовом массиве).

Расчет прочности днища колодца без внутренних стен и колонн следует производить как пластины, лежащей на упругом основании, а на нагрузку от гидростатического давления грунтовых вод – как пластины с шарнирными опорами, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой.

Расчет прочности днища, на которое опираются внутренние стены или колонны, производят соответственно как многопролетной пластины, состоящей из прямоугольных панелей, или как пластины, опертой в вершинах прямоугольной сетки колонн.

**6.1.4.19** Расчет осадок колодцев следует выполнять в соответствии с требованиями ТКП 45-5.01-254.

**6.1.4.20** При примыкании колодца к другим сооружениям следует учитывать разность осадок сооружений.

**6.1.4.21** Конструкцию гидроизоляции колодца следует назначать в зависимости от значений гидростатического напора грунтовых вод на уровне пола наиболее заглубленного помещения и требований к внутренним помещениям колодца в соответствии с ТКП 45-5.01-255. Верхнюю границу гидроизоляции стен следует назначать на 0,5 м выше максимально прогнозируемого уровня грунтовых вод.

**6.1.4.22** Гидроизоляция колодцев из листовой стали, устраиваемая с внутренней стороны, может применяться лишь в исключительных случаях при соответствующем обосновании. Расчет гидроизоляции необходимо производить на полный гидростатический напор.

## 6.2 Емкостные сооружения для сыпучих материалов

### 6.2.1 Закрома

**6.2.1.1** В настоящем подразделе устанавливают требования к проектированию открытых закровов.

**6.2.1.2** Закрома следует проектировать железобетонными.

**6.2.1.3** Горизонтальное давление материала на стены закровов следует определять так же, как для подпорных стен. Нормативные характеристики материалов, хранимых в закромах, следует принимать по таблице 2.

Таблица 2

Материал	Нормативный удельный вес, кН/м <sup>3</sup> (тс/м <sup>3</sup> )	Нормативный угол внутреннего трения, °
Чушковый чугун	40 (4)	50
Передельный металл	35 (3,5)	
Стальная стружка	20 (2)	
Чугунный лом	25 (2,5)	40
Стальной лом	20 (2)	
Шлак	12 (1,2)	
Сырой песок	18 (1,8)	35
Известняк	17 (1,7)	
Глина	18 (1,8)	
Известь	8 (0,8)	30
Сухой песок	16 (1,6)	
Кокс	8 (0,8)	

**6.2.1.4** Стены закровов должны быть рассчитаны также на горизонтальное давление грунта с учетом временной нормативной нагрузки на поверхности земли интенсивностью не менее 20 кПа (2 тс/м<sup>2</sup>) при опорожненном закроме.

**6.2.1.5** Коэффициент надежности по нагрузке для определения расчетного веса материалов заполнения закровов следует принимать равным 1,2. Расчетный угол внутреннего трения определяется делением значения нормативного угла внутреннего трения на коэффициент надежности по нагрузке, равный 1,1.

## 6.2.2 Бункеры

**6.2.2.1** Бункеры следует проектировать сборными железобетонными или сталежелезобетонными (из плоских железобетонных плит и стального каркаса) либо сборно-монолитными железобетонными. Стальными следует проектировать воронки, сужающиеся части бункеров, параболические (висячие бункеры), а также бункеры, которые по технологическим условиям подвергаются механическим, химическим и температурным воздействиям сыпучего материала и не могут быть выполнены из железобетона.

**6.2.2.2** При проектировании бункеров следует обеспечивать максимальное использование всего геометрического объема бункера (не менее 80 % при загрузке).

**6.2.2.3** Проектирование бункера должно включать два последовательных этапа:

– определение формы бункера и его воронки, углов наклона стенок, размеров выпускного отверстия по 6.2.2.4–6.2.2.7;

– расчет и проектирование конструкций бункеров и их защиты от ударов и истирания по 6.2.2.8–6.2.2.13.

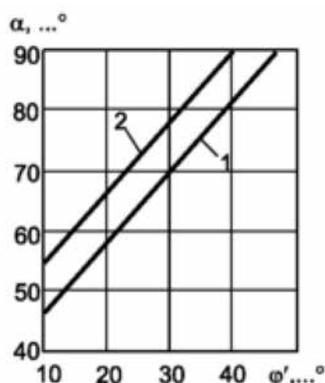
**6.2.2.4** Бункеры для связных (имеющих сцепление, слеживающихся) или самовозгорающихся сыпучих материалов гидравлического истечения следует проектировать конической, пирамидальной или лотковой формы. Другие формы (параболическая, с плоским днищем), а также несимметричные бункеры не допускаются.

Угол наклона стенок и размеры выпускного отверстия таких бункеров следует рассчитывать на основании физико-механических характеристик сыпучего материала: угла внутреннего трения (угол естественного откоса не допускается), удельного сцепления, угла внешнего трения, эффективного угла трения, функции истечения, определяемых с помощью приборов, измеряющих сопротивление сыпучего материала на сдвиг. Коэффициенты трения материалов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Сыпучий материал	Коэффициент трения	
	по бетону	по стали
Крупный кусковой гипс с размерами ребер более 100 мм	0,45	0,3
Мелкий кусковой гипс с размерами ребер до 100 мм	0,55	0,35
Глинозем	0,5	0,3
Мелкая обожженная известь с размерами зерен до 100 мм	0,55	0,35
Крупная обожженная известь с размерами зерен более 100 мм	0,45	0,3
Кокс	0,84	0,47
Сухой песок	0,7	0,5
Влажный песок	0,65	0,4
Песок, насыщенный водой	0,45	0,35
Уголь антрацит	0,5	0,3
Мелкий уголь	0,65	0,35
Цемент	0,58	0,3

Угол наклона стенок определяют по графику, который приведен на рисунке 1, в зависимости от угла внешнего трения (угла трения сыпучего материала по материалу стенки бункера).



- 1 – для бункеров с выпускным прямоугольным отверстием (отношение сторон 3:1 и более);  
 2 – для воронок конической формы с круглым отверстием или пирамидальной формы с квадратным отверстием;  $\phi'$  – угол трения сыпучего материала по стенкам бункера;  
 $\alpha$  – угол наклона стенки к горизонтали

**Рисунок 1 – Графики для определения угла наклона стенок бункеров для связных материалов**

*Примечание – К связным относятся материалы, содержащие фракции менее 2 мм и имеющие влажность более 2 %. При гидравлической форме истечения сыпучий материал находится в движении во всем объеме бункера.*

**6.2.2.5** Внутренние грани углов бункеров для связных материалов следует проектировать с вутами или закруглениями.

**6.2.2.6** Для несвязных (не имеющих сцепления, неслеживающихся) сыпучих материалов негидравлической формы истечения бункеры следует проектировать пирамидальной, конической, с плоским горизонтальным дном или параболической формы. Для таких бункеров размер выпускного отверстия должен определяться в зависимости от максимального размера куска сыпучего материала.

Угол наклона стенок воронки принимают произвольным, за исключением случаев, когда по условиям технологии требуется полное опорожнение бункера. В этом случае угол наклона стенок следует принимать по углу естественного откоса сыпучего материала с превышением последнего на  $5^{\circ}$ – $7^{\circ}$ .

*Примечание – К несвязным относятся щебень, галька и другие сыпучие материалы с крупностью зерен 2 мм и более, а также песок с крупностью зерен не более 2 мм и влажностью не более 2 %. При негидравлической форме истечения движется только центральная часть материала над выпускным отверстием, а остальной материал неподвижен.*

**6.2.2.7** Размеры выпускного отверстия следует определять расчетом на основании физико-механических характеристик сыпучего материала с учетом неблагоприятных изменений, при этом должны исключаться сводообразование над выпускным отверстием и зависание на стенках.

**6.2.2.8** Конструкции бункера следует рассчитывать на действие временной нагрузки от веса сыпучего материала, заполняющего бункер, постоянных нагрузок от собственного веса конструкций, веса футеровки, а также на действие постоянных и временных нагрузок надбункерного перекрытия. Направление давления принимается перпендикулярным к поверхности стенки в данной точке.

**6.2.2.9** Стенки бункера следует рассчитывать на растягивающие усилия в горизонтальном и скатном направлениях и изгибающие моменты от местного изгиба из плоскости стенок. Конструкции бункера в целом рассчитывают на общий изгиб, учитывающий пространственную работу бункера.

**6.2.2.10** Давление сыпучего материала на стенки бункера следует принимать как для подпорной стены, без учета сил трения между сыпучим материалом и стенками бункера.

**6.2.2.11** При расчете конструкций бункеров удельный вес сыпучего материала необходимо принимать по заданию на проектирование.

**6.2.2.12** Внутренние поверхности бункеров следует разделять на участки, подвергающиеся износу (I и II зоны) и не подвергающиеся износу (III зона):



I зона – участок, подвергающийся ударам потока сыпучего материала при загрузке бункера и истиранию при его разгрузке. I зону следует защищать, используя принцип самозащиты или износостойкой защиты на упругом основании;

II зона – участок, подвергающийся истиранию сыпучим материалом в процессе разгрузки бункера. II зону следует защищать полимерными и другими материалами, а при температуре сыпучего материала выше 50 °С – шлакокаменным и каменным литьем термостойкими составами;

III зона – участок, не требующий защиты.

**6.2.2.13** При заполнении бункера твердыми крупнокусковыми или абразивными материалами, способствующими быстрому износу поверхности конструкций, необходимо предусматривать специальную защитную облицовку-футеровку (стальные листы, плиты, решетки из полосовой стали и т. п.).

При сочетании истирающего воздействия, высокой температуры и химической агрессии сыпучего материала внутренние поверхности бункеров следует защищать плитами из шлакокаменного литья, износостойкого и жаростойкого бетона (с заполнением швов раствором кислотостойких и жаростойких составов), а в отдельных случаях – листами из соответствующих видов сталей (термостойких и др.).

**6.2.2.14** При эксплуатации бункеров в агрессивной и газовой среде их наружные поверхности следует защищать от коррозии в соответствии с требованиями СН 2.01.07.

**6.2.2.15** При проектировании бункеров для влажных сыпучих материалов, располагаемых в неотапливаемых помещениях, необходимо предусматривать эффективный обогрев стен бункеров в целях предотвращения смерзания материала в бункере.

**6.2.2.16** При проектировании бункеров для связных материалов, поступающих в нагретом или смерзшемся состоянии, необходимо предусматривать теплоизоляцию стен бункеров в соответствии с теплотехническим расчетом, исключающую конденсацию водяных паров при нагретом материале, а также примерзание к стенам смерзшегося материала.

**6.2.2.17** Бункеры должны иметь перекрытия из негорючих (НГ) материалов с проемами для загрузки. Если загрузку производят из транспорта без возможности прерывания (вагоны, машины, грейферы), допускается проектировать бункер без перекрытия, но с обязательным устройством сплошного ограждения высотой не менее 1 м по боковым сторонам и со стороны, противоположной загрузке. Необходимость устройства стальных решеток для перекрытия технологических проемов и размер ячеек решеток определяются технологическим заданием.

**6.2.2.18** Бункеры необходимо оснащать устройствами для механической очистки стен и удаления зависшего сыпучего материала, чтобы исключалась необходимость спуска людей в них.

### **6.2.3 Силосы и силосные корпуса для хранения сыпучих материалов**

**6.2.3.1** Форму силосов, их размеры, расположение в плане и количество определяют требованиями технологического процесса.

**6.2.3.2** Силосы для хранения сыпучих материалов следует проектировать в соответствии с требованиями СН 3.02.09.

**6.2.3.3** Форма воронки силоса, углы ее наклона, а также размеры выпускного отверстия должны определяться с учетом условий надежного истечения сыпучего материала.

**6.2.3.4** Отношение длины силосного корпуса к его ширине и высоте должно быть не более 2. При однорядном расположении силосов это отношение допускается увеличивать до 3.

**6.2.3.5** При проектировании силосных корпусов следует, исходя из обоснования и конкретных условий строительства, предусматривать применение монолитного железобетона (при возведении промышленными методами) или сборного железобетона (из унифицированных изделий).

Допускается применение стальных, а также стальных инвентарных и оперативных силосов для сыпучих материалов, хранение которых недопустимо в железобетонных емкостях.

**6.2.3.6** В проектах необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие защиту стыков сборных элементов силосов от проникания атмосферных осадков и пыления мелкодисперсных хранимых материалов.

**6.2.3.7** Внутренние поверхности стен и днища силосов не должны иметь выступающих горизонтальных ребер и впадин.

**6.2.3.8** Стены и днища силосов для абразивных и кусковых материалов следует защищать от истирания и разрушения при загрузке.

Материал для защиты стен и днища силосов следует выбирать в зависимости от физико-механических свойств хранимого материала. При проектировании силосов необходимо учитывать также химическую агрессивность хранимого материала и воздушной среды.

**6.2.3.9** При применении для загрузки силосов трубопроводного контейнерного пневматического транспорта на надсилосном перекрытии следует предусматривать предохранительные клапаны для предупреждения возникновения избыточного давления в силосах.

**6.2.3.10** При проектировании соединительных галерей между силосами или между силосными корпусами следует учитывать относительные смещения силосов или силосных корпусов, вызываемые неравномерными осадками и кренами.

**6.2.3.11** Фундаменты отдельно стоящих силосов и силосных корпусов следует проектировать в виде монолитных железобетонных плит. Свайные фундаменты следует предусматривать, если расчетные деформации естественного основания превышают предельные или не обеспечивается его устойчивость, а также при наличии просадочных грунтов и в других случаях при соответствующем технико-экономическом обосновании.

**6.2.3.12** При расчете конструкций силосов на нагрузки и воздействия целесообразно руководствоваться [8].

При расчете силосов следует также учитывать нагрузки и воздействия:

– временные – от веса сыпучих материалов, части горизонтального давления и трения сыпучих материалов о стены силосов, веса технологического оборудования не менее 2 кПа (200 кгс/м<sup>2</sup>), усадки и ползучести бетона, крена и неравномерных осадок;

– кратковременные – возникающие при изготовлении, перевозке и монтаже сборных конструкций, при изменении температур наружного воздуха, от части горизонтального неравномерного давления сыпучих материалов, от давления воздуха, нагнетаемого в силос, при активной вентиляции и гомогенизации;

– особые – от давления при взрыве.

**6.2.3.13** Аэродинамические коэффициенты при расчете силосов на ветровые нагрузки целесообразно принимать по [8].

Аэродинамические коэффициенты общего лобового сопротивления силосов при расчете нижней зоны силосов (колонн и фундаментов) принимают: для одиночных силосов, расположенных друг от друга на расстоянии, превышающем три диаметра силосов (по центрам), –  $c = 0,7$ ; при меньшем расстоянии –  $c = 1,3$ ; для силосных корпусов –  $c = 1,4$ .

**6.2.3.14** Коэффициенты надежности по нагрузке для собственного веса конструкций, полезной нагрузки на перекрытиях, снеговой и ветровой нагрузок целесообразно принимать по [8]:

– при горизонтальных и вертикальных давлениях от сыпучих материалов –  $\gamma_f = 1,3$ ;

– при температурных воздействиях и от давления воздуха в силосе –  $\gamma_f = 1,1$ .

**6.2.3.15** Стены круглых силосов диаметром до 12 м, квадратных и многогранных силосов кроме расчета на прочность следует рассчитывать на выносливость с коэффициентами асимметрии цикла  $p_s$  и  $p_b$ :

– в стенах с предварительным напряжением –  $p_s = 0,85$ ;

– в стенах без предварительного напряжения –  $p_s = p_b = 0,7$ .

**6.2.3.16** Силосы, загружаемые горячим сыпучим материалом (с температурой выше 100 °С на контакте с бетоном), должны быть рассчитаны с учетом кратковременного и длительного действия температуры по предельным состояниям первой и второй группы.

**6.2.3.17** При внецентренной загрузке и разгрузке силоса диаметром 12 м и более его стены следует проверять на действие несимметричного давления сыпучего материала.

**6.2.3.18** Предельную ширину раскрытия вертикальных трещин в стенах железобетонных силосов определяют по СП 5.03.01.

**6.2.3.19** Прогиб от временных длительных нормативных нагрузок для стен квадратных и многогранных силосов не должен превышать 1/200 пролета в осях стен.

**6.2.3.20** Вертикальное давление сыпучего материала в пределах наклонного днища или воронки силоса принимается постоянным, равным вычисленному для верха наклонного днища или воронки.

**6.2.3.21** Коэффициенты условий работы при расчете стен силосов следует определять по СП 5.03.01, принимая для стен силосов, возводимых в скользящей опалубке, коэффициент условий работы бетона, равным 0,75. При этом коэффициент, учитывающий длительность действия нагрузки, принимают равным 1.

**6.2.3.22** Стены стальных силосов должны быть дополнительно проверены на устойчивость с коэффициентом условий работы, равным 1.

**6.2.3.23** Для стальных силосов следует учитывать воздействия от суточного изменения температуры наружного воздуха в виде дополнительного горизонтального нормативного давления сыпучего материала, считая его равномерно распределенным по периметру и по высоте.

**6.2.3.24** Места изменения формы стального силоса, в частности зоны сопряжения цилиндрической части с конусной или с плоским днищем, а также места резкого изменения нагрузки должны быть проверены на дополнительные местные напряжения (краевой эффект) с коэффициентом условий работы, равным 1,4.

**6.2.3.25** При симметричной разгрузке и загрузке сыпучего материала стены стальных силосов проверяют на прочность по ТКП 45-5.04-217 с коэффициентом условий работы  $\gamma_c = 0,8$ .

**6.2.3.26** В случае несимметричной загрузки или разгрузки сыпучих материалов стены стальных круглых силосов, не воспринимающие кольцевые изгибающие моменты, проверяют на устойчивость и прочность от воздействия кольцевых меридиональных и сдвигающих усилий, определяемых расчетом цилиндрической оболочки.

**6.2.3.27** Стены монолитных железобетонных силосов следует проектировать из бетона класса не ниже С12/15, а сборные железобетонные элементы стен – из бетона класса не ниже С20/25.

**6.2.3.28** Расчет оснований силосных корпусов и отдельно стоящих силосов необходимо производить по предельным состояниям второй группы (по деформациям) в соответствии с требованиями ТКП 45-5.01-254.

При расчете деформации оснований ветровую нагрузку включают в основное сочетание нагрузок.

**6.2.3.29** При определении крена фундаментов корпусов в виде жестко сблокированных силосов (силосных корпусов) на общей фундаментной плите в условиях отсутствия влияния соседних корпусов учитывают повышенный модуль деформации грунта. Повышение модуля деформации грунта обеспечивается предварительным обжатием грунта первичной равномерной загрузкой силосов длительностью не менее двух месяцев.

**6.2.3.30** При определении давления на грунт под подошвой фундамента следует учитывать как случай полной загрузки силосов сыпучими материалами, так и случай разгрузки некоторых из силосов в количестве, создающем наиболее невыгодное сочетание нагрузок.

**6.2.3.31** Колонны подсилосного этажа следует рассчитывать по схеме стоек, заделанных в фундамент, с учетом фактического защемления в днище силоса.

**6.2.3.32** При расчете колонн необходимо учитывать дополнительные усилия изгиба и сжатия при наклоне корпуса (принимая равным 0,004) от неравномерной осадки, а также дополнительный изгибающий момент, вызываемый отклонением верха колонн и смещениями сборных плит днища и воронок в пределах допусков.

**6.2.3.33** При проектировании силосов для сыпучих материалов, пыль которых способна образовать при загрузке или разгрузке силосов взрывоопасные концентрации, следует предусматривать мероприятия, исключающие возможность взрывов, а также предупреждающие появление электростатических разрядов.

## 6.3 Надземные сооружения

### 6.3.1 Этажерки и площадки

**6.3.1.1** В настоящем подразделе устанавливают требования к проектированию располагаемых снаружи и внутри зданий этажерок, а также площадок для обслуживания оборудования и размещения материалов, необходимых для ремонта.

**6.3.1.2** Конструкции этажерок и площадок (колонны, балки, перекрытия) следует проектировать из сборного или монолитного железобетона, из стальных профилей, стальных гладких и профилированных листов.

Для производств с технологическими процессами, изменяющимися не реже чем через пять лет, конструкции этажерок проектируются стальными.

**6.3.1.3** Сетку колонн и высоту ярусов этажерок выбирают исходя из технологических требований.

**6.3.1.4** При расчете наружных этажерок на снеговую и ветровую нагрузки целесообразно руководствоваться [8] с учетом следующих дополнительных требований: на верхнем ярусе снеговую нагрузку следует учитывать полностью, на промежуточных ярусах – в размере 50 %. Ветровую нагрузку следует принимать с учетом воздействия ветра на оборудование.

**6.3.1.5** Этажерки, на которых размещается оборудование, вызывающее вибрации, не должны соединяться с каркасом здания, а оборудование на них следует устанавливать на виброизоляторах.

**6.3.1.6** ОпираНИЕ площадок и лестниц следует предусматривать непосредственно на оборудование, когда это допустимо по несущей способности и конструктивному решению, за исключением оборудования, являющегося источником вибрации.

**6.3.1.7** По наружному периметру этажерок и площадок, открытых проемов в перекрытиях, лестниц и площадок лестниц (в том числе площадок на колонных аппаратах) необходимо предусматривать ограждения высотой 1 м. Нижняя часть ограждения должна иметь сплошной борт высотой 0,14 м.

### 6.3.2 Открытые крановые эстакады

**6.3.2.1** В настоящем подразделе устанавливают требования к проектированию открытых крановых эстакад, предназначенных для обслуживания складов и производств, которые располагаются на открытом воздухе и требуют подъемно-транспортного оборудования в виде опорных мостовых кранов.

**6.3.2.2** Открытые крановые эстакады, в том числе со свободно стоящими колоннами, следует предусматривать в тех случаях, когда технологический процесс не может быть обеспечен с помощью подвижных козловых кранов.

**6.3.2.3** Открытые крановые эстакады следует проектировать однопролетными и многопролетными. В многопролетных эстакадах разрешается применять пролеты различных размеров.

**6.3.2.4** При проектировании открытых крановых эстакад, пристраиваемых к продольным стенам зданий, сток воды с крыши здания на подкрановые пути, троллеи и обслуживающие площадки не допускается.

**6.3.2.5** В случае устройства на площадке эстакады железнодорожных путей мостовой кран должен быть оборудован кабиной управления так, чтобы из кабины обеспечивался обзор погрузки и разгрузки, в том числе пола полувагона.

**6.3.2.6** Открытые крановые эстакады следует проектировать со свободно стоящими (в поперечном направлении) колоннами.

Эстакады с колоннами, раскрепленными выше габарита крана жесткими поперечными конструкциями, принимают в случаях неравномерных деформаций основания или при нормативной нагрузке на пол эстакады более 0,2 МПа (20 тс/м<sup>2</sup>). При этом следует обеспечивать габариты приближения кранов к строительным конструкциям, предусмотренные в [7].

В продольном направлении устойчивость эстакады следует обеспечивать подкрановыми балками и вертикальными связями, устанавливаемыми в каждом температурном блоке.

**6.3.2.7** Фундаменты под колонны открытых крановых эстакад следует проектировать железобетонными монолитными или сборными в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к фундаментам одноэтажных промышленных зданий.

Заглубление колонн в стаканы фундаментов должно обеспечивать необходимую глубину заделки растянутой арматуры, а также минимальную глубину заделки колонн.

**6.3.2.8** Тормозные конструкции, концевые упоры на подкрановых балках, вертикальные связи по колоннам, поперечные распорки над крановым габаритом, площадки и лестницы следует проектировать стальными.

**6.3.2.9** Расчетную схему эстакады следует принимать в виде отдельно стоящих продольных рядов колонн, жестко соединенных с фундаментами в уровне их обреза и шарнирно-соединенных в пределах температурного блока с подкрановыми балками и вертикальными связями.

Для эстакад с распорками расчетную схему следует принимать в виде поперечной рамы, включающей колонны и распорки.

*Примечание – Связь противостоящих рядов несущих конструкций мостом крана при расчете не учитывается.*

**6.3.2.10** Нагрузки на открытые крановые эстакады необходимо определять в соответствии с требованиями ГОСТ 1451, также целесообразно руководствоваться [8], с учетом нормативной вертикальной нагрузки на галереи для прохода вдоль кранового пути от веса людей и ремонтных материалов, принимаемой равной 2 кПа (200 кгс/м<sup>2</sup>) без учета снеговой нагрузки.

**6.3.2.11** Основания под фундаментами открытых крановых эстакад следует рассчитывать на нагрузки, действующие в плоскости моста крана, по предельным состояниям первой и второй группы по ТКП 45-5.01-254.

Краевое давление при действии изгибающего момента вдоль каждой оси фундамента не должно превышать  $1,2R$  и в угловой точке –  $1,5R$  (где  $R$  – расчетное давление на грунт).

**6.3.2.12** Для фундаментов колонн открытых крановых эстакад при кранах грузоподъемностью более 15 т, а также при расчетном сопротивлении грунта основания  $R < 150$  кПа размеры фундаментов следует назначать такими, чтобы эпюра давлений была трапецевидной, с отношением минимального и максимального напряжений не менее 0,25.

В остальных случаях для фундаментов разрешается треугольная эпюра.

**6.3.2.13** Деформации оснований смежных колонн открытых крановых эстакад следует принимать по ТКП 45-5.01-254.

При этом, если нагрузка на пол эстакады от веса складываемых или перерабатываемых материалов, изделий и т. п. составляет более 0,05 МПа (5,0 тс/м<sup>2</sup>) или вблизи эстакады расположены здания и сооружения, у которых активная зона деформируемого грунта под фундаментами накладывается на неактивную зону под фундаментами колонн эстакады, то деформации основания не должны вызывать дополнительной разности отметок головок подкрановых рельсов на соседних колоннах (вдоль и поперек эстакады) более чем на 20 мм и изменения расстояния между крановыми рельсами более чем на 10 мм.

**6.3.2.14** Прогибы и перемещения элементов конструкций не должны превышать предельных значений, при этом целесообразно руководствоваться [8].



Перемещения, обусловленные прогибом колонн в поперечном направлении при нагрузках от одного крана, должны удовлетворять следующим требованиям:

- перемещение кранового рельса должно быть не более 5 мм от действия горизонтальной силы, соответствующей поперечному торможению;
- сближение крановых рельсов – не более 15 мм от совместного действия вертикального давления и поперечного торможения (проверка выполняется при внецентренном загрузении колонн вертикальной нагрузкой).

### 6.3.3 Отдельно стоящие опоры и эстакады под технологические трубопроводы

**6.3.3.1** В настоящем подразделе устанавливают требования к проектированию низких и высоких отдельно стоящих опор, а также эстакад под технологические трубопроводы.

**6.3.3.2** При прокладке трубопроводов на низких опорах расстояние от поверхности земли до низа трубы или слоя изоляции (для изолированных труб) следует принимать от 0,3 до 1,2 м, в зависимости от планировки земли и уклонов трубопроводов.

**6.3.3.3** Свободная высота эстакад для трубопроводов над проездами и проходами должна быть, м, не менее: 5,55 – для железнодорожных путей (над головкой рельса);

5,00 – для автомобильных дорог (4,50 – при соответствующем обосновании);

2,20 – для пешеходных дорог.

**6.3.3.4** При пересечении высокими эстакадами железнодорожных путей и автомобильных дорог расстояние по горизонтали от грани ближайшей опоры эстакады должно быть, м, не менее:

2,45 – до оси железнодорожного пути нормальной колеи;

1,00 – до бордюра автомобильной дороги.

**6.3.3.5** Пересечение эстакад с воздушными линиями электропередачи выполняется в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и ТНПА по устройству и безопасной эксплуатации электроустановок.

**6.3.3.6** Отдельно стоящие опоры и эстакады следует проектировать из сборных железобетонных или стальных конструкций.

**6.3.3.7** При проектировании отдельно стоящих опор и эстакад уклон трубопроводов следует создавать за счет изменения отметки верхнего обреза фундамента или длины колонн с учетом рельефа поверхности земли вдоль трассы.

**6.3.3.8** Расстояние между отдельно стоящими опорами под трубопроводы следует определять исходя из расчета труб на прочность и жесткость и принимать не менее 6 м и кратным 3 м.

**6.3.3.9** Продольную устойчивость отдельно стоящих опор и эстакад следует обеспечивать за счет анкерной опоры в каждом температурном блоке.

Эстакады с железобетонными опорами следует проектировать без анкерных опор. В этом случае горизонтальные нагрузки на температурный блок, действующие вдоль трассы, следует передавать на все опоры.

**6.3.3.10** Отдельно стоящие опоры и эстакады следует рассчитывать на нагрузки от веса трубопроводов с изоляцией, транспортируемого продукта, людей и ремонтных материалов на обслуживающих площадках и переходных мостиках, отложений производственной пыли, на горизонтальные нагрузки и воздействия от трубопроводов, а также на снеговые и ветровые нагрузки.

При этом дополнительная нормативная вертикальная нагрузка от веса воды в паропроводах при гидравлических испытаниях должна учитываться при заполнении водой только одного паропровода.

Коэффициенты надежности по нагрузкам определяют с учетом требований настоящего раздела, также целесообразно руководствоваться [8].

**6.3.3.11** Нормативная нагрузка от веса людей и ремонтных материалов на площадках, переходных мостиках и лестницах принимается равномерно распределенной, равной 0,75 кПа (75 кгс/м<sup>2</sup>). Коэффициент надежности по нагрузке от веса людей и ремонтных материалов следует принимать равным 1,4.

**6.3.3.12** Расчет строительных конструкций отдельно стоящих опор и эстакад следует производить как плоских конструкций. При необходимости проведения уточненных расчетов и учета дополнительных факторов расчет строительных конструкций отдельно стоящих опор и эстакад следует производить как расчет пространственных систем с учетом их совместной работы с трубопроводами.

**6.3.3.13** При прокладке трубопроводов на эстакаде продольная горизонтальная нагрузка от сил трения в подвижных опорных частях труб воспринимается пролетным строением и анкерными опорами и на промежуточные опоры не передается.

**6.3.3.14** Нормативная вертикальная нагрузка от трубопроводов на опоры и эстакады должна приниматься как сумма вертикальных нагрузок от всех трубопроводов.

Расчетная сила трения одного трубопровода на опоре определяется умножением расчетной вертикальной нагрузки от этого трубопровода на коэффициент трения, принимаемый равным в опорных частях «сталь по стали»: в скользящих – 0,3; в катковых вдоль оси трубопровода – 0,1; в катковых поперек оси трубопровода – 0,3; в шариковых – 0,1.

**6.3.3.15** При отсутствии уточненной раскладки трубопроводов значение интенсивности вертикальной нагрузки на единицу длины траверсы  $p$  отдельно стоящих опор и эстакад следует определять по формуле

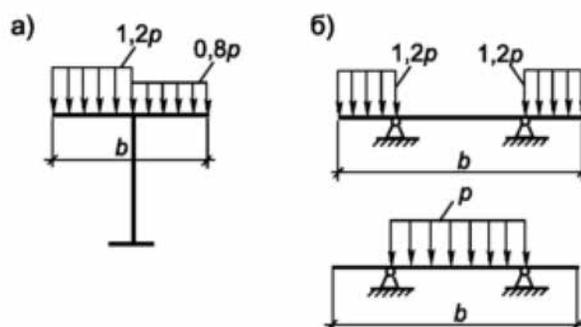
$$p = qa/b \quad (6)$$

где  $q$  – вертикальная нагрузка от трубопроводов на 1 м длины трассы, кН/м;

$a$  – шаг траверс, м;

$b$  – длина траверсы, м.

Распределение этой нагрузки по длине траверсы следует принимать по рисунку 2.

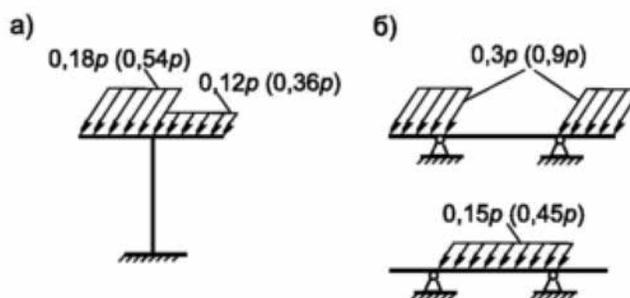


**Рисунок 2 – Распределение интенсивности вертикальной нагрузки при расчете траверс отдельно стоящих опор и эстакад:**

*а – схема распределения нагрузки для одностоечных опор;*

*б – то же для двухстоечных опор и эстакад*

Нормативное значение интенсивности горизонтальной нагрузки на единицу длины траверсы отдельно стоящих опор и эстакад при отсутствии уточненной раскладки трубопроводов определяют согласно рисунку 3. При этом коэффициент надежности по нагрузке следует принимать равным 1,1.



*Примечание – В скобках приведены значения нагрузки при неподвижном опирании трубопроводов на траверсу.*

**Рисунок 3 – Распределение интенсивности горизонтальной нагрузки при расчете траверс отдельно стоящих опор и эстакад:**

*а – схема распределения нагрузки для одностоечных опор;*

*б – то же для двухстоечных опор и эстакад*

**6.3.3.16** Распределение вертикальной и горизонтальной нагрузок при отсутствии уточненной раскладки трубопроводов по ярусам для многоярусных отдельно стоящих опор и эстакад следует принимать:



– в двухъярусных опорах и эстакадах:

на верхний ярус – 60 %;

на нижний ярус – 40 %;

– в трехъярусных опорах и эстакадах:

на верхний ярус – 40 %;

на средний ярус – 30 %;

на нижний ярус – 30 %.

**6.3.3.17** Нормативные нагрузки для расчета колонн и фундаментов отдельно стоящих опор при отсутствии уточненной раскладки трубопроводов следует принимать:

– вертикальную и горизонтальную технологическую нагрузки вдоль трассы на промежуточную опору – согласно рисунку 4;

– горизонтальную технологическую нагрузку вдоль трассы на анкерную промежуточную опору, установленную в середине температурного блока –  $(0,03l + 2) \cdot q$ ;

– горизонтальную технологическую нагрузку вдоль трассы на концевую опору –  $(0,15l + 4) \cdot q$ ;

– горизонтальную нагрузку поперек трассы от отводов трубопроводов на промежуточную опору –  $1,5q$ ;

где  $l$  – максимальное расстояние от анкерной опоры до конца температурного блока, м;

$q$  – нормативная вертикальная нагрузка от трубопроводов на 1 м длины трассы, кН/м.

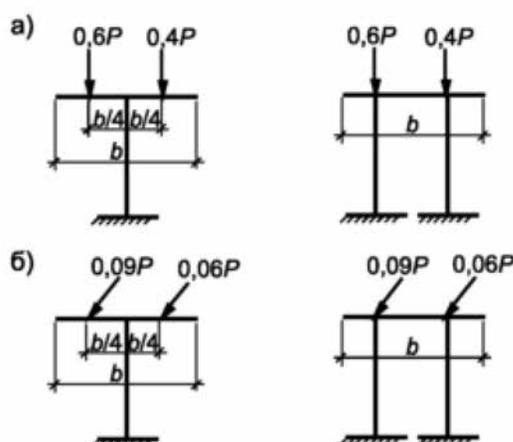
**6.3.3.18** При заданной раскладке трубопроводов расчетная горизонтальная технологическая нагрузка вдоль трассы на промежуточные отдельно стоящие опоры, действующая в местах подвижного опирания трубопроводов, должна определяться следующим образом:

а) при прокладке одного трубопровода горизонтальная технологическая нагрузка на траверсы, колонны и фундаменты принимается равной расчетному значению соответствующей силы трения и считается приложенной в месте его опирания (применительно к тепловым водяным сетям вместо каждого отдельного трубопровода принимается одна система: подающий и обратный трубопроводы);

б) при прокладке от двух до четырех трубопроводов горизонтальная технологическая нагрузка на траверсы, колонны и фундаменты учитывается только от двух наиболее неблагоприятно влияющих трубопроводов. Значение каждой из горизонтальных нагрузок принимается равным расчетному значению соответствующей силы трения, приложенной в местах опирания трубопроводов;

в) при прокладке более четырех трубопроводов по отдельно стоящим опорам, когда жесткость опоры не превышает 600 кН/см (60 тс/см) и распределение вертикальной нагрузки находится в пределах, указанных на рисунке 3, расчетную горизонтальную нагрузку, передающуюся с траверсы на наиболее нагруженную колонну и фундамент, следует определять как произведение суммы расчетных значений сил трения от каждого трубопровода на коэффициент одновременности, значение которого принимается по таблице 4 (при определении горизонтального усилия, действующего в уровне верхних граней траверс двухъярусных опор, учитываются только те трубопроводы, которые опираются на траверсу второго яруса, а в уровне нижнего яруса – по перечислению г));

г) при прокладке более четырех трубопроводов расчетная горизонтальная нагрузка на траверсы, а также колонны и фундаменты опор, к которым не могут быть применены условия, приведенные в перечислении в), учитывается или от двух трубопроводов, как в перечислении б), или от всех трубопроводов. В последнем случае расчетная горизонтальная нагрузка от каждого трубопровода принимается равной произведению расчетного значения соответствующей силы трения на коэффициент, равный 0,5; распределение ее по поперечному сечению трассы принимается согласно рисунку 4 б). Из двух определенных указанными способами нагрузок принимается наиболее неблагоприятная.



$P = pb$  – нормативная вертикальная нагрузка на опору или на соответствующий ярус опоры, где  $p$  – нормативное значение интенсивности вертикальной нагрузки на траверсу, определяемое по формуле (6)

**Рисунок 4 – Распределение нагрузки при расчете колонн и фундаментов промежуточных отдельно стоящих опор по поперечному сечению трассы:**

*а – схема распределения вертикальной нагрузки; б – то же горизонтальной нагрузки*

**Таблица 4**

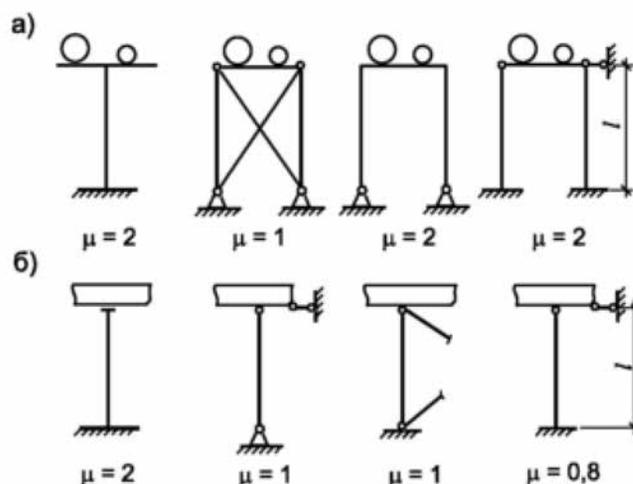
Общее число трубопроводов на траверсе	5	6	7	8	9	10
Коэффициент одновременности	0,25	0,2	0,15	0,12	0,09	0,05
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 При числе трубопроводов более 10 рассматриваемое усилие учитывается только от 10 наиболее неблагоприятных для расчета трубопроводов.</p> <p>2 Рекомендуемые коэффициенты одновременности не распространяются на случаи, когда на отдельно стоящих опорах находятся лишь неизолированные трубопроводы.</p> <p>3 Под жесткостью опоры понимается горизонтальная сила (кН), приложенная к верху опоры и вызывающая ее смещение на 1 см.</p>						

**6.3.3.19** При заданной раскладке трубопроводов расчетная горизонтальная технологическая нагрузка вдоль трассы на концевые анкерные отдельно стоящие опоры определяется исходя из усилий, действующих по одну сторону от анкерной опоры, и складывается из суммы усилий в компенсаторах, суммы горизонтальных нагрузок от промежуточных опор (6.10.14), расположенных на участке от оси компенсатора до анкерной опоры, суммы неуравновешенных осевых усилий, вызванных действием внутреннего давления на запорные устройства.

Нагрузка на промежуточные анкерные отдельно стоящие опоры определяется как разность указанных выше нагрузок, действующих в противоположных направлениях справа и слева от анкерной опоры. При этом меньшую (вычитаемую) нагрузку следует умножить на коэффициент 0,8 (при равенстве противоположно направленных нагрузок учитываемая в расчете нагрузка должна приниматься равной 0,2 всей нагрузки, действующей с одной стороны).

**6.3.3.20** Промежуточные отдельно стоящие опоры, расположенные под П-образными компенсаторами на расстоянии не более  $40d$  ( $d$  – внутренний диаметр наибольшего трубопровода) от угла поворота трубопровода, при подвижном опирании трубопровода должны быть рассчитаны на горизонтальную нагрузку, направленную под углом к оси трассы. При этом расчетная величина нагрузки принимается такой же, как при расчете вдоль трассы, а угол ее направления к оси трубопроводов принимается равным:  $45^\circ$  – при скользящих опорных частях;  $70^\circ$  – при катковых опорных частях. Для опор, расположенных под «спинкой» П-образного компенсатора, указанный выше угол следует отсчитывать от оси, нормальной к оси трубопровода.

**6.3.3.21** Значение коэффициента для определения расчетных длин колонн отдельно стоящих опор при проверке устойчивости допускается принимать по рисунку 5.



**Рисунок 5 – Значения коэффициентов для определения расчетных длин  $l_0 = \mu l$  колонн опор:**

*а – в плоскости, перпендикулярной оси трубопроводов;*

*б – в плоскости оси трубопроводов*

**6.3.3.22** Нормативную горизонтальную технологическую нагрузку на эстакаду вдоль трассы при отсутствии уточненной раскладки трубопроводов следует принимать: при расчете опор концевой (углового) температурного блока –  $4q$ ; при расчете опор промежуточного блока –  $2q$ .

Нормативную горизонтальную технологическую нагрузку от каждого поперечного ответвления трубопроводов на опору, ближайшую к ответвлению, следует принимать в зависимости от вертикальной нагрузки  $q$  на основную трассу. При вертикальной нагрузке  $q$  на основную трассу менее  $50 \text{ кН/м}$ , от  $50$  до  $100 \text{ кН/м}$  и более  $100 \text{ кН/м}$  поперечную нагрузку от ответвлений трубопроводов принимают равной  $q$ ;  $0,8q$ ;  $0,5q$  соответственно.

**6.3.3.23** Значения предельных вертикальных и горизонтальных прогибов конструкций опор и эстакад устанавливаются технологическими требованиями и не должны превышать  $1/150$  пролета и  $1/75$  вылета консоли.

**6.3.3.24** В продольном направлении отдельно стоящие опоры и эстакады следует разбивать на температурные блоки, длина которых не должна превышать предельных расстояний между неподвижными опорными частями трубопроводов.

**6.3.3.25** Температурные швы эстакад следует совмещать с компенсаторными устройствами трубопроводов, при этом необходимо предусматривать наибольшую возможную длину температурных блоков.

**6.3.3.26** Определение размеров подошвы отдельных фундаментов производят, принимая величину зоны отрыва равной  $0,33$  площади подошв всех фундаментов.

Наибольшее давление на грунт под краем подошвы не должно превышать при действии изгибающего момента в одном направлении  $1,2R$ , а при действии изгибающих моментов в двух направлениях –  $1,5R$  (где  $R$  – расчетное давление на грунт).

### 6.3.4 Галереи и эстакады

**6.3.4.1** В настоящем подразделе устанавливают требования к проектированию наружных конвейерных (непрерывных и с перегрузочными узлами), пешеходных, кабельных, комбинированных галерей и эстакад, разгрузочных железнодорожных эстакад.

**6.3.4.2** Проектирование конвейерных галерей следует осуществлять в соответствии с требованиями СН 3.03.03.

**6.3.4.3** Комбинированные галереи и эстакады предназначаются для установки ленточных конвейеров, прокладки транзитных кабелей и других коммуникаций.

**6.3.4.4** Кабельные разводки должны располагаться на открытых эстакадах.

**6.3.4.5** Пролетные строения и опоры галерей и эстакад следует рассчитывать на:

- нагрузки от атмосферных воздействий (снег, ветер, перепад температур);
- вертикальные нагрузки от собственного веса галерей, конвейера, транспортируемого на ленте груза, веса просыпи, ремонтных материалов и людей;

- продольные нагрузки, передающиеся от ленточных конвейеров;
- динамические нагрузки, создаваемые подвижными частями конвейера.

**6.3.4.6** Значение нормативной нагрузки от веса просыпи, людей и ремонтных материалов для расчета конструкций конвейерных галерей принимают по таблице 5.

Таблица 5

Элемент пролетного строения	Вид нагрузки	Единица измерения	Значение нагрузки
Основные продольные конструкции пролетного строения	От веса ремонтных материалов и людей	кН/м (тс/м)	$1,5q$ , но не менее $1,5b$ кН/м <sup>2</sup> ( $0,15b$ тс/м <sup>2</sup> )
	Дополнительная нагрузка от веса просыпи	кН/м (тс/м)	$0,15 \gamma^0$
Элементы пола и перекрытия	От веса просыпи, ремонтных материалов и людей	кН/м <sup>2</sup> (тс/м <sup>2</sup> )	$0,12 \gamma^0$ , но не менее $1,5$ кН/м <sup>2</sup> ( $0,15$ тс/м <sup>2</sup> )
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Все нагрузки, приведенные в настоящей таблице, относятся к кратковременным.</p> <p>2 Обозначения:</p> <p><math>q</math> – погонная масса роликоопор, кН/м (тс/м);</p> <p><math>\gamma^0</math> – нормативный удельный вес насыпного груза на ленте, кН/м<sup>3</sup> (тс/м<sup>3</sup>);</p> <p><math>B</math> – суммарная ширина лент конвейеров, м;</p> <p><math>b</math> – общая ширина проходов, м.</p>			

Коэффициенты надежности по нагрузке целесообразно принимать по [8].

**6.3.4.7** В местах примыкания конвейерных галерей к перегрузочным узлам и зданиям при наличии перепада высот нагрузки от снега и отложений производственной пыли следует принимать действующими одновременно и расположенными на площади квадрата со стороной, равной ширине галереи, с коэффициентом перехода от веса снегового покрова на галерею к снеговой нагрузке на площади квадрата  $\mu = 2$ .

**6.3.4.8** В конвейерных галереях, предназначенных для транспортирования абразивных сыпучих материалов (кокса, песка, щебня), покрытия полов следует проектировать устойчивыми к абразивному воздействию шлама при гидросмыве пыли и просыпи согласно СН 5.09.01.

**6.3.4.9** При прокладке в галереях маслonaполненных кабелей галереи должны быть отапливаемыми.

**6.3.4.10** В настоящем подразделе устанавливаются требования к проектированию эстакад под железнодорожные пути колеи 1520 мм, предназначенных для разгрузки из вагонов сыпучих материалов.

При проектировании сливноналивных эстакад целесообразно руководствоваться [10].

**6.3.4.11** Железнодорожные пути на разгрузочных эстакадах следует располагать в продольном профиле на горизонтальной площадке, в плане – на прямом участке. Длину эстакады следует назначать в соответствии с технологическими расчетами и с учетом местных условий строительства эстакады.

**6.3.4.12** Эстакады высотой не более 3 м следует проектировать из железобетонных конструкций или бетонных блоков, располагаемых с обеих сторон железнодорожного пути и связанных между собой, с заполнением пространства между ними утрамбованным дренающим материалом.

Эстакады высотой более 3 м следует проектировать балочной конструкции с железобетонными монолитными или сборными опорами с шагом 12 м и стальными или сборными предварительно напряженными железобетонными пролетными строениями.

**6.3.4.13** Эстакады следует рассчитывать в соответствии с требованиями СН 3.03.01 на следующие временные нагрузки:

- нормативную временную вертикальную нагрузку следует принимать по СН 3.03.01, но не менее  $CK = 14$  ( $CK$  – условная эквивалентная равномерно распределенная нормативная нагрузка от подвижного состава железных дорог на 1 м пути);

- нормативную горизонтальную поперечную нагрузку от ударов подвижного состава следует определять в зависимости от расчетной скорости движения по эстакаде.

При обращении и разгрузке на эстакаде вагонов-самосвалов дополнительно следует производить расчет на нагрузку от вагонов-самосвалов в момент разгрузки, принимая нормативное значение вертикального давления на упорный рельс 80 %, а на рельс, противоположный направлению выгрузки, – 20 % от полной временной вер-

тикальной нагрузки. Нормативную горизонтальную силу от поперечного удара, приложенную к головке упорного рельса, следует принимать 20 % от временной вертикальной нагрузки на упорный рельс.

Расчетное значение вертикального давления и горизонтальной силы от поперечного удара следует принимать с коэффициентом надежности по нагрузке, равным 1,25. Расчетную горизонтальную нагрузку на противоположный рельс следует принимать равной нулю.

Массивные эстакады или эстакады из подпорных стен с засыпкой следует рассчитывать без учета динамического коэффициента.

Элементы пролетных строений и опор эстакад балочной конструкции следует рассчитывать с учетом динамического коэффициента, принимаемого:

– для вагонов-самосвалов в момент разгрузки – 1,1 к вертикальному давлению на упорный рельс;

– для остальных видов подвижного состава – согласно требованиям СН 3.03.01, при этом значение динамического коэффициента может быть уменьшено в зависимости от скорости движения по эстакаде, но не менее 1,1.

**6.3.4.14** Эстакады высотой менее 3 м должны быть оборудованы передвижными обслуживающими площадками. Для эстакад высотой 3 м и более следует предусматривать стационарные обслуживающие площадки.

Эстакады, предназначенные для разгрузки только вагонов-самосвалов, оборудуются обслуживающей площадкой, располагаемой со стороны, противоположной разгрузке.

При использовании электропневматической дистанционной системы управления разгрузкой вагонов-самосвалов эстакады следует проектировать без площадок обслуживания.

**6.3.4.15** Для обслуживания и ремонта эстакады по ее концам следует предусматривать стальные лестницы шириной не менее 0,7 м, с уклоном не более 60° и с ограждением по ГОСТ 23120.

**6.3.4.16** При тяжелом режиме работы конструкции эстакад (разгрузка материала кусками массой более 0,5 кН (50 кгс), разгрузка материала с температурой выше 50 °С, разгрузка химически активных материалов) необходимо предусматривать механическую, антикоррозионную и термическую защиту элементов конструкций эстакады.

## 6.4 Градирни

**6.4.1** В настоящем подразделе устанавливают требования к проектированию строительных конструкций вентиляторных и башенных градирен.

**6.4.2** Тип градирен и их основные габаритные размеры (в плане и по высоте, размеры воздухоходных проемов и др.) следует принимать по технологическому заданию.

**6.4.3** Высоту уровня воды в водосборных резервуарах градирен следует принимать не менее 1,7 м, а расстояние от максимального уровня воды в резервуаре до верха его борта – не менее 0,3 м.

Для градирен, располагаемых на крышах зданий, предусматривается устройство поддонов с уровнем воды в поддоне не менее 0,15 м.

**6.4.4** Отметку верха фундаментов градирен, а также верха стен водосборных резервуаров градирен следует принимать выше отметки планировки вокруг градирни не менее чем на 0,20 м.

**6.4.5** Фундаменты градирен и водосборные резервуары следует проектировать из монолитного железобетона.

**6.4.6** Стальные конструкции градирен должны быть доступными для периодических осмотров, а также повторного нанесения антикоррозионных покрытий без демонтажа оборудования.

**6.4.7** Сопряжения сборных железобетонных элементов градирен следует проектировать без открытых стальных закладных и накладных деталей. В отдельных случаях применяют открытые закладные и накладные детали при условии защиты их и сварных соединений комбинированными лакокрасочными покрытиями в соответствии с требованиями СН 2.01.07.

**6.4.8** Бетон для конструкций градирен и материалы для его приготовления должны отвечать требованиям СТБ 1544.

**6.4.9** Бетон железобетонных конструкций градирен необходимо принимать не ниже следующих классов по прочности на сжатие:

– для плит днища водосборных резервуаров – С12/15;

– для монолитных фундаментов (отдельно стоящих и ленточных) – С20/25;

– для монолитных стен водосборных резервуаров и оболочек вытяжных башен – С20/25;

– для элементов колоннады башенных градирен – С25/30;

– для сборных стен водосборных резервуаров – С20/25 и сборных конструкций водоохладительных устройств – С25/30.

**6.4.10** Марки стали стальных конструкций градирен следует принимать по 2-й группе в соответствии с требованиями ТКП 45-5.04-217.

**6.4.11** Марки бетона по морозостойкости и водонепроницаемости железобетонных конструкций градирен в зависимости от условий эксплуатации и значений расчетных зимних температур наружного воздуха в районе строительства следует принимать по таблице 6, с возможным снижением марок на одну ступень для градирен высотой менее 100 м.

Таблица 6

Конструктивный элемент градирни	Минимальная марка и класс бетона в возрасте 28 дней				Водоцементное отношение (В/Ц), не более
	по морозостойкости	по водонепроницаемости	по прочности на сжатие в конструкциях		
			сборных	монолитных	
Оболочка вытяжной башни, опорная колоннада	F500	W8	C25/30	C25/30	0,40
Стенка водосборного резервуара, подколленники кольцевого фундамента, опоры трубопроводов, каркас водоохладительного устройства	F300	W8	C25/30	C20/25	0,40
Днище водосборного резервуара, плита кольцевого фундамента	F200	W6	C16/20	C16/20	0,50

**6.4.12** Ширина раскрытия трещин в монолитных и сборных железобетонных конструкциях градирен приведена в таблице 7.

**6.4.13** Расчет конструкций градирен следует производить на основные и особые сочетания нагрузок, при этом целесообразно руководствоваться [8], а также дополнительно к основным сочетаниям – на кратковременную нагрузку от веса льда, образующегося в зоне расположения оросителя, принимаемую равной 2 кПа (200 кгс/м<sup>2</sup>), с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,4$ . Нагрузку от веса льда не следует учитывать для градирен, эксплуатируемых только в летнее время. При расчете на особые сочетания нагрузок необходимо учитывать нагрузку, вызываемую обрывом одной лопасти вентилятора (поломка оборудования).

Таблица 7

Конструктивный элемент градирни	Предельно допустимая ширина раскрытия трещин, мм	
	при продолжительном раскрытии	при непродолжительном раскрытии
Оболочка вытяжной башни	0,15	0,20
Опорная колоннада	0,10	0,15
Днище и стенки водосборного резервуара, кольцевой фундамент, опоры трубопроводов, каркас водоохладительного устройства	0,20	0,30

**6.4.14** Башенные градирни следует проектировать в системах оборотного производственного водоснабжения при расходах охлаждаемой воды более 10 000 м<sup>3</sup>/ч. Температура воды, поступающей в градирню, не должна превышать 50 °С.

**6.4.15** Вытяжные башни градирен следует проектировать гиперболической, конической или пирамидальной формы.

**6.4.16** Железобетонную монолитную оболочку вытяжной башни следует принимать толщиной не менее 160 мм.

Толщину защитного слоя бетона для оболочки толщиной до 200 мм, а также для сборных элементов следует принимать не менее 25 мм, а для оболочки толщиной более 200 мм – не менее 35 мм.

**6.4.17** В верхней части железобетонной оболочки вытяжной башни следует предусматривать кольцо жесткости, ширина которого должна быть не менее 1 м.

**6.4.18** Расчет конструкций башенных градирен должен производиться на основные сочетания нагрузок, при этом целесообразно руководствоваться [8]. Для градирен, работающих в зимнее время, следует дополнительно учитывать кратковременную нагрузку от веса льда: при расчете стальных каркасов вытяжных башен – 20 % от



общего веса башни, а при расчете несущего каркаса водоохлаждающего устройства – расчетную нагрузку в размере 3,5 кПа (350 кгс/м<sup>2</sup>) на площадь орошения.

### 6.5 Дымовые трубы

**6.5.1** В настоящем подразделе устанавливают требования к проектированию дымовых труб, обеспечивающих эффективное рассеивание дымовых газов различной температуры, влажности и агрессивности до допустимых действующими гигиеническими нормами пределов концентрации на уровне земли.

**6.5.2** Высота труб определяется требованиями экологии с учетом [11], необходимым разряжением на уровне ввода газохода и требованиями безопасности полетов воздушного транспорта.

**6.5.3** Диаметр труб определяется аэродинамическими, теплотехническими и санитарно-гигиенотехническими расчетами.

**6.5.4** Трубы могут быть железобетонными (монолитными или сборными), кирпичными, стальными и из композиционных материалов. Трубы следует проектировать самонесущими, цилиндрической, конической или комбинированной формы.

**6.5.5** Высоту сборных железобетонных труб следует принимать не более 60 м, самонесущих труб из композиционных материалов – не более 70 м, кирпичных и армокирпичных – не более 100 м. При большей высоте применяют монолитные железобетонные и стальные трубы, а также стальные трубы и трубы из композиционных материалов с поддерживающими конструкциями.

**6.5.6** Выбор типа трубы следует осуществлять на основании технико-экономического обоснования, условий обеспечения требуемой надежности и долговечности сооружения, агрессивности и температуры отводимых газов, максимального снижения трудоемкости, а также с учетом ремонтпригодности труб. Выбор геометрических параметров, архитектурно-композиционных и конструктивных решений, материалов и изделий следует осуществлять с учетом режима эксплуатации, наличия инженерного оборудования, а также специального оборудования для возведения, с учетом требуемой долговечности. Тип труб и срок их службы приведен в таблице 8.

Таблица 8

Тип трубы	Срок службы, лет
Кирпичные и армокирпичные	60
Стальные без теплоизоляции и футеровки, свободно стоящие или с поддерживающими конструкциями	20
Стальные с футеровкой или теплоизоляцией, свободно стоящие или с поддерживающими конструкциями*	40
Из композиционных материалов, свободно стоящие или с поддерживающими конструкциями	25
Железобетонные с кирпичной или монолитной футеровкой	50
Железобетонные (ствол) при конструкции «труба в трубе»	60
Стальные при конструкции «труба в трубе»	50

\* Срок службы газоотводящего ствола определяют отдельно в зависимости от условий эксплуатации.

**6.5.7** Расстояние между осями соседних дымовых труб должно быть не менее восьми средних наружных диаметров большей трубы. Если такое расположение невозможно, то необходимо предусматривать дополнительные мероприятия, обеспечивающие надежность сооружений: растяжки, различные виды гасителей колебаний, поддерживающие конструкции.

**6.5.8** Максимальная скорость дымовых газов на выходе определяется из условия отсутствия избыточного статического давления по всему газоотводящему каналу ствола трубы (кроме труб с газонепроницаемыми газоотводящими стволами и труб с противодавлением). Для исключения эффекта задувания и «окутывания» оголовка трубы минимальная скорость дымовых газов на выходе из устья трубы должна составлять, м/с, не менее: 4 – в летний период; 7 – в зимний период.

**6.5.9** Газоходы должны быть отделены от труб компенсирующими устройствами. Места размещения компенсаторов должны устанавливаться в зависимости от трасс подводящих газоходов.

**6.5.10** В случае ввода в дымовую трубу в одном горизонтальном сечении двух газоходов их следует располагать с противоположных сторон на одной оси, при вводе трех газоходов – под углом 120° один к другому, при

этом суммарная площадь ослабления в одном горизонтальном сечении железобетонной трубы не должна превышать 40 % от общей площади сечения ствола трубы или стакана фундамента железобетонной трубы, 30 % – ствола кирпичной трубы, 20 % – несущего ствола стальной трубы.

При вводах в дымовую трубу нескольких газоходов и одновременной их работе необходимо предусматривать в нижней части трубы или в стакане фундамента разделительные стенки или направляющие патрубки, исключающие взаимное влияние потоков газов, а также уменьшающие аэродинамическое сопротивление узла ввода газохода.

Разделительные стенки не должны выполняться в распор с футеровкой, кроме того, через разделительную стенку могут предусматриваться «продухи».

**6.5.11** Для защиты несущего ствола дымовой трубы от температурного и агрессивного воздействия отводимых газов следует предусматривать футеровку и тепловую изоляцию ствола. В зависимости от температуры и агрессивности отводимых газов, наличия абразивных частиц футеровку следует выполнять из кирпича, специального бетона, керамических блоков и металлов.

Могут использоваться следующие типы футеровок:

- с непосредственным нанесением на внутреннюю поверхность несущего ствола (торкрет) или монолитная футеровка из специального теплоизоляционного бетона;

- с заполняемым теплоизоляционным материалом зазором между футеровкой и наружным стволом;

- с воздушным зазором между футеровкой и наружным стволом («труба в трубе»).

Устройство футеровки с воздушным зазором может осуществляться в форме внутреннего газоотводящего ствола с обслуживаемым и необслуживаемым межтрубным пространством, с опиранием на фундамент дымовой трубы или на наружный несущий ствол.

Устройство кирпичной футеровки с воздушным зазором и опиранием на наружный ствол следует предусматривать звеньями, а в качестве опор – проектировать консольные выступы в стволе. Высота звеньев должна быть не более 25 м при толщине в один кирпич и не более 12,5 м – при толщине в 0,5 кирпича. В зоне проемов для газоходов толщину футеровки следует увеличивать до 1,5–2 кирпичей. При применении специальной фасонной шпунтовой керамики толщина футеровки может быть уменьшена.

При проектировании внутренних газоотводящих стволов применяют углеродистые, низколегированные, коррозионно-стойкие, жаростойкие стали, а также полимерные композиционные материалы с учетом уровня химического воздействия.

Для углеродистых и легированных сталей следует предусматривать внутренний припуск на химическую коррозию согласно СН 2.01.07.

Соединение элементов внутренних металлических газоотводящих стволов следует выполнять на болтах или сваркой.

С наружной стороны газоотводящие стволы в «зоне окутывания» необходимо выполнять из коррозионно-стойкой стали согласно СН 2.01.07.

Устройство футеровок всех типов необходимо проектировать с учетом температурного расширения материала футеровки как по высоте, так и по диаметру.

Для футеровок необходимо учитывать температурный перепад. Для кирпичных футеровок с целью обеспечения трещиностойкости температурный перепад не должен превышать 80 °С. Для монолитных футеровок может быть допущен больший температурный перепад, который необходимо учесть при расчете несущего железобетонного ствола.

**6.5.12** В нижней части дымовой трубы, фундаменте или подводящих газоходах следует предусматривать проемы для осмотра трубы, а в необходимых случаях – устройства, обеспечивающие отвод конденсата.

Для контроля температуры, состава и других характеристик газов (в соответствии с заданием заказчика) на трубах устанавливают контрольно-измерительные приборы.

**6.5.13** В целях предупреждения проникания дымовых газов в несущие конструкции кирпичных и железобетонных труб с газопроницаемой футеровкой не допускается избыточное статическое давление внутри дымового канала. При наличии избыточного статического давления следует проектировать трубу специальной конструкции: с внутренним газонепроницаемым газоотводящим стволом или противодавлением в вентилируемом зазоре между стволом и футеровкой.

**6.5.14** В дымовых трубах с противодавлением в зависимости от режима работы следует применять естественную или принудительную вентиляцию воздушного зазора между стволом и футеровкой. Величина противодействия должна приниматься в каждом сечении трубы не менее 50 Па (5 кгс/м<sup>2</sup>).

**6.5.15** Фундаменты дымовых труб следует проектировать железобетонными с подошвой круглого, квадратного, многоугольного или кольцевого очертания в соответствии с требованиями ТКП 45-5.01-254 и ТКП 45-5.01-256.



**6.5.16** Предельные значения осадок и кренов для фундаментов самонесущих труб необходимо принимать по ТКП 45-5.01-254.

**6.5.17** При высоком уровне грунтовых вод и подземном расположении газоходов следует предусматривать дренаж.

**6.5.18** При расчете железобетонных дымовых труб по предельным состояниям первой группы необходимо учитывать одновременное действие нагрузки от собственного веса, расчетной ветровой нагрузки, а также влияние температуры отводимых газов; при расчете по предельным состояниям второй группы – одновременное действие нагрузки от собственного веса, ветровой нагрузки, а также влияние температуры отводимых газов и солнечной радиации.

**6.5.19** Нагрузки и воздействия на дымовые трубы, коэффициенты надежности по нагрузке, а также возможные сочетания нагрузок целесообразно принимать по [8].

При расчете стальных труб коэффициент надежности по ветровой нагрузке следует принимать равным: 1,4 – для труб нормального и пониженного уровня ответственности; 1,5 – для труб повышенного уровня ответственности.

**6.5.20** Перепады температур в стенке трубы от воздействия температуры отводимых газов следует определять на основании теплотехнических расчетов для установившегося потока тепла при наибольшем значении температуры отводимых газов и расчетной температуре наружного воздуха (средней температуре наиболее холодной пятидневки) и наибольшем значении коэффициента теплоотдачи наружной поверхности.

**6.5.21** Дымовые цилиндрические трубы и трубы небольшой коничности (не более 0,012) следует рассчитывать на скоростной напор ветра и резонанс, при этом целесообразно руководствоваться [8]. Конические трубы с коничностью более 0,012 на резонанс не проверяют.

**6.5.22** В качестве расчетной схемы дымовой трубы следует принимать заземленный в основании консольный стержень постоянного или переменного по высоте кольцевого сечения.

Для стальных труб с оттяжками расчетная схема принимается в виде консольного стержня, заземленного в основании с упругими опорами в местах оттяжек.

**6.5.23** Определение изгибающих моментов в горизонтальных сечениях ствола трубы необходимо производить по деформированной схеме с учетом дополнительных изгибающих моментов от собственного веса вследствие прогиба трубы от воздействия ветровых нагрузок, температуры, солнечной радиации и крена фундамента. Для железобетонных труб при этом следует учитывать увеличение прогибов за счет образования трещин и нелинейной деформации бетона и арматуры.

**6.5.24** Для учета кольцевых напряжений в поперечном сечении, а также дополнительных моментов от прогиба трубы при воздействии солнечной радиации необходимо учитывать распределение разности температур по наружной поверхности от 25 °С на солнечной стороне до 0 °С на границе с теневой стороной.

**6.5.25** Горизонтальное перемещение верха трубы от нормативной ветровой нагрузки не должно превышать 1/75 ее высоты.

**6.5.26** Расчетную длину трубы при определении форм свободных колебаний и проверке несущей способности горизонтальных сечений для свободно стоящих труб следует принимать равной высоте трубы, умноженной на коэффициент 1,12.

**6.5.27** Размеры подошвы фундамента на естественном основании должны быть такими, чтобы при условной трапецевидной эпюре давлений под подошвой от нагрузок, принимаемых для расчета по второй группе предельных состояний, для крайних давлений выполнялось соотношение  $p_{min} \geq 0,25p_{max}$ , а от нагрузок, принимаемых для расчета по первой группе предельных состояний и для расчета на особое сочетание нагрузок –  $p_{min} \geq 0$ .

**6.5.28** При наличии температурного перепада по высоте плиты фундамента необходимо при расчете фундамента учитывать температурные усилия.

**6.5.29** Ствол кирпичной дымовой трубы следует проектировать в виде усеченного конуса (цоколь трубы может быть цилиндрической формы). Наклон образующей наружной поверхности ствола трубы к вертикали следует принимать постоянным в пределах 0,02–0,04 на всю высоту.

**6.5.30** Для кладки стволов кирпичных дымовых труб следует применять кирпич керамический для дымовых труб по СТБ 1286. Допускается применять керамический кирпич пластического прессования марки не ниже 125 и с водопоглощением не более 15 %. Допускается также применять пустотелый керамический кирпич с количеством пустот не более 5 %. Марку кирпича по морозостойкости следует принимать в зависимости от режима работы трубы, но не ниже 25. Для кладки ствола необходимо использовать сложные растворы марок не ниже 50.

**6.5.31** По высоте кирпичной трубы следует предусматривать горизонтальные стяжные кольца из полосовой стали, шаг и сечение которых следует принимать по расчету, при этом толщина стяжных колец должна быть не более 10 мм, шаг – не более 1,5 м.

**6.5.32** Толщину стенок ствола принимают по расчету, но не менее 1,5 кирпича.

**6.5.33** Расчет горизонтальных сечений ствола по несущей способности производят по СП 5.02.01. Для всех горизонтальных сечений ствола точки приложения продольной силы должны находиться в пределах ядра сечения, т. е.  $e_0 \leq (D^2 + d^2) / 8D$  (где  $D$  и  $d$  – соответственно наружный и внутренний диаметры сечения ствола). Расчетное сопротивление кладки сжатию принимается с коэффициентом условий работы 0,9.

**6.5.34** Расчет вертикальных сечений ствола на температурные усилия, вызванные перепадом температуры по толщине стенки ствола, следует производить, принимая эпюру в сжатой зоне прямоугольной. Растягивающие усилия следует воспринимать стяжными кольцами. Коэффициент условий работы при определении расчетного сопротивления стали стяжных колец следует принимать равным 0,7.

**6.5.35** Ствол железобетонной дымовой трубы следует проектировать в форме цилиндра, усеченного конуса или комбинированной формы – в виде сочетания усеченного конуса и цилиндра. Отношение высоты всего ствола или отдельного его участка к своему наружному диаметру должно быть не более 20/1.

Наклон образующей поверхности трубы к вертикали следует принимать не более 0,1.

**6.5.36** Сборные железобетонные дымовые трубы следует проектировать цилиндрической формы из отдельных царг. Соединение царг между собой необходимо осуществлять на высокопрочных шпильках или болтах.

**6.5.37** Для фундаментов и стволов железобетонных монолитных труб следует применять бетон класса по прочности на сжатие не менее C20/25, с водоцементным отношением – не более 0,45. Марка бетона труб по морозостойкости должна быть не менее F200, по водонепроницаемости – W8.

Подбор состава бетона, отвечающий указанным требованиям, выполняется до начала возведения ствола по заданным величинам подвижности и сохраняемости последних при использовании материалов, имеющихся на бетонном заводе. При подборе также учитывается наличие у подрядчика оборудования (переставная или скользящая опалубка).

Для приготовления бетона стволов труб необходимо применять сульфатостойкий портландцемент, сульфатостойкий портландцемент с минеральными добавками по ГОСТ 22266 или портландцемент марки не менее 400 по ГОСТ 10178.

В качестве крупного заполнителя следует предусматривать фракционированный щебень из плотных и прочных невыветривавшихся изверженных пород (гранит, сиенит, диорит и др.), отвечающий требованиям ГОСТ 8267.

Для получения бетона проектных значений следует использовать модификаторы или химические добавки в соответствии с требованиями СТБ 1112.

**6.5.38** Толщину стенок ствола железобетонной трубы следует принимать по расчету. Минимальная толщина стенки верха монолитной трубы должна быть не менее 200 мм.

**6.5.39** Армирование стенок монолитной трубы следует принимать двойным (с наружной и внутренней стороны). Площадь сечения арматуры, отнесенная к площади расчетного сечения ствола, должна быть не менее: для кольцевой арматуры – 0,2 %; вертикальной – 0,4 %.

При применении переставной опалубки для возведения монолитной железобетонной дымовой трубы кольцевая арматура располагается с внутренней стороны вертикальной арматуры (по технологии возведения). При применении скользящей опалубки кольцевая арматура располагается с наружной стороны вертикальной арматуры.

**6.5.40** Стыки растянутой арматуры труб устраиваются внахлестку без сварки. Стыки вертикальной и кольцевой арматуры должны располагаться вразбежку так, чтобы число стыков в сечении было не более 25 % от общего числа стержней.

**6.5.41** Толщину защитного слоя бетона следует принимать не менее 40 мм, а при наличии агрессивных газов дополнительно увеличивать на 5 мм.

**6.5.42** Предельно допустимую температуру нагрева арматуры, выбор состава бетона в зависимости от температуры дымовых газов, дополнительные коэффициенты условий работы для расчетных сопротивлений бетона и арматуры, а также метод расчета вертикальных сечений на действие неравномерного нагрева по толщине стенок целесообразно принимать по [12].

**6.5.43** Предельная ширина раскрытия трещин в растянутой зоне сечения не должна превышать: для верхней трети высоты трубы – 0,1 мм, для нижних двух третей высоты трубы – 0,2 мм.

**6.5.44** Стальные дымовые трубы по конструктивной схеме подразделяют на самонесущие и трубы с дополнительными опорными конструкциями.

**6.5.45** Геометрические параметры стальных самонесущих труб принимают по результатам расчетов в зависимости от высоты трубы, требуемого выходного диаметра, выбранной формы сооружения или компоновки стволов в сооружении. Диаметр цилиндрической части ствола должен быть не менее 1/20 высоты трубы.

**6.5.46** При проектировании дымовых труб с оттяжками расположение оттяжек должно приниматься следующим: высота верхней части ствола трубы над оттяжками при одном ярусе оттяжек должна составлять от 1/3 до 1/4 от общей высоты трубы, при двух ярусах – не более 1/5; расстояние между ярусами оттяжек должно быть равно 1/3 высоты трубы.



*Примечание – Указанные расстояния между ярусами оттяжек разрешается корректировать при соответствующем технико-экономическом обосновании.*

6.5.47 Верх цилиндрической части дымовых труб следует усиливать горизонтальным ребром жесткости.

6.5.48 Технологические отверстия и проемы для подключения газоходов в оболочке дымовой трубы должны иметь круглую, овальную или прямоугольную с закругленными углами форму. Для предотвращения потери устойчивости и обеспечения требуемой прочности необходимо предусматривать дополнительное усиление оболочки в местах устройства отверстий и проемов.

6.5.49 Марки сталей для дымовых труб должны приниматься в соответствии с ТКП 45-5.04-217 с отнесением отдельных элементов к следующим группам:

1-я группа – оболочка и наружные ребра жесткости свободно стоящих дымовых труб, фланцы и элементы опорных узлов;

3-я группа – внутренние опорные элементы и ребра жесткости;

4-я группа – площадки, лестницы, ограждения.

*Примечание – Группы конструкций уточняют в соответствии с уровнем ответственности сооружения с учетом ТКП 45-5.04-217.*

**6.5.50** Расчет элементов конструкций стальных дымовых труб и определение расчетных сопротивлений материалов при температуре поверхностей конструкций 300 °С и ниже следует производить по ТКП 45-5.04-217.

При температуре поверхности металла выше 400 °С следует использовать коррозионно-стойкие и жаростойкие стали.

Толщину оболочки ствола трубы следует принимать с учетом внутреннего и наружного припуска на коррозию. Эти припуски должны быть добавлены к толщине оболочки, полученной по результатам расчета на прочность, устойчивость и деформации.

Соединения элементов несущего ствола трубы следует выполнять фланцевыми на болтах или сваркой.

Не допускается использовать в качестве наружной теплоизоляции несущие стальные дымовые трубы минераловатного утеплителя с газопаропроницаемой обшивкой.

**6.5.51** Стальные дымовые трубы при критических скоростях ветра, вызывающих резонансные колебания сооружения, следует рассчитывать на усталость в соответствии с требованиями ТКП 45-5.04-217. Проверке подлежат стыковые швы стальной оболочки дымовой трубы и швы приварки фланцев к оболочке, при этом в расчете должно учитываться не менее 2 млн циклов нагружения.

**6.5.52** Оболочки труб необходимо проверять на общую и местную устойчивость.

Следует предусматривать меры для исключения овализации оболочки. Для этого устраиваются кольцевые ребра жесткости или облицовка армированным бетоном с внутренней стороны оболочки.

Места соединения цилиндрических и конических частей трубы, а также все места изменения толщины оболочки необходимо проверять на прочность с учетом дополнительных напряжений от краевого эффекта.

**6.5.53** Необходимо производить поверочный расчет стальных дымовых труб на резонансное вихревое возбуждение, при этом целесообразно руководствоваться [8]. Для предотвращения резонансного вихревого возбуждения могут быть использованы различные конструктивные мероприятия: установка вертикальных и спиралевидных ребер, перфорация ограждения и установка соответствующим образом настроенных динамических или механических гасителей колебаний.

## 6.6 Водонапорные башни

**6.6.1** Габаритные схемы водонапорных башен определяются двумя параметрами – емкостью бака и высотой от земли до низа бака. Общий объем водонапорного бака определяют исходя из расчета регулирующего, противопожарного и аварийного запасов воды, в зависимости от принятой системы и схемы водопровода.

**6.6.2** При расчете башен ветровую нагрузку целесообразно определять по [8].

В случае периода свободных колебаний сооружения  $T > 0,25$  с ветровую нагрузку следует определять с учетом динамического воздействия пульсации скоростного напора, вызываемой порывами ветра.

**6.6.3** Расчет башен следует выполнять для двух случаев: с заполненным или незаполненным баком.

Форма эпюры давлений под подошвой фундамента при проверке башни с заполненным баком должна быть трапецевидной, с отношением минимального и максимального напряжений не менее 0,25. При проверке башни с незаполненным баком допускается треугольная эпюра напряжений.

**6.6.4** Крен башни должен быть не более 0,004.

**6.6.5** Днище бака следует проектировать с уклоном не менее 5 % к подводяще-отводящей или сливной трубе.

**6.6.6** При проектировании водонапорных башен следует предусматривать мероприятия по антикоррозионной защите строительных конструкций. Конструктивные решения должны обеспечивать доступ для осмотра и восстановления антикоррозионных покрытий.

**6.6.7** Для внутренней антикоррозионной защиты баков следует применять материалы, включенные в перечень материалов и реагентов, разрешенных соответствующими организациями для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения.

## 7 Пожарная безопасность зданий и сооружений

**7.1** Участки перекрытий и технологических площадок, на которых устанавливаются аппараты, установки и оборудование с наличием в них легковоспламеняющихся, горючих и токсичных жидкостей, должны иметь глухие бортики из негорючих материалов или поддоны. Высоту бортиков и площадь между бортиками или площадь поддонов устанавливают в технологической части проекта.

**7.2** В помещениях и коридорах зданий следует предусматривать дымоудаление на случай пожара в соответствии с требованиями СН 2.02.07.

**7.3** Открывание переплетов оконных проемов, предназначенных для естественного дымоудаления и вентиляции, должно быть механизированным.

**7.4** Газифицируемые помещения следует оснащать системами контроля загазованности в соответствии с требованиями СН 4.03.01.

## 8 Инженерное оборудование

### 8.1 Теплоснабжение, отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха и холодоснабжение

**8.1.1** Источники энергоснабжения производственных зданий и сооружений промышленных предприятий для целей отопления, вентиляции, кондиционирования, горячего водоснабжения, технологических нужд выбирают на основании технико-экономического обоснования.

**8.1.2** Системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, теплоснабжения и холодоснабжения зданий и сооружений следует проектировать в соответствии с нормами технологического проектирования, требованиями СН 4.02.03, СН 4.02.01 и других ТНПА.

**8.1.3** Системы поддержания микроклимата должны обеспечивать температурно-влажностный режим, допустимый для реализации технологического процесса, эксплуатации оборудования и обслуживающего персонала согласно ГОСТ 12.1.005. При кондиционировании следует обеспечивать оптимальные параметры микроклимата в обслуживаемой зоне на постоянных и непостоянных рабочих местах производственных помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.005 и СН 4.02.03.

### 8.2 Водоснабжение и канализация

Здания и сооружения промышленных предприятий обеспечены водоснабжением и канализацией в соответствии с нормами технологического проектирования и требованиями СН 4.01.01–СН 4.01.03, СН 2.02.02 и других ТНПА.

### 8.3 Электроснабжение

**8.3.1** Проектирование электроснабжения промышленных предприятий, выбор напряжения, схем питания, способов распределения и канализации электроэнергии, схем электрических соединений подстанций и распределительных пунктов, выбор электрооборудования, релейной защиты, автоматики и телемеханики, требования к качеству электроэнергии, учету и измерению электроэнергии, а также требования к вспомогательным сооружениям систем электроснабжения и системам молниезащиты следует осуществлять в соответствии с ТКП 339, СН 4.04.03, ТКП 45-4.04-296, ТКП 45-4.04-297, и другими ТНПА, также целесообразно руководствоваться [5].

**8.3.2** Проектирование силового электрооборудования и электрического освещения зданий и сооружений следует осуществлять с учетом особенностей технологических процессов и перспектив развития проектируемого объекта, предусмотренных объемно-планировочными решениями и технологической частью проекта, в соответствии с требованиями ТКП 45-4.04-296, ТКП 45-4.04-297, ТКП 339, также целесообразно руководствоваться [5].



### Библиография

- [1] Закон Республики Беларусь от 18 июня 2019 г. № 198-З «О радиационной безопасности»
- [2] Специфические санитарно-эпидемиологические требования к установлению санитарно-защитных зон объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду  
Утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11 декабря 2019 г. № 847
- [3] Специфические санитарно-эпидемиологические требования к содержанию и эксплуатации объектов агропромышленного комплекса и объектов промышленности, деятельность которых потенциально опасна для населения  
Утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24 января 2020 г. № 42
- [4] ЭкоНП 17.01.06-001-2017 «Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности»  
Утверждены постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 18 июля 2017 г. № 5-Т
- [5] Правила устройства электроустановок. ПУЭ (6-е издание)
- [6] Правила по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением  
Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28 января 2016 г. № 7
- [7] Правила по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов  
Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 22 декабря 2018 г. № 66
- [8] СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия
- [9] СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология
- [10] ВУП СНЭ-87 Ведомственные указания по проектированию железнодорожных сливо-наливных эстакад легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и сжиженных углеводородных газов
- [11] ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий
- [12] СНиП 2.03.04-84 Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур