

ИООО "Хилти БиУай"

Одобрено

РУП "Институт БелНИИС",
протокол заседания Ученого
совета от 14.11.2017 г. № 3

Утверждено

Директор ИООО "Хилти БиУай"

_____ Ю.П.Козырь

_____ 2018 г.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И
ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА АНКЕРНЫХ КРЕПЛЕНИЙ
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БЕТОНЕ**

Р 5.01.172 – 2018

Срок действия:

с _____ г.

до _____ г.

МИНСК

УДК [691.88:691.327(083.96)]

Ключевые слова: рекомендации, анкер, анкерное крепление, строительное основание, разрушение анкера, осевая растягивающая нагрузка, сдвигающая нагрузка, комбинированное воздействие

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ РУП "Институт БелНИИС", ИООО "Хилти БиУай".

2 ОДОБРЕНЫ РУП "Институт БелНИИС", протокол заседания Ученого совета от 14.11.2017 г. № 3.

3 ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ РУП "Стройтехнорм" за № ____ от _____.201__ г.

Содержание

1 Общие положения	1
1.1 Область применения	1
1.2 Нормативные ссылки	2
1.3 Термины и определения	4
1.4 Обозначения	9
2 Общие указания	18
3 Изделия и материалы	19
4 Указания по применению анкеров	20
5 Методы расчета анкерных креплений	29
5.1 Область и условия применения методов расчета	29
5.2 Описание методов расчета	32
6 Расчет анкерного крепления по предельным состояниям несущей способности (первая группа предельных состояний)	44
6.1 Расчет несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки	47
6.1.1 Расчет несущей способности анкерного крепления по прочности стали	47
6.1.2 Расчет несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием	47
6.1.3 Расчет несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания	48
6.1.4 Расчет несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания	52
6.1.5 Расчет несущей способности анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания	55
6.2 Расчет несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки	58

6.2.1 Расчет несущей способности анкерного крепления по прочности стали	58
6.2.2 Расчет несущей способности анкерного крепления при разрушении с отрывом материала строительного основания	59
6.2.3 Расчет несущей способности анкерного крепления при разрушении с откалыванием края строительного основания	62
7 Расчет анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (вторая группа предельных состояний)	69
Приложение А (обязательное) Исходные данные для проектирования анкерных креплений	72
А.1 Анкеры марок HST3 и HST3-R	72
А.2 Анкеры марок HSA, HSA-R, HSA-R2 и HSA-BW	77
А.3 Анкеры марок HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK, HSL-3-SH и HSL-3-G	80
А.4 Анкеры марок HKD-S, HKD-SR, HKD-E, HKD-ER, HKD и HKD wol	82
А.5 Анкеры марок HDA-P, HDA-PR, HDA-T и HDA-TR	86
А.6 Анкеры марок HSC-A, HSC-AR, HSC-I и HSC-IR	91
А.7 Анкеры марок HUS3-H, HUS3-HF и HUS3-C	96
А.8 Анкеры марок HUS-A, HUS-H, HUS-HR, HUS-CR, HUS-I и HUS-P	99
А.9 Химические анкеры марки HVU с использованием шпильки HAS	102
А.10 Химические анкеры марки HVU с использованием втулок HIS-N и HIS-RN	105
А.11 Химические анкеры марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 100, HIT-HY 200-A с использованием шпилек HIT-V и HAS	109
А.12 Химические анкеры марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 с использованием втулок HIS	118
А.13 Химические анкеры марок HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A с использованием шпилек HZA	124
А.14 Химические анкеры марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 с использованием арматуры класса S500	130
А.15 Химические анкеры марки HIT-HY 200-A с использованием шпилек HIT-Z и HIT-Z-R	139
Приложение Б (справочное) Примеры расчета анкерных креплений	145
Библиография	165

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА АНКЕРНЫХ КРЕПЛЕНИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БЕТОНЕ

1 Общие положения

1.1 Область применения

Настоящие рекомендации распространяются на проектирование и технологию устройства анкерных креплений для использования в бетоне классов прочности на сжатие от $C^{12}/_{15}$ до $C^{50}/_{60}$ в зданиях и сооружениях различного функционального назначения и подвергающихся в процессе эксплуатации воздействию только статических нагрузок.

Настоящие рекомендации содержат:

- указания по качеству, транспортированию и хранению изделий и материалов, используемых для устройства анкерных креплений в бетоне;
- рекомендации по применению анкеров;
- методы расчета анкерных креплений;
- указания по безопасности и охране труда.

Настоящие рекомендации не распространяются на технологию устройства и проектирования анкерных креплений, которые в процессе эксплуатации подвергаются воздействию динамических нагрузок.

1.2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 45-1.04-37-2008 (02250) Обследование строительных конструкций зданий и сооружений. Порядок проведения

ТКП 45-1.03-40-2006 (02250) Безопасность труда в строительстве. Общие требования

ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-1.03-44-2006 (02250) Безопасность труда в строительстве. Строительное производство

ТКП 45-2.01-111-2008 (02250) Защита строительных конструкций от коррозии. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-3.02-113-2009 (02250) Тепловая изоляция наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-1.03-161-2009 (02250) Организация строительного производства

ТКП 45-3.02-209-2010 (02250) Административные и бытовые здания. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-1.02-295-2014 (02250) Строительство. Проектная документация. Состав и содержание

СТБ 1306-2002 Строительство. Входной контроль продукции. Основные положения

СТБ 1527-2005 Профили металлические холодногнутые для наружной облицовки фасадов зданий и комплектующие изделия к ним. Технические условия

СТБ 1704-2012 Арматура ненапрягаемая для железобетонных конструкций. Технические условия

СТБ 1900-2008 Строительство. Основные термины и определения

СТБ 2331-2015 Здания и сооружения. Классификация. Основные положения

СТБ EN 206-2016 Бетон. Требования, показатели, изготовление и соответствие

СТБ ISO 12944-2-2009 Краски и лаки. Защита от коррозии стальных конструкций системами защитных покрытий. Часть 2. Классификация окружающей среды

ГОСТ 12.0.004-90 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.013-78 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Электробезопасность. Общие требования

ГОСТ 12.3.005-75 Система стандартов безопасности труда. Работы окрасочные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

ГОСТ 12.4.059-89 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Ограждения предохранительные инвентарные. Общие технические условия

ГОСТ 12.4.089-86 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Пояса предохранительные. Общие технические условия

ГОСТ 12.4.100-80 Комбинезоны мужские для защиты от нетоксичной пыли, механических воздействий и общих производственных загрязнений. Технические условия

ГОСТ 12.4.137-2001 Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия

ГОСТ 15140-78 Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии

ГОСТ 22853-86 Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия

ГОСТ 23407-78 Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ. Технические условия

ГОСТ 30246-94 Прокат тонколистовой рулонный с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием для строительных конструкций. Технические условия

ГОСТ ISO 898-1-2014 Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 1. Болты, винты и шпильки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы

ГОСТ ISO 3506-1-2014 Механические свойства крепежных изделий из коррозионно-стойкой нержавеющей стали. Часть 1. Болты, винты и шпильки

ГОСТ ISO 4042-2015 Изделия крепежные. Электролитические покрытия

ГОСТ ISO 10684-2015 Изделия крепежные. Покрытия, нанесенные методом горячего цинкования

Примечание – При пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверить действие ТНПА по Перечню технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства, действующих на территории Республики Беларусь, и каталогу, составленным по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

1.3 Термины и определения

В настоящих рекомендациях применяют термины, установленные в ТКП 45-3.02-113, ТКП 45-1.02-295, СТБ 1900, а также следующие термины с соответствующими определениями:

1.3.1 агрессивная среда: По ТКП 45-2.01-111.

1.3.2 анкер: Крепежное изделие промышленного изготовления, устанавливаемое в подготовленное в строительном основании отверстие и предназначенное для соединения или фиксации в проектом положении строительных конструкций, изделий, деталей и оборудования, а также для восприятия, перераспределения и передачи нагрузок и воздействий.

Примечание – Понятие "нагрузки", применяемое в настоящих рекомендациях, означает любые нагрузки и воздействия.

1.3.3 анкер механический: Анкер, фиксация которого в проектом положении происходит за счет механического взаимодействия со строительным основанием.

Примечание – Пример механического анкера приведен на рисунке 1.1, б.

1.3.4 анкер с контролируемым моментом затяжки: Механический анкер, фиксация которого в проектом положении происходит за счет расширения фиксирующего конструктивного элемента анкера под воздействием крутящего момента затяжки.

1.3.5 анкер с контролируемым перемещением: Механический анкер, фиксация которого в проектом положении происходит за счет расширения фиксирующего конструктивного элемента анкера под воздействием сил трения.

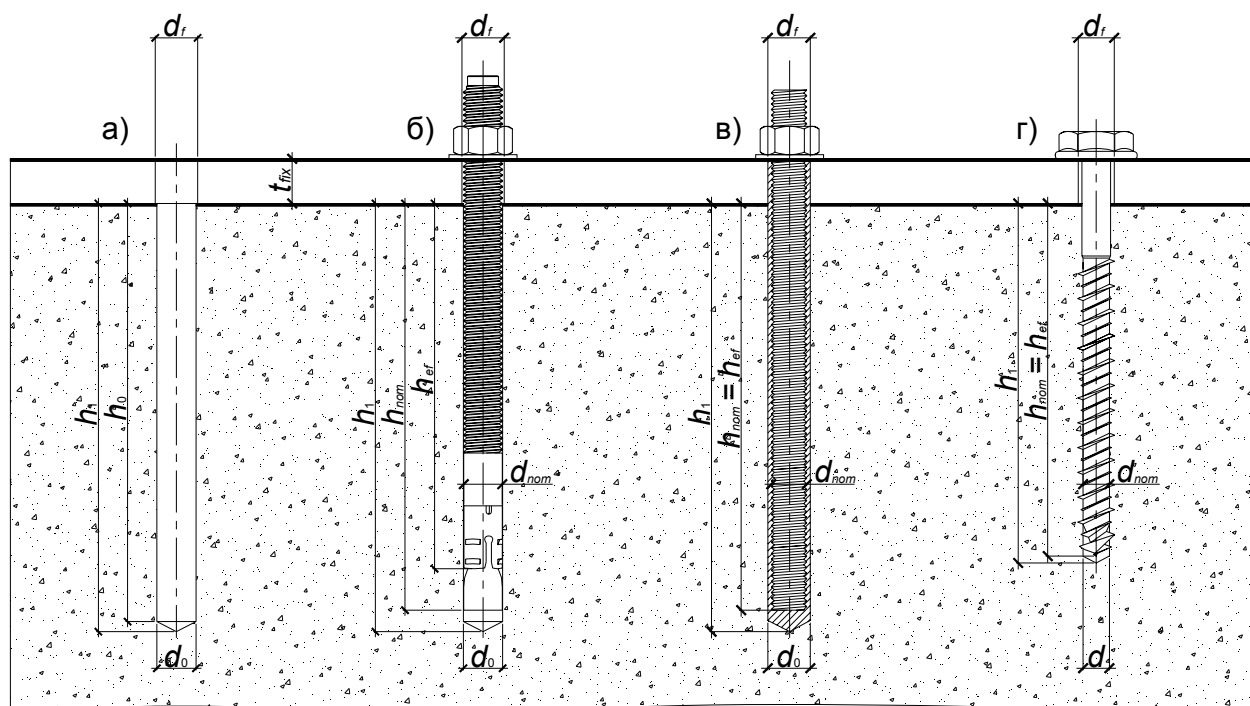


Рисунок 1.1 – Схемы анкеров:

- а – отверстие для установки анкера;
- б – механический анкер;
- в – химический анкер;
- г – анкер-шуруп

1.3.6 анкер с уширением: Механический анкер, фиксация которого в проектном положении происходит с устройством уширения определенной формы в материале строительного основания.

1.3.7 анкер химический: Анкер, образованный в результате нагнетания в предварительно подготовленное отверстие в строительном основании твердеющей со временем композиции с последующей установкой элемента анкера, предназначенного для фиксации в проектном положении строительных конструкций, изделий, деталей и оборудования, а также для восприятия нагрузок и воздействий.

Примечание – Передача и перераспределение нагрузок с элемента анкера на строительное основание осуществляется через слой затвердевшей композиции.

Пример химического анкера приведен на рисунке 1.1в.

1.3.8 анкер-шуруп: Механический анкер в виде стержня с наружной резьбой, фиксация которого в проектном положении происходит за счет образования в установочном отверстии резьбы в процессе установки анкера в отверстие.

Примечание – Пример анкера-шурупа приведен на рисунке 1.1г.

1.3.9 анкерная группа: Совокупность анкеров, установленных в строительное основание, работающих совместно и обладающих одинаковыми физико-механическими характеристиками и геометрическими параметрами.

1.3.10 анкерное крепление: Узел строительной конструкции, в котором посредством анкера или анкерной группы соединяются строительное основание и элемент конструкции.

1.3.11 осевая растягивающая нагрузка: Нагрузка, действующая на анкер в процессе устройства или эксплуатации анкерного крепления в направлении перпендикулярном к поверхности строительного основания и вдоль продольной оси анкера.

1.3.12 сдвигающая нагрузка: Нагрузка, действующая на анкер в процессе устройства или эксплуатации анкерного крепления в направлении параллельном поверхности строительного основания и перпендикулярном продольной оси анкера.

1.3.13 комбинированная нагрузка: Одновременное воздействие на анкер осевой растягивающей и сдвигающей нагрузок.

1.3.14 глубина анкеровки: Значение геометрического параметра, определяющее часть анкера, передающую нагрузки и воздействия на строительное основание от поверхности строительного основания до наиболее удаленной от нее части анкера, передающей нагрузки и воздействия на строительное основание.

1.3.15 дополнительная арматура: Арматура, установленная в бетонное или железобетонное строительное основание, воспринимающая напряжения, возникающие в зоне передачи нагрузок с анкерного крепления на основание.

1.3.16 изгиб анкера: Изгибающий эффект, возникающий в процессе устройства или эксплуатации анкерного крепления, обусловленный действием на анкер сдвигающей нагрузки, приложенной с эксцентриситетом относительно поверхности строительного основания.

1.3.17 коррозия строительного материала: По ТКП 45-2.01-111.

1.3.18 краевое расстояние c_1 , c_2 : Расстояние от продольной оси анкера до края строительного основания.

1.3.19 максимальная длительная температура эксплуатации: Средняя суточная температура строительного основания в наиболее неблагоприятный период эксплуатации.

1.3.20 максимальная кратковременная температура эксплуатации: Максимальное возможное значение температуры строительного основания в течение всего периода эксплуатации анкерного крепления.

1.3.21 межосевое расстояние s_1 , s_2 : Расстояние между продольными осями анкеров.

1.3.22 минимальное краевое расстояние: Минимально допустимое значение краевого расстояния, при котором обеспечивается установка анкера в проектное положение, а также сохранность строительного основания в процессе устройства и эксплуатации анкерного крепления.

1.3.23 минимальное межосевое расстояние: Минимально допустимое значение межосевого расстояния, при котором обеспечивается установка анкера в проектное положение, а также сохранность строительного основания в процессе устройства и эксплуатации анкерного крепления.

1.3.24 минимальная толщина строительного основания: Минимально допустимое значение толщины строительного основания, при котором обеспечивается установка анкера в проектное положение, а также сохранность строительного основания в процессе устройства и эксплуатации анкерного крепления.

1.3.25 момент затяжки: Момент, возникающий в результате затягивания элементов анкера и действующий на соединяемые детали анкерного крепления.

1.3.26 номинальный диаметр анкера: Диаметр анкера, значение которого определяется его конструктивными, техническими и технологическими особенностями.

Примечание – В качестве номинального диаметра анкера указывают (см. рисунок 1.1):

- наружный диаметр анкера или стержня (арматуры), входящего в состав анкера и воспринимающего нагрузки;
- номинальный диаметр резьбы (d , мм и d_{nom} , мм).

1.3.27 перемещение анкера: Изменение положения анкера относительно строительного основания в направлении действия внешней нагрузки.

1.3.28 разрушение на границе контакта анкера со строительным основанием (разрушение на границе контакта): Форма разрушения анкерного крепления на границе контакта элементов анкера со строительным основанием, происходящего в результате выдергивания механического анкера (анкером) из строительного основания.

1.3.29 разрушение по стали: Форма разрушения анкерного крепления в результате разрыва (обрыва) металлического элемента анкера, воспринимающего нагрузки, после его установки в проектное положение.

1.3.30 разрушение с выкалыванием материала строительного основания (разрушение с выкалыванием): Форма разрушения анкерного крепления в результате выкалывания материала строительного основания, окружающего анкер или анкерную группу, в виде клина или конуса неправильной формы.

1.3.31 разрушение с откалыванием края строительного основания (разрушение с откалыванием): Форма разрушения анкерного крепления в результате выкалывания материала края строительного основания, окружающего анкер или анкерную группу, установленных вблизи от края строительного основания, в виде клина или конуса неправильной формы.

1.3.32 разрушение с отрывом материала строительного основания (разрушение с отрывом): Форма разрушения анкерного крепления в результате действия нагрузки в плоскости, перпендикулярной продольной оси анкера (анкеров), с выкалыванием материала строительного основания в направлении, противоположном действию нагрузки.

1.3.33 разрушение с раскалыванием материала строительного основания (разрушение с раскалыванием): Форма разрушения анкерного крепления с образованием в строительном основании трещины (трещин) в направлении продольной оси анкера.

1.3.34 разрушение в результате нарушения сцепления: Форма разрушения анкерного крепления, выполненного с использованием химического анкера, происходящее по границе контакта его элементов: слой затвердевшей композиции – анкер или слой затвердевшей композиции – строительное основание.

1.3.35 совместимость материалов: Свойство двух или нескольких строительных материалов, совместное применение которых не приводит к проявлению нежелательных эффектов, влияющих на их эксплуатационные свойства.

1.3.36 строительное основание: Конструкции зданий и сооружений различного функционального назначения, предназначенные для восприятия воздействий передаваемых на них анкером.

1.4 Обозначения

$A_{c,N}$ – фактическое значение площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера, определенное с учетом влияния соседних анкеров и краевого эффекта, при расчете несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания, мм²;

$A_{c,N}^0$ – нормативное значение площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера, расположенного таким образом, чтобы исключить влияние соседних анкеров и краевого эффекта (анкер расположен вдали от края строительного основания), при расчете несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания, мм²;

$\frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0}$ – отношение, учитывающее влияние краевого эффекта и межосевого расстояния в анкерной группе, при расчете несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания;

$A_{p,N}$ – фактическое значение площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера, определенное с учетом влияния соседних анкеров и краевого эффекта, при расчете несущей способности анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания, мм²;

$A_{p,N}^0$ – нормативное значение площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера, расположенного таким образом, чтобы исключить влияние соседних анкеров и краевого эффекта (анкер расположен вдали от края строительного основания), при расчете несущей способности анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания, мм²;

$\frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0}$ – отношение, учитывающее влияние краевого эффекта и межосевого расстояния в анкерной группе, при расчете несущей способности анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания;

A_{sd} – площадь поперечного сечения анкера, мм²;

$A_{c,V}$ – фактическое значение площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера, определенное с учетом влияния соседних анкеров, краевого эффекта и толщины строительного основания, при расчете несущей способности анкерного крепления при разрушении с откалыванием края строительного основания, мм²;

$A_{c,V}^0$ – нормативное значение площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера, расположенного таким образом, чтобы исключить влияние соседних анкеров и краевого эффекта (анкер расположен вдали от края строительного основания), при расчете несущей способности анкерного крепления при разрушении с откалыванием края строительного основания, мм²;

$\frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0}$ – отношение, учитывающее влияние краевого эффекта и межосевого расстояния в анкерной группе, при расчете несущей способности анкерного крепления, при расчете несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания;

- C_N – коэффициент жесткости анкера при растяжении, кН/м;
- $C_{N,0}$ – коэффициент жесткости анкера при кратковременном действии осевой растягивающей нагрузки;
- $C_{N,\infty}$ – коэффициент жесткости анкера при длительном действии осевой растягивающей нагрузки;
- $C_{V,0}$ – коэффициент жесткости анкера при кратковременном действии сдвигающей нагрузки;
- $C_{V,\infty}$ – коэффициент жесткости анкера при длительном действии сдвигающей нагрузки;
- E_s – расчетное значение модуля упругости стали, МПа;
- $(E \cdot A_{sd})$ – жесткость поперечного сечения анкера;
- L_f – глубина анкеровки при воздействии на анкер сдвигающей нагрузки, мм;
- L_s – плечо сдвигающей нагрузки, мм;
- $M_{Rk,s}$ – предельное значение изгибающего момента для анкера (по стали) с учетом комбинированной нагрузки, кН·м;
- $M_{Rk,s}^0$ – нормативное значение изгибающего момента, для анкера по стали, кН·м;
- N_b – усилие прижатия опорной пластиной закрепляемой детали к поверхности строительного основания, кН;
- N_{cont} – контрольное значение осевой растягивающей нагрузки, действующей на анкер, кН;
- N_{sd} – расчетное значение растягивающего усилия в одиночном анкере при расчете по первой группе предельных состояний, кН;
- $N_{sd,i}$ – расчетное значение растягивающего усилия в i -м анкере в составе анкерной группы, кН;
- N_{sd}^g – расчетное значение суммарного растягивающего усилия в анкерной группе, кН;
- N_{sd}^h – расчетное значение растягивающего усилия в наиболее нагруженном анкере, входящем в состав анкерной группы, кН;
- N_{Sk} – расчетное значение растягивающего усилия в одиночном анкере при расчете по второй группе предельных состояний, кН;
- $N_{Rk,c}$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую способен воспринять анкер (одиночный или в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление материала основания разрушению с выкалыванием материала строительного основания, кН;

- $N_{Rk,c}^0$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую способен воспринять одиночный анкер, расположенный таким образом, чтобы исключить влияние соседних анкеров и краевого эффекта (анкер расположен вдали от края строительного основания) при разрушении с выкалыванием материала строительного основания, кН;
- $N_{Rk,comb}$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую способен воспринять химический анкер (одиночный или в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности анкерного крепления, обеспечивающему сопротивление при комбинированном разрушении: разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания, кН;
- $N_{Rk,comb}^0$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую способен воспринять одиночный химический анкер, расположенный таким образом, чтобы исключить влияние соседних анкеров и краевого эффекта (анкер расположен вдали от края строительного основания), при комбинированном разрушении: разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания, кН;
- $N_{Rk,p}$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую может воспринять анкер (одиночный или в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности сцепления анкера по границе его контакта со строительным основанием, кН;
- $N_{Rk,s}$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, вызывающей разрушение материала анкера (одиночного или в составе анкерной группы) (разрушение по стали), кН;
- $N_{Rk,sp}$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую способен воспринять анкер (одиночный или в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания и обеспечивающее сопротивление разрушению с раскалыванием материала строительного основания, кН;
- T – крутящий момент, действующий на анкерную группу, кН·м;
- V – сдвигающая нагрузка, действующая на анкерную группу, кН;
- V_{cont} – контрольное значение сдвигающей нагрузки, действующей на анкер, кН;
- V_{fric} – максимальное значение сдвигающей нагрузки, уравниваемой за счет трения, кН;
- $V_{i,1}$ и $V_{i,2}$ – составляющие сдвигающего усилия в i -м анкере в составе анкерной группы в направлениях 1 и 2 соответственно, кН (рисунок 1.2);

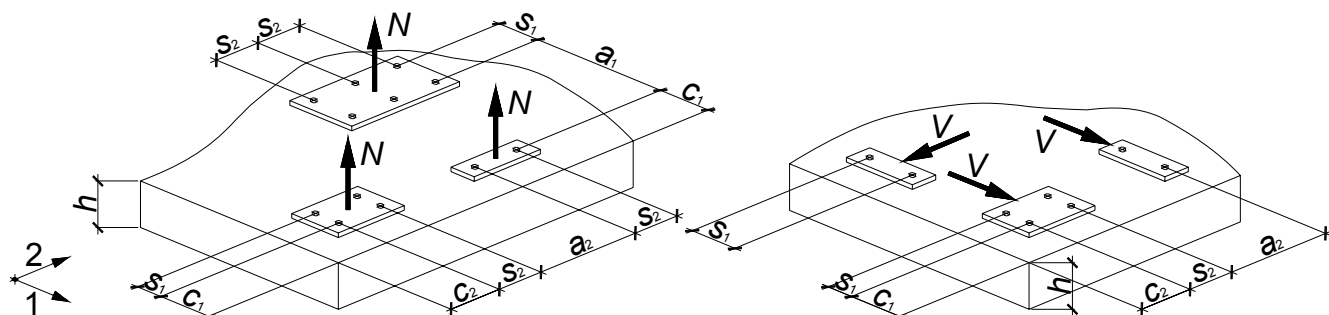


Рисунок 1.2

- V_{sd} – расчетное значение сдвигающего усилия в одиночном анкере при расчете по первой группе предельных состояний, кН;
- $V_{sd,i}$ – расчетное значение сдвигающего усилия в i -м анкере в составе анкерной группы, кН;
- V_{Sk} – расчетное значение сдвигающего усилия в одиночном анкере при расчете по второй группе предельных состояний, кН;
- $V_{Rk,c}^0$ – нормативное значение сдвигающей нагрузки, которую способен воспринять анкер, расположенный таким образом, чтобы исключить влияние соседних анкеров и краевого эффекта (анкер расположен вдали от края строительного основания) при разрушении с откалыванием края строительного основания, кН;
- V_{sd}^g – расчетное значение суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе, кН;
 $V_{sd,1}^g$ и $V_{sd,2}^g$ – составляющие суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе в направлениях 1 и 2 соответственно, кН;
- V_{sd}^h – расчетное значение сдвигающего усилия в наиболее нагруженном анкере, входящем в состав анкерной группы, кН;
- $V_{Rk,c}$ – нормативное значение сдвигающей нагрузки, которую способен воспринять анкер (одиночный или в составе анкерной группы) соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление разрушению с откалыванием края строительного основания, кН;
- $V_{Rk,cp}$ – нормативное значение сдвигающей нагрузки, которую способен воспринять анкер (одиночный или в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление разрушению с отрывом материала строительного основания, кН;

- $V_{Rk,cp}^h$ – нормативное значение сдвигающей нагрузки, которую способен воспринять анкер в составе анкерной группы, соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление разрушению с отрывом материала строительного основания, кН;
- $V_{Rk,s}$ – нормативное значение сдвигающей нагрузки, вызывающей разрушение материала анкера (одиночного или в составе анкерной группы) (разрушение по стали), кН;
- a – расстояние между осями крайних анкеров смежных анкерных групп (расстояние между осями одиночных анкеров), мм (см. рисунок 1.2):
 a_1 и a_2 – расстояние между осями крайних анкеров смежных анкерных групп (расстояние между осями одиночных анкеров), в направлениях 1 и 2 соответственно, мм;
 a_3 – расстояние, определяющее податливость заделки анкера в строительное основание, мм;
- c – краевое расстояние, мм (см. рисунок 1.2):
 c_1 и c_2 – краевое расстояние в направлениях 1 и 2, соответственно, мм;
 c_1^a и c_2^a – краевое расстояние для анкеров, расположенных вдали от края строительного основания, в направлениях 1 и 2 соответственно, мм;
 c_1^b и c_2^b – краевое расстояние для анкеров, расположенных вблизи от края строительного основания, в направлениях 1 и 2 соответственно, мм;
 $c_{cr,N}$ – критическое значение краевого расстояния, мм;
 $c_{cr,Np}$ – критическое значение краевого расстояния, без учета влияния краевого эффекта для анкеров, установленных вблизи от края строительного основания, мм;
 $c_{cr,sp}$ – критическое значение краевого расстояния, без учета влияния краевого эффекта для анкеров, установленных вблизи от края строительного основания при разрушении с раскалыванием материала строительного основания, мм;
 c_{max} – наибольшее значение краевого расстояния для анкера (одиночного или в составе анкерной группы), установленного в стесненных условиях, мм;
 c_{red} – приведенное значение краевого расстояния, мм;
- d – номинальный диаметр резьбы, мм;
- d_f – диаметр установочного отверстия в опорной пластине закрепляемой детали, мм;
- d_{nom} – номинальный диаметр анкера, мм;

- e_1 – эксцентриситет приложения сдвигающей нагрузки, мм;
- e_v – эксцентриситет приложения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе относительно ее центра тяжести, мм:
 - $e_{N,1}$ – эксцентриситет приложения суммарного растягивающего усилия в анкерной группе относительно ее центра тяжести, в направлении 1, мм;
 - $e_{N,2}$ – эксцентриситет приложения суммарного растягивающего усилия в анкерной группе относительно ее центра тяжести, в направлении 2, мм;
 - $e_{v,1}$ – эксцентриситет приложения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе относительно ее центра тяжести, в направлении 1, мм;
 - $e_{v,2}$ – эксцентриситет приложения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе относительно ее центра тяжести, в направлении 2, мм;
- $f_{ck,cube}$ – характеристическая прочность на сжатие бетона, определяемая при испытаниях образцов-кубов, МПа;
- h – фактическое значение толщины строительного основания, мм;
- h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм;
- h_{min} – минимальная толщина строительного основания, мм;
- k – коэффициент, учитывающий глубину анкеровки анкера;
- k_1 – коэффициент, зависящий от технического состояния материала строительного основания, окружающего анкер, учитываемый при определении значения $N_{Rk,c}^0$;
- k_2 – коэффициент, зависящий от технического состояния материала строительного основания, окружающего анкер, учитываемый при определении значения $\psi_{g,Np}^0$;
- k_3 – коэффициент, зависящий от технического состояния материала строительного основания, окружающего анкер, учитываемый при определении значения $V_{Rk,c}^0$;
- n – количество растянутых анкеров в анкерной группе, шт.;
- t_{Grout} – толщина выравнивающего слоя, мм;
- t_{fix} – толщина опорной пластины закрепляемой детали, мм;
- s – межосевое расстояние, мм (см. рисунок 1.2):
 - s_1 и s_2 – межосевое расстояние в направлениях 1 и 2, соответственно, мм;
 - $s_{cr,N}$ – критическое значение межосевого расстояния, при котором отсутствует влияние соседних анкеров на несущую способность одиночного анкера, при разрушении с выкалыванием материала строительного основания, мм;

$s_{cr,Np}$ – критическое значение межосевого расстояния, при котором отсутствует влияние соседних анкеров на несущую способность одиночного анкера, при комбинированном разрушении: разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания, мм;

$s_{cr,sp}$ – критическое значение межосевого расстояния, при котором отсутствует влияние соседних анкеров на несущую способность одиночного анкера при разрушении с раскалыванием материала строительного основания, мм;

s_{max} – наибольшее значение межосевого расстояния для анкера (одиночного или в составе анкерной группы), установленного в стесненных условиях, мм;

α – безразмерный коэффициент;

α_M – безразмерный коэффициент, учитывающий степень заземления анкера в опорной пластине закрепляемой детали;

α_V – угол, соответствующий направлению суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе;

$\alpha_{V\psi}$ – угол между направлением действия сдвигающей нагрузки и перпендикуляром, проведенным к краю строительного основания в направлении действия сдвигающей нагрузки, принимаемый в пределах от 0° до 90° ;

β, β_N, β_V – безразмерные коэффициенты;

γ – частный коэффициент безопасности;

$\gamma_{Mc,N}$ – частный коэффициент безопасности для анкерного крепления по прочности при выкалывании материала строительного основания при воздействии осевой растягивающей нагрузки;

$\gamma_{Mc,V}$ – частный коэффициент безопасности для анкерного крепления по прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающий сопротивление разрушению с откалыванием края строительного основания при воздействии сдвигающей нагрузки;

$\gamma_{Mp,N}$ – частный коэффициент безопасности для анкерного крепления по прочности сцепления на границе контакта анкера со строительным основанием при воздействии осевой растягивающей нагрузки и комбинированном разрушении: разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания;

- $\gamma_{Ms,N}$ – частный коэффициент безопасности для стали анкера по прочности при растяжении;
- $\gamma_{Ms,V}$ – частный коэффициент безопасности для стали анкера по прочности при сдвиге;
- $\gamma_{Msp,N}$ – частный коэффициент безопасности для анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, при воздействии осевой растягивающей нагрузки;
- $\gamma_{Msp,V}$ – частный коэффициент безопасности для анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, при воздействии сдвигающей нагрузки
- δ – перемещение анкерного крепления от внешних нагрузок в плоскости соединения опорной пластины и закрепляемой детали, мм;
- $\delta_{N_{Sk},0}$ – перемещение одиночного анкера в направлении осевой растягивающей нагрузки при кратковременном действии осевой растягивающей нагрузки, мм;
- $\delta_{N_{Sk},\infty}$ – перемещение одиночного анкера в направлении осевой растягивающей нагрузки при длительном действии осевой растягивающей нагрузки, мм;
- $\delta_{N,0}$ – перемещение анкера вдоль его продольной оси, от кратковременного действия осевой растягивающей нагрузки, мм;
- $\delta_{N,\infty}$ – перемещение анкера вдоль его продольной оси, от длительного действия осевой растягивающей нагрузки, мм;
- $\delta_{V_{Sk},0}$ – перемещение одиночного анкера в направлении сдвигающей нагрузки при кратковременном действии сдвигающей нагрузки, мм;
- $\delta_{V_{Sk},\infty}$ – перемещение одиночного анкера в направлении сдвигающей нагрузки при длительном действии сдвигающей нагрузки, мм;
- $\delta_{V,0}$ – перемещение анкера перпендикулярно его продольной оси, от кратковременного действия сдвигающей нагрузки, кН;
- $\delta_{V,\infty}$ – перемещение анкера перпендикулярно его продольной оси, от длительного действия сдвигающей нагрузки, кН;
- δ_{ult} – предельное значение перемещение анкерного крепления в результате деформации только анкеров, мм;
- δ_0 – значение результирующего перемещения анкера при комбинированном кратковременном действии растягивающей и сдвигающей нагрузок, мм;

- δ_{∞} – значение результирующего перемещения анкера при комбинированном длительном действии растягивающей и сдвигающей нагрузок, мм;
- ε_i – относительная деформация i -го анкера при растяжении;
- μ – коэффициент трения;
- τ_{Rk} – нормативное значение прочности сцепления на границе контакта слой затвердевшей композиции – строительное основание (основание из бетона класса прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$), Н/мм²;
- $\tau_{Rk,rc}$ – нормативное значение прочности сцепления на границе контакта слой затвердевшей композиции – строительное основание (основание из бетона с трещинами, класса прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$), Н/мм²;
- $\tau_{Rk,urc}$ – нормативное значение прочности сцепления на границе контакта слой затвердевшей композиции – строительное основание (основание из бетона без трещин, класса прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$), Н/мм²;
- ψ_c – коэффициент, учитывающий фактическое значение прочности бетона строительного основания;
- $\psi_{ec,N}$ – коэффициент, учитывающий влияние эффекта неравномерного нагружения анкера или анкерной группы;
- $\psi_{ec,V}$ – коэффициент, учитывающий влияние эффекта неравномерного нагружения анкера или анкерной группы;
- $\psi_{g,Np}$ – коэффициент, учитывающий совместную работу химических анкеров, входящих в состав анкерной группы;
- $\psi_{g,Np}^0$ – базовый коэффициент, учитывающий совместную работу химических анкеров, входящих в состав анкерной группы;
- $\psi_{h,sp}$ – коэффициент, учитывающий влияние фактического значения толщины строительного основания при разрушении с раскалыванием материала строительного основания;
- $\psi_{h,V}$ – коэффициент, учитывающий влияние фактического значения толщины строительного основания при разрушении с откалыванием края строительного основания;
- $\psi_{re,N}$ – коэффициент, учитывающий влияние эффекта, возникающего в случае установки анкера в защитный слой густоармированной железобетонной конструкции;

- $\psi_{re,V}$ – коэффициент, учитывающий влияние армирования, для анкеров, установленных вблизи от края железобетонной конструкции;
- $\psi_{s,N}$ – коэффициент, учитывающий влияние краевого эффекта, для анкеров, установленных вблизи от края строительного основания;
- $\psi_{s,V}$ – коэффициент, учитывающий влияние краевого эффекта, для анкеров, установленных вблизи от края строительного основания;
- $\psi_{\alpha,V}$ – коэффициент, учитывающий направление действия сдвигающей нагрузки.

2 Общие указания

2.1 В качестве исходных данных для выбора и проектирования конструкций зданий и сооружений, выполняемых с использованием анкеров, рассматриваются:

- данные, учитывающие и характеризующие назначение, конструктивные и технологические особенности здания и др.;
- последовательность возведения частей здания и условия его эксплуатации;
- расчетные значения действующих и ожидаемых после завершения возведения здания нагрузок (в том числе теплотехнических и др.), а также способ их передачи на конструкции здания;
- сведения о вибродинамических воздействиях на конструкции здания (в том числе от транспортной инфраструктуры района строительства и др.).

2.2 Принятые проектные решения должны обеспечивать:

- надежность и долговечность конструкций;
- экономный расход строительных материалов;
- наиболее полное использование физико-механических свойств примененных материалов;
- минимальные трудозатраты на устройство и эксплуатацию;
- максимальную механизацию процесса устройства;
- отсутствие вредного влияния используемых материалов;
- оптимальные санитарно-гигиенические условия для людей;
- пожаровзрывобезопасность.

2.3 Работы с использованием анкеров различного функционального назначения и конструктивного исполнения следует выполнять с учетом функционального назначения зданий и сооружений, их частей, в соответствии с проектной и технологической документацией, проектом организации строительства (ПОС), проектом производства работ (ППР), техническим заданием на проектирование (ТЗ), с соблюдением положений действующих ТНПА по производству работ, организации строительства и безопасности труда в строительстве, по пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ, а также требований органов государственного надзора.

2.4 Работы с использованием анкеров выполняет организация (подразделение), рабочий персонал которой прошел обучение методам и приемам этих работ.

3 Изделия и материалы

3.1 Анкеры, применяемые в строительстве, должны быть из числа прошедших процедуру подтверждения соответствия, а также подвергаться входному контролю в соответствии с СТБ 1306, с составлением акта входного контроля, утверждаемого заказчиком.

3.2 При приемке анкеров следует проверить наличие и полноту данных, указываемых в сопроводительной документации в соответствии с действующими ТНПА, а также целостность упаковки. В случае нарушения целостности упаковки возможность дальнейшего использования анкеров принимает комиссия, в состав которой входят представители заказчика, генподрядной (монтажной) организации, организации, выполняющей работы с использованием анкеров, и проектной организации (при необходимости). При необходимости рекомендуется предусмотреть проведение контрольных испытаний.

3.3 Потребитель имеет право проводить контрольную проверку значений физико-механических показателей анкеров, а также анкерных креплений, выполненных с их использованием. При несоответствии значений, приведенных в сопроводительной документации и полученных в результате проведения контрольных испытаний, использование анкеров не допускается.

3.4 Транспортирование и хранение анкеров производится в соответствии с указаниями предприятия-изготовителя. При этом следует предусматривать защиту от воздействия атмосферных осадков и механического повреждения упаковки. Анкеры следует хранить на строительной площадке в ненарушенной упаковке в сухом закрытом помещении в соответствии с указаниями предприятия-изготовителя, рассортированными по маркам, диаметрам, длине и партиям.

3.5 Условия хранения анкеров должны обеспечивать сохранность упаковки защиту и предохранение от увлажнения, а также исключать многократные значительные колебания температуры окружающего воздуха.

3.6 Гарантийный срок хранения анкеров в неповрежденной упаковке устанавливает и указывает в сопроводительной документации предприятие-изготовитель.

Работы, выполняемые с использованием анкеров, рекомендуется планировать таким образом, чтобы обеспечить их минимальный срок хранения их на строительной площадке.

4 Указания по применению анкеров

4.1 До начала производства работ, выполняемых с использованием анкеров, должны быть выполнены следующие работы:

- осмотр и (или) обследование строительного основания с составлением заключения о состоянии объекта (при необходимости);
- разработка конструктивных, технических и технологических решений по производству работ;
- подготовка поверхности строительного основания (в том числе очистка от загрязнений и повреждений (непрочного (рыхлого) или отслоившегося бетона, строительного мусора и др.)), декоративной отделки, препятствующей выполнению работ;
- заделка (при необходимости) всех видов дефектов (трещин, раковин, сколов, непровибрированных участков и др.);
- приемка подготовленной строительной конструкции, с составлением акта освидетельствования скрытых работ согласно ТКП 45-1.03-161 с участием представителей генподрядной (монтажной) организации и организации, выполняющей работы с использованием анкеров (при необходимости);

- разработка ППР для выполнения работ и технологических карт на производство отдельных видов работ (при необходимости);

- доставка на объект и подготовка к эксплуатации необходимых механизмов, инструментов, приспособлений, инвентаря, средств индивидуальной и коллективной защиты;

- доставка на объект в достаточном количестве требуемых по проекту изделий и материалов, и организация мест для размещения и складирования изделий и материалов, механизмов, инструментов и др.

4.2 В ППР следует предусмотреть выбор рациональных технических и технологических решений монтажа, соединения или фиксации в проектное положение строительных конструкций, изделий, деталей и оборудования с использованием анкеров, в том числе последовательность, способы установки конструкций в проектное положение, мероприятия, обеспечивающие пространственную неизменяемость конструкций в процессе монтажа, устойчивость конструкций и частей здания и др. Технологический поток работ, выполняемых с использованием анкеров, допускается делить на захваты, определяемые в ППР, в пределах которых следует увязать все специализированные технологические процессы. При определении границ захваток следует учитывать возможность временного прекращения и последующего возобновления работ в пределах захватки. Величину захваток и их количество определяют с учетом размеров строительной конструкции, степени оснащения строительной организации механизмами, инструментом и других условий.

4.3 Раздел проектной документации, регламентирующий выполнение работ с использованием анкеров, должен содержать следующие сведения:

- тип анкера и вид соединения;
- номинальный диаметр анкера, номинальный диаметр стержня (арматуры), входящего в состав анкера и воспринимающего нагрузки, номинальный диаметр резьбы;
- технология образования отверстий, предназначенных для установки (устройства) анкеров;
- контролируемое значение момента затяжки для анкера с контролируемым моментом затяжки и способ его регулирования и контроля;
- геометрические параметры установки (устройства) анкера, в том числе:
 - минимальная толщина строительного основания;
 - глубина анкеровки;
 - диаметр установочного отверстия в опорной пластине закрепляемой детали;

- значения краевого и межосевого расстояния;
- значения длительной и кратковременной температуры эксплуатации (при необходимости);
- классы прочности болтов и шпилек по ГОСТ ISO 898-1 или ГОСТ ISO 3506-1;
- указания по выполнению антикоррозионной защиты соединяемых или фиксируемых с использованием анкеров строительных конструкций, изделий, деталей и оборудования;
- дополнительные требования к монтажу, соединению или фиксации в проектном положении строительных конструкций, изделий, деталей и оборудования с использованием анкеров.

4.4 Натяжение анкеров осуществляют до полного значения контролируемого момента затяжки с использованием динамометрического ключа статического действия.

Динамометрические ключи, используемые для натяжения анкера, необходимо тарировать не реже 1 раза в смену при отсутствии механических повреждений, устанавливаемых на основе визуального обследования, а также после каждой замены контрольного прибора или ремонта ключа. Ключи должны быть пронумерованы, а результаты тарировки занесены в журнал.

4.5 Строительные конструкции, изделия, детали и оборудование, закрепляемые или фиксируемые в проектном положении с использованием анкеров должны быть до расстроповки выверены и надежно закреплены. При этом проектное закрепление конструкций, установленных в проектное положение, следует выполнять сразу после инструментальной проверки точности их положения и выверки, кроме случаев, дополнительно оговоренных в проектной документации. Замена изделий, материалов и конструкций, предусмотренных проектной документацией, должна осуществляться в порядке, установленном ТКП 45-1.02-295.

4.6 При проектировании анкерных креплений и применении анкеров следует учесть, что требования в части стойкости конструкций зданий и сооружений (в том числе анкеров) к воздействию климатических факторов и других агрессивных сред устанавливают в зависимости от:

- класса сложности здания или сооружения по СТБ 2331;
- класса среды по условиям эксплуатации по ТКП 45-2.01-111. Для конструкций, расположенных и эксплуатируемых внутри отапливаемых зданий или сооружений с влажным или мокрым режимами помещений класс среды по условиям эксплуатации устанавливают как для неотапливаемых зданий, проектируемых для влажного района. Загрязнение воздуха солями и их соединениями, пылью или аэрозолями (в том числе внутри здания) следует учитывать при их средней годовой концентрации не ниже $0,3 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$;

– влажностного режима помещений и условий эксплуатации конструкций зданий и сооружений в зимний период. При этом для конструкций, расположенных и эксплуатируемых внутри отапливаемых зданий или сооружений, характеристики влажностного режима помещений принимают по ТКП 45-2.04-43, а для конструкций, расположенных и эксплуатируемых внутри неотапливаемых зданий или сооружений, под навесами, а также на открытом воздухе, – районы влажности в соответствии с [1];

– климатических параметров холодного и теплого периодов года в соответствии с [1].

Анкеры должны соответствовать эксплуатационным требованиям, установленным в задании на проектирование, и обладать (при необходимости) химической стойкостью, достаточной для выполнения на этапе эксплуатации зданий и сооружений очистки конструкций, для крепления которых они используются.

4.7 При проектировании анкерных креплений и применении анкеров следует предусмотреть технические и технологические мероприятия, направленные на предотвращение контактной коррозии в результате образования гальванической пары. Предварительную оценку совместимости материалов крепежных изделий и конструкций зданий и сооружений с целью определения возможности образования гальванической связи и коррозии допускается выполнять по таблице 4.1, а предварительную оценку возможности использования крепежных изделий в зависимости от категории коррозионной активности атмосферных условий окружающей среды (по СТБ ISO 12944-2) – по таблице 4.2 с учетом таблицы 4.3.

Таблица 4.1

Вид конструкций (закрепляемой детали)	Оценка совместимости крепежных изделий			
	с электролитическим покрытием по ГОСТ ISO 4042	с покрытием, нанесенным методом горячего цинкования по ГОСТ ISO 10684	изготовленные из стали ферритно-аустенитного класса (класс FA) по ГОСТ ISO 3506-1	изготовленные из нержавеющей стали классов A2 и A4 по ГОСТ ISO 3506-1
Конструкции с электролитическим покрытием по ГОСТ ISO 4042	+	+	+	+
Конструкции с покрытием, нанесенным методом горячего цинкования по ГОСТ ISO 10684	+	+	+	+
Конструкции, изготовленные из алюминия и алюминиевых сплавов	+/-	+/-	+/-	+
Конструкции, изготовленные из нержавеющей стали (хромоникельмолибденовая (CrNiMo) или хромоникелевая (CrNi) сталь)	_1)	_1)	_1)	+

Окончание таблицы 4.1

Вид конструкций (закрепляемой детали)	Оценка совместимости крепежных изделий			
	с электролитическим покрытием по ГОСТ ISO 4042	с покрытием, нанесенным методом горячего цинкования по ГОСТ ISO 10684	изготовленные из стали ферритно-аустенитного класса (класс FA) по ГОСТ ISO 3506-1	изготовленные из нержавеющей стали классов A2 и A4 по ГОСТ ISO 3506-1
Конструкции, изготовленные из меди и медных сплавов (в том числе латуни, бронзы и пр.)	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	+
¹⁾ Недопустимые контакты без защиты от контактной коррозии допускается применять в следующих технически обоснованных случаях: <ul style="list-style-type: none"> – если контактная коррозия не влияет на работоспособность и сохраняемость изделия или конструкции (с учетом изменения декоративного вида изделия); – если в изделии или конструкции специально предусматривается электрохимическая защита от коррозии одних деталей сборочных единиц за счет коррозии других; – при расположении контакта металл – металл в герметизированных изделиях и в сборочных единицах, изолированных от климатических воздействий или работающих в атмосфере сухих инертных газов и сухого воздуха. 				
Примечания: 1) Условные обозначения, принятые в таблице: <ul style="list-style-type: none"> – «+» – возможность образования контактной коррозии отсутствует. Указанное соединение не снижает назначенный срок службы конструкции; – «+/-» – существует возможность образования контактной коррозии; – «-» – использование в системе не допускается. 2) Допустимость контактов, не указанных в настоящих рекомендациях, а также в действующих ТНПА, устанавливается после проведения соответствующих испытаний.				

Таблица 4.2¹⁾

Вид крепежных изделий	Предварительная оценка возможности использования крепежных изделий					
	Категория коррозионной активности атмосферных условий окружающей среды (СТБ ISO 12944-2)					
	C1	C2 ²⁾	C2 ³⁾	C3 ²⁾	C3 ³⁾	C4
Крепежные изделия с электролитическим покрытием по ГОСТ ISO 4042	+	-	-	-	-	-
Крепежные изделия, изготовленные из стали ферритно-аустенитного класса (класс FA) по ГОСТ ISO 3506-1	+	+	+/- ⁴⁾	+	+/- ⁴⁾	-
Крепежные изделия, изготовленные из строительной (конструкционной) стали с покрытием, нанесенным методом горячего цинкования (по ГОСТ ISO 10684)	+	+	+/- ⁴⁾	+/- ⁴⁾	+/- ⁴⁾	-
Крепежные изделия, изготовленные из строительной (конструкционной) стали с покрытием, нанесенным методом термодиффузионного цинкования при толщине диффузионного слоя от 40 до 50 мкм	+	+	+ ⁴⁾	+	+ ⁴⁾	-
Крепежные изделия, изготовленные из аустенитной нержавеющей стали A2	+	+	+ ⁴⁾	+	+ ⁴⁾	-

Окончание таблицы 4.2¹⁾

Вид крепежных изделий	Предварительная оценка возможности использования крепежных изделий					
	Категория коррозионной активности атмосферных условий окружающей среды (СТБ ISO 12944-2)					
	C1	C2 ²⁾	C2 ³⁾	C3 ²⁾	C3 ³⁾	C4
Крепежные изделия, изготовленные из аустенитной нержавеющей стали А4	+	+	+	+	+	+
Крепежные изделия, изготовленные из нержавеющей хромоникельмолибденовой стали (CrNiMo)	+	+	+	+	+	+
¹⁾ Выбор крепежных изделий для конструкций, для которых установлены категории коррозионной активности атмосферных условий окружающей среды C5-1 и C5-M (см. таблицу 4.3), должны выполнять специалисты специализированной организации, располагающей соответствующим кадровым составом и опытом практической работы. ²⁾ Конструкции расположены и эксплуатируются внутри зданий и сооружений. ³⁾ Конструкции расположены и эксплуатируются на открытом воздухе (вне зданий и сооружений). ⁴⁾ С целью определения фактического значения срока службы крепежного изделия целесообразно предусмотреть проведение опытных работ (лабораторных и натурных испытаний). Опытные работы проводят до начала производства строительно-монтажных работ. Не допускается использовать данные рекламно-информационного характера для определения фактических значений показателей, определяющих срок службы крепежного изделия.						
Примечание: Условные обозначения, принятые в таблице: – «+» – при данной активности атмосферных условий окружающей среды (см. таблицу 4.3) расчетный срок службы крепежного изделия составляет 50 лет; – «+/-» – при данной активности атмосферных условий окружающей среды (см. таблицу 4.3) расчетный срок службы крепежного изделия составляет 25 лет; – «-» – при данной активности атмосферных условий окружающей среды (см. таблицу 4.3) использование крепежного изделия не допускается.						

Таблица 4.3

Категория коррозионной активности атмосферных условий окружающей среды (СТБ ISO 12944-2)	Примеры типичных условий окружающей среды	
	На открытом воздухе	Внутри
C1 – незначительная	–	Конструкции отапливаемых зданий с неагрессивной (нейтральной) средой эксплуатации. Например, конструкции офисных и жилых помещений, помещений учреждений образования (за исключением спортзалов) и пр.
C2 – низкая	Конструкции, эксплуатируемые в условиях незначительного загрязнения воздуха солями, пылью или аэрозолями ¹⁾ . Например, конструкции зданий и сооружений, расположенных в сельской местности и пр.	Конструкции неотапливаемых зданий, на поверхности которых допускается незначительное образование конденсата. Например, конструкции складских помещений, помещений спортивных сооружений и пр.

Окончание таблицы 4.3

Категория коррозионной активности атмосферных условий окружающей среды (СТБ ISO 12944-2)	Примеры типичных условий окружающей среды	
	На открытом воздухе	Внутри
С3 – умеренная	Конструкции, эксплуатируемые в условиях умеренного загрязнения воздуха диоксидом серы (SO ₂), а также располагающиеся вдали (более 10 км) от водоемов в условиях незначительного загрязнения воздуха солями, пылью или аэрозолями. Например, конструкции зданий и сооружений, располагающихся в границах городских населенных пунктов, подверженных воздействию выбросов автотранспорта и пр.	Конструкции зданий и сооружений с влажным режимом помещений и эксплуатируемых в условиях незначительного загрязнения воздуха солями, пылью или аэрозолями ¹⁾ . Например, конструкции помещений зданий и сооружений пищевой промышленности, помещений, предназначенных для оказания услуг прачечных и пр.
С4 – сильная	Конструкции, расположенные в районах с умеренно агрессивной среды эксплуатации. Например, конструкции зданий и сооружений, располагающихся в границах городских населенных пунктов, подверженных воздействию выбросов промышленных предприятий и пр.	Конструкции зданий и сооружений, подвергающихся воздействию избыточных выделений пара или влаги и постоянному смачиванию. Например, конструкции бассейнов, помещений, предназначенных для хранения химических реагентов (химреагентов), приготовления рабочих растворов химреагентов, помещений химических лабораторий и пр.
С5–1 – очень сильная (промышленное производство)	Конструкции, располагающиеся в районах с высокой влажностью и постоянного воздействия агрессивных веществ	Конструкции зданий и сооружений с сильноагрессивной средой эксплуатации, допускающей постоянное образование конденсата, скопление жидкостей и пыли на их поверхности и пр.
С5–М – сверхсильная	Конструкции, располагающиеся в непосредственной близости к водоемам в условиях значительного загрязнения воздуха солями, пылью или аэрозолями. Например, прибрежные территории и пр.	

¹⁾ Средняя годовая концентрация солей, пыли или аэрозоли в воздухе не более 0,3 мг/(м²·сут).

4.8 При необходимости и технико-экономическом обосновании допускается фиксация в проектом положении конструкций зданий и сооружений, выполненных из алюминиевых сплавов, оцинкованными анкерами или анкерами, выполненными из коррозионностойкой стали. При этом под головки анкеров следует установить изоляционные полимерные прокладки (шайбы) или предусмотреть устройство атмосферостойкого защитно-декоративного покрытия поверхности контакта. Выбор типа изоляционной прокладки или схемы защитно-декоративного покрытия поверхности контакта (в том числе толщина покрытия, количество слоев и др.) следует выполнять с учетом габаритов здания или сооружения, характеристик окружающей среды (например, температура окружающего воздуха, степень агрессивности и др.) и конструкций и др. При этом, если изоляционные прокладки не обеспечивают необходимую плотность соединения, следует предусмотреть использование герметиков, замазок и других материалов с учетом 4.5.

4.9 Способы изоляции контактирующих поверхностей должны обеспечивать разьединение поверхностей на все время эксплуатации. При этом изоляционные материалы:

- должны быть негигроскопичными;
- обладать стойкостью к воздействию сред, в которых предполагается эксплуатация конструкций и анкеров;
- не должны оказывать коррозионного воздействия на конструкции зданий и сооружений и анкера;
- должны выдерживать проектные нагрузки и воздействия.

4.10 Качество защитно-декоративных лакокрасочных покрытий должно удовлетворять требованиям ГОСТ 30246, качество защитно-декоративных полимерных покрытий – СТБ 1527. Адгезия полимерных покрытий к поверхности конструкций должна быть не менее 2 баллов по ГОСТ 15140.

4.11 При выборе места установки анкера (устройства анкерного крепления) следует учитывать расположение арматуры.

4.12 Ось отверстия, предназначенного для установки анкера, должна быть расположена перпендикулярно плоскости строительного основания.

4.13 Указания по безопасности

4.13.1 При выполнении работ с использованием анкеров различного функционального назначения и конструктивного исполнения необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в ПОС и ППР в соответствии с ТКП 45-1.03-40, ТКП 45-1.03-44, ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.007, ГОСТ 12.1.010, ГОСТ 12.3.005 и другими ТНПА, а также указания настоящего раздела.

4.13.2 При проектировании санитарно-бытового обеспечения работающих следует руководствоваться требованиями ТКП 45-1.03-40, ТКП 45-3.02-209, ГОСТ 22853 и [2].

4.13.3 К производству работ с использованием анкеров допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие обучение безопасным методам и приемам работ, стажировку, инструктаж и проверку знаний по вопросам безопасности труда и получившие право самостоятельной работы.

4.13.4 Персонал должен пройти обучение и инструктаж по правилам техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004, а также пожарной безопасности, с регистрацией в журнале, ознакомиться с рабочими чертежами и ППР. Лица, выполняющие работы с использованием анкеров, должны проходить медицинский осмотр согласно [3].

4.13.5 Персонал должен быть обеспечен спецодеждой по ГОСТ 12.4.100, спецобувью по ГОСТ 12.4.137, средствами защиты рук при работе с химическими анкерами (резиновыми перчатками, надетыми поверх хлопчатобумажных), средствами защиты органов зрения (очками типа ЗП) и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с ГОСТ 12.4.011 и [4].

4.13.6 При попадании композиции химического анкера на слизистую оболочку глаз их следует промыть проточной водой и немедленно обратиться за медицинской помощью.

4.13.7 Зоны постоянно действующих опасных производственных факторов, во избежание доступа посторонних лиц, должны иметь защитные (предохранительные) ограждения, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 12.4.059 и ГОСТ 23407. Производство работ в этих зонах допускается в соответствии с ППР. Одновременное производство работ на двух и более ярусах по одной вертикали без соответствующих защитных устройств (настилов, навесов и т. п.) не допускается. При необходимости, работы на высоте (более 5 м) выполняют с оформлением наряда-допуска установленной формы. При работе на высоте более 1,3 м (если невозможно устройство ограждений) рабочие должны быть снабжены предохранительными поясами по ГОСТ 12.4.089.

4.13.8 Ежедневно перед началом работ необходимо проверить состояние средств подмащивания. Обнаруженные неисправности следует незамедлительно устранить. Особое внимание следует уделять проверке состояния устройств, препятствующих самопроизвольному открыванию, отвинчиванию, выпадению или рассоединению соединительных деталей, а также надежности их закрепления к основным элементам.

4.13.9 Электробезопасность на рабочих местах должна обеспечиваться в соответствии с ГОСТ 12.1.013, а также инструкциями предприятий-изготовителей электрифицированного инструмента.

4.13.10 Состояние воздуха рабочей зоны, расположенной в закрытом помещении, при производстве работ с использованием анкеров должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005. При этом следует учитывать, что при выполнении подготовительных работ (например, выбуривание отверстий для установки или устройства анкеров и др.) образуется значительное количество пыли, в которой содержится более 70 % двуокиси кремния, относящейся к третьему классу опасности и оказывающей вредное воздействие на дыхательные пути человека.

4.13.11 Оборудование, генерирующее лазерное излучение (например, лазерный нивелир, лазерный визир и др.) следует эксплуатировать на строительной площадке или площадке производства работ в соответствии с инструкцией предприятия-изготовителя, с соблюдением следующих мер предосторожности:

- соединительные кабели прибора не должны иметь повреждений;
- лазерный луч должен проходить, по возможности, выше головы или ниже пояса работающих и не попадать непосредственно в глаз;
- все работающие на строительной площадке или площадке производства работ должны быть проинструктированы о вредном воздействии лазерного луча на сетчатку глаза;
- лазерный луч не следует направлять за пределы площадки производства работ;
- на пути прохождения лазерного луча не допускается устанавливать зеркала или блестящие металлические предметы.

4.13.12 Все твердые и жидкие отходы, образующиеся после промывки оборудования, инструментов и приспособлений, в виде загрязненных растворителей и обтирочных материалов, должны быть собраны в специальные емкости, своевременно вывезены в отвалы и уничтожены.

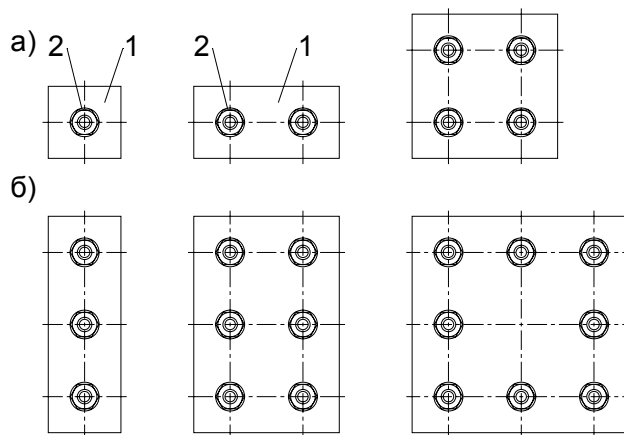
5 Методы расчета анкерных креплений

5.1 Область и условия применения методов расчета

Методы расчета анкерного крепления, приведенные в настоящих рекомендациях, применяются при следующих условиях:

- а) конструктивные решения, физико-механические характеристики и геометрические параметры строительного основания должны обеспечивать возможность монтажа анкеров в проектное положение с учетом требований действующих ТНПА или положений настоящих рекомендаций;

б) анкерная группа, используемая для устройства анкерного крепления, должна состоять из анкеров, обладающих одинаковыми физико-механическими характеристиками и геометрическими параметрами. При этом количество анкеров в составе анкерной группы должно быть не более трех в ряду (рисунок 5.1);



1 – опорная пластина; 2 – анкер

Рисунок 5.1 – Схемы возможного расположения анкеров в составе анкерной группы:

а – одиночный анкер или анкерная группа с расположением не более двух анкеров в ряду;

б – анкерная группа с расположением не более трех анкеров в ряду

в) при расчете анкерного крепления следует учитывать влияние краевого эффекта, обусловленного местом расположения анкера (анкерной группы) относительно края строительного основания (рисунок 5.2). При этом различают анкеры, установленные:

- вблизи от края строительного основания – для $c_1^b < c$;
- вдали от края строительного основания – для $c_1^a \geq c$.

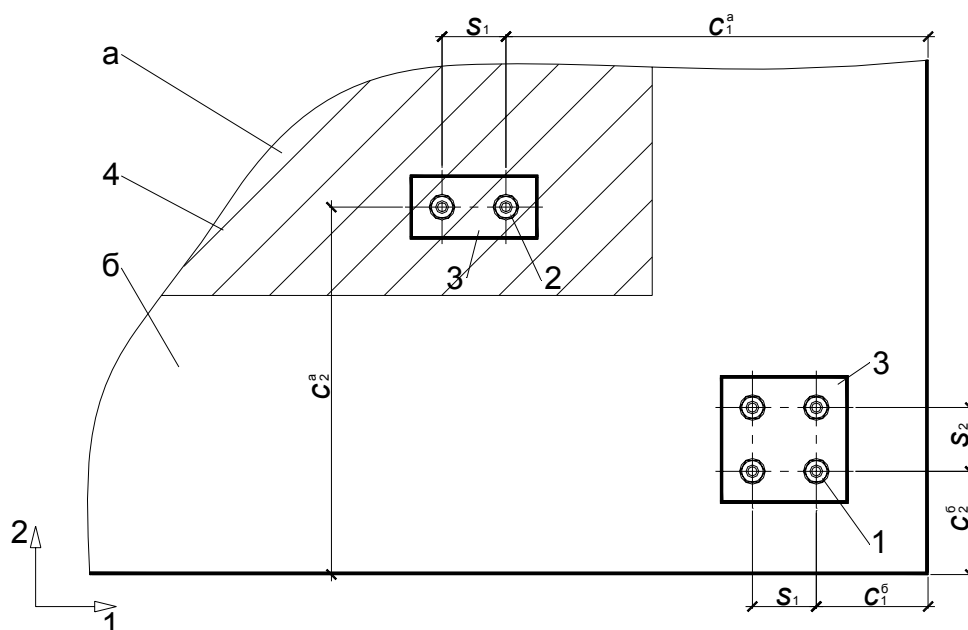
$$c = \max \begin{cases} 10 \cdot h_{ef} \\ 60 \cdot d_{nom} \end{cases}, \quad (5.1)$$

c – краевое расстояние, мм;

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм;

d_{nom} – номинальный диаметр анкера, мм.

Анкерная группа считается расположенной вблизи от края строительного основания, при условии, если хотя бы один анкер, входящий в группу, расположен вблизи от края основания. При этом расчет анкерной группы, расположенной вблизи от края строительного основания, на сдвигающую и комбинированную нагрузки с использованием методов, приведенных в настоящих рекомендациях, выполняется при условии, если количество анкеров в ряду анкерной группы не более двух (см. рисунок 5.1, а);



s_1 и s_2 – межосевое расстояние в направлениях 1 и 2 соответственно; c_1^a и c_2^a – краевое расстояние анкеров, расположенных вдали от края строительного основания в направлениях 1 и 2 соответственно; c_1^b и c_2^b – краевое расстояние анкеров, расположенных вблизи от края строительного основания в направлениях 1 и 2 соответственно.

1 – анкер, расположенный вблизи от края строительного основания; 2 – анкер, расположенный вдали от края строительного основания; 3 – опорная пластина; 4 – строительное основание

Рисунок 5.2 – Зоны расположения анкеров и анкерных групп относительно края строительного основания:

а – вблизи от края строительного основания;

б – вдали от края строительного основания

г) диаметр установочного отверстия в опорной пластине закрепляемой конструкции, изделия, детали или оборудования (далее – закрепляемая деталь) не должен превышать значений, указанных в таблице 5.1. В исключительных случаях и при технико-экономическом обосновании допускается принимать большее значение диаметра отверстия. Зазор заделывают высокоподвижными растворными смесями, образующими в результате твердения материал, обладающий прочностными и деформационными характеристиками, аналогичными материалу основания.

Таблица 5.1

В миллиметрах

Наименование параметра	Значение параметра												
Номинальный диаметр анкера (d_{nom} или d) ¹⁾	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	более 30
Диаметр установочного отверстия в опорной пластине закрепляемой детали (d_f)	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	30	33	$1,1 \cdot d$ ($1,1 \cdot d_{nom}$)
Максимальное допустимое значение зазора	1		2		2				3				$0,1 \cdot d$ ($0,1 \cdot d_{nom}$)

д) значение прочности сцепления затвердевшего слоя композиции химического анкера с материалом строительного основания следует принимать с учетом диапазона значений температуры строительного основания в течение всего срока службы анкерного крепления, определяемого в соответствии с действующими ТНПА;

е) при устройстве анкерного крепления в бетонном или железобетонном строительном основании, предназначенном для работы в условиях систематического воздействия повышенных (от 50 °С до 200 °С включительно) и (или) высоких (выше 200 °С) технологических температур, следует учитывать снижение прочностных и деформационных характеристик материала основания в соответствии с [5];

ж) анкеры считаются установленными в бетон с трещинами. При этом трещины в бетонном или железобетонном строительном основании допускается не учитывать при условии:

– соответствующего обоснования – расчет по образованию трещин в соответствии с действующими ТНПА;

– визуального осмотра основания в соответствии с ТКП 45-1.04-37 с целью установления характеристик трещин.

5.2 Описание методов расчета

5.2.1 Усилия в анкерном креплении определяют выполнением общего статического расчета закрепляемой детали, принимая нагрузки и значения коэффициентов безопасности в соответствии с действующими ТНПА. В общем случае усилия в анкерах определяют исходя из условия равновесия внешних и внутренних сил в анкерном узле и уравнений, определяющих распределение деформаций в расчетном сечении. При этом:

а) расчет анкерного крепления на действие только осевой растягивающей нагрузки или только сдвигающей нагрузки выполняют с учетом возможных эксцентриситетов приложения нагрузок;

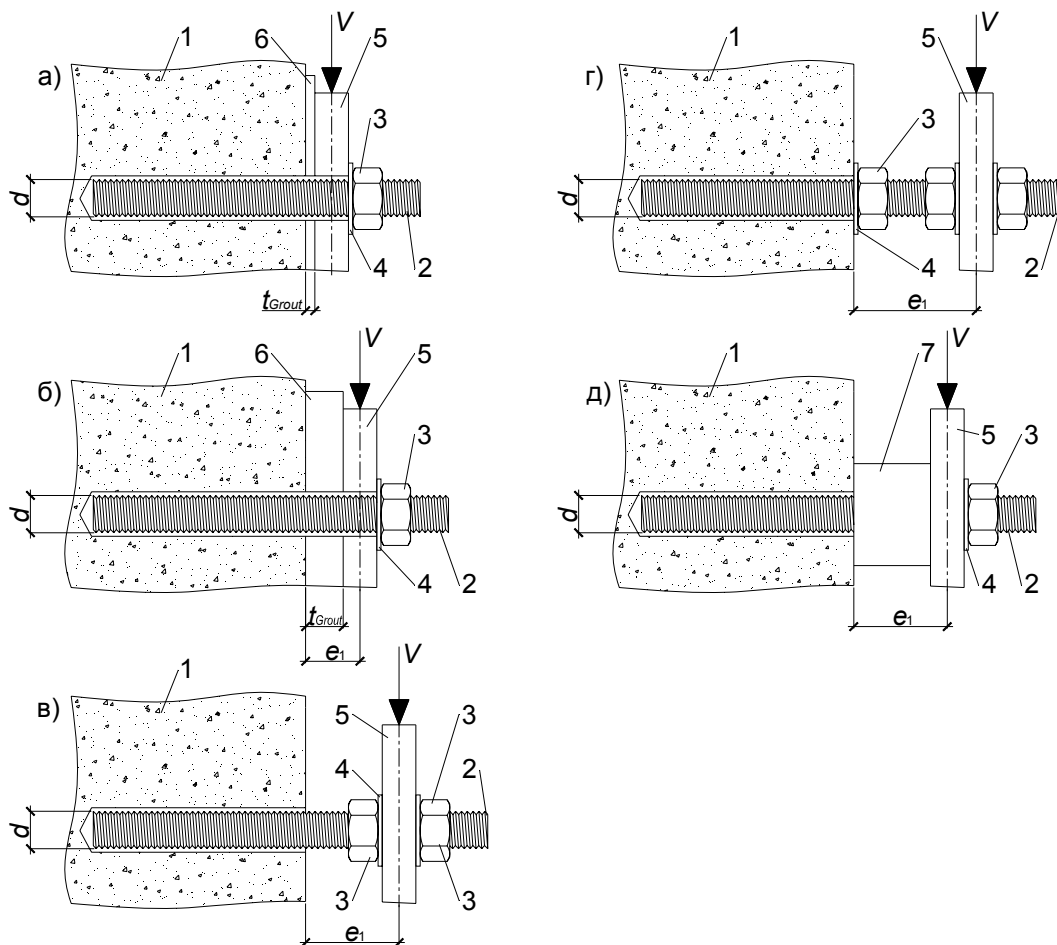
б) расчет анкеров на сдвиг выполняют с учетом дополнительных усилий (рисунок 5.3), обусловленных плечом, L_s , мм, сдвигающей нагрузки V , рассчитываемым по формуле

$$L_s = \frac{a_3 + e_1}{\alpha_M}, \quad (5.2)$$

где a_3 – расстояние, определяющее податливость заделки анкера в строительное основание, мм, принимаемое:

$$a_3 = 0,5 \cdot d - \text{в общем случае;}$$

$a_3 = 0$ – в случае установки вплотную к строительному основанию дополнительной гайки с шайбой (рисунок 5.4б) или в случае устройства выравнивающего слоя из материала с пределом прочности при сжатии 30 МПа и более и толщиной $t_{Grout} > 0,5 \cdot d$.

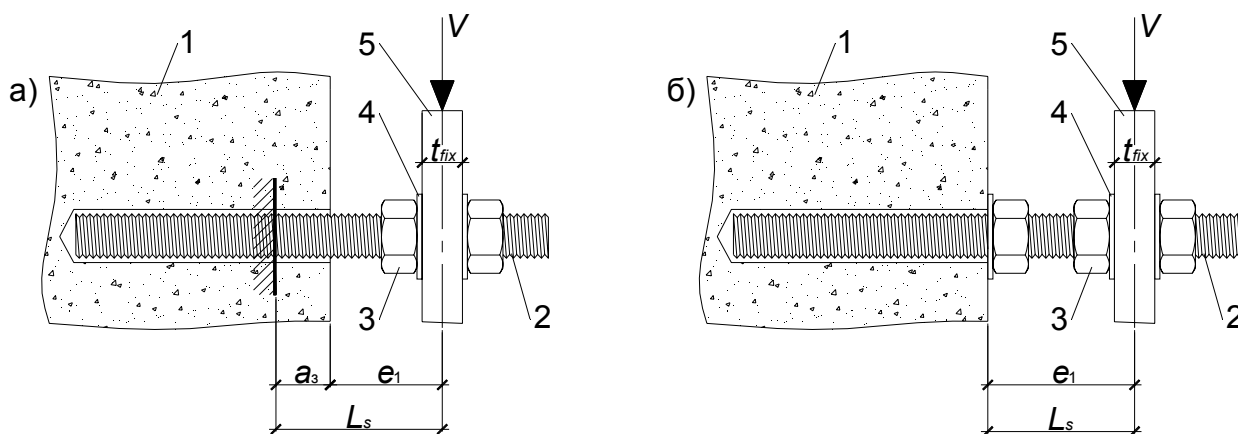


V – сдвигающая нагрузка; t_{Grout} – толщина выравнивающего слоя; e_1 – эксцентриситет приложения сдвигающей нагрузки; d – номинальный диаметр анкера.

1 – строительное основание; 2 – анкер; 3 – гайка; 4 – шайба; 5 – опорная пластина закрепляемой детали; 6 – выравнивающий слой; 7 – прокладка

Рисунок 5.3 – Схемы установки опорной пластины закрепляемой детали:

- а** – вплотную к строительному основанию;
- б** – вплотную к строительному основанию с устройством выравнивающего слоя увеличенной толщины;
- в** – с зазором между закрепляемой деталью и строительным основанием;
- г** – с зазором между закрепляемой деталью и строительным основанием и установкой вплотную к строительному основанию дополнительной гайки с шайбой;
- д** – с использованием прокладки



V – сдвигающая нагрузка; a_3 – расстояние, определяющее податливость заделки анкера в строительное основание; e_1 – эксцентриситет приложения сдвигающей нагрузки; L_s – плечо сдвигающей нагрузки; t_{fix} – толщина опорной пластины закрепляемой детали.

1 – строительное основание; 2 – анкер; 3 – гайка; 4 – шайба; 5 – опорная пластина закрепляемой детали

Рисунок 5.4 – Схема определения плеча сдвигающей нагрузки:

а – в общем случае;

б – в случае установки вплотную к строительному основанию дополнительной гайки с шайбой

e_1 – эксцентриситет приложения сдвигающей нагрузки, мм;

α_M – безразмерный коэффициент, учитывающий степень защемления анкера в опорной пластине закрепляемой детали (рисунок 5.5), принимаемый:

$\alpha_M = 1,0$ – в случае отсутствия защемления анкера в опорной пластине закрепляемой детали или в случае обеспечения некоторого запаса несущей способности;

$\alpha_M = 2,0$ – в случае защемления анкера в опорной пластине закрепляемой детали (поворот закрепляемой детали невозможен и выполняются требования 5.1г). Анкер считается защемленным в закрепляемой детали, если прочность закрепляемой детали достаточна для восприятия момента от защемления анкера;

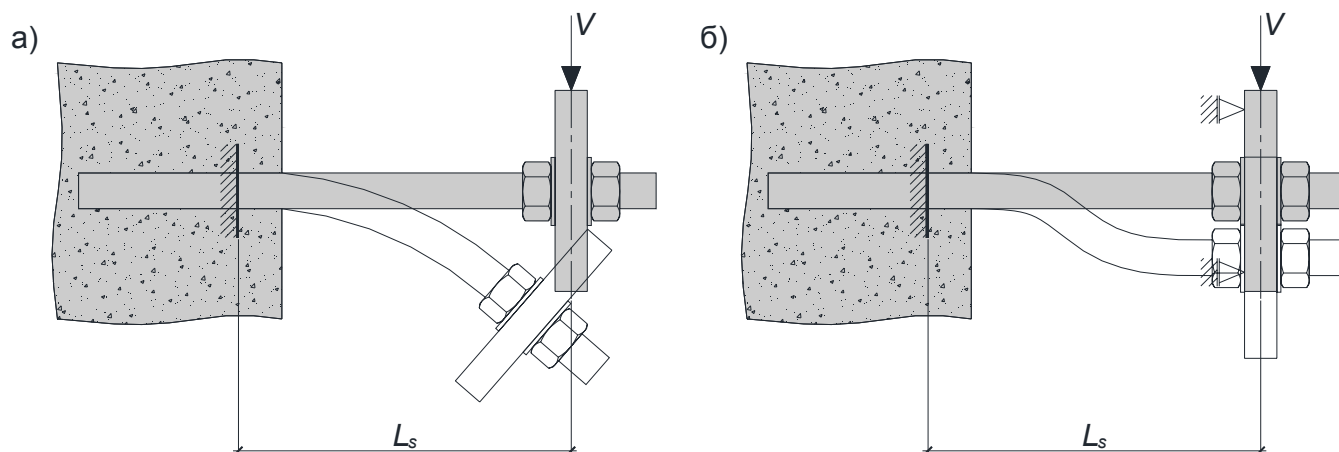
d – номинальный диаметр анкера (d_{nom} или d), мм;

5.2.2 Дополнительные усилия, обусловленные плечом сдвигающей нагрузки, допускается не учитывать при одновременном выполнении следующих условий:

– для устройства анкерного крепления используется стальная опорная пластина закрепляемой детали сплошного сечения;

– значение диаметра установочного отверстия в опорной пластине закрепляемой детали соответствует значению, указанному в таблице 5.1;

– опорная пластина закрепляемой детали устанавливается в проектное положение вплотную к строительному основанию без устройства выравнивающего слоя или с устройством выравнивающего слоя из материала с пределом прочности при сжатии 30 МПа и более и толщиной $t_{Grout} \leq 0,5 \cdot d$.



V – сдвигающая нагрузка; L_s – плечо сдвигающей нагрузки

Рисунок 5.5 – Схема определения степени заземления анкера в опорной пластине закрепляемой детали

а – в случае отсутствия заземления анкера в опорной пластине закрепляемой детали ($\alpha_M = 1,0$);

б – в случае заземления анкера в опорной пластине закрепляемой детали ($\alpha_M = 2,0$)

5.2.3 При расчете анкерного крепления допускается учитывать благоприятный эффект, обусловленный трением опорной пластиной закрепляемой детали по поверхности строительного основания. В этой связи значение сдвигающей нагрузки допускается уменьшать на величину V_{fric} , определяемую по формуле

$$V_{fric} = \mu \cdot N_b, \quad (5.3)$$

где V_{fric} – максимальное значение сдвигающей нагрузки уравниваемой за счет трения, кН;

N_b – усилие прижатия опорной пластиной закрепляемой детали к поверхности строительного основания, кН;

μ – коэффициент трения, принимаемый равным 0,25.

Уменьшение значения сдвигающей нагрузки допускается при одновременном выполнении следующих условий:

– анкеры и анкерные группы расположены вдали от края строительного основания в соответствии с 5.1, перечисление в);

– опорная пластина закрепляемой детали установлена в проектное положение вплотную к строительному основанию с устройством выравнивающего слоя толщиной $t_{Grout} \leq 0,5 \cdot d$;

– на закрепляемую деталь не воздействуют знакопеременные и динамические нагрузки.

5.2.4 При расчете анкеров в составе анкерной группы расчетные значения усилий определяют для анкерной группы в целом и для отдельных анкеров, входящих в состав этой группы.

5.2.5 Для расчета анкеров в составе анкерной группы на осевую растягивающую нагрузку следует определить расчетные значения:

- растягивающего усилия в наиболее нагруженном в составе группы анкере (N_{sd}^h);
- суммарного растягивающего усилия в анкерной группе (N_{sd}^g);
- эксцентриситетов приложения суммарного растягивающего усилия в анкерной группе ($e_{N,1}$ и $e_{N,2}$) относительно ее центра тяжести, в направлениях 1 и 2 соответственно.

При этом в рассматриваемую анкерную группу включают только растянутые анкера, принимаемые в соответствии с рисунком 5.6.

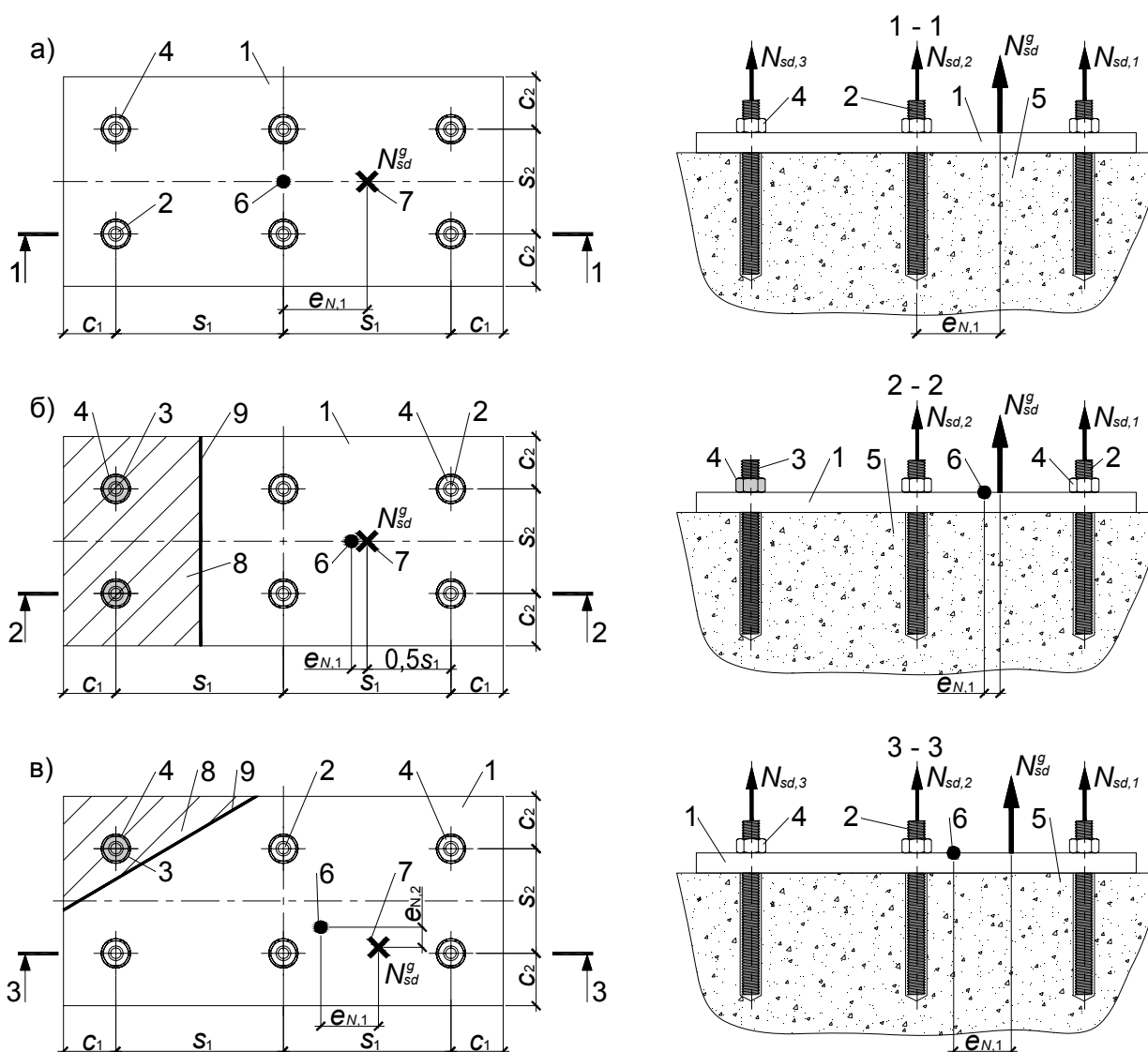
5.2.6 Распределение суммарного растягивающего усилия в анкерной группе между отдельными анкерами группы допускается определять выполнением упругого расчета анкерного узла при следующих условиях:

– опорная пластина закрепляемой детали является жесткой, то есть значения возникающих в ней максимальных напряжений не превышают значения расчетного сопротивления стали, установленного в соответствии с действующими ТНПА. В противном случае в расчете следует учитывать гибкость опорной пластины (рисунки 5.7 и 5.8);

– работу анкеров на сжатие не учитывают за исключением случая, обусловленного монтажом закрепляемой детали с зазором между опорной пластиной и строительным основанием;

– деформации и напряжение сжатия в основании анкерного узла распределяются по линейному закону. При этом максимальное напряжение в бетоне не должно превышать расчетного значения сопротивления бетона на сжатие;

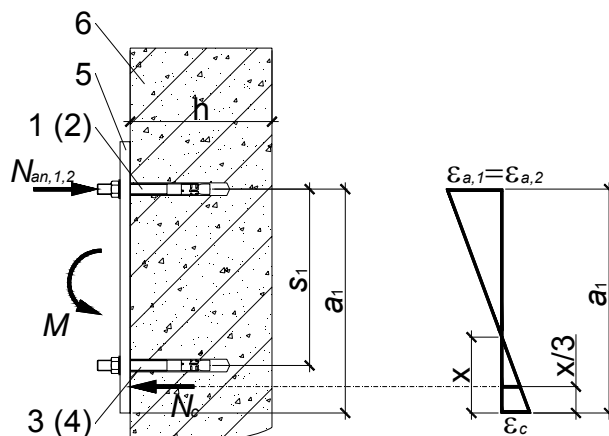
– модуль упругости, расчетное сопротивление бетона на сжатие и другие прочностные и деформационные характеристики материалов элементов анкерного крепления принимают по действующим ТНПА.



1 – опорная пластина; 2 – растянутый анкер; 3 – сжатый анкер; 4 – гайка; 5 – строительное основание; 6 – центр тяжести растянутой зоны анкерной группы; 7 – точка приложения суммарного растягивающего усилия; 8 – сжатая зона анкерной группы; 9 – нейтральная ось

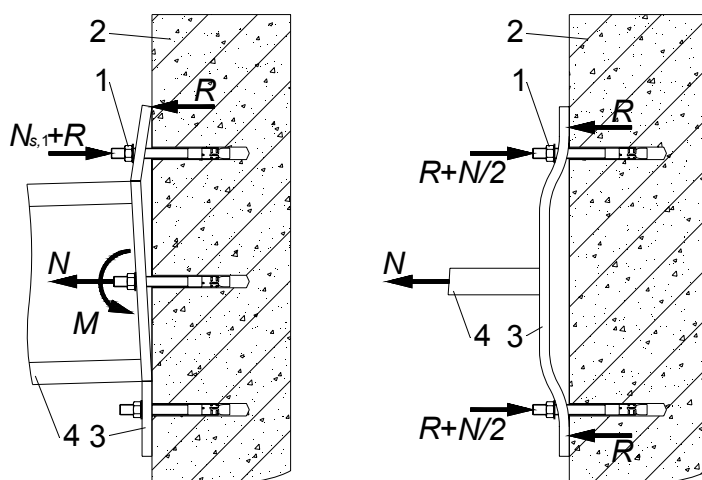
Рисунок 5.6 – Схемы определения растянутых анкеров в составе анкерной группы:

- а** – суммарное растягивающее усилие на анкерную группу приложено с эксцентриситетом в одном направлении – растянутыми принимают все анкеры, входящие в состав анкерной группы;
- б** – суммарное растягивающее усилие на анкерную группу приложено с эксцентриситетом в одном направлении – растянутыми принимают часть анкеров, входящих в состав анкерной группы;
- в** – суммарное растягивающее усилие на анкерную группу приложено с эксцентриситетом в двух направлениях – растянутыми принимают часть анкеров, входящих в состав анкерной группы



1, 2, 3 и 4 – анкеры; 5 – опорная пластина закрепляемой детали; 6 – строительное основание

Рисунок 5.7 – Схема анкерного крепления



1 – анкер; 2 – строительное основание; 3 – опорная пластина закрепляемой детали;
4 – закрепляемая деталь

**Рисунок 5.8 – Схема возникновения дополнительных усилий
в гибких опорных пластинах закрепляемой детали**

Расчетное значение растягивающего усилия, действующего на одиночный i -й анкер ($N_{sd,i}$, кН) определяется по формулам:

$$N_{sd,i} = E_s \cdot A_{sd} \cdot \varepsilon_i, \quad (5.4)$$

$$N_{sd,i} = (E A_{sd}) \cdot \varepsilon_i, \quad (5.5)$$

где E_s – расчетное значение модуля упругости стали, равное 2×10^5 МПа;

A_{sd} – площадь поперечного сечения анкера, м^2 ;

ε_i – относительная деформация i -го анкера при растяжении;

$(E A_{sd})$ – жесткость поперечного сечения анкера, определяемая по формуле

$$(E A_{sd}) = C_N \cdot h_{ef}, \quad (5.6)$$

где C_N – коэффициент жесткости анкера при растяжении, кН/м, принимаемый по 7.8, в зависимости от времени действия нагрузки;

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм. Значение h_{ef} принимают в зависимости от марки анкера в соответствии с приложением А.

Жесткость всех анкеров в составе анкерной группы принимают одинаковой.

5.2.7 Для расчета анкеров в составе анкерной группы на сдвигающую нагрузку следует определить расчетные значения:

- сдвигающего усилия в наиболее нагруженном анкере в составе группы (V_{sd}^n);
- суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе (V_{sd}^g);
- эксцентриситетов приложения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе ($e_{V,1}$ и $e_{V,2}$) относительно ее центра тяжести, в направлениях 1 и 2 соответственно;
- угла (α_V), соответствующего направлению суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе.

При этом, в рассматриваемую анкерную группу включают только анкеры, воспринимающие сдвигающее усилие по 5.2.8.

5.2.8 Суммарное сдвигающее усилие распределяется между отдельными анкерами группы в зависимости от механизма разрушения анкерного крепления, обусловленного действием сдвигающей нагрузки, и направлением ее действия на анкерную группу следующим образом:

- равномерно между всеми анкерами, входящими в состав анкерной группы в соответствии с таблицей 5.2 – в случае если происходит разрушение по стали или разрушение с отрывом материала строительного основания, при этом значение диаметра установочного отверстия в опорной пластине закрепляемой детали не превышает значения согласно таблице 5.1;
- на крайние анкеры, входящие в состав анкерной группы, принимая наиболее невыгодную комбинацию усилий в соответствии с таблицей 5.3, – в случае если происходит разрушение с выкалыванием материала строительного основания, при этом суммарное сдвигающее усилие направлено перпендикулярно краю основания;
- равномерно между всеми анкерами, входящими в состав анкерной группы в соответствии с таблицей 5.3, с включением в состав рассчитываемой анкерной группы только крайних анкеров – в случае если происходит разрушение с выкалыванием материала строительного основания, при этом суммарное сдвигающее усилие направлено параллельно краю основания.

Таблица 5.2

№	Схема распределения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе	Требования по расчету
1		$V_{sd}^h = V_{sd,1} = V_{sd,2} = V / 2$ и $V_{sd}^g = V_{sd,1} + V_{sd,2} = V$ при условии, что $e_{v,1} = e_{v,2} = 0$
2		$V_{sd}^h = V_{sd,1} = V_{sd,2} = V_{sd,3} = V / 3$ и $V_{sd}^g = V_{sd,1} + V_{sd,2} + V_{sd,3} = V$ при условии, что $e_{v,1} = e_{v,2} = 0$
3		$V_1 = V \cdot \cos \alpha_v$, $V_2 = V \cdot \sin \alpha_v$, $V_{sd,1,1} = V_{sd,2,1} = V_{sd,3,1} = V_{sd,4,1} = V_1 / 4$, $V_{sd,1,2} = V_{sd,2,2} = V_{sd,3,2} = V_{sd,4,2} = V_2 / 4$, $V_{sd}^h = V_{sd,1} = V_{sd,2} = V_{sd,3} = V_{sd,4} = V / 4$, $V_{sd,1}^g = V_{sd,1,1} + V_{sd,2,1} + V_{sd,3,1} + V_{sd,4,1}$, $V_{sd,2}^g = V_{sd,1,2} + V_{sd,2,2} + V_{sd,3,2} + V_{sd,4,2}$, $V_{sd}^g = \sqrt{(V_{sd,1}^g)^2 + (V_{sd,2}^g)^2} = V$ и $\alpha_v = \arctan(V_{sd,2}^g / V_{sd,1}^g)$ при условии, что $e_{v,1} = e_{v,2} = 0$

Примечание – Условные обозначения, принятые в таблице:

V – сдвигающая нагрузка, действующая на анкерную группу, кН;

$V_{sd,i}$ – сдвигающее усилие в i -м анкере в составе анкерной группы, кН;

$V_{i,1}$ и $V_{i,2}$ – составляющие сдвигающего усилия в i -м анкере в составе анкерной группы в направлениях 1 и 2 соответственно, кН;

V_{sd}^g – суммарное сдвигающее усилие в анкерной группе, кН;

$V_{sd,1}^g$ и $V_{sd,2}^g$ – составляющие суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе в направлениях 1 и 2 соответственно, кН;

α_v – угол, соответствующий направлению суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе;

$e_{v,1}$ и $e_{v,2}$ – эксцентриситет приложения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе относительно ее центра тяжести, в направлениях 1 и 2 соответственно, мм;

1, 2, 3 и 4 – анкеры; 5 – опорная пластина; 6 – центр тяжести анкерной группы; 7 – точка приложения суммарного сдвигающего усилия.

Таблица 5.3

№	Схема распределения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе	Требования по расчету
1		$V_{sd,1} = V_{sd,2} = V / 2$ и $V_{sd}^g = V_{sd,1} + V_{sd,2} = V$ при условии, что $\alpha_v = 0^\circ$ и $e_{v,1} = e_{v,2} = 0$
2		$V_{sd,1} = V_{sd,2} = V_{sd,5} = V_{sd,6} = V / 4$ и $V_{sd}^g = V_{sd,1} + V_{sd,2} = V / 2$ при условии, что $\alpha_v = 90^\circ$ и $e_{v,1} = e_{v,2} = 0$
3		$V_{sd,1} = V_{sd,2} = V / 2$ и $V_{sd}^g = V_{sd,1} + V_{sd,2} = V$ при условии, что $\alpha_v = 0^\circ$ и $e_{v,1} = e_{v,2} = 0$
4		$V_1 = V \cdot \cos \alpha_v$, $V_2 = V \cdot \sin \alpha_v$, $V_{sd,1,1} = V_{sd,2,1} = V_1 / 2$, $V_{sd,1,2} = V_{sd,2,2} = V_{sd,3,2} = V_{sd,4,2} = V_2 / 4$, $V_{sd,1}^g = V_{sd,1,1} + V_{sd,2,1} = V_1$, $V_{sd,2}^g = V_{sd,1,2} + V_{sd,2,2} = V_2 / 2$, $V_{sd}^g = \sqrt{(V_{sd,1}^g)^2 + (V_{sd,2}^g)^2}$ и $\alpha_v = \arctan(V_{sd,2}^g / V_{sd,1}^g)$ при условии, что $e_{v,1} = e_{v,2} = 0$

Примечание – Условные обозначения, принятые в таблице:

V – сдвигающая нагрузка, действующая на анкерную группу, кН;

$V_{sd,i}$ – сдвигающее усилие в i -м анкере в составе анкерной группы, кН;

$V_{i,1}$ и $V_{i,2}$ – составляющая сдвигающего усилия в i -м анкере в составе анкерной группы в направлениях 1 и 2 соответственно, кН;

V_{sd}^g – суммарное сдвигающее усилие в анкерной группе, кН;

$V_{sd,1}^g$ и $V_{sd,2}^g$ – составляющая суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе в направлениях 1 и 2 соответственно, кН;

α_v – угол, соответствующий направлению действия суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе;

$e_{v,1}$ и $e_{v,2}$ – эксцентриситет приложения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе относительно ее центра тяжести, в направлениях 1 и 2 соответственно, мм;

1, 2, 3 и 4 – анкеры; 5 и 6 – анкеры, не учитываемые в расчете; 7 – опорная пластина; 8 – строительное основание; 9 – выкалываемая часть строительного основания; 10 – центр тяжести анкерной группы; 11 – точка приложения суммарного сдвигающего усилия; 12 – отверстие овальной формы.

5.2.9 При определении суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе ($V_{an,tot}$) не учитывают сдвигающее усилие (составляющие суммарного сдвигающего усилия), направленное (направленные) от края основания, в случае если при расчете имеет место разрушение с выкалыванием материала строительного основания (таблица 5.4).

Таблица 5.4

№	Схема распределения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе	Требования по расчету
1		$V_{sd,1} = V/2 + T/s_1, V_{sd,2} = V/2 + T/s_1,$ $V_{sd}^g = V_{sd,1} + V_{sd,2} = V \text{ и } e_v = T/V_{sd}^g$
2		$V_1 = V \cdot \cos \alpha_v, V_2 = V \cdot \sin \alpha_v,$ $V_{sd,1,1} = V_1/2 + T/s_1, V_{sd,2,1} = V_1/2 + T/s_1$ $V_{sd,1,2} = V_{sd,2,2} = V_2/2,$ $V_{sd,1}^g = V_{sd,1,1} + V_{sd,2,1} = V_1,$ $V_{sd,2}^g = V_{sd,1,2} + V_{sd,2,2} = V_2,$ $V_{sd}^g = \sqrt{(V_{sd,1}^g)^2 + (V_{sd,2}^g)^2} = V,$ $\alpha_v = \arctan(V_{sd,2}^g/V_{sd,1}^g) \text{ и}$ $e_v = T/V_{sd}^g$
3		$V_{sd}^h = V_{sd,1} = V_{sd,2} = V_{sd,3} = V_{sd,4} = \frac{T}{2\sqrt{s_1^2 + s_2^2}}$ $V_{sd}^g = 0$

Примечание – Условные обозначения, принятые в таблице:

V – сдвигающая нагрузка, действующая на анкерную группу, кН;

T – крутящий момент, действующий на анкерную группу, кН;

$V_{sd,i}$ – сдвигающее усилие в i -м анкере в составе анкерной группы, кН;

$V_{i,1}$ и $V_{i,2}$ – составляющая сдвигающего усилия в i -м анкере в составе анкерной группы в направлениях 1 и 2 соответственно, кН;

V_{sd}^g – суммарное сдвигающее усилие в анкерной группе, кН;

$V_{sd,1}^g$ и $V_{sd,2}^g$ – составляющая суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе в направлениях 1 и 2 соответственно, кН;

e_v – эксцентриситет приложения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе относительно ее центра тяжести, мм;

α_v – угол, соответствующий направлению действия суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе;

s_1 и s_2 – межосевое расстояние в направлениях 1 и 2 соответственно, мм;

1, 2, 3 и 4 – анкеры; 5 – опорная пластина; 6 – строительное основание; 7 – центр тяжести анкерной группы; 8 – точка приложения суммарного сдвигающего усилия.

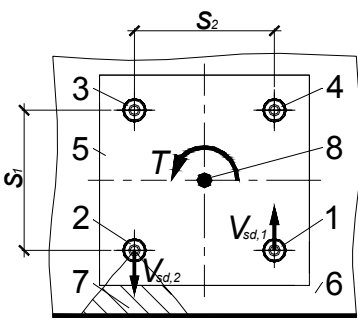
5.2.10 Несущая способность анкерного крепления, в случае разрушения с выкалыванием материала строительного основания, может быть увеличена при условии использования конструктивных мероприятий, исключающих передачу действия сдвигающей нагрузки на крайний ряд анкеров. Например, за счет выполнения в опорной пластине закрепляемой детали установочных отверстий овальной формы в соответствии со схемой, приведенной в таблице 5.3 (3).

5.2.11 Усилие в анкере, входящем в состав анкерной группы, в результате одновременного действия на группу сдвигающей нагрузки и крутящего момента, определяют исходя из условия равновесия внешних и внутренних сил в анкерном узле, принимая одинаковой жесткость анкеров, входящих в анкерную группу (таблица 5.5).

Таблица 5.5

№	Схема распределения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе	Требования по расчету
1		$V_1 = V \cdot \cos \alpha_V$, $V_2 = V \cdot \sin \alpha_V$ при условии, что $\alpha_V \geq 90^\circ$ $V_{sd,1,1} = V_{sd,2,1} = V_1 / 2 < 0$ ($V_{sd,1,1}$ и $V_{sd,2,1}$ – не учитывают в расчете), $V_{sd,1,2} = V_{sd,2,2} = V_2 / 2$ и $V_{sd}^g = V_{sd,1,2} + V_{sd,2,2} = V_2$
2		$V_1 = V \cdot \cos \alpha_V$, $V_2 = V \cdot \sin \alpha_V$, $V_{sd,1,1} = V_1 / 2 + T / s_1$, $V_{sd,2,1} = V_1 / 2 + T / s_1 < 0$ ($V_{sd,2,1}$ – не учитывают в расчете), $V_{sd,1,2} = V_{sd,2,2} = V_2 / 2$, $V_{sd,1}^g = V_{sd,1,1}$, $V_{sd,2}^g = V_{sd,1,2} + V_{sd,2,2} = V_2$, $V_{sd}^g = \sqrt{(V_{sd,1}^g)^2 + (V_{sd,2}^g)^2}$, $\alpha_V = \arctan(V_{sd,2}^g / V_{sd,1}^g)$ и $e_V = T / V_{sd}^g$

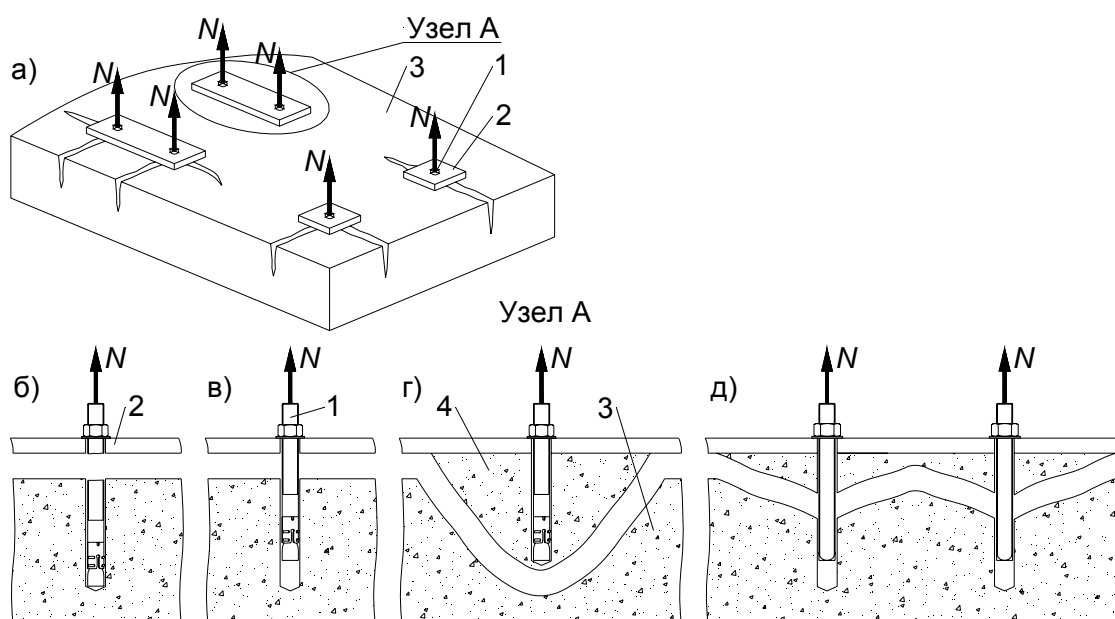
Окончание таблицы 5.5

№	Схема распределения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе	Требования по расчету
3		$V_{sd,1} = -T / s_2 < 0$ <p>($V_{sd,1}$ – не учитывают в расчете),</p> $V_{sd,2} = T / s_2 \text{ и}$ $V_{sd}^g = V_{sd,2}$
<p>Примечание – Условные обозначения, принятые в таблице:</p> <p>V – сдвигающая нагрузка, действующая на анкерную группу, кН;</p> <p>T – крутящий момент, действующий на анкерную группу, Н·м;</p> <p>$V_{sd,i}$ – сдвигающее усилие в i-м анкере в составе анкерной группы, кН;</p> <p>$V_{i,1}$ и $V_{i,2}$ – составляющая сдвигающего усилия в i-м анкере в составе анкерной группы в направлениях 1 и 2 соответственно, кН;</p> <p>V_{sd}^g – суммарное сдвигающее усилие в анкерной группе, кН;</p> <p>$V_{sd,1}^g$ и $V_{sd,2}^g$ – составляющая суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе в направлениях 1 и 2 соответственно, кН;</p> <p>e_v – эксцентриситет приложения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе относительно ее центра тяжести, мм;</p> <p>α_v – угол, соответствующий направлению действия суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе;</p> <p>s_1 и s_2 – межосевое расстояние в направлениях 1 и 2 соответственно, мм;</p> <p>1, 2, 3 и 4 – анкеры; 5 – опорная пластина; 6 – строительное основание; 7 – выкалываемая часть строительного основания; 8 – центр тяжести анкерной группы; 9 – точка приложения суммарного сдвигающего усилия.</p>		

6 Расчет анкерного крепления по предельным состояниям несущей способности (первая группа предельных состояний)

Расчет анкерного крепления по предельным состояниям несущей способности (по первой группе предельных состояний) выполняют исходя из условия, что принимаемые при расчете внутренние усилия в анкере (анкерной группе) находятся в равновесии с нагрузками (не превышают), приложенными к анкерному узлу, с учетом соответствующего механизма разрушения (рисунки 6.1 и 6.2).

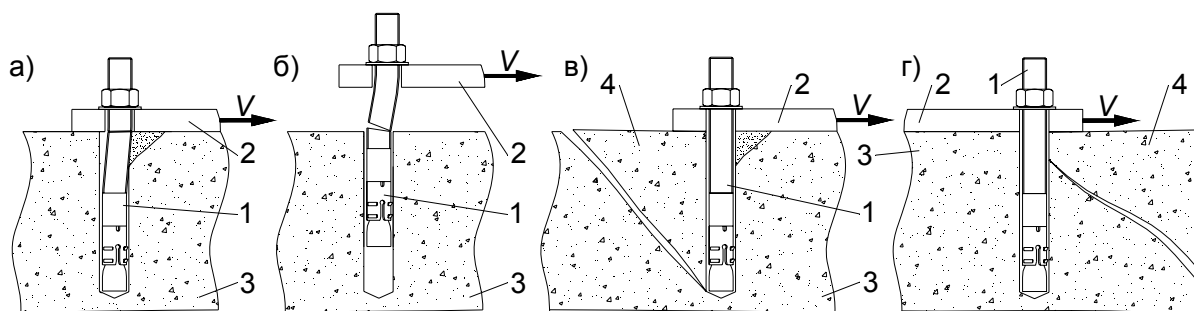
Критерии определения несущей способности анкерного крепления в зависимости от вида нагрузки и марок и типа анкеров, использованных для устройства анкерного крепления, приведены в таблицах 6.1 – 6.3.



1 – анкер; 2 – опорная пластина; 3 – строительное основание; 4 – выкалываемая часть строительного основания

Рисунок 6.1 – Схемы разрушения анкерного крепления в результате действия осевой растягивающей нагрузки:

- а** – разрушение с раскалыванием материала строительного основания;
- б** – разрушение материала анкера (разрушение по стали);
- в** – разрушение на границе контакта анкера со строительным основанием;
- г** – разрушение с выкалыванием материала строительного основания;
- д** – комбинированное разрушение: разрушение на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушение с выкалыванием материала строительного основания



1 – анкер; 2 – опорная пластина; 3 – строительное основание; 4 – выкалываемая часть строительного основания

Рисунок 6.2 – Схемы разрушения анкерного крепления в результате действия сдвигающей нагрузки:

- а** – разрушение по стали, без учета дополнительных усилий, обусловленных плечом сдвигающей нагрузки;
- б** – разрушение по стали, с учетом дополнительных усилий, обусловленных плечом сдвигающей нагрузки;
- в** – разрушение с отрывом материала строительного основания;
- г** – разрушение с выкалыванием материала строительного основания

Таблица 6.1 – Критерии определения несущей способности анкерного крепления, выполненного с использованием механических анкеров, при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Вид разрушения анкерного крепления, при воздействии осевой растягивающей нагрузки	Критерии определения несущей способности		
	одиночного анкера	анкерной группы	
		для наиболее нагруженного анкера	для анкерной группы в целом
разрушение по стали	$N_{sd} \leq N_{Rk,s} \gamma_{Ms,N}$ (6.1.1)	$N_{sd}^h \leq N_{Rk,s} \gamma_{Ms,N}$ (6.1.1)	–
разрушение на границе контакта анкера со строительным основанием	$N_{sd} \leq N_{Rk,p} \cdot \psi_c / \gamma_{Mp,N}$ (6.1.2)	$N_{sd}^h \leq N_{Rk,p} \cdot \psi_c / \gamma_{Mp,N}$ (6.1.2)	–
разрушение с выкалыванием материала строительного основания	$N_{sd} \leq N_{Rk,c} \gamma_{Mc,N}$ (6.1.3)	–	$N_{sd}^g \leq N_{Rk,c} \gamma_{Mc,N}$ (6.1.3)
разрушение с раскалыванием материала строительного основания	$N_{sd} \leq N_{Rk,sp} \gamma_{Msp,N}$ (6.1.4)	–	$N_{sd}^g \leq N_{Rk,sp} \gamma_{Msp,N}$ (6.1.4)

Таблица 6.2 – Критерии определения несущей способности анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров, при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Вид разрушения анкерного крепления, при воздействии осевой растягивающей нагрузки	Критерии определения несущей способности		
	одиночного анкера	анкерной группы	
		для наиболее нагруженного анкера	для анкерной группы в целом
разрушение по стали	$N_{sd} \leq N_{Rk,s} \gamma_{Ms,N}$ (6.1.1)	$N_{sd}^h \leq N_{Rk,s} \gamma_{Ms,N}$ (6.1.1)	–
разрушение с выкалыванием материала строительного основания	$N_{sd} \leq N_{Rk,c} \gamma_{Mc,N}$ (6.1.3)	–	$N_{sd}^g \leq N_{Rk,c} \gamma_{Mc,N}$ (6.1.3)
разрушение с раскалыванием материала строительного основания	$N_{sd} \leq N_{Rk,sp} \gamma_{Msp,N}$ (6.1.4)	–	$N_{sd}^g \leq N_{Rk,sp} \gamma_{Msp,N}$ (6.1.4)
комбинированное разрушение: разрушение на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушение с выкалыванием материала строительного основания	$N_{sd} \leq N_{Rk,comb} \gamma_{Mp,N}$ (6.1.5)	–	$N_{sd}^g \leq N_{Rk,comb} \gamma_{Mp,N}$ (6.1.5)

Таблица 6.3 – Критерии определения несущей способности анкерного крепления, выполненного с использованием механических и химических анкеров, при воздействии сдвигающей нагрузки

Вид разрушения анкерного крепления, при воздействии сдвигающей нагрузки	Критерии определения несущей способности		
	одиночного анкера	анкерной группы	
		для наиболее нагруженного анкера	для анкерной группы в целом
разрушение по стали	$V_{sd} \leq V_{Rk,s} \gamma_{Ms,V}$ (6.2.1)	$V_{sd}^h \leq V_{Rk,s} \gamma_{Ms,V}$ (6.2.1)	–
разрушение с отрывом материала строительного основания	$V_{sd} \leq V_{Rk,cp} \gamma_{Mcp,V}$ (6.2.2)	$V_{sd,i} \leq V_{Rk,cp} \gamma_{Mcp,V}$ (6.2.2.3)	$V_{sd}^g \leq V_{Rk,cp} \gamma_{Mcp,V}$ (6.2.2)
разрушение с откалыванием края строительного основания	$V_{sd} \leq V_{Rk,o} \gamma_{Mc,V}$ (6.2.3)	–	$V_{sd}^g \leq V_{Rk,o} \gamma_{Mc,V}$ (6.2.3)

6.1 Расчет несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

6.1.1 Расчет несущей способности анкерного крепления по прочности стали

Расчетная несущая способность одиночного анкера на осевую растягивающую нагрузку по прочности стали считается достаточной, если выполняется условие:

– для одиночного анкера:

$$N_{sd} \leq N_{Rk,s} / \gamma_{Ms,N}, \quad (6.1)$$

– для анкера, входящего в состав анкерной группы:

$$N_{sd}^h \leq N_{Rk,s} / \gamma_{Ms,N}, \quad (6.2)$$

где N_{sd} – расчетное значение растягивающего усилия в одиночном анкере при расчете по первой группе предельных состояний, кН;

N_{sd}^h – расчетное значение растягивающего усилия в наиболее нагруженном анкере, входящем в состав анкерной группы, кН;

$N_{Rk,s}$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки вызывающей разрушение материала анкера (одиночного или в составе анкерной группы) (разрушение по стали), кН;

$\gamma_{Ms,N}$ – частный коэффициент безопасности для стали анкера по прочности при растяжении.

Значения $N_{Rk,s}$ и $\gamma_{Ms,N}$ принимают в соответствии с приложением А.

6.1.2 Расчет несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием

Расчетную несущую способность анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием определяют только для механических анкеров, при этом она считается достаточной, если выполняются условия:

– для одиночного анкера:

$$N_{sd} \leq N_{Rk,p} \cdot \psi_c / \gamma_{Mp,N}, \quad (6.3)$$

– для анкера, входящего в состав анкерной группы:

$$N_{sd}^h \leq N_{Rk,p} \cdot \psi_c / \gamma_{Mp,N}, \quad (6.4)$$

где N_{sd} – расчетное значение растягивающего усилия в одиночном анкере при расчете по первой группе предельных состояний, кН;

N_{sd}^h – расчетное значение растягивающего усилия в наиболее нагруженном анкере, входящем в состав анкерной группы, кН;

$N_{Rk,p}$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую может воспринять анкер (одиночный или в составе анкерной группы), соответствующей пределу прочности сцепления анкера по границе его контакта со строительным основанием, кН;

$\gamma_{Mp,N}$ – частный коэффициент безопасности для анкерного крепления по прочности сцепления на границе контакта анкера со строительным основанием при воздействии осевой растягивающей нагрузки.

ψ_c – коэффициент, учитывающий фактическое значение прочности бетона строительного основания.

Значения $N_{Rk,p}$, ψ_c и $\gamma_{Mp,N}$ принимают в соответствии с приложением А.

6.1.3 Расчет несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания

6.1.3.1 Расчетная несущая способность анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания считается достаточной, если выполняются условия:

– для одиночного анкера:

$$N_{sd} \leq N_{Rk,c} / \gamma_{Mc,N}, \quad (6.5)$$

– для анкера, входящего в состав анкерной группы:

$$N_{sd}^g \leq N_{Rk,c} / \gamma_{Mc,N}, \quad (6.6)$$

где N_{sd} – расчетное значение растягивающего усилия в одиночном анкере при расчете по первой группе предельных состояний, кН;

N_{sd}^g – расчетное значение суммарного растягивающего усилия в анкерной группе, кН;

$N_{Rk,c}$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую способен воспринять анкер (одиночный или в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление материала основания разрушению с выкалыванием материала строительного основания, кН;

$\gamma_{Mc,N}$ – частный коэффициент безопасности для анкерного крепления по прочности при выкалывании материала строительного основания при воздействии осевой растягивающей нагрузки.

Значение $\gamma_{Mc,N}$ принимают в соответствии с приложением А.

6.1.3.2 Значение $N_{Rk,c}$ определяют по формуле

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N}, \quad (6.7)$$

где $N_{Rk,c}^0$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую способен воспринять одиночный анкер, расположенный таким образом, чтобы исключить влияние соседних анкеров и краевого эффекта при разрушении с выкалыванием материала строительного основания

(анкер расположен вдали от края строительного основания), определяемое по формуле

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5}, \text{ кН}, \quad (6.8)$$

здесь $f_{ck,cube}$ – характеристическая прочность на сжатие бетона, определяемая при испытаниях образцов-кубов и принимаемая по действующим ТНПА, МПа;

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм. Значение h_{ef} принимают в соответствии с приложением А.

k_1 – коэффициент, зависящий от технического состояния материала строительного основания, окружающего анкер, учитываемый при определении значения $N_{Rk,c}^0$ и принимаемый равным:

7,2 – при условии, что анкер установлен в бетон с трещинами;

10,1 – при условии, что анкер установлен в бетон без трещин;

$\frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0}$ – отношение, учитывающее влияние краевого эффекта и межосевого

расстояния в анкерной группе, при расчете несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания;

$A_{c,N}$ – фактическое значение площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера, определенное с учетом влияния соседних анкеров и краевого эффекта, при расчете несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания, мм² (таблица 6.4). Влияние соседних анкеров учитывают при условии, что значение межосевого расстояния (s , мм) меньше критического значения межосевого расстояния ($s_{cr,N}$, мм), а влияние краевого эффекта – при условии, что значение краевого расстояния (c , мм) меньше критического значения краевого расстояния ($c_{cr,N}$, мм), определяемых по 6.1.3.3;

$A_{c,N}^0$ – нормативное значение площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера, расположенного таким образом, чтобы исключить влияние соседних анкеров и краевого эффекта (анкер расположен вдали от края строительного основания) (рисунок 6.3), при расчете несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания, определяемое по формуле

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}, \text{ мм}^2, \quad (6.9)$$

$\psi_{s,N}$ – коэффициент, учитывающий влияние краевого эффекта для анкеров, установленных вблизи от края строительного основания, определяемый по формуле

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,0. \quad (6.10)$$

Примечание – В формуле (6.10) принимается наименьшее из возможных значений краевого расстояния (c).

Таблица 6.4¹⁾

Схема определения фактического значения площади проекции условной призмы выкалывания ($A_{c,N}$)	Требования по расчету
<p>а)</p>	$A_{c,N} = (c_1 + 0,5 \cdot s_{cr,N}) \cdot s_{cr,N}$ при условии, что $c_1 \leq c_{cr,N}$
<p>б)</p>	$A_{c,N} = (c_1 + s_1 + 0,5 \cdot s_{cr,N}) \cdot s_{cr,N}$ при условии, что $c_1 \leq c_{cr,N}$ и $s_1 \leq s_{cr,N}$
<p>в)</p>	$A_{c,N} = (c_1 + s_1 + 0,5 \cdot s_{cr,N}) \cdot (c_2 + s_2 + 0,5 \cdot s_{cr,N})$ при условии, что $(c_1 \leq c_{cr,N}, c_2 \leq c_{cr,N})$ и $(s_1 \leq s_{cr,N}, s_2 \leq s_{cr,N})$

¹⁾ В таблице приведены частные случаи определения фактического значения площади проекции условной призмы выкалывания.

Примечание – Условные обозначения, принятые в таблице:

s_1 и s_2 – межосевое расстояние в направлениях 1 и 2 соответственно, мм;

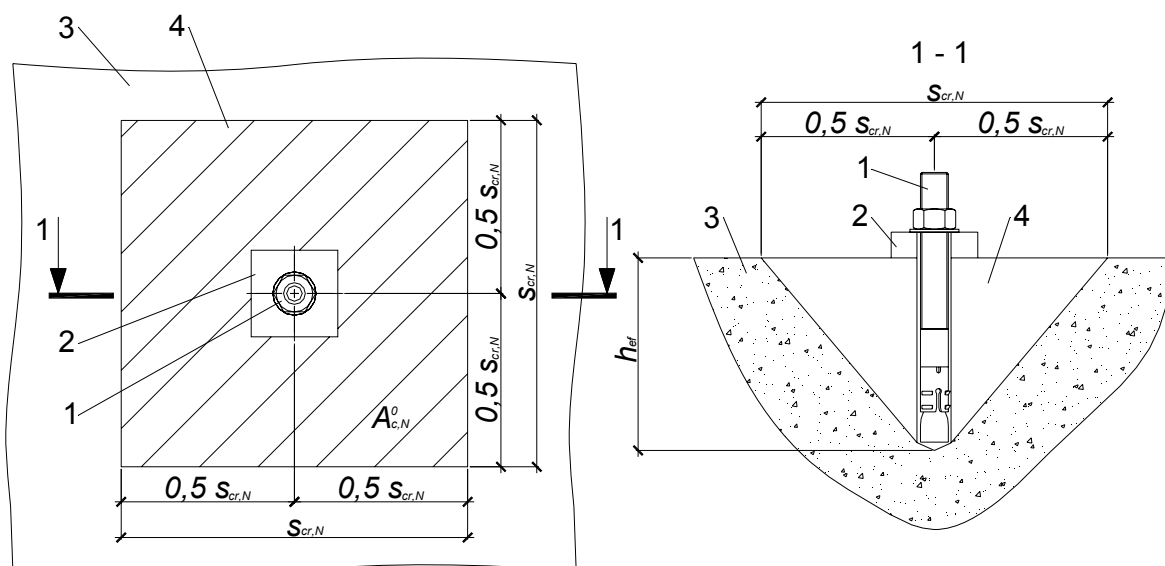
c_1 и c_2 – краевое расстояние в направлениях 1 и 2 соответственно, мм;

$s_{cr,N}$ – критическое значение межосевого расстояния, при котором отсутствует влияние соседних анкеров на несущую способность одиночного анкера (по 6.1.3.3), мм;

$c_{cr,N}$ – критическое значение краевого расстояния, при котором отсутствует влияние краевого эффекта для анкеров, установленных вблизи от края строительного основания (по 6.1.3.3), мм;

$A_{c,N}$ – фактическое значение площади проекции условной призмы выкалывания, мм²;

1 – анкер; 2 – опорная пластина; 3 – строительное основание; 4 – условная призма выкалывания.



1 – анкер; 2 – опорная пластина; 3 – строительное основание; 4 – условная призма выкалывания

Рисунок 6.3 – Схема определения нормативного значения площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера ($A^0_{c,N}$, мм²)

$\psi_{re,N}$ – коэффициент, учитывающий влияние эффекта, возникающего в случае установки анкера в защитный слой густоармированной железобетонной конструкции, принимаемый:

– в общем случае

$$\psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1,0, \quad (6.11)$$

– в случае если строительное основание представляет собой железобетонную конструкцию с арматурой диаметром менее 10 мм, установленной с шагом 100 мм и более, а также с арматурой диаметром 10 мм и более, установленной с шагом 150 мм и более,

$$\psi_{re,N} = 1,0;$$

$\psi_{ec,N}$ – коэффициент, учитывающий влияние эффекта неравномерного загрузения анкера или анкерной группы, принимаемый:

– для анкерной группы

$$\psi_{ec,N} = \left(\frac{1}{1 + 2 \cdot e_{N,1} / s_{cr,N}} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 + 2 \cdot e_{N,2} / s_{cr,N}} \right) \leq 1,0, \quad (6.12)$$

– для одиночного анкера

$$\psi_{ec,N} = 1,0,$$

здесь $e_{N,1}$ и $e_{N,2}$ – составляющие эксцентриситета приложения суммарного растягивающего усилия в анкерной группе относительно ее центра тяжести, в направлениях 1 и 2 соответственно, мм.

6.1.3.3 Для расчета анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания значения геометрических параметров, обеспечивающих устройство крепления, определяют:

– критическое значение межосевого расстояния ($s_{cr,N}$, мм), при котором отсутствует влияние соседних анкеров на несущую способность одиночного анкера – по формуле

$$s_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef}, \quad (6.13)$$

– критическое значение краевого расстояния ($c_{cr,N}$, мм), при котором отсутствует влияние краевого эффекта для анкеров, установленных вблизи от края строительного основания – по формуле

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef}, \quad (6.14)$$

6.1.3.4 В случае расположения анкера (одиночного или в составе анкерной группы) в стесненных условиях (вблизи от края строительного основания по трем или четырем направлениям) (рисунок 6.4) для определения значения $N_{Rk,C}$ (по 6.1.3.2) значение эффективной глубины анкеровки (h'_{ef} , мм) допускается определять исходя из условия

$$h'_{ef} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{s_{max}}{3,0} \\ \frac{c_{max}}{1,5} \end{array} \right\}, \quad (6.15)$$

где s_{max} – наибольшее из возможных значение межосевого расстояния для анкера (одиночного или в составе анкерной группы), установленного в стесненных условиях, мм;

c_{max} – наибольшее из возможных значение краевого расстояния для анкера (одиночного или в составе анкерной группы), установленного в стесненных условиях, мм.

При этом для расчета анкерного крепления, устраиваемого в стесненных условиях, по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания следует использовать скорректированные значения геометрических параметров крепления:

$$s_{cr,N} = 3 \cdot h'_{ef}, \quad (6.16)$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h'_{ef}, \quad (6.17)$$

6.1.4 Расчет несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания

6.1.4.1 Расчетная несущая способность анкерного крепления по прочности при раскалывании материала строительного основания считается достаточной, если выполняются условия:

– для одиночного анкера:

$$N_{sd} \leq N_{Rk,sp} / \gamma_{Msp,N}, \quad (6.18)$$

– для анкера, входящего в состав анкерной группы:

$$N_{sd}^g \leq N_{Rk,sp} / \gamma_{Msp,N}, \quad (6.19)$$

где N_{sd} – расчетное значение растягивающего усилия в одиночном анкере при расчете по первой группе предельных состояний, кН;

N_{sd}^g – расчетное значение суммарного растягивающего усилия в анкерной группе, кН;

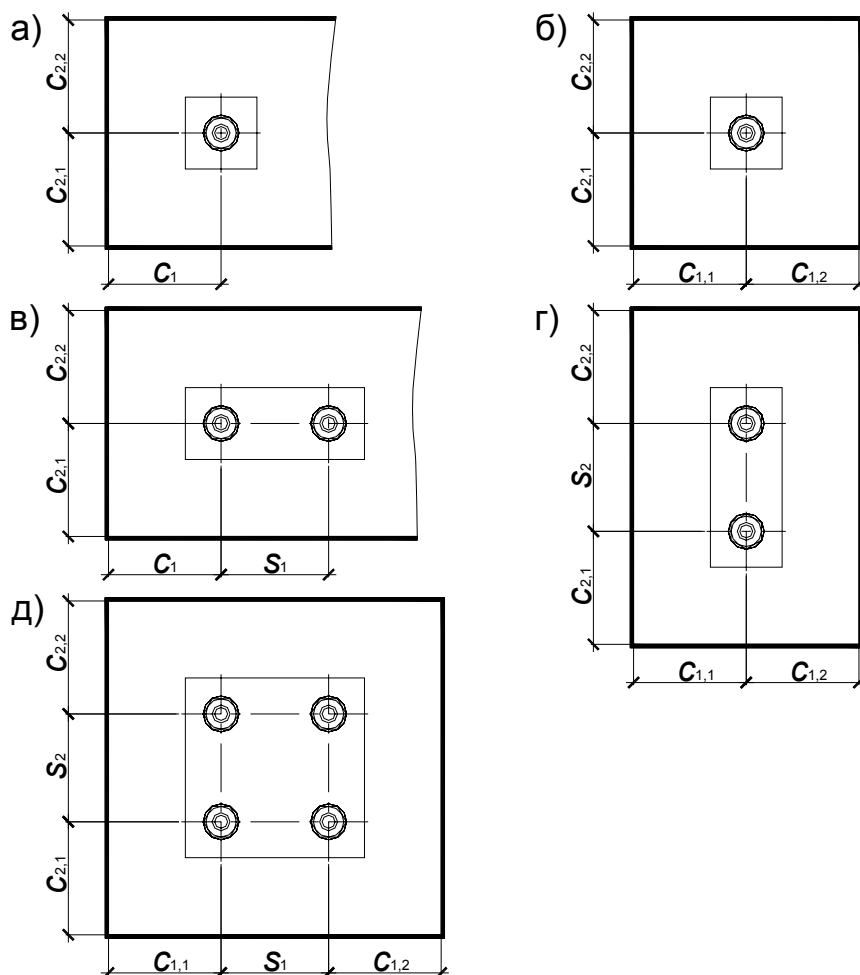


Рисунок 6.4 – Схема расположения анкеров (одиночных или в составе анкерной группы) в стесненных условиях:

- а** – одиночный анкер установлен вблизи от края строительного основания по трем направлениям ($c_{max} = (c_1; c_{2,1}; c_{2,2})$ и $(c_1; c_{2,1}; c_{2,2}) \leq c_{cr,N}$);
- б** – одиночный анкер установлен вблизи от края строительного основания по четырем направлениям ($c_{max} = (c_{1,1}; c_{1,2}; c_{2,1}; c_{2,2})$ и $(c_{1,1}; c_{1,2}; c_{2,1}; c_{2,2}) \leq c_{cr,N}$);
- в** – анкер в составе анкерной группы установлен вблизи от края строительного основания по трем направлениям ($c_{max} = (c_1; c_{2,1}; c_{2,2})$ и $(c_1; c_{2,1}; c_{2,2}) \leq c_{cr,N}$);
- г и д** – анкер в составе анкерной группы установлен вблизи от края строительного основания по четырем направлениям ($c_{max} = (c_{1,1}; c_{1,2}; c_{2,1}; c_{2,2})$ и $(c_{1,1}; c_{1,2}; c_{2,1}; c_{2,2}) \leq c_{cr,N}$);

$N_{Rk,sp}$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую способен воспринять анкер (одиночный или в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания и обеспечивающее сопротивление материала разрушению с раскалыванием материала строительного основания, кН;

$\gamma_{Msp,N}$ – частный коэффициент безопасности для анкерного крепления по прочности при раскалывании материала строительного основания при воздействии осевой растягивающей нагрузки. Значение $\gamma_{Msp,N}$ принимают в соответствии с приложением А.

6.1.4.2 Значение $N_{Rk,sp}$ определяют по формуле

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp}, \quad (6.20)$$

где $N_{Rk,c}^0$, $A_{c,N}$, $A_{c,N}^0$, $\psi_{s,N}$, $\psi_{re,N}$ и $\psi_{ec,N}$ – то же, что в 6.1.3.2 с подстановкой $s_{cr,sp}$ вместо $s_{cr,N}$ и $c_{cr,sp}$ вместо $c_{cr,N}$;

$s_{cr,sp}$ – критическое значение межосевого расстояния, при котором отсутствует влияние соседних анкеров на несущую способность одиночного анкера при разрушении с раскалыванием материала строительного основания, мм;

$c_{cr,sp}$ – критическое значение краевого расстояния, при котором отсутствует влияние краевого эффекта для анкеров, установленных вблизи от края строительного основания при разрушении с раскалыванием материала строительного основания, мм;

$\psi_{h,sp}$ – коэффициент, учитывающий влияние фактического значения толщины строительного основания при разрушении с раскалыванием материала строительного основания, определяемый в зависимости от типа анкера

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq 1,5 \quad \text{– для механических анкеров}$$

$$1,0 \leq \psi_{h,sp} \leq \left(\frac{2 \cdot h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3} \quad \text{– для химических анкеров} \quad (6.21)$$

здесь h – фактическое значение толщины строительного основания, мм;

h_{min} – минимальная толщина строительного основания, мм;

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм.

Значения $s_{cr,sp}$, $c_{cr,sp}$, h_{min} и h_{ef} принимают в соответствии с приложением А.

6.1.4.3 Расчет анкерного крепления по прочности при раскалывании материала строительного основания допускается не выполнять при следующих условиях:

- для одиночного анкера, если $c \geq c_{cr,sp}$ и $h \geq 2 h_{ef}$;
- для анкера, входящего в состав анкерной группы, если $c \geq 1,2 c_{cr,sp}$ и $h \geq 2 h_{ef}$.

Примечание – c – краевое расстояние в любом направлении;

– для анкеров, установленных в железобетонную конструкцию, в которой ширина раскрытия трещин не превышает 0,3 мм, а арматура при раскалывании материала строительного основания воспринимает от расчетного растягивающего усилия в одиночном анкере не менее, %:

60, при этом значение растягивающего усилия – 30 кН и менее;

100, при этом значение растягивающего усилия – более 30 кН.

Примечание – Ориентировочно значение усилия, вызывающее разрушение материала строительного основания с раскалыванием, может быть оценено в зависимости от расчетного значения растягивающего усилия на одиночном анкере (N_{sd}):

- для анкера с уширением – $1,0 N_{sd}$;
- для анкера с контролируемым моментом затяжки – $1,5 N_{sd}$;
- для анкера с контролируемым перемещением – $2,0 N_{sd}$;
- для химического анкера – $0,5 N_{sd}$.

6.1.5 Расчет несущей способности анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушение на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушение с выкалыванием материала строительного основания

6.1.5.1 Расчетная несущая способность анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении определяют только для анкерных креплений, выполненных с использованием химических анкеров. При этом несущая способность считается достаточной, если выполняются условия:

- для одиночного анкера:

$$N_{sd} \leq N_{Rk,comb} / \gamma_{Mp,N}, \quad (6.22)$$

- для анкера, входящего в состав анкерной группы:

$$N_{sd}^g \leq N_{Rk,comb} / \gamma_{Mp,N}, \quad (6.23)$$

где N_{sd} – расчетное значение растягивающего усилия в одиночном химическом анкере при расчете по первой группе предельных состояний, кН;

N_{sd}^g – расчетное значение суммарного растягивающего усилия в анкерной группе, состоящей из химических анкеров, кН;

$N_{Rk,comb}$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую способен воспринять химический анкер (одиночный или в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности анкерного крепления, обеспечивающему сопротивление при комбинированном разрушении:

разрушении по границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания, кН;

$\gamma_{Mp,N}$ – частный коэффициент безопасности для анкерного крепления (выполненного с использованием химических анкеров) по прочности при комбинированном разрушении: разрушении по границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания. Значение $\gamma_{Mp,N}$ принимают в соответствии с приложением А.

6.1.5.2 Значение $N_{Rk,comb}$ определяют по формуле

$$N_{Rk,comb} = N_{Rk,comb}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_c \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{g,Np} \quad (6.24)$$

где $N_{Rk,comb}^0$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую способен воспринять одиночный химический анкер, расположенный таким образом, чтобы исключить влияние соседних анкеров и краевого эффекта (анкер расположен вдали от края строительного основания), при комбинированном разрушении: разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания, определяют по формуле

$$N_{Rk,comb}^0 = \pi \cdot d_{nom} \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk}, \text{ кН}, \quad (6.25)$$

здесь τ_{Rk} – нормативное значение прочности сцепления на границе контакта слой затвердевшей композиции – строительное основание (основание из бетона класса прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$), Н/мм². Значение τ_{Rk} принимают в соответствии с приложением А. При этом в случае установки анкера в бетон с трещинами используют значение $\tau_{Rk,rc}$, а в случае установки анкера в бетон без трещин – $\tau_{Rk,urc}$;

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм;

d_{nom} – номинальный диаметр анкера, мм.

$\frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0}$ – отношение, учитывающее влияние краевого эффекта и межосевого

расстояния в анкерной группе, при расчете несущей способности анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении по границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания;

$A_{p,N}$ – фактическое значение площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера, определенное с учетом влияния

соседних анкеров и краевого эффекта, при расчете несущей способности анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении по границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания, мм². Влияние соседних анкеров учитывают при условии, что значение межосевого расстояния (s , мм) меньше критического значения межосевого расстояния ($s_{cr,Np}$, мм), а влияние краевого эффекта – при условии, что значение краевого расстояния (c , мм) меньше критического значения краевого расстояния ($c_{cr,Np}$, мм) (6.1.5.3).

Значение $A_{p,N}$ определяют в порядке, аналогичном порядку определения значения $A_{c,N}$ (6.1.3.2 и таблица 6.4), заменяя значения параметров $s_{cr,N}$ и $c_{cr,N}$ значениями параметров $s_{cr,Np}$ и $c_{cr,Np}$ соответственно.

$A_{p,N}^0$ – нормативное значение площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера, расположенного таким образом, чтобы исключить влияние соседних анкеров и краевого эффекта (анкер расположен вдали от края строительного основания), при расчете несущей способности анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении по границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания, определяемое по формуле

$$A_{p,N}^0 = s_{cr,Np} \cdot s_{cr,Np}, \quad (6.26)$$

ψ_c – коэффициент, учитывающий фактическое значение прочности бетона строительного основания;

$\psi_{g,Np}$ – коэффициент, учитывающий совместную работу химических анкеров, входящих в состав анкерной группы, определяемый в соответствии с 6.1.5.4.

Значения параметров ψ_c , d_{nom} и h_{ef} принимают в соответствии с приложением А. Значение коэффициентов $\psi_{s,N}$, $\psi_{re,N}$ и $\psi_{ec,N}$ определяют по формулам (6.10) – (6.12), заменяя значение $s_{cr,N}$ значением $s_{cr,Np}$ согласно 6.1.5.3.

6.1.5.3 Для расчета анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении значения геометрических параметров крепления определяют:

– критическое значение межосевого расстояния ($s_{cr,Np}$), при котором отсутствует влияние соседних анкеров на несущую способность одиночного анкера, – по формуле

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d_{nom} \cdot \sqrt{\tau_{Rk,urc}} \leq 3 \cdot h_{ef}, \quad (6.27)$$

где $\tau_{Rk,urc}$ – нормативное значение прочности сцепления на границе контакта слой затвердевшей композиции – строительное основание, выполненного из бетона без трещин класса по прочности на сжатие C^{20}_{25} , Н/мм²;

d_{nom} – номинальный диаметр анкера, мм.

– критическое значение краевого расстояния ($c_{cr,Np}$, мм), при котором отсутствует влияние краевого эффекта для анкеров, установленных вблизи от края строительного основания:

$$c_{cr,Np} = s_{cr,Np} / 2, \quad (6.28)$$

6.1.5.4 Значение коэффициента $\psi_{g,Np}$, учитывающего совместную работу химических анкеров, входящих в состав анкерной группы, определяют по формуле

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,0, \quad (6.29)$$

где $\psi_{g,Np}^0$ – базовый коэффициент, учитывающий совместную работу химических анкеров, входящих в состав анкерной группы, определяемый по формуле

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{d_{nom} \cdot \tau_{Rk} \cdot \psi_c}{k_2 \cdot \sqrt{h_{ef}} \cdot f_{ck,cube}} \right)^{1,5} \geq 1,0, \quad (6.30)$$

здесь k_2 – коэффициент, зависящий от технического состояния материала строительного основания, окружающего анкер, учитываемый при определении значения параметра $\psi_{g,Np}^0$ и принимаемый равным:

2,3 – при условии, что анкер установлен в бетон с трещинами;

3,2 – при условии, что анкер установлен в бетон без трещин;

$f_{ck,cube}$ – характеристическая прочность на сжатие бетона, определяемая при испытаниях образцов-кубов, принимаемая по действующим ТНПА, МПа;

n – количество растянутых анкеров в анкерной группе (по 5.2.5), шт.;

s – межосевое расстояние, мм. Для расчета анкерной группы, как правило, используют среднее арифметическое значение результатов измерения межосевого расстояния между анкерами, входящими в состав анкерной группы, по двум направлениям.

6.2 Расчет несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

6.2.1 Расчет несущей способности анкерного крепления по прочности стали

Расчетная несущая способность анкерного крепления на сдвигающую нагрузку по прочности стали считается достаточной, если выполняется условие:

– для одиночного анкера:

$$V_{sd} \leq V_{Rk,s} / \gamma_{Ms,V}, \quad (6.31)$$

– для анкера, входящего в состав анкерной группы:

$$V_{Sd}^h \leq V_{Rk,s} / \gamma_{Ms,V}, \quad (6.32)$$

где V_{Sd} – расчетное значение сдвигающего усилия в одиночном анкере при расчете по первой группе предельных состояний, кН;

V_{Sd}^h – расчетное значение сдвигающего усилия в наиболее нагруженном анкере, входящем в состав анкерной группы, кН;

$V_{Rk,s}$ – нормативное значение сдвигающей нагрузки, вызывающей разрушение материала анкера (одиночного или в составе анкерной группы) (разрушение по стали), кН;

$\gamma_{Ms,V}$ – частный коэффициент безопасности для стали анкера по прочности при сдвиге, принимаемый в соответствии с приложением А.

Значение параметра $V_{Rk,s}$ определяют в зависимости от способа установки анкера и опорной пластины закрепляемой детали в проектное положение (по 5.2.1, перечисление а) и 5.2.2). В случае расчета анкера на сдвиг без учета дополнительных усилий, обусловленных плечом сдвигающей нагрузки, значение параметра $V_{Rk,s}$ принимают в соответствии с приложением А. В случае расчета анкера на сдвиг с учетом дополнительных усилий, обусловленных плечом сдвигающей нагрузки, значение $V_{Rk,s}$ определяют по формуле

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{L_s}, \text{ кН}, \quad (6.33)$$

где α_M – безразмерный коэффициент, учитывающий степень заземления анкера в опорной пластине закрепляемой детали (по 5.2.1);

L_s – плечо сдвигающей нагрузки (по 5.2.1, перечисление б)), мм;

$M_{Rk,s}$ – предельное значение изгибающего момента для анкера по стали с учетом комбинированной нагрузки, кН·м, определяемое по формуле

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rk,s} / \gamma_{Ms,N}} \right), \quad (6.34)$$

$M_{Rk,s}^0$ – нормативное значение изгибающего момента для анкера по стали, кН·м, принимаемое в соответствии с приложением А;

6.2.2 Расчет несущей способности анкерного крепления при разрушении с отрывом материала строительного основания

6.2.2.1 Расчетная несущая способность анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания считается достаточной, если выполняются условия:

– для одиночного анкера:

$$V_{Sd} \leq V_{Rk,cp} / \gamma_{Mcp,V}, \quad (6.35)$$

– для анкера, входящего в состав анкерной группы:

$$V_{sd}^g \leq V_{Rk,cp} / \gamma_{Mcp,V}, \quad (6.36)$$

где V_{sd} – расчетное значение сдвигающего усилия в одиночном анкере при расчете по первой группе предельных состояний, кН;

V_{sd}^g – расчетное значение суммарного сдвигающего усилия, действующее на анкерную группу, кН;

$V_{Rk,cp}$ – нормативное значение сдвигающей нагрузки, которую способен воспринять анкер (одиночный или в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление разрушению с отрывом материала строительного основания, кН;

$\gamma_{Mcp,V}$ – частный коэффициент безопасности для анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, при воздействии сдвигающей нагрузки.

6.2.2.2 Значение $V_{Rk,cp}$ определяют по формуле

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c}, \quad (6.37)$$

где k – коэффициент, учитывающий глубину анкеровки анкера и принимаемый в соответствии с приложением А;

$N_{Rk,c}$ – нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую способен воспринять анкер (одиночный или в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление материала основания разрушению с выкалыванием, кН. Значение $N_{Rk,c}$ в общем случае определяют по 6.1.3.2, а для химического анкера – по 6.1.5.2.

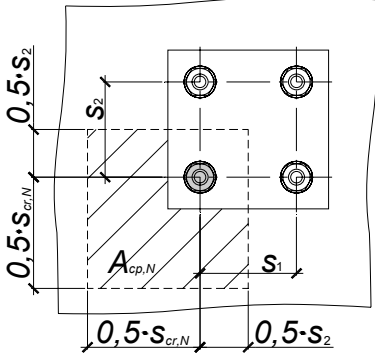
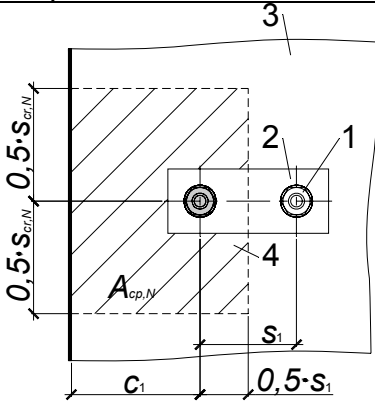
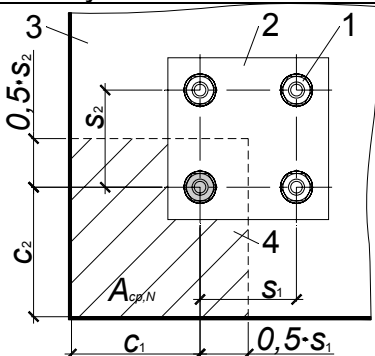
6.2.2.3 Проверку несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания выполняют для анкерной группы в целом в случае, если усилия действуют в одном направлении на любой анкер, входящий в состав анкерной группы. В противном случае проверку следует выполнить для каждого анкера, входящего в состав анкерной группы, исходя из условия

$$V_{sd,i} \leq V_{Rk,cp}^h / \gamma_{Mcp,V}, \quad (6.38)$$

где $V_{sd,i}$ – расчетное значение сдвигающего усилия в i -м анкере в составе анкерной группы, кН;

$V_{Rk,cp}^h$ – нормативное значение сдвигающей нагрузки, которую способен воспринять анкер в составе анкерной группы, соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление разрушению с отрывом материала строительного основания, кН. Значение $V_{Rk,cp}^h$ определяют по формуле (6.35) с учетом формулы (6.7) и подстановкой вместо значения $A_{c,N}$ фактического значения площади проекции условной призмы выкалывания, ограниченной соседними анкерами ($A_{cp,N}$), определяемого в соответствии с таблицей 6.5.

Таблица 6.5

Схема определения фактического значения площади проекции условной призмы выкалывания ($A_{cp,N}$)	Требования по расчету
а) одиночный анкер, установленный вдали от края строительного основания	
	$A_{cp,N} = (0,5 \cdot s_{cr,N} + 0,5 \cdot s_1) \cdot (0,5 \cdot s_{cr,N} + 0,5 \cdot s_2)$ <p>при условии, что $s_1 \leq s_{cr,N}$ и $s_2 \leq s_{cr,N}$</p>
б) анкер в составе анкерной группы, состоящей из двух анкеров, установленной вблизи от края строительного основания	
	$A_{cp,N} = (c_1 + 0,5 \cdot s_1) \cdot s_{cr,N}$ <p>при условии, что $c_1 \leq s_{cr,N}$ и $s_1 \leq s_{cr,N}$</p>
в) анкер в составе анкерной группы, состоящей из четырех анкеров, установленной в стесненных условиях	
	$A_{cp,N} = (c_1 + 0,5 \cdot s_1) \cdot (c_2 + 0,5 \cdot s_2)$ <p>при условии, что $(c_1 \leq s_{cr,N} \text{ и } c_2 \leq s_{cr,N})$ и $(s_1 \leq s_{cr,N} \text{ и } s_2 \leq s_{cr,N})$</p>

Окончание таблицы 6.5

Схема определения фактического значения площади проекции условной призмы выкалывания ($A_{cp,N}$)	Требования по расчету
<p>Примечание – Условные обозначения, принятые в таблице: $A_{cp,N}$ – фактическое значение площади проекции условной призмы выкалывания, ограниченной соседними анкерами, мм²; c_1 и c_2 – краевое расстояние в направлениях 1 и 2 соответственно, мм; s_1 и s_2 – межосевое расстояние в направлениях 1 и 2 соответственно, мм; $c_{cr,N}$ – критическое значение краевого расстояния (по 6.1.3.3), мм; $s_{cr,N}$ – критическое значение межосевого расстояния (по 6.1.3.3), мм; 1 – анкер; 2 – опорная пластина; 3 – строительное основание; 4 – условная призма выкалывания.</p>	

6.2.3 Расчет несущей способности анкерного крепления при разрушении с откалыванием края строительного основания

6.2.3.1 Расчетная несущая способность анкерного крепления, установленного вблизи от края строительного основания, при разрушении с откалыванием края строительного основания, считается достаточной, если выполняются условия:

– для одиночного анкера:

$$V_{sd} \leq V_{Rk,c} / \gamma_{Mc,V}, \quad (6.39)$$

– для анкера, входящего в состав анкерной группы:

$$V_{sd}^g \leq V_{Rk,c} / \gamma_{Mc,V}, \quad (6.40)$$

где V_{sd} – расчетное значение сдвигающего усилия в одиночном анкере при расчете по первой группе предельных состояний, кН;

V_{sd}^g – расчетное значение суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе, кН;

$V_{Rk,c}$ – нормативное значение сдвигающей нагрузки, которую способен воспринять анкер (одиночный или в составе анкерной группы) соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление откалыванию края строительного основания, кН;

$\gamma_{Mc,V}$ – частный коэффициент безопасности для анкерного крепления по прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающий сопротивление разрушению с откалыванием края строительного основания при воздействии сдвигающей нагрузки.

6.2.3.2 Значение $V_{Rk,c}$ определяют по формуле

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}, \text{ кН}, \quad (6.41)$$

где $V_{Rk,c}^0$ – нормативное значение сдвигающей нагрузки, которую способен воспринять анкер, расположенный таким образом, чтобы исключить влияние соседних анкеров и краевого эффекта при разрушении с откалыванием края строительного основания (анкер расположен вдали от края строительного основания), кН, определяемое по формуле

$$V_{Rk,c}^0 = k_3 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot L_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c^{1,5}, \quad (6.42)$$

k_3 – коэффициент, зависящий от технического состояния материала строительного основания, окружающего анкер, учитываемый при определении значения $V_{Rk,c}^0$ и принимаемый равным:

1,7 – при условии, что анкер установлен в бетон с трещинами;

2,4 – при условии, что анкер установлен в бетон без трещин;

d_{nom} – номинальный диаметр анкера, мм;

L_f – глубина анкерования анкера при воздействии на него сдвигающего усилия, мм, принимаемая в соответствии с приложением А;

$f_{ck,cube}$ – характеристическая прочность на сжатие бетона, определяемая при испытаниях образцов-кубов и принимаемая по действующим ТНПА, МПа;

c – краевое расстояние, мм;

α – безразмерный коэффициент, определяемый по формуле

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{L_f}{c} \right)^{0,5}, \quad (6.43)$$

β – безразмерный коэффициент, определяемый по формуле

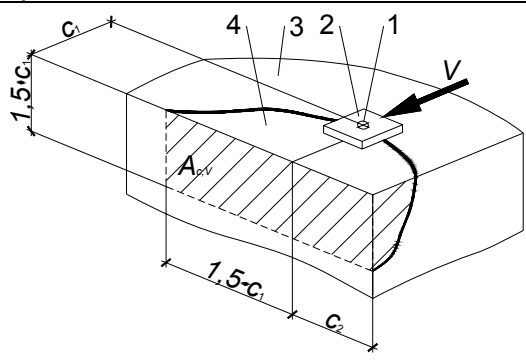
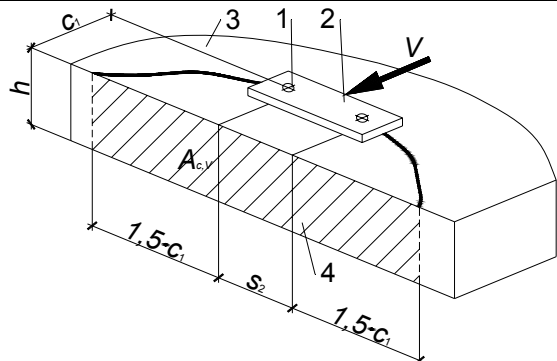
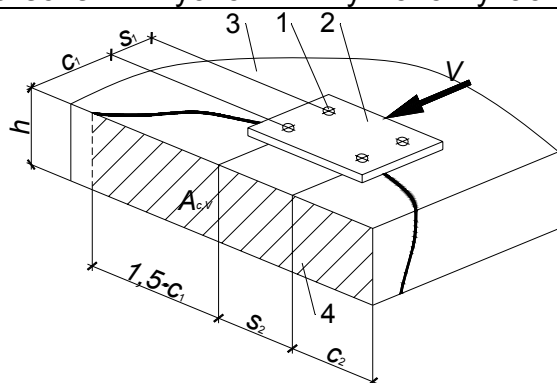
$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c} \right)^{0,2}, \quad (6.44)$$

$\frac{A_{c,v}}{A_{c,v}^0}$ – отношение, учитывающее влияние краевого эффекта и межосевого

расстояния в анкерной группе;

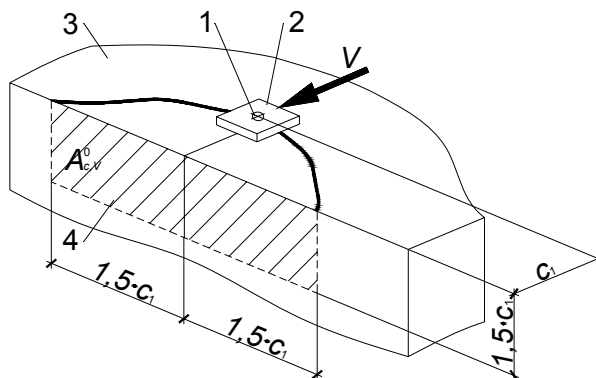
$A_{c,v}$ – фактическое значение площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера, определенное с учетом влияния соседних анкеров, краевого эффекта и толщины строительного основания (таблица 6.6), мм². При этом влияние соседних анкеров следует учитывать при условии $s \leq 3 c_1$, краевого эффекта (в стесненных условиях) – $c_2 \leq 1,5 c_1$, а толщины основания – $h \leq 1,5 c_1$;

Таблица 6.6

<p>Схема определения фактического значения площади проекции условной призмы выкалывания ($A_{c,V}$)</p>	<p>Требования по расчету</p>
<p>а) одиночный анкер, установленный в стесненных условиях в угловом участке строительного основания</p> 	$A_{c,V} = 1,5 \cdot c_1 \cdot (1,5 \cdot c_1 + c_2)$ <p>при условии, что $h > 1,5 \cdot c_1$ и $c_2 \leq 1,5 \cdot c_1$</p>
<p>б) анкер в составе анкерной группы (состоящей из двух анкеров), установленной вблизи от края тонкого строительного основания</p> 	$A_{c,V} = h \cdot (3,0 \cdot c_1 + s_2)$ <p>при условии, что $h \leq 1,5 \cdot c_1$ и $s_2 \leq 3,0 \cdot c_1$</p>
<p>в) анкер в составе анкерной группы (состоящей из четырех анкеров), установленной в стесненных условиях в угловом участке тонкого строительного основания</p> 	$A_{c,V} = h \cdot (1,5 \cdot c_1 + s_2 + c_2)$ <p>при условии, что $h \leq 1,5 \cdot c_1$; $s_2 \leq 3,0 \cdot c_1$ и $c_2 \leq 1,5 \cdot c_1$</p>
<p>Примечание – Условные обозначения, принятые в таблице: $A_{c,V}$ – фактическое значение площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера, определенное с учетом влияния соседних анкеров, краевого эффекта и толщины строительного основания, мм²; s_1 и s_2 – межосевое расстояние в направлениях 1 и 2 соответственно, мм; h – фактическое значение толщины строительного основания, мм; 1 – анкер; 2 – опорная пластина; 3 – строительное основание; 4 – условная призма выкалывания.</p>	

$A_{c,v}^0$ – нормативное значение площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера, расположенного таким образом, чтобы исключить влияние соседних анкеров и краевого эффекта (анкер расположен вдали от края строительного основания) (рисунок 6.5), определяемое по формуле:

$$A_{c,v}^0 = (3 \cdot c_1) \cdot (1,5 \cdot c_1) = 4,5c_1^2, \text{ мм}^2, \quad (6.45)$$



1 – анкер; 2 – опорная пластина; 3 – строительное основание; 4 – условная призма выкалывания

Рисунок 6.5 – Схема определения нормативного значения площади проекции условной призмы выкалывания для одиночного анкера ($A_{c,v}^0$, мм²)

$\psi_{s,v}$ – коэффициент, учитывающий влияние краевого эффекта для анкеров, установленных вблизи от края строительного основания, определяемый по формуле

$$\psi_{s,v} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,0, \quad (6.46)$$

c_1 – краевое расстояние, установленное в результате измерения в направлении действия сдвигающей нагрузки от продольной оси анкера до края строительного основания, мм;

c_2 – краевое расстояние, установленное в результате измерения в направлении перпендикулярном направлению действия сдвигающей нагрузки от продольной оси анкера до края строительного основания, мм;

$\psi_{h,v}$ – коэффициент, учитывающий влияние фактического значения толщины строительного основания при разрушении с откалыванием края строительного основания, определяемый по формуле:

$$\psi_{h,v} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot c_1}{h}} \geq 1,0, \quad (6.47)$$

где h – фактическое значение толщины строительного основания, мм;

$\psi_{\alpha,V}$ – коэффициент, учитывающий направление действия сдвигающей нагрузки, определяемый по формуле

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_{V\psi})^2 + (0,4 \cdot \sin \alpha_{V\psi})^2}}, \quad (6.48)$$

где $\alpha_{V\psi}$ – угол между направлением действия сдвигающей нагрузки и перпендикуляром, проведенным к краю строительного основания в направлении действия сдвигающей нагрузки, принимаемый в диапазоне от 0° до 90° .

В случае действия сдвигающей нагрузки в направлении от края строительного основания ($\alpha_V > 90^\circ$) в расчете следует учитывать только составляющую сдвигающего усилия, направленную параллельно краю основания (по таблице 5.4).

$\psi_{ec,V}$ – коэффициент, учитывающий влияние эффекта неравномерного нагружения анкера или анкерной группы. Значение $\psi_{ec,V}$ для одиночного анкера принимают равным 1,0, а в общем случае определяют по формуле

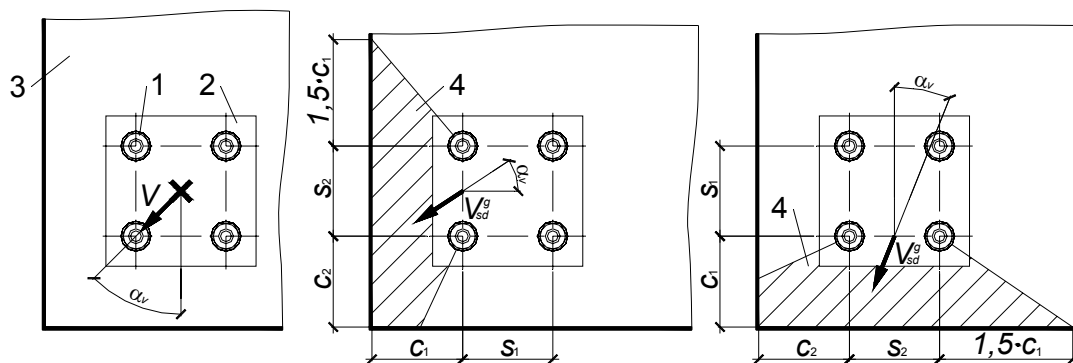
$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{e_V}{1,5 \cdot c_1}} \leq 1,0, \quad (6.49)$$

где e_V – эксцентриситет приложения суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе, определяемого с учетом 5.2.7 – 5.2.10, мм;

$\psi_{re,V}$ – коэффициент, учитывающий влияние армирования на анкер, установленный вблизи от края железобетонной конструкции, принимаемый:

- $\psi_{re,V} = 1,0$ – в случае отсутствия в конструкции дополнительной арматуры и хомутов, а также при отсутствии данных о фактическом армировании строительного основания;
- $\psi_{re,V} = 1,2$ – при наличии в конструкции дополнительной продольной арматуры диаметром 12 мм и более;
- $\psi_{re,V} = 1,4$ – при наличии в конструкции дополнительной арматуры и хомутов, установленных с шагом 100 мм и менее.

6.2.3.3 Расчет анкерного крепления, установленного в стесненных условиях на угловом участке строительного основания, на разрушение с откалыванием края строительного основания выполняют независимо с учетом значений краевых расстояний по двум направлениям (рисунок 6.6).



V_{sd}^g – суммарное сдвигающее усилие в анкерной группе, кН; c_1 и s_1 – краевое и межсоевое расстояния, установленные в результате измерения соответствующего геометрического параметра анкерного крепления в направлении действия сдвигающего усилия, мм; c_2 и s_1 – краевое и межсоевое расстояния, установленные в результате измерения соответствующего геометрического параметра анкерного крепления в направлении, перпендикулярном направлению действия сдвигающего усилия, мм; α_v – угол, соответствующий направлению действия сдвигающего усилия на анкерную группу.

1 – анкер; 2 – опорная пластина; 3 – строительное основание; 4 – выкалываемая часть строительного основания

Рисунок 6.6 – Расчетная схема анкерного крепления, установленного в стесненных условиях на угловом участке строительного основания

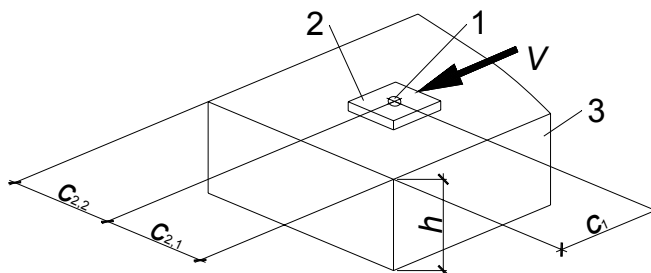
6.2.3.4 При установке анкера в тонкое строительное основание (при $h \leq 1,5 \cdot c_1$) или в стесненных условиях (вблизи от края основания по трем направлениям, $c_{2,1} \leq 1,5 \cdot c_1$ и $c_{2,2} \leq 1,5 \cdot c_1$ (рисунок 6.7) расчет предельного значения сдвигающей нагрузки по 6.2.3.2 допускается выполнять, принимая для определения значений $A_{c,V}$ и $A_{c,V}^0$ вместо значения c_1 приведенное значение краевого расстояния c_{red} , определяемое по формуле

$$c_{red} = c_{2,max} / 1,5, \text{ но не менее } (h/1,5) \text{ и } (s_2/3) \text{ для анкерной группы, мм,} \quad (6.50)$$

где $c_{2,max}$ – наибольшее из возможных ($c_{2,1}$ и $c_{2,2}$ по рисунку 6.7) значение краевого расстояния для анкера (одиночного или в составе анкерной группы), установленного в стесненных условиях, мм;

s_2 – межсоевое расстояние для анкерной группы, мм;

h – фактическое значение толщины строительного основания, мм.



1 – анкер; 2 – опорная пластина; 3 – строительное основание

Рисунок 6.7 – Схема установки анкера в стесненных условиях

6.2.3.5 Допускается не выполнять расчет анкерного крепления, установленного вдали от края строительного основания, на разрушение с откалыванием края строительного основания.

6.2.3.6 При комбинированном действии растягивающей и сдвигающей нагрузок несущая способность анкерного крепления считается достаточной, если выполняются условия:

$$\beta_N \leq 1,0, \quad (6.51)$$

$$\beta_V \leq 1,0, \quad (6.52)$$

$$(\beta_N)^{1,5} + (\beta_V)^{1,5} \leq 1,0, \quad (6.53)$$

где β_N – безразмерный коэффициент, определяемый исходя из условия:

– для одиночного анкера:

$$\beta_N = \max \left\{ \frac{N_{sd}}{(N_{Rk,s} / \gamma_{Ms,N})}, \frac{N_{sd}}{(N_{Rk,p} \cdot \psi_c / \gamma_{Mp,N})}, \frac{N_{sd}}{(N_{Rk,c} / \gamma_{Mc,N})}, \frac{N_{sd}}{(N_{Rk,sp} / \gamma_{Msp,N})}, \frac{N_{sd}}{(N_{Rk,comb} / \gamma_{Mp,N})} \right\}, \quad (6.54)$$

– для анкера, входящего в состав анкерной группы:

$$\beta_N = \max \left\{ \frac{N_{sd}^h}{(N_{Rk,s} / \gamma_{Ms,N})}, \frac{N_{sd}^h}{(N_{Rk,p} \cdot \psi_c / \gamma_{Mp,N})}, \frac{N_{sd}^h}{(N_{Rk,c} / \gamma_{Mc,N})}, \frac{N_{sd}^h}{(N_{Rk,sp} / \gamma_{Msp,N})}, \frac{N_{sd}^h}{(N_{Rk,comb} / \gamma_{Mp,N})} \right\}, \quad (6.55)$$

где β_V – безразмерный коэффициент, определяемый исходя из условия:

– для одиночного анкера:

$$\beta_V = \max \left\{ \frac{V_{sd}}{(V_{Rk,s} / \gamma_{Ms,V})}, \frac{V_{sd}}{(V_{Rk,cp} / \gamma_{Mcp,V})}, \frac{V_{sd}}{(V_{Rk,c} / \gamma_{Mc,V})} \right\}, \quad (6.56)$$

– для анкера, входящего в состав анкерной группы:

$$\beta_V = \max \left\{ \frac{V_{sd}^h}{(V_{Rk,s} / \gamma_{Ms,V})}, \frac{V_{sd}^g}{(V_{Rk,cp} / \gamma_{Mcp,V})}, \frac{V_{sd}^g}{(V_{Rk,c} / \gamma_{Mc,V})} \right\}, \quad (6.57)$$

6.2.3.7 Несущую способность анкерного крепления при совместном действии растягивающей и сдвигающей нагрузок допускается оценивать исходя из одновременного выполнения условий (6.51), (6.52), а также (6.58):

$$\beta_N + \beta_V \leq 1,2, \quad (6.58)$$

7 Расчет анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (вторая группа предельных состояний)

7.1 Расчет анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы) выполняют исходя из необходимости обеспечения эксплуатационных свойств закрепляемых конструкций, изделий, деталей или оборудования, а также выполнения требований, предъявляемых к анкерам, указанных в действующих ТНПА, техническом задании на проектирование и проектной документации.

7.2 Деформации анкерного крепления, оценивают исходя из условия

$$\delta \leq \delta_{ult}, \quad (7.1)$$

где δ – перемещение анкерного крепления от внешних нагрузок в плоскости соединения опорной пластины и закрепляемой детали, мм;

δ_{ult} – предельное значение перемещение анкерного крепления в результате деформации только анкеров, мм.

Значение δ_{ult} принимают таким, чтобы обеспечить надлежащее функционирование или внешний вид закрепляемой конструкции в течение всего срока службы анкерного крепления, соответствующего сроку службы строительного основания. При этом предельные значения перемещения анкерного крепления не должны превышать значений, которые могут быть восприняты другими примыкающими элементами (например, остеклением, внешней обшивкой стен и др.) или могут вызвать повреждение смежных частей конструкций.

7.3 При оценке деформативности анкерного крепления следует учитывать все виды нагрузок по действующим ТНПА.

7.4 Оценку деформативности анкерного крепления допускается не выполнять при условии, если она учтена при расчете закрепляемой конструкции.

7.5 Значение перемещения одиночного анкера в направлении осевой растягивающей нагрузки определяют по формулам:

– при кратковременном действии осевой растягивающей нагрузки

$$\delta_{N_{Sk},0} = \frac{N_{Sk}}{C_{N,0}}, \text{ мм}, \quad (7.2)$$

– при длительном действии осевой растягивающей нагрузки

$$\delta_{N_{Sk},\infty} = \frac{N_{Sk}}{C_{N,\infty}}, \text{ мм}, \quad (7.3)$$

где N_{Sk} – расчетное значение растягивающего усилия в одиночном анкере при расчете по второй группе предельных состояний, кН;

$C_{N,0}$ – коэффициент жесткости анкера при кратковременном действии осевой растягивающей нагрузки, определяемый в соответствии с 7.8;

$C_{N,\infty}$ – коэффициент жесткости анкера при длительном действии осевой растягивающей нагрузки, определяемый в соответствии с 7.8.

7.6 Значение перемещения одиночного анкера в направлении сдвигающей нагрузки определяют по формулам:

– при кратковременном действии сдвигающей нагрузки

$$\delta_{V_{Sk},0} = \frac{V_{Sk}}{C_{V,0}}, \text{ мм}, \quad (7.4)$$

– при длительном действии сдвигающей нагрузки

$$\delta_{V_{Sk},\infty} = \frac{V_{Sk}}{C_{V,\infty}}, \text{ мм}, \quad (7.5)$$

где V_{Sk} – расчетное значение сдвигающего усилия в одиночном анкере при расчете по второй группе предельных состояний, кН;

$C_{V,0}$ – коэффициент жесткости анкера при кратковременном действии сдвигающей нагрузки, определяемый в соответствии с 7.9 или приложением А;

$C_{V,\infty}$ – коэффициент жесткости анкера при длительном действии сдвигающей нагрузки, определяемый в соответствии с 7.9 или приложением А.

7.7 Значение результирующего перемещения анкера, при комбинированном действии растягивающей и сдвигающей нагрузок, определяют, учитывая составляющие перемещения по двум направлениям, по формулам:

– при кратковременном действии осевой растягивающей и сдвигающей нагрузок

$$\delta_0 = \sqrt{\delta_{N_{Sk},0}^2 + \delta_{V_{Sk},0}^2}, \text{ мм}, \quad (7.6)$$

– при длительном действии осевой растягивающей и сдвигающей нагрузок

$$\delta_\infty = \sqrt{\delta_{N_{Sk},\infty}^2 + \delta_{V_{Sk},\infty}^2}, \text{ мм}, \quad (7.7)$$

7.8 Значение коэффициентов жесткости анкера при кратковременном и длительном действии осевой растягивающей нагрузки определяют по формулам:

– в общем случае при кратковременном действии осевой растягивающей нагрузки

$$C_{N,0} = \frac{N_{cont}}{\delta_{N,0}}, \quad (7.8)$$

– в общем случае при длительном действии осевой растягивающей нагрузки

$$C_{N,\infty} = \frac{N_{cont}}{\delta_{N,\infty}}, \quad (7.9)$$

где N_{cont} – контрольное значение осевой растягивающей нагрузки, действующей на анкер, кН;

$\delta_{N,0}$ – перемещение анкера вдоль его продольной оси, от кратковременного действия осевой растягивающей нагрузки, мм;

$\delta_{N,\infty}$ – перемещение анкера вдоль его продольной оси, от длительного действия растягивающей нагрузки, мм.

Значения N_{cont} , $\delta_{N,0}$ и $\delta_{N,\infty}$ принимают в зависимости от марки анкера в соответствии с приложением А.

– для химического анкера с переменной глубиной заделки при кратковременном действии осевой растягивающей нагрузки

$$C_{N,0} = \frac{\pi \cdot d_{nom} \cdot h_{ef}}{c_{N,0}}, \quad (7.10)$$

– для химического анкера с переменной глубиной заделки при длительном действии осевой растягивающей нагрузки

$$C_{N,\infty} = \frac{\pi \cdot d_{nom} \cdot h_{ef}}{c_{N,\infty}}, \quad (7.11)$$

где d_{nom} – номинальный диаметр анкера, мм

h_{ef} – эффективная глубина анкерования, мм.

Значения d_{nom} , h_{ef} , $c_{N,0}$ и $c_{N,\infty}$ принимают в зависимости от марки анкера в соответствии с приложением А.

7.9 Значение коэффициентов жесткости анкера при кратковременном и длительном действии сдвигающей нагрузки определяют по формулам:

– в общем случае при кратковременном действии сдвигающей нагрузки

$$C_{V,0} = \frac{V_{cont}}{\delta_{V,0}}, \quad (7.12)$$

– в общем случае при длительном действии сдвигающей нагрузки

$$C_{V,\infty} = \frac{V_{cont}}{\delta_{V,\infty}}, \quad (7.13)$$

где V_{cont} – контрольное значение сдвигающей нагрузки, действующей на анкер, кН;

$\delta_{V,0}$ – перемещение анкера перпендикулярно его продольной оси от кратковременного действия сдвигающей нагрузки, кН;

$\delta_{V,\infty}$ – перемещение анкера перпендикулярно его продольной оси от длительного действия сдвигающей нагрузки, кН.

Значения V_{cont} , $\delta_{V,0}$ и $\delta_{V,\infty}$ принимают в зависимости от марки анкера в соответствии с приложением А.

7.10 Податливость заделки анкера в строительном основании, характеристики зазора, образовавшегося в результате применения опорной пластины закрепляемой детали с отверстием для пропуска анкера, диаметр которого отличается от значений, приведенных в таблице 5.1, учитывают в расчете в зависимости от конструктивного решения анкерного крепления.

Приложение А

(обязательное)

Исходные данные для проектирования анкерных креплений

А.1 Анкеры марок HST3 и HST3-R

Анкеры марок HST3 и HST3-R предназначены для установки в бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (бетон класса прочности на сжатие от $C^{12}/_{15}$ до $C^{50}/_{60}$). Способы устройства отверстий, предназначенных для установки анкеров марок HST3 и HST3-R: в режиме перфорирования (сверление с ударом), выбуривание отверстий специальными устройствами с использованием буров с алмазными коронками.

Таблица А.1 – Геометрические параметры, обеспечивающие установку анкеров марок HST3 и HST3-R в проектное положение

Параметр	В миллиметрах					
	Значение параметра при диаметре установочного отверстия					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
h_{ef}	47	60	70	85	101	125
h_{min}	100	120	140	160	200	250
1 Анкер марки HST3, установленный в бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами (класс прочности на сжатие $C^{12}/_{15}$)						
C_{min}	55	70	85	90	—	—
при s не менее	85	120	175	165	—	—
S_{min} , мм	40	55	80	90	—	—
при c не менее	55	75	95	165	—	—
2 Анкер марки HST3, установленный в бетонное или железобетонное строительное основание без трещин (класс прочности на сжатие $C^{12}/_{15}$)						
C_{min}	70	80	100	110	—	—
при s не менее	130	140	240	170	—	—
S_{min}	60	70	110	90	—	—
при c не менее	90	100	140	145	—	—
3 Анкер марки HST3, установленный в бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами (класс прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$)						
C_{min}	40	45	55	65	80	125
при s не менее	50	80	110	150	180	240
S_{min}	35	40	50	65	90	125
при c не менее	50	55	70	95	130	180
4 Анкер марки HST3, установленный в бетонное или железобетонное строительное основание без трещин (класс прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$)						
C_{min}	40	50	55	65	80	170
при s не менее	50	90	110	150	180	295
S_{min}	35	40	60	65	90	125
при c не менее	50	60	70	95	130	255

Окончание таблицы А.1

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
5 Анкер марки HST3-R, установленный в бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$)						
c_{min}	40	45	55	65	80	125
при s не менее	50	80	110	150	180	140
s_{min}	35	40	50	65	90	125
при s не менее	50	55	70	95	130	130
6 Анкер марки HST3-R, установленный в бетон без трещин класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$						
c_{min}	40	50	55	65	80	150
при s не менее	50	90	110	150	180	235
s_{min} , мм	35	40	60	65	90	125
при s не менее	50	60	70	95	130	205

Таблица А.2 – Геометрические параметры установки анкеров марок HST3 и HST3-R в проектное положение

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
h_{ef}	47	60	70	85	101	—
h_{min}	80	100	120	140	160	—
1 Анкеры марок HST3 и HST3-R, установленные в бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$)						
c_{min}	40	60	60	65	120	—
при s не менее	50	90	120	180	180	—
s_{min}	35	40	50	80	120	—
при s не менее	50	100	90	130	180	—
2 Анкеры марок HST3 и HST3-R, установленные в бетонное или железобетонное строительное основание без трещин (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$)						
c_{min}	40	60	60	65	120	—
при s не менее	60	90	120	180	180	—
s_{min}	35	40	50	80	120	—
при s не менее	55	100	100	130	180	—

Таблица А.3 – Геометрические параметры, обеспечивающие установку анкера марок HST3 и HST3-R в проектное положение

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
h_{ef}	—	40	50	65	—	—
h_{min}	—	80	100	120	—	—
1 Анкеры марок HST3 и HST3-R, установленные в бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$)						
c_{min}	—	45	55	65	—	—
при s не менее	—	180	210	240	—	—
s_{min}	—	40	50	65	—	—
при s не менее	—	90	105	130	—	—

Окончание таблицы А.3

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
2 Анкеры марок HST3 и HST3-R, установленные в бетонное или железобетонное строительное основание без трещин (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$)						
c_{min} при s не менее	—	50 190	60 215	65 240	— —	— —
s_{min} при c не менее	—	50 95	55 110	75 140	— —	— —

Таблица А.4 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HST3 и HST3-R, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия								
	M8		M10		M12		M16		M20
h_{ef} , мм	47	40	60	50	70	65	85	101	125
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)									
Анкер марки HST3:									
$N_{Rk,s}$, кН	19,7	32,5		45,1		76,0		124,2	127,0
$\gamma_{Ms,N}$	1,40	1,40		1,40		1,40		1,40	1,41
Анкер марки HST3-R:									
$N_{Rk,s}$, кН	17,7	28,7		42,5		69,4		115,8	156,0
$\gamma_{Ms,N}$	1,40	1,40		1,40		1,40		1,40	1,56
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта со строительным основанием (6.1.2)									
$N_{Rk,p}$, кН, для основания из бетона класса прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$:									
– без трещин	12	– ¹⁾	16	– ¹⁾	25	– ¹⁾	– ¹⁾	– ¹⁾	60
– с трещинами	8	– ¹⁾	14	– ¹⁾	20	– ¹⁾	– ¹⁾	– ¹⁾	40
$\gamma_{Mp,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
ψ_c для основания, выполненного из бетона класса прочности:									
$C^{12}/_{15}$	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	–	–
$C^{16}/_{20}$	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	–	–
$C^{20}/_{25}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$C^{25}/_{30}$	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
$C^{28}/_{35}$	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
$C^{32}/_{40}$	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
$C^{35}/_{45}$	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
$C^{40}/_{50}$	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
$C^{45}/_{55}$	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
$C^{50}/_{60}$	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)									
$\gamma_{Mc,N}$	1,5								

Окончание таблицы А.4

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия								
	M8	M10	M12	M16	M20	M24			
4 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)									
$C_{cr,sp}$, мм, для основания из бетона класса прочности: $C^{12}_{/15}$ $C^{20}_{/25}$	94 70	– 85	120 90	– 90	140 105	– 105	170 130	– 190	– 190
$S_{cr,sp}$, мм, для основания из бетона класса прочности: $C^{12}_{/15}$ $C^{20}_{/25}$	188 140	– 170	240 180	– 180	280 210	– 210	340 260	– 380	– 380
$\gamma_{Msp,N}$	1,5								
1) Проверку допускается не выполнять.									

Таблица А.5 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HST3 и HST3-R, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия								
	M8	M10	M12	M16	M20	M24			
h_{ef} , мм	47	40	60	50	70	65	85	101	125
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)									
Анкер марки HST3:									
$V_{Rk,s}$, кН, для основания из бетона класса прочности:									
$C^{12}_{/15}$	11,7	–	22,6	–	23,8	–	49,7	–	–
$C^{20}_{/25}$	13,8	21,9	23,6	34,0	35,4	54,5	55,3	83,9	94,0
$M^0_{Rk,s}$, Н·м	30	60	60	105	105	240	240	457	595
$\gamma_{Ms,V}$	1,25								1,5
Анкер марки HST3-R:									
$V_{Rk,s}$, кН, для основания из бетона класса прочности:									
$C^{12}_{/15}$	10,5	–	17,0	–	24,6	–	42,6	–	–
$C^{20}_{/25}$	15,7	25,6	25,3	31,1	36,7	48,6	63,6	97,2	115,0
$M^0_{Rk,s}$, Н·м	27	53	53	93	93	216	216	425	730
$\gamma_{Ms,V}$	1,25								1,3
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом строительного основания (6.2.2)									
$\gamma_{Mcp,V}$	1,5								
k	2,62	2,67	2,78	3,41	3,20	2,50			
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием строительного основания (6.2.3)									
L_f , мм	47	40	60	50	70	65	85	101	125
$\gamma_{Mc,V}$	1,5								
d_{nom} , мм	8	10	12	16	20	24			

Таблица А.6 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HST3 и HST3-R, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия								
	M8		M10		M12		M16		M20
h_{ef} , мм	47	40	60	50	70	65	85	101	125

Продолжение таблицы А.6

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия									
	M8	M10		M12		M16		M20	M24	
N_{cont} , кН, для основания, выполненного из бетона класса прочности:										
$C^{12}/_{15}$, без трещин	4,3	–	5,8	–	9,0	–	14,4	–	–	–
$C^{12}/_{15}$, с трещинами	2,9	–	5,1	–	7,2	–	10,8	–	–	–
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$, без трещин	5,7	6,1	9,5	8,5	11,9	12,6	18,9	24,4	28,6	28,6
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$, с трещинами	3,6	4,3	5,7	6,1	9,5	9,0	13,4	17,4	19,0	19,0
$\delta_{N,0}$, мм, для основания, выполненного из бетона класса прочности:										
– для анкера марки HST3:										
$C^{12}/_{15}$, без трещин	0,3	–	0,1	–	0,1	–	0,3	–	–	–
$C^{12}/_{15}$, с трещинами	0,2	–	0,3	–	0,3	–	1,2	–	–	–
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$, без трещин	0,2	0,2	0,3	0,7	0,2	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$, с трещинами	0,6	0,6	0,6	0,4	0,8	0,6	1,8	1,3	2,2	2,2
– для анкера марки HST3-R:										
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$, без трещин	0,2	0,2	0,3	0,7	0,2	0,8	0,8	0,5	0,8	0,8
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$, с трещинами	0,6	0,6	0,6	0,4	0,8	0,6	1,8	1,3	0,8	0,8
$\delta_{N,\infty}$, мм, для основания, выполненного из бетона класса прочности:										
– для анкера марки HST3:										
$C^{12}/_{15}$, без трещин	0,6	–	0,3	–	0,3	–	0,5	–	–	–
$C^{12}/_{15}$, с трещинами	0,4	–	0,5	–	0,6	–	2,1	–	–	–
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$, без трещин	0,4	0,4	0,5	1,2	0,4	1,5	1,5	0,9	1,4	1,4
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$, с трещинами	1,1	1,3	1,3	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	2,5	2,5
– для анкера марки HST3-R:										
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$, без трещин	0,4	0,4	0,5	1,2	0,4	1,5	1,5	0,9	1,7	1,7
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$, с трещинами	1,1	1,3	1,3	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,7	1,7
V_{cont} , кН, для основания, выполненного из бетона класса прочности:										
– для анкера марки HST3:										
$C^{12}/_{15}$ – без трещин и с трещинами	6,4	–	15,1	–	15,8	–	33,1	–	–	–
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$ – без трещин и с трещинами	7,9	12,5	13,5	19,4	20,2	31,1	31,6	47,9	45,0	45,0
– для анкера марки HST3-R:										
$C^{12}/_{15}$ – без трещин и с трещинами	8,9	–	14,5	–	21,0	–	36,3	–	–	–
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$ – без трещин и с трещинами	8,9	12,5	14,5	19,4	21,0	31,1	36,3	55,6	57,0	57,0
$\delta_{V,0}$, мм, для основания, выполненного из бетона класса прочности:										
– для анкера марки HST3:										
$C^{12}/_{15}$ – без трещин и с трещинами	2,4	–	3,2	–	3,0	–	3,4	–	–	–

Окончание таблицы А.6

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия								
	M8	M10		M12		M16		M20	M24
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$ – без трещин и с трещинами	2,8	4,2	2,5	3,1	3,8	4,4	4,3	2,7	2,0
– для анкера марки HST3-R: $C^{12}/_{15}$ – без трещин и с трещинами	9,1	–	4,4	–	6,4	–	11,1	–	–
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$ – без трещин и с трещинами	7,1	3,7	2,3	3,9	3,3	3,5	5,7	3,2	2,5
$\delta_{V,\infty}$, мм, для основания, выполненного из бетона класса прочности:									
– для анкера марки HST3: $C^{12}/_{15}$ – без трещин и с трещинами	3,5	–	4,8	–	4,6	–	5,0	–	–
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$ – без трещин и с трещинами	4,2	6,3	3,7	4,7	5,6	6,6	6,4	4,1	3,0
– для анкера марки HST3-R: $C^{12}/_{15}$ – без трещин и с трещинами	13,9	–	4,4	–	6,4	–	11,1	–	–
$C^{20}/_{25} - C^{50}/_{60}$ – без трещин и с трещинами	10,7	5,6	3,4	5,8	4,9	5,3	8,5	4,8	3,7

А.2 Анкеры марок HSA, HSA-R, HSA-R2 и HSA-BW

Анкеры марок HSA, HSA-R, HSA-R2 и HSA-BW предназначены для установки в бетонное или железобетонное строительное основание без трещин (бетон класса прочности на сжатие от $C^{20}/_{25}$ до $C^{50}/_{60}$). Анкеры марок HSA, HSA-R, HSA-R2 и HSA-BW устанавливают в отверстия, выполненные в режиме перфорирования (сверление с ударом).

Таблица А.7 – Геометрические параметры, обеспечивающие установку анкера марок HSA, HSA-R, HSA-R2 и HSA-BW в проектное положение

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия																	
	M6			M8			M10			M12			M16			M20		
h_e	30	40	60	30	40	70	40	50	80	50	65	100	65	80	120	75	100	115
h_{min}	100	100	120	100	100	120	100	120	160	100	140	180	140	160	180	160	220	220
$c_{min}^{1)}$	35	35	35	40	35	35	50	40	40	70	65	55	80	75	70	130	120	120
$s_{min}^{1)}$	35	35	35	35	35	35	50	50	50	70	70	70	90	90	90	195	175	175
¹⁾ Для анкеров, устанавливаемых в строительное основание без трещин и фиксируемых в проектное положение в результате приложения стандартного момента затяжки.																		

Таблица А.8 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSA, HSA-R, HSA-R2 и HSA-BW, для определения его несущей способности при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия																	
	M6			M8			M10			M12			M16			M20		
h_{ef} , мм	30	40	60	30	40	70	40	50	80	50	65	100	65	80	120	75	100	115
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)																		
Анкеры марок HSA и HSA-BW:																		
$N_{Rk,s}$, кН	9,0			16,5			28,0			41,4			82,6			123,9		
$\gamma_{Ms,N}$	1,4			1,4			1,4			1,4			1,4			1,4		
Анкеры марок HSA-R2 и HSA-R:																		
$N_{Rk,s}$, кН	12,2			18,3			35,0			44,6			87,7			95,9		
$\gamma_{Ms,N}$	1,4			1,4			1,4			1,4			1,4			1,4		
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта со строительным основанием (6.1.2)																		
$N_{Rk,p}$, кН, для основания из бетона класса прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$, без трещин:	6,0	7,5	9,0	— ¹⁾	— ¹⁾	16	— ¹⁾	— ¹⁾	25	— ¹⁾	— ¹⁾	35	— ¹⁾	— ¹⁾	50	— ¹⁾	— ¹⁾	— ¹⁾
$\gamma_{Mp,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
ψ_c , для основания, выполненного из бетона класса прочности:																		
$C^{20}/_{25}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$C^{25}/_{30}$	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
$C^{28}/_{35}$	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
$C^{32}/_{40}$	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
$C^{35}/_{45}$	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
$C^{40}/_{50}$	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
$C^{45}/_{55}$	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
$C^{50}/_{60}$	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)																		
$\gamma_{Mc,N}$	1,5																	
4 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)																		
$c_{cr,sp}$, мм	50	60	65	65	90	100	95	105	145	100	125	155	115	140	190	130	185	200
$s_{cr,sp}$, мм	100	120	130	130	180	200	190	210	290	200	250	310	230	280	380	260	370	400
$\gamma_{Msp,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
¹⁾ Проверку допускается не выполнять.																		

Таблица А.9 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSA, HSA-R, HSA-R2 и HSA-BW, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия																	
	M6			M8			M10			M12			M16			M20		
h_{ef} , мм	30	40	60	30	40	70	40	50	80	50	65	100	65	80	120	75	100	115

Окончание таблицы А.9

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия																	
	М6			М8			М10			М12			М16			М20		
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)																		
Анкеры марок HSA и HSA-BW:																		
$V_{Rk,s}$, кН	6,5			10,6			18,9			29,5			51			85,8		
$M_{Rk,s}^0$, Н·м	9,9			21,7			48,6			91,7			216,4			450,9		
$\gamma_{Ms,V}$	1,25			1,25			1,25			1,25			1,25			1,25		
Анкеры марок HSA-R и HSA-R2:																		
$V_{Rk,s}$, кН	7,2			12,3			22,6			29,3			56,5			91,9		
$M_{Rk,s}^0$, Н·м	9,9			21,0			48,6			76,0			199,8			405,7		
$\gamma_{Ms,V}$	1,25			1,25			1,25			1,25			1,25			1,25		
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)																		
$\gamma_{Mcp,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
k	1,0	1,0	2,0	1,0	1,5	2,0	2,4	2,4	2,4	2,0	2,0	2,0	2,9	2,9	2,9	2,0	3,5	3,5
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (6.2.3)																		
L_f , мм	30	40	60	30	40	70	40	50	80	50	65	100	65	80	120	75	100	115
$\gamma_{Mc,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
d_{nom} , мм	6	6	6	8	8	8	10	10	10	12	12	12	16	16	16	20	20	20

Таблица А.10 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSA, HSA-R, HSA-R2 и HSA-BW, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия																	
	М6			М8			М10			М12			М16			М20		
h_{ef} , мм	30	40	60	30	40	70	40	50	80	50	65	100	65	80	120	75	100	115
N_{cont} , кН	2,9	3,6	4,3	4,0	6,1	7,6	6,1	8,5	11,9	8,5	12,6	16,7	12,6	17,2	23,8	16,6	25,1	30,8
$\delta_{N,0}$, мм	0,2	0,6	1,0	0,2	1,2	1,8	0,4	1,1	2,0	0,3	1,4	2,3	0,4	1,3	2,1	0,1	0,8	1,9
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,6	1,0	1,4	0,6	1,6	2,2	0,8	1,5	2,4	0,7	1,8	2,7	0,8	1,7	2,5	0,5	1,2	2,3
V_{cont} , кН	3,7			6,1			10,8			16,7			29,1			49,0		
$\delta_{V,0}$, мм	1,6			1,9			2,0			2,1			2,2			2,3		
$\delta_{V,\infty}$, мм	2,4			2,9			3,0			3,2			3,3			3,5		

А.3 Анкеры марок HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK, HSL-3-SH и HSL-3-G

Анкеры марок HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK, HSL-3-SH и HSL-3-G предназначены для установки в бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (бетон класса прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$ до $C^{50}_{/60}$). Анкеры марок HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK, HSL-3-SH и HSL-3-G устанавливаются в отверстия, выполненные в режиме перфорирования (сверление с ударом).

Таблица А.11 – Геометрические параметры, обеспечивающие установку анкеров марок HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK, HSL-3-SH и HSL-3-G в проектное положение

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
h_{ef}	60	70	80	100	125	150
h_{min}	120	140	160	200	250	300
c_{min}	60	70	80	100	150	150
при s не менее	100	160	240	240	300	300
s_{min}	60	70	80	100	125	150
при s не менее	100	100	160	240	300	300

Таблица А.12 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK, HSL-3-SH и HSL-3-G, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)						
$N_{Rk,s}$, кН	29,3	46,4	67,4	125,6	196,0	282,4
$\gamma_{Ms,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта со строительным основанием (6.1.2)						
$N_{Rk,p}$, кН	12	16	— ¹⁾	— ¹⁾	— ¹⁾	— ¹⁾
$\gamma_{Mp,N}$	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
ψ_c , для основания, выполненного из бетона класса прочности:						
	C ²⁰ /25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	C ²⁵ /30	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
	C ²⁸ /35	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
	C ³² /40	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
	C ³⁵ /45	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
	C ⁴⁰ /50	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
	C ⁴⁵ /55	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
	C ⁵⁰ /60	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)						
$\gamma_{Mc,N}$	1,5					
4 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)						
$c_{cr,sp}$, мм	115	135	150	190	240	285
$s_{cr,sp}$, мм	230	270	300	380	480	570
$\gamma_{Msp,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
¹⁾ Проверку допускается не выполнять.						

Таблица А.13 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK, HSL-3-SH и HSL-3-G, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)						
$V_{Rk,s}$, кН, для анкеров марок:						
HSL-3 и HSL-3-B	31,1	60,5	89,6	158,5	186,0	204,5
HSL-3-SH и HSL-3-SK	31,1	60,5	89,6	—	—	—
HSL-3-G	26,1	41,8	59,3	120,6	155,3	204,5
HSL-3-G (по шпильке без гильзы)	14,6	23,2	33,7	62,8	98,0	146,5
$M_{Rk,s}^0$, Н·м	30	60	105	266	519	898
$\gamma_{Ms,V}$	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)						
$\gamma_{Mcp,V}$	1,5					
k	2,0					
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (6.2.3)						
L_f , мм	60	70	80	100	125	150
$\gamma_{Mc,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
d_{nom} , мм	12	15	18	24	28	32

Таблица А.14 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK, HSL-3-SH и HSL-3-G, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
N_{cont} , кН, для основания, выполненного из бетона класса прочности:						
$C^{20}_{/25}$, без трещин	9,3	11,7	14,3	20,0	27,9	36,7
$C^{20}_{/25}$, с трещинами	3,6	6,4	10,2	14,3	20,0	26,2
$C^{50}_{/60}$, без трещин	13,9	18,2	22,2	31,0	43,3	56,9
$C^{50}_{/60}$, с трещинами	5,5	9,8	15,9	22,1	30,9	40,7
$\delta_{N,0}$, мм, для основания, выполненного из бетона класса прочности:						
$C^{20}_{/25}$, без трещин	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$C^{20}_{/25}$, с трещинами	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
$C^{50}_{/60}$, без трещин	0,2	0,3	0,3	0,5	0,7	0,9
$C^{50}_{/60}$, с трещинами	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1
$\delta_{N,\infty}$, мм, для основания, выполненного из бетона класса прочности:						
$C^{20}_{/25}$, без трещин	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6
$C^{20}_{/25}$, с трещинами	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1

Окончание таблицы А.14

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
$C^{50}_{/60}$, без трещин	0,2	0,3	0,3	0,5	0,7	0,9
$C^{50}_{/60}$, с трещинами	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
V_{cont} , кН, для анкеров марок: HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK и HSL-3-SH	17,8	34,6	51,2	90,6	106,3	116,9
HSL-3-G	8,6	23,9	33,9	68,9	88,7	116,9
$\delta_{V,0}$, мм, для анкеров марок: HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK и HSL-3-SH	3,8	5,2	6,3	8,5	7,3	9,5
HSL-3-G	3,7	5,0	6,0	7,9	7,8	9,5
$\delta_{V,\infty}$, мм, для анкеров марок: HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK и HSL-3-SH	5,7	7,8	9,4	12,7	11,0	14,3
HSL-3-G	5,6	7,4	9,0	11,9	11,8	14,3

А.4 Анкеры марок HKD-S, HKD-SR, HKD-E, HKD-ER, HKD и HKD wol

Анкеры марок HKD-S, HKD-SR, HKD-E, HKD-ER, HKD и HKD wol предназначены для установки в бетонное или железобетонное строительное основание без трещин (бетон класса прочности на сжатие от $C^{20}_{/25}$ до $C^{50}_{/60}$). Анкеры марок HKD-S, HKD-SR, HKD-E, HKD-ER, HKD и HKD wol следует применять совместно с болтами и шпильками, изготовленными из стали класса прочности 4.6, 5.6, 5.8 и 8.8 (по ГОСТ ISO 898-1) и нержавеющей стали А4–70 (по ГОСТ ISO 3506-1). Анкеры марок HKD-S, HKD-SR, HKD-E, HKD-ER, HKD и HKD wol устанавливают в отверстия, выполненные в режиме перфорирования (сверление с ударом).

Таблица А.15 – Геометрические параметры, обеспечивающие установку анкеров марок HKD-S, HKD-SR, HKD-E, HKD-ER, HKD и HKD wol в проектное положение

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M6x30	M8x30	M10x30	M8x40	M10x40	M12x50	M16x65	M20x80
Анкеры марок HKD-S, HKD-SR, HKD-E и HKD-ER:								
h_{ef}	30	30	30	40	40	50	65	80
h_{min}	100	100	100	100	100	100	130	160
c_{min}	105	105	105	140	140	175	203	280
s_{min}	60	60	60	80	80	125	130	160

Окончание таблицы А.15

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M6x30	M8x30	M10x30	M8x40	M10x40	M12x50	M16x65	M20x80
Анкеры марок HKD и HKD wol:								
h_{ef}	—	30	30	40	40	50	65	80
h_{min}	—	100	100	100	100	100	130	160
c_{min}	—	120	120	140	140	175	230	280
s_{min}	—	60	60	80	80	125	130	160

Таблица А.16 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HKD-S, HKD-SR, HKD-E, HKD-ER, HKD и HKD wol, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M6x30	M8x30	M10x30	M8x40	M10x40	M12x50	M16x65	M20x80
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)								
Анкеры марок HKD-S, HKD-SR, HKD-E и HKD-ER, с использованием болтов и шпилек из стали:								
– класса прочности 4.6:								
$N_{Rk,s}$, кН	8,0	14,6	23,2	14,6	23,2	33,7	62,8	98,0
$\gamma_{Ms,N}$	2	2	2	2	2	2	2	2
– класса прочности 5.6:								
$N_{Rk,s}$, кН	10,1	18,3	18,5	18,3	19,9	42,2	54,7	86,9
$\gamma_{Ms,N}$	2,00	2,00	1,49	2,00	1,49	2,00	1,47	1,47
– класса прочности 5.8:								
$N_{Rk,s}$, кН	10,1	17,4	18,5	17,4	19,9	35,3	54,7	86,9
$\gamma_{Ms,N}$	1,50	1,53	1,49	1,53	1,49	1,49	1,47	1,47
– класса прочности 8.8:								
$N_{Rk,s}$, кН	13,4	17,4	18,5	17,4	19,9	35,3	54,7	86,9
$\gamma_{Ms,N}$	1,53	1,53	1,49	1,53	1,49	1,49	1,47	1,47
– тип A4–70:								
$N_{Rk,s}$, кН	12,8	16,8	—	—	21,1	37,3	64,2	102,0
$\gamma_{Ms,N}$	1,83	1,83	—	—	1,83	1,83	1,83	1,83
Анкеры марок HKD и HKD wol, с использованием болтов и шпилек из стали:								
– класса прочности 4.6:								
$N_{Rk,s}$, кН	—	14,6	19,9	14,6	22,1	33,7	62,8	98,0
$\gamma_{Ms,N}$	—	2,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,00	2,00
– классов прочности 5.6, 5.8 и 8.8:								
$N_{Rk,s}$, кН	—	17,1	19,9	19,4	22,1	36,6	67,5	99,0
$\gamma_{Ms,N}$	—	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50

Окончание таблицы А.16

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M6x30	M8x30	M10x30	M8x40	M10x40	M12x50	M16x65	M20x80
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта со строительным основанием (6.1.2)								
$N_{Rk,p}$, кН	— ¹⁾	— ¹⁾	— ¹⁾	9,0	— ¹⁾	— ¹⁾	— ¹⁾	— ¹⁾
$\gamma_{Mp,N}$, для анкеров марок: HKD-S, HKD-SR, HKD-E и HKD-ER	—	—	—	1,8	—	—	—	—
HKD и HKD wol	—	—	—	1,5	—	—	—	—
ψ_c , для основания, выполненного из бетона класса прочности:								
C ²⁰ _{/25}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C ²⁵ _{/30}	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
C ²⁸ _{/35}	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
C ³² _{/40}	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
C ³⁵ _{/45}	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
C ⁴⁰ _{/50}	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
C ⁴⁵ _{/55}	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
C ⁵⁰ _{/60}	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)								
h_{ef} , мм	30	30	30	40	40	50	65	80
$\gamma_{Mc,N}$, для анкеров марок: HKD-S, HKD-SR, HKD-E и HKD-ER	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,5	1,5
HKD и HKD wol	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
4 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)								
$c_{cr,sp}$, мм	105	105	105	140	140	175	227	280
$s_{cr,sp}$, мм	210	210	210	280	280	350	455	560
$\gamma_{Msp,N}$, для анкеров марок: HKD-S, HKD-SR, HKD-E и HKD-ER	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,5	1,5
HKD и HKD wol	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
¹⁾ Проверку допускается не выполнять.								

Таблица А.17 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HKD-S, HKD-SR, HKD-E, HKD-ER, HKD и HKD wol, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M6x30	M8x30	M10x30	M8x40	M10x40	M12x50	M16x65	M20x80
h_{ef} , мм	30	30	30	40	40	50	65	80
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)								
Анкеры марок HKD-S, HKD-SR, HKD-E и HKD-ER, с использованием болтов и шпилек из стали: – класса прочности 4.6:								
$V_{Rk,s}$ ¹⁾ , кН	4,0	7,3	7,4	7,3	8,0	16,9	21,9	34,7
$\gamma_{Ms,V}$ ¹⁾	1,67	1,67	1,25	1,67	1,25	1,67	1,25	1,25

Окончание таблицы А.17

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M6x30	M8x30	M10x30	M8x40	M10x40	M12x50	M16x65	M20x80
– класса прочности 5.6: $V_{Rk,s}^{1)}$, кН $\gamma_{Ms,V}^{1)}$	5,0 1,67	7,0 1,27	7,4 1,25	7,0 1,27	8,0 1,25	14,1 1,25	21,9 1,25	34,7 1,25
– класса прочности 5.8: $V_{Rk,s}^{1)}$, кН $\gamma_{Ms,V}^{1)}$	5,0 1,25	7,0 1,27	7,4 1,25	7,0 1,27	8,0 1,25	14,1 1,25	21,9 1,25	34,7 1,25
– класса прочности 8.8: $V_{Rk,s}^{1)}$, кН $\gamma_{Ms,V}^{1)}$	5,3 1,27	7,0 1,27	7,4 1,25	7,0 1,27	8,0 1,25	14,1 1,25	21,9 1,25	34,7 1,25
– тип A4–70: $V_{Rk,s}^{1)}$, кН $\gamma_{Ms,V}^{1)}$	6,4 1,52	8,4 1,52	– –	– –	10,5 1,52	18,7 1,52	32,1 1,52	51,0 1,52
Анкеры марок НКД и НКД wol, с использованием болтов и шпилек из стали:								
– класса прочности 4.6: $V_{Rk,s}^{1)}$, кН $\gamma_{Ms,V}^{1)}$	– –	7,3 1,67	10,0 1,25	7,3 1,67	11,0 1,25	16,9 1,67	31,4 1,67	49,0 1,67
– класса прочности 5.6: $V_{Rk,s}^{1)}$, кН $\gamma_{Ms,V}^{1)}$	– –	8,6 1,25	10,0 1,25	9,2 1,67	11,0 1,25	18,3 1,25	33,8 1,25	49,5 1,25
– класса прочности 5.8 и 8.8: $V_{Rk,s}^{1)}$, кН $\gamma_{Ms,V}^{1)}$	– –	8,6 1,25	10,0 1,25	9,2 1,25	11,0 1,25	18,3 1,25	33,8 1,25	49,5 1,25
$M_{Rk,s}^0$, Н·м, для анкера с использованием болтов и шпилек из стали:								
– класса прочности 4.6	6	15	30	15	30	52	133	260
– классов прочности 5.6 и 5.8	8	19	37	19	37	65	166	325
– класса прочности 8.8	12	30	60	30	60	105	266	519
– типа A4–70	11	26	–	–	52	92	233	454
$\gamma_{Ms,V}^{2)}$, Н·м, для анкера с использованием болтов и шпилек из стали,:								
– классов прочности 4.6 и 5.6	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
– классов прочности 5.8 и 8.8	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
– типа A4–70	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)								
$\gamma_{Mcp,V}$ k	1,5 2,0							
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (6.2.3)								
L_f , мм	30	30	30	40	40	50	65	80
$\gamma_{Mc,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
d_{nom} , мм	8	10	12	10	12	15	20	25
1) Без учета дополнительных усилий, обусловленных плечом сдвигающей нагрузки.								
2) С учетом дополнительных усилий, обусловленных плечом сдвигающей нагрузки.								

Таблица А.18 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HKD-S, HKD-SR, HKD-E, HKD-ER, HKD и HKD wol, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M6x30	M8x30	M10x30	M8x40	M10x40	M12x50	M16x65	M20x80
Анкеры марок HKD-S и HKD-E:								
N_{cont} , кН	3,3	3,3	3,3	3,6	5,1	7,1	12,6	17,2
$\delta_{N,0}$, мм	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
V_{cont} , кН	1,7	3,1	4,3	3,1	4,6	7,2	12,5	19,8
$\delta_{V,0}$, мм	0,35	0,35	0,35	0,40	0,40	0,45	0,75	0,75
$\delta_{V,\infty}$, мм	0,50	0,50	0,50	0,60	0,60	0,70	1,10	1,10
Анкеры марок HKD-SR и HKD-ER:								
N_{cont} , кН	3,3	3,3	3,3	3,6	5,1	7,1	12,6	17,2
$\delta_{N,0}$, мм	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
V_{cont} , кН	1,7	3,9	–	–	4,9	8,8	15,1	24
$\delta_{V,0}$, мм	0,35	0,45	–	–	0,45	0,55	0,90	0,90
$\delta_{V,\infty}$, мм	0,50	0,65	–	–	0,65	0,85	1,30	1,30
Анкеры марок HKD и HKD wol								
N_{cont} , кН	–	4,0	4,0	4,3	6,1	8,5	12,6	17,2
$\delta_{N,0}$, мм	–	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
$\delta_{N,\infty}$, мм	–	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,20	0,20
V_{cont} , кН	–	3,1	4,3	3,1	4,6	7,2	12,5	19,8
$\delta_{V,0}$, мм	–	0,35	0,35	0,40	0,40	0,45	0,75	0,75
$\delta_{V,\infty}$, мм	–	0,50	0,50	0,60	0,60	0,70	1,10	1,10

А.5 Анкеры марок HDA-P, HDA-PR, HDA-T и HDA-TR

Анкеры марок HDA-P, HDA-PR, HDA-T и HDA-TR предназначены для установки в бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (бетон класса прочности на сжатие от $C^{20}_{/25}$ до $C^{50}_{/60}$). Анкеры марок HDA-P, HDA-PR, HDA-T и HDA-TR устанавливают в отверстия, выполненные в режиме перфорирования (сверление с ударом).

Таблица А.19 – Геометрические параметры установки анкеров марок HDA-P, HDA-PR, HDA-T и HDA-TR в проектное положение¹⁾

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия						
	M10	M12	M16	M20			
1 Анкер марок HDA-P и HDA-PR:							
h_{ef}	100	125	125	190	190	250	250
t_{fix} , не более	20	30	50	40	60	50	100
h_{min}	180	200	200	270	270	350	350
c_{min}	80	100	100	150	150	200	200
s_{min}	100	125	125	190	190	250	250
2 Анкер марок HDA-T и HDA-TR:							
h_{ef}	100	125	125	190	190	250	250
t_{fix} , не более	20	30	50	40	60	50	100
h_{min}	$200 - t_{fix}$	$230 - t_{fix}$	$250 - t_{fix}$	$310 - t_{fix}$	$330 - t_{fix}$	$400 - t_{fix}$	$450 - t_{fix}$
c_{min}	80	100	100	150	150	200	200
s_{min}	100	125	125	190	190	250	250
¹⁾ Для анкеров, установленных в бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин.							

Таблица А.20 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HDA-P, HDA-PR, HDA-T и HDA-TR, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M10	M12	M16	M20
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)				
Анкеры марок HDA-P и HDA-T:				
$N_{Rk,s}$, кН	46	67	126	192
$\gamma_{Ms,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5
Анкеры марок HDA-PR и HDA-TR:				
$N_{Rk,s}$, кН	46	67	126	—
$\gamma_{Ms,N}$	1,6	1,6	1,6	—
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта со строительным основанием (6.1.2)¹⁾				
Анкеры марок HDA-P и HDA-T:				
$N_{Rk,p}$ для основания из бетона с трещинами (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$), кН	25	35	75	95
$\gamma_{Mp,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5
ψ_c , для основания, выполненного из бетона класса прочности:				
$C^{20}_{/25}$	1,00	1,00	1,00	1,00
$C^{25}_{/30}$	1,10	1,10	1,10	1,10
$C^{28}_{/35}$	1,18	1,18	1,18	1,18
$C^{32}_{/40}$	1,26	1,26	1,26	1,26
$C^{35}_{/45}$	1,34	1,34	1,34	1,34
$C^{40}_{/50}$	1,41	1,41	1,41	1,41
$C^{45}_{/55}$	1,48	1,48	1,48	1,48
$C^{50}_{/60}$	1,55	1,55	1,55	1,55

Окончание таблицы А.20

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M10	M12	M16	M20
Анкеры марок HDA-PR и HDA-TR: $N_{Rk,p}$ для основания из бетона с трещинами (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$), кН	25	35	75	—
$\gamma_{Mp,N}$	1,5	1,5	1,5	—
ψ_c , для основания, выполненного из бетона класса прочности:				
$C^{20}_{/25}$	1,00	1,00	1,00	—
$C^{25}_{/30}$	1,10	1,10	1,10	—
$C^{28}_{/35}$	1,18	1,18	1,18	—
$C^{32}_{/40}$	1,26	1,26	1,26	—
$C^{35}_{/45}$	1,34	1,34	1,34	—
$C^{40}_{/50}$	1,41	1,41	1,41	—
$C^{45}_{/55}$	1,48	1,48	1,48	—
$C^{50}_{/60}$	1,55	1,55	1,55	—
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)				
Анкеры марок HDA-P и HDA-T: h_{ef} , мм	100	125	190	250
$\gamma_{Mc,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5
Анкеры марок HDA-PR и HDA-TR: h_{ef} , мм	100	125	190	—
$\gamma_{Mc,N}$	1,5	1,5	1,5	—
4 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)				
Анкеры марок HDA-P и HDA-T: $C_{cr,sp}$, мм	150	190	285	375
$S_{cr,sp}$, мм	300	375	570	750
$\gamma_{Msp,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5
Анкеры марок HDA-PR и HDA-TR: $C_{cr,sp}$, мм	150	190	285	—
$S_{cr,sp}$, мм	300	375	570	—
$\gamma_{Msp,N}$	1,5	1,5	1,5	—
1) Для анкеров марок HDA-P, HDA-PR, HDA-T и HDA-TR, установленных в основание из бетона без трещин, допускается не выполнять проверку несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием.				

Таблица А.21 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HDA-P, HDA-PR, HDA-T и HDA-TR, для определения его несущей способности при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M10	M12	M16	M20
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)				
Анкеры марок HDA-P и HDA-T: $V_{Rk,s}^{1)}$, кН	22	30	62	92
$M_{Rk,s}^0$, Н·м	60	105	266	519
$\gamma_{Ms,V}^{2)}$	1,25/1,50	1,25/1,50	1,25/1,50	1,25/1,50

Окончание таблицы А.21

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M10	M12	M16	M20
Анкеры марок HDA-PR и HDA-TR: $V_{Rk,s}^{1)}$, кН	23	34	63	–
$M_{Rk,s}^0$, Н·м	60	105	266	–
$\gamma_{Ms,V}$	1,33	1,33	1,33	–
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом строительного основания (6.2.2)				
Анкеры марок HDA-P и HDA-T: $\gamma_{Mcp,V}$ k	1,5 2,0	1,5 2,0	1,5 2,0	1,5 2,0
Анкеры марок HDA-PR и HDA-TR: $\gamma_{Mcp,V}$ k	1,5 2,0	1,5 2,0	1,5 2,0	– –
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием строительного основания (6.2.3)				
Анкеры марок HDA-P и HDA-T: L_f , мм $\gamma_{Mc,V}$ d_{nom} , мм	70 1,5 19	88 1,5 21	90 1,5 29	120 1,5 35
Анкеры марок HDA-PR и HDA-TR: L_f , мм $\gamma_{Mc,V}$ d_{nom} , мм	70 1,5 19	88 1,5 21	90 1,5 29	– – –
¹⁾ Указаны значения $V_{Rk,s}$ для анкеров марок HDA-P и HDA-PR. Для анкеров марок HDA-T и HDA-TR значения $V_{Rk,s}$ принимают по таблице А.22. ²⁾ В числителе указано значение $\gamma_{Ms,V}$ для анкера марки HDA-P, в знаменателе – для анкера марки HDA-T.				

Таблица А.22

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M10	M12	M16	M20
$V_{Rk,s}$, кН, для анкера марки HDA-T, при толщине опорной пластины закрепляемой детали, мм:				
$10 \leq t_{fix} < 15$	65	80	–	–
$15 \leq t_{fix} < 20$	70	80	140	–
$20 \leq t_{fix} < 25$	–	100	140	205
$25 \leq t_{fix} < 30$	–	100	155	205
$30 \leq t_{fix} < 35$	–	100	170	205
$35 \leq t_{fix} < 40$	–	100	190	205
$40 \leq t_{fix} \leq 50$	–	100	190	235
$50 < t_{fix} < 55$	–	–	190	235
$55 \leq t_{fix} \leq 60$	–	–	190	250
$60 < t_{fix} \leq 100$	–	–	–	250
$V_{Rk,s}$, кН, для анкера марки HDA-TR, при толщине опорной пластины закрепляемой детали, мм:				
$10 \leq t_{fix} < 15$	71	87	–	–

Окончание таблицы А.22

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M10	M12	M16	M20
$15 \leq t_{fix} < 20$	71	87	152	—
$20 \leq t_{fix} < 25$	—	94	152	—
$25 \leq t_{fix} < 30$	—	94	158	—
$30 \leq t_{fix} < 35$	—	109	158	—
$35 \leq t_{fix} < 40$	—	109	170	—
$40 \leq t_{fix} \leq 50$	—	109	170	—
$50 < t_{fix} < 55$	—	—	170	—
$55 \leq t_{fix} \leq 60$	—	—	170	—
$60 < t_{fix} \leq 100$	—	—	—	—

Таблица А.23 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HDA-P, HDA-PR, HDA-T и HDA-TR, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M10	M12	M16	M20
Анкеры, установлены в строительное основание, выполненное из бетона без трещин:				
– анкеры марок HDA-P и HDA-T:				
N_{cont} , кН	21,9	31,9	60,0	91,4
$\delta_{N,0}$, мм	0,4	0,8	1,7	2,4
$\delta_{N,\infty}$, мм	1,3	1,3	1,7	2,4
– анкеры марок HDA-PR и HDA-TR:				
N_{cont} , кН	20,5	29,9	56,3	—
$\delta_{N,0}$, мм	1,4	1,1	1,7	—
$\delta_{N,\infty}$, мм	1,4	1,1	1,7	—
Анкеры, установлены в строительное основание, выполненное из бетона с трещинами:				
– анкеры марок HDA-P и HDA-T:				
N_{cont} , кН	11,9	16,7	35,7	45,2
$\delta_{N,0}$, мм	0,4	0,8	1,7	2,4
$\delta_{N,\infty}$, мм	1,3	1,3	1,7	2,4
– анкеры марок HDA-PR и HDA-TR:				
N_{cont} , кН	11,9	16,7	35,7	—
$\delta_{N,0}$, мм	0,8	0,9	1,6	—
$\delta_{N,\infty}$, мм	1,3	1,3	2,1	—

Таблица А.24 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HDA-P, HDA-PR, HDA-T и HDA-TR, установленных в бетонное и железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M10	M12	M16	M20
Анкеры марки HDA-P:				
V_{cont} , кН	11,4	17,1	35,9	51,0
$\delta_{V,0}$, мм	2,8	2,5	4,1	5,0
$\delta_{V,\infty}$, мм	4,1	3,8	6,2	7,5
Анкеры марки HDA-PR:				
V_{cont} , кН	13,3	19,3	35,9	–
$\delta_{V,0}$, мм	4,2	3,0	6,9	–
$\delta_{V,\infty}$, мм	6,3	4,5	10,4	–
Анкеры марки HDA-T:				
V_{cont} , кН	33,3	42,8	95,2	119,0
$\delta_{V,0}$, мм	6,2	6,9	10,1	12,0
$\delta_{V,\infty}$, мм	9,3	10,3	15,1	18,0
Анкеры марки HDA-TR:				
V_{cont} , кН	41,7	46,9	73,7	–
$\delta_{V,0}$, мм	4,2	3,0	6,9	–
$\delta_{V,\infty}$, мм	6,3	4,5	10,4	–

А.6 Анкеры марок HSC-A, HSC-AR, HSC-I и HSC-IR

Анкеры марок HSC-A, HSC-AR, HSC-I и HSC-IR предназначены для установки в бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (бетон класса прочности на сжатие от $C^{20}_{/25}$ до $C^{50}_{/60}$). Анкеры марки HSC-I следует применять совместно с болтами и шпильками, изготовленными из стали класса прочности 8.8 (по ГОСТ ISO 898-1), а анкеры марки HSC-IR – с болтами и шпильками, изготовленными из нержавеющей стали А4–70 (по ГОСТ ISO 3506-1). Анкеры марок HSC-A, HSC-AR, HSC-I и HSC-IR устанавливают в отверстия, выполненные в режиме перфорирования (сверление с ударом).

Таблица А.25 – Геометрические параметры, обеспечивающие установку анкеров марок HSC-A и HSC-AR в проектное положение¹⁾

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M8x40	M10x40	M8x50	M12x60
h_{ef}	40	40	50	60
h_{min}	100	100	100	130
c_{min}	40	40	50	60
s_{min}	40	40	50	60
¹⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание с трещинами и без трещин.				

Таблица А.26 – Геометрические параметры, обеспечивающие установку анкеров марок HSC-I и HSC-IR в проектное положение¹⁾

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x60
h_{ef}	40	40	50	60	60
h_{min}	100	100	110	130	130
c_{min}	40	40	50	60	60
s_{min}	40	40	50	60	60
¹⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание с трещинами и без трещин.					

Таблица А.27 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSC-A и HSC-AR, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M8x40	M10x40	M8x50	M12x60
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)				
Для анкера марки HSC-A:				
$N_{Rk,s}$, кН	29,3	46,4	29,3	67,4
$\gamma_{Ms,N}$	1,50	1,50	1,50	1,50
Для анкера марки HSC-AR:				
$N_{Rk,s}$, кН	25,6	40,6	25,6	59,0
$\gamma_{Ms,N}$	1,87	1,87	1,87	1,87
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием (6.1.2) допускается не выполнять.				
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)				
h_{ef} , мм	40	40	50	60
$\gamma_{Mc,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5
4 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)				
$c_{cr,sp}$, мм	65	60	85	90
$s_{cr,sp}$, мм	130	120	170	180
$\gamma_{Msp,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5

Таблица А.28 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSC-I и HSC-IR, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x60
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)					
Для анкера марки HSC-I:					
$N_{Rk,s}$, кН	16,1	24,4	30,3	30,3	36,5
$\gamma_{Ms,N}$	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Для анкера марки HSC-IR:					
$N_{Rk,s}$, кН	14,1	21,4	26,5	26,5	31,9
$\gamma_{Ms,N}$	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием (6.1.2) допускается не выполнять.					
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)					
h_{ef} , мм	40	40	50	60	60
$\gamma_{Mc,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
4 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)					
$c_{cr,sp}$, мм	65	60	85	90	90
$s_{cr,sp}$, мм	130	120	170	180	180
$\gamma_{Msp,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Таблица А.29 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSC-A и HSC-AR, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M8x40	M10x40	M8x50	M12x60
h_{ef} , мм	40	40	50	60
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)				
Для анкера марки HSC-A:				
$V_{Rk,s}$, кН	14,6	23,2	14,6	33,7
$M_{Rk,s}^0$, Н·м	30	60	30	105
$\gamma_{Ms,V}$	1,25	1,25	1,25	1,25
Для анкера марки HSC-AR:				
$V_{Rk,s}$, кН	12,8	20,3	12,8	29,5
$M_{Rk,s}^0$, Н·м	26	52	26	92
$\gamma_{Ms,V}$	1,56	1,56	1,56	1,56
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)				
$\gamma_{Msp,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5
k	2,0	2,0	2,0	2,0
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (6.2.3)				
L_f , мм	40	40	50	60
$\gamma_{Mc,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5
d_{nom} , мм	14	16	14	18

Таблица А.29 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSC-I и HSC-IR, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x60
h_{ef} , мм	40	40	50	60	60
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)					
Для анкера марки HSC-I:					
$V_{Rk,s}$, кН	8,0	12,2	15,2	15,2	18,2
$M_{Rk,s}^0$, Н·м	12	30	60	60	105
$\gamma_{Ms,V}$	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Для анкера марки HSC-IR:					
$V_{Rk,s}$, кН	7,0	10,7	13,3	13,3	16
$M_{Rk,s}^0$, Н·м	11	26	52	52	92
$\gamma_{Ms,V}$	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)					
$\gamma_{Mcp,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
k	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (6.2.3)					
L_f , мм	40	40	50	60	60
$\gamma_{Mc,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
d_{nom} , мм	14	16	18	18	20

Таблица А.30 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSC-A и HSC-AR, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M8x40	M10x40	M8x50	M12x60
h_{ef} , мм	40	40	50	60
Анкер марки HSC-A (HSC-AR), установленный в строительное основание, выполненное из бетона класса прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$:				
– без трещин:				
N_{cont} , кН	5,1	5,1	7,1	9,3
$\delta_{N,0}$, мм	0,1 (0,1)	0,1 (0,1)	0,1 (0,1)	0,1 (0,2)
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)
– с трещинами:				
N_{cont} , кН	3,6	3,6	5,1	6,6
$\delta_{N,0}$, мм	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,3 (0,4)	0,4 (1,0)
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,7 (0,9)	0,7 (1,0)	0,6 (0,9)	0,4 (1,0)
Анкер марки HSC-A (HSC-AR), установленный в строительное основание, выполненное из бетона класса прочности на сжатие $C^{50}/_{60}$:				
– без трещин:				
N_{cont} , кН	7,8	7,8	11,0	14,4

Окончание таблицы А.30

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M8x40	M10x40	M8x50	M12x60
$\delta_{N,0}$, мм	0,2 (0,2)	0,2 (0,2)	0,2 (0,2)	0,2 (0,2)
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)
– с трещинами:				
N_{cont} , кН	5,6	5,6	7,8	10,3
$\delta_{N,0}$, мм	0,4 (0,5)	0,4 (0,5)	0,4 (0,5)	0,4 (0,5)
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,7 (0,9)	0,7 (1,0)	0,6 (0,9)	0,4 (0,9)
¹⁾ Промежуточные значения параметров анкерного крепления определяют интерполяцией.				

Таблица А.31 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSC-I и HSC-IR, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x60
h_{ef} , мм	40	40	50	60	60
Анкер марки HSC-I (HSC-IR), установленный в основание, выполненное из бетона класса прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$:					
– без трещин:					
N_{cont} , кН	5,1	5,1	7,1	9,3	9,3
$\delta_{N,0}$, мм	0,1 (0,1)	0,1 (0,1)	0,1 (0,1)	0,1 (0,2)	0,1 (0,2)
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)
– без трещин:					
N_{cont} , кН	3,6	3,6	5,1	6,6	6,6
$\delta_{N,0}$, мм	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,3 (0,5)	0,4 (0,5)	0,4 (1,0)
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,7 (0,9)	0,7 (1,0)	0,6 (1,2)	0,4 (0,9)	0,4 (1,0)
Анкер марки HSC-I (HSC-IR), установленный в основание, выполненное из бетона класса прочности на сжатие $C^{50}_{/60}$:					
– без трещин:					
N_{cont} , кН	7,6	7,8	11,0	14,4	14,4
$\delta_{N,0}$, мм	0,2 (0,2)	0,2 (0,2)	0,2 (0,2)	0,2 (0,2)	0,2 (0,2)
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)
– без трещин:					
N_{cont} , кН	5,6	5,6	7,8	10,3	10,3
$\delta_{N,0}$, мм	0,4 (0,5)	0,4 (0,5)	0,4 (1,0)	0,4 (1,0)	0,4 (1,0)
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,7 (0,9)	0,7 (1,0)	0,6 (1,2)	0,4 (0,9)	0,4 (1,0)
¹⁾ Промежуточные значения параметров анкерного крепления определяют интерполяцией.					

Таблица А.32 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSC-A и HSC-AR, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия			
	M8x40	M10x40	M8x50	M12x60
h_{ef} , мм	40	40	50	60
V_{cont} , кН	8,4	13,3	8,4	19,3
$\delta_{V,0}$, мм	3,0	3,0	2,8	3,0
$\delta_{V,\infty}$, мм	4,5	4,5	4,3	4,5

¹⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание с трещинами и без трещин (класс бетона по прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$).

Таблица А.33 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HSC-I и HSC-IR, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x60
h_{ef} , мм	40	40	50	60	60
V_{cont} , кН	4,6	7,0	8,7	8,7	10,4
$\delta_{V,0}$, мм	3,0	3,0	2,8	3,0	3,0
$\delta_{V,\infty}$, мм	4,5	4,5	4,3	4,5	4,5

¹⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание с трещинами и без трещин (класс бетона по прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$).

А.7 Анкеры марок HUS3-H, HUS3-HF и HUS3-C

Анкеры марок HUS3-H, HUS3-HF и HUS3-C предназначены для установки в бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (бетон класса прочности на сжатие от $C^{20}_{/25}$ до $C^{50}_{/60}$). Анкеры марок HUS3-H, HUS3-HF и HUS3-C устанавливаются в отверстия, выполненные в режиме перфорирования (сверление с ударом).

Таблица А.34 – Геометрические параметры установки анкеров марок HUS3-H, HUS3-HF и HUS3-C в проектное положение¹⁾

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия								
	8			10			14		
h_{nom}	50	60	70	55	75	85	65	85	115
h_{ef}	40	46,4	54,9	41,6	58,6	67,1	49,3	66,3	91,8

Окончание таблицы А.34

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия								
	8			10			14		
h_{min}	100	100	120	100	130	140	120	160	200
c_{min}	50	50	50	50	50	60	60	75	75
s_{min}	40	50	50	50	50	60	60	75	75
¹⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание с трещинами и без трещин.									

Таблица А.35 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HUS3-Н и HUS3-С, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия								
	8			10			14		
h_{nom} , мм	50	60	70	55	75	85	65	85	115
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)									
$N_{Rk,s}$, кН	39,2			62,2			96,6		
$\gamma_{Ms,N}$	1,4			1,4			1,4		
2 Расчет анкерного крепления по прочности сцепления при разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием (6.1.2)									
$N_{Rk,p}$, кН, для анкера, установленного в строительное основание из бетона класса прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$:									
– без трещин	9	12	16	12	20	— ¹⁾	— ¹⁾	— ¹⁾	— ¹⁾
– с трещинами	6	9	12	— ¹⁾	— ¹⁾	— ¹⁾	— ¹⁾	— ¹⁾	— ¹⁾
$\gamma_{Mp,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
ψ_c , для основания, выполненного из бетона класса прочности:									
$C^{20}/_{25}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$C^{25}/_{30}$	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
$C^{28}/_{35}$	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
$C^{32}/_{40}$	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
$C^{35}/_{45}$	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
$C^{40}/_{50}$	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
$C^{45}/_{55}$	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
$C^{50}/_{60}$	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)									
h_{ef} , мм	40	46,4	54,9	41,6	58,6	67,1	49,3	66,3	91,8
$\gamma_{Mc,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
4 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)									
$C_{cr,sp}$, мм	60	70	85	65	90	110	85	100	140
$S_{cr,sp}$, мм	120	140	170	130	180	220	170	200	280
$\gamma_{Msp,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
¹⁾ Допускается не выполнять проверку несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием.									

Таблица А.36 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HUS3-Н и HUS3-С, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия								
	8			10			14		
h_{nom} , мм	50	60	70	55	75	85	65	85	115
h_{ef} , мм	40,0	46,4	54,9	41,6	58,6	67,1	49,3	66,3	91,8
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)									
$V_{Rk,s}$, кН	17			28			45		
$M_{Rk,s}^0$, Н·м	46			92			187		
$\gamma_{Ms,V}$	1,5			1,5			1,5		
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)									
$\gamma_{Mcp,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
k	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (6.2.3)									
L_f , мм	40,0	46,4	54,9	41,6	58,6	67,1	49,3	66,3	91,8
$\gamma_{Mc,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
d_{nom} , мм	8	8	8	10	10	10	14	14	14

Таблица А.37 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HUS3-Н и HUS3-С, для его расчета по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия								
	8			10			14		
h_{nom} , мм	50	60	70	55	75	85	65	85	115
Анкер, установленный в основание, выполненное из бетона без трещин:									
N_{cont} , кН	6,6	8,9	11,8	8,7	14,8	20,5	12,9	20,1	32,8
$\delta_{N,0}$, мм	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5
Анкер, установленный в основание, выполненное из бетона с трещинами:									
N_{cont} , кН	4,3	5,7	7,6	5,7	9,5	13,2	8,3	13,0	21,2
$\delta_{N,0}$, мм	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,7	0,7	0,6	0,4	0,4	0,5	0,9	1,2	1,0
¹⁾ Для анкеров, установленных в основание, выполненное из бетона класса прочности на сжатие от C ²⁰ / ₂₅ до C ⁵⁰ / ₆₀ .									

Таблица А.38 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HUS3-Н и HUS3-С, для его расчета по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия								
	8			10			14		
h_{nom} , мм	50	60	70	55	75	85	65	85	115

Окончание таблицы А.38

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия								
	8			10			14		
V_{cont} , кН	8,1			13,3			21,4		
$\delta_{V,0}$, мм	2,5	3,4	2,9	3,8	3,7	3,2	3,6	3,2	2,4
$\delta_{V,\infty}$, мм	3,7	5,1	4,4	5,7	5,5	4,9	5,4	6,9	3,5
¹⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание с трещинами и без трещин (класс бетона по прочности на сжатие от $C^{20}_{/25}$ до $C^{50}_{/60}$).									

А.8 Анкеры марок HUS-A, HUS-H, HUS-HR, HUS-CR, HUS-I и HUS-P

Анкеры марок HUS-A, HUS-H, HUS-HR, HUS-CR, HUS-I и HUS-P предназначены для установки в бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (бетон класса прочности на сжатие от $C^{20}_{/25}$ до $C^{50}_{/60}$). Анкеры марок HUS-A, HUS-H, HUS-HR, HUS-CR, HUS-I и HUS-P устанавливают в отверстия, выполненные в режиме перфорирования (сверление с ударом).

Таблица А.39 – Геометрические параметры установки анкеров марок HUS-A, HUS-H, HUS-HR, HUS-CR, HUS-I и HUS-P в проектное положение

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра для анкеров марок										
	HUS-A, HUS-H, HUS-I	HUS-P	HUS-HR	HUS-CR и HUS-HR		HUS-H		HUS-CR и HUS-HR		HUS-HR	
	6			8		10		10		14	
h_{nom}	55	55	55	60	80	70	85	70	90	70	110
h_{ef}	42	42	45	47	64	54	67	54	71	52	86
h_{min}	100	100	100	100	120	110	130	120	140	140	160
$c_{min}^{1)}$	35	35	35	45	50	50	50	50	50	50	60
$c_{min}^{2)}$	35	35	35	45	50	50	50	50	50	50	60
$s_{min}^{1)}$	35	35	35	45	50	65	65	50	50	50	60
$s_{min}^{2)}$	35	35	35	45	50	65	65	50	50	50	60
¹⁾ Для основания, выполненного из бетона с трещинами.											
²⁾ Для основания, выполненного из бетона без трещин.											

Таблица А.39 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HUS-A, HUS-H, HUS-HR, HUS-CR, HUS-I и HUS-P, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра для анкеров марок										
	HUS-A, HUS-H, HUS-I	HUS-P	HUS-HR	HUS-CR и HUS-HR		HUS-H		HUS-CR и HUS-HR		HUS-HR	
	6			8		10		10		14	
h_{nom} , мм	55	55	55	60	80	70	85	70	90	70	110

Окончание таблицы А.39

Параметр	Значение параметра для анкеров марок										
	HUS-A, HUS-H, HUS-I	HUS-P	HUS-HR	HUS-CR и HUS-HR		HUS-H		HUS-CR и HUS-HR		HUS-HR	
	6			8		10				14	
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)											
$N_{RK,s}$, кН	25,0	25,0	24,0	34,0	34,0	55,4	55,4	52,6	52,6	102,2	102,2
$\gamma_{Ms,N}$	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием (6.1.2)											
$N_{RK,p}$, кН ¹⁾	6,0	6,0	5,0	6,0	12	7,5	16	9,0	16	12	25
$N_{RK,p}$, кН ²⁾	9,0	7,5	9,0	12	16	12	20	16	25	— ³⁾	— ³⁾
$\gamma_{Mp,N}$	1,8	1,8	2,1	1,8	1,8	2,0	2,1	1,8	1,8	1,8	1,8
ψ_c , для основания, выполненного из бетона класса прочности:											
$C^{20}_{/25}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$C^{25}_{/30}$	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,09	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
$C^{28}_{/35}$	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
$C^{32}_{/40}$	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,22	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
$C^{35}_{/45}$	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,27	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
$C^{40}_{/50}$	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,32	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
$C^{45}_{/55}$	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,37	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
$C^{50}_{/60}$	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,42	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)											
h_{ef} , мм	42	42	45	47	64	54	67	54	71	52	86
$\gamma_{Mc,N}$	1,8	1,8	2,1	1,8	1,8	1,8	2,1	1,8	1,8	1,8	1,8
4 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)											
$C_{cr,sp}$, мм	$1,5 \cdot h_{ef}$	$1,5 \cdot h_{ef}$	$1,5 \cdot h_{ef}$	$1,5 \cdot h_{ef}$	$1,5 \cdot h_{ef}$	$1,5 \cdot h_{ef}$	$1,5 \cdot h_{ef}$	$1,8 \cdot h_{ef}$	$1,8 \cdot h_{ef}$	$1,8 \cdot h_{ef}$	$1,8 \cdot h_{ef}$
$S_{cr,sp}$, мм	$3,0 \cdot h_{ef}$	$3,0 \cdot h_{ef}$	$3,0 \cdot h_{ef}$	$3,0 \cdot h_{ef}$	$3,0 \cdot h_{ef}$	$3,0 \cdot h_{ef}$	$3,0 \cdot h_{ef}$	$3,6 \cdot h_{ef}$	$3,6 \cdot h_{ef}$	$3,6 \cdot h_{ef}$	$3,6 \cdot h_{ef}$
$\gamma_{Msp,N}$	1,8	1,8	2,1	1,8	1,8	1,8	2,1	1,8	1,8	1,8	1,8
¹⁾ Для основания, выполненного из бетона с трещинами (бетон класса прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$). ²⁾ Для основания, выполненного из бетона без трещин (бетон класса прочности на сжатие $C^{20}_{/25}$). ³⁾ Проверку допускается не выполнять.											

Таблица А.40 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HUS-A, HUS-H, HUS-HR, HUS-CR, HUS-I и HUS-P, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра для анкеров марок										
	HUS-A, HUS-H, HUS-I	HUS-P	HUS-HR	HUS-CR и HUS-HR		HUS-H		HUS-CR и HUS-HR		HUS-HR	
	6			8		10		10		14	
h_{nom} , мм	55	55	55	60	80	70	85	70	90	70	110
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)											
$V_{RK,s}$, кН	12,5	12,5	17,0	26,0	26,0	23,8	23,8	33,0	33,0	55,0	77,0
$M^0_{RK,s}$, Н·м	21	21	19	36	36	70	70	66	66	193	193
$\gamma_{Ms,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Окончание таблицы А.40

Параметр	Значение параметра для анкеров марок										
	HUS-A, HUS-H, HUS-I	HUS-P	HUS-HR	HUS-CR и HUS-HR		HUS-H		HUS-CR и HUS-HR		HUS-HR	
	6			8		10				14	
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)											
$\gamma_{Mcp, V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
k	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (6.2.3)											
L_f , мм	42	42	45	47	64	54	67	54	71	52	86
$\gamma_{Mc, V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
d_{nom} , мм	6	6	6	8	8	10	10	10	10	14	14

Таблица А.41 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HUS-A, HUS-H, HUS-HR, HUS-CR, HUS-I и HUS-P, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра для анкеров марок										
	HUS-A, HUS-H, HUS-I	HUS-P	HUS-HR	HUS-CR и HUS-HR		HUS-H		HUS-CR и HUS-HR		HUS-HR	
	6			8		10		10		14	
$h_{ном}$, мм	55	55	55	60	80	70	85	70	90	70	110
Анкер, установленный в основание, выполненное из бетона без трещин:											
N_{cont} , кН	3,6	3,0	3,1	4,8	6,3	4,8	6,8	6,3	9,9	7,5	16
$\delta_{N,0}$, мм	0,2	0,2	0,8	0,7	1,6	0,2	0,3	0,3	1,3	0,7	1,0
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,3	0,3	0,8	0,7	1,6	0,3	0,7	0,3	1,3	0,7	1,0
Анкер, установленный в основание, выполненное из бетона с трещинами:											
N_{cont} , кН	2,4	2,4	1,7	2,4	4,8	3,0	4,1	3,6	6,3	4,8	9,9
$\delta_{N,0}$, мм	0,1	0,1	0,4	0,5	0,7	0,2	0,3	0,3	0,6	0,9	1,4
$\delta_{N,\infty}$, мм	0,6	0,6	0,5	0,7	1,1	0,3	0,7	0,6	1,1	1,1	1,4
¹⁾ Основание выполнено из бетона класса прочности на сжатие от $C^{20}_{/25}$ до $C^{50}_{/60}$.											

Таблица А.42 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием анкеров марок HUS-A, HUS-H, HUS-HR, HUS-CR, HUS-I и HUS-P, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра для анкеров марок										
	HUS-A, HUS-H, HUS-I	HUS-P	HUS-HR	HUS-CR и HUS-HR		HUS-H		HUS-CR и HUS-HR		HUS-HR	
	6			8		10		10		14	
$h_{ном}$, мм	55	55	55	60	80	70	85	70	90	70	110
V_{cont} , кН	6,0	6,0	7,8	11,0	12,4	10,3	10,3	13,6	15,7	12,9	27,3
$\delta_{V,0}$, мм	1,9	1,9	0,4	2,0	2,3	1,5	1,5	1,1	1,7	3,5	3,9
$\delta_{V,\infty}$, мм	2,8	2,8	0,5	2,4	2,9	2,3	2,3	1,5	2,4	3,9	4,3
¹⁾ Для анкеров, установленных в (класс бетона по прочности на сжатие от $C^{20}_{/25}$ до $C^{50}_{/60}$) строительное основание с трещинами и без трещин.											

А.9 Химические анкеры марки HVU с использованием шпильки HAS

Химические анкеры марки HVU с использованием шпильки HAS состоят из следующих компонентов (далее – химические анкеры марки HVU (шпилька HAS)):

- твердеющая со временем композиция – HVU;
- фиксирующие элементы – шпильки HAS (HAS-R и HAS-HCR).

Химические анкеры марки HVU (шпилька HAS) допускается применять в бетонном или железобетонном строительном основании без трещин (бетон класса прочности на сжатие от $C^{20}_{/25}$ до $C^{50}_{/60}$). Анкеры марки HVU (шпилька HAS) устанавливают в отверстия, выполненные в режиме перфорирования (сверление с ударом). Допустимые температурные режимы эксплуатации анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HVU (шпилька HAS), приведены в таблице А.43.

Таблица А.43 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химических анкеров марки HVU (шпилька HAS)

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
IV	От минус 43 до 80	Не выше 50	80
V	От минус 43 до 120	Не выше 72	120

Таблица А.44 – Геометрические параметры устройства химических анкеров марки HVU (шпилька HAS) в проектное положение¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
h_{ef} , мм	80	90	110	125	170	210	240	270
d_0 , мм	10	12	14	18	22	28	30	35
h_{min} , мм	110	120	140	170	220	270	300	340
c_{min} , мм	40	45	55	65	90	120	130	135
s_{min} , мм	40	45	55	65	90	120	130	135

¹⁾ Для анкерного крепления, выполненного в строительном основании без трещин.

Таблица А.45 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HVU (шпилька HAS), для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)								
$N_{Rk,s}$, кН, для анкеров, выполненных с использованием шпильки: HAS класса прочности 5.8	17	26	38	72	112	160	–	–

Окончание таблицы А.45

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
HAS класса прочности 8.8	27	42	61	115	179	256	347	422
HAS-R	23	37	53	101	157	224	217	263
HAS-HCR	27	42	61	115	179	224	—	—
$\gamma_{Ms,N}$, для анкеров, выполненных с использованием шпильки:								
HAS класса прочности 5.8 и 8.8	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
HAS-R	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	2,86	2,86
HAS-HCR	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	2,10	—	—
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)								
h_{ef} , мм	80	90	110	125	170	210	240	270
$\gamma_{Mc,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)								
$c_{cr,sp}$, мм при условии: $h/h_{ef} \leq 1,3$ $1,3 < h/h_{ef} < 2,0$ $h/h_{ef} \geq 2,0$ $s_{cr,sp}$, мм $\gamma_{Msp,N}$	$2,26 \cdot h_{ef}$ $4,60 \cdot h_{ef} - 1,80 \cdot h$ h_{ef} $2 \cdot c_{cr,sp}$ $1,5$							
4 Расчет анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.5)								
d_{nom} , мм	8	10	12	16	20	24	27	30
$\tau_{Rk,urc}$ ¹⁾ , Н/мм ² , для температурного режима эксплуатации анкера:								
I	12,4	12,4	12,1	9,5	10,8	8,8	9,8	9,8
IV	9,9	8,8	9,6	8,0	7,0	7,3	6,9	6,7
V	4,5	4,2	3,9	4,0	3,7	3,8	3,7	2,9
ψ_c , для основания, выполненного из бетона класса прочности:								
C ²⁰ / ₂₅	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C ²⁵ / ₃₀	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
C ²⁸ / ₃₅	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
C ³² / ₄₀	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
C ³⁵ / ₄₅	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
C ⁴⁰ / ₅₀	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
C ⁴⁵ / ₅₅	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
C ⁵⁰ / ₆₀	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
$\gamma_{Mp,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
¹⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание без трещин (класс прочности бетона на сжатие C ²⁰ / ₂₅).								

Таблица А.46 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HVU (шпилька HAS), для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
h_{ef} , мм	80	90	110	125	170	210	240	270
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)								
$V_{Rk,s}$, кН, для анкеров, выполненных с использованием шпильки:								
HAS класса прочности 5.8	8,5	13,0	19,0	36,0	56,0	80,0	–	–
HAS класса прочности 8.8	13,5	21,0	30,5	58,0	90,0	128,0	174,0	211,0
HAS-R	12,0	18,0	27,0	51,0	79,0	112,0	108,0	132,0
HAS-HCR	13,0	21,0	31,0	58,0	90,0	112,0	–	–
$M_{Rk,s}^0$, Н·м, для анкеров, выполненных с использованием шпильки:								
HAS класса прочности 5.8	16,0	33,0	56,0	147,0	284,0	486,0	–	–
HAS класса прочности 8.8	25,5	53,0	90,0	234,0	455,0	777,0	1223,0	1637,0
HAS-R	23,0	45,0	79,0	205,0	398,0	680,0	765,0	1023,0
HAS-HCR	26,0	52,0	90,0	234,0	455,0	680,0	–	–
$\gamma_{Ms,v}$, для анкеров, выполненных с использованием шпильки:								
HAS классов прочности 5.8 и 8.8	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
HAS-R	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	2,38	2,38
HAS-HCR	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,75	–	–
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)								
$\gamma_{Mcp,v}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
k	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с края откалыванием строительного основания (6.2.3)								
L_f , мм	80	90	110	125	170	210	240	270
$\gamma_{Mc,v}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
d_{nom} , мм	8	10	12	16	20	24	27	30

Таблица А.47 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HVU (шпилька HAS), для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
N_{cont} , кН, для температурного режима эксплуатации анкера:								
I	8,1	12,4	18,1	28,6	53,3	66,7	85,2	119,0
IV	8,1	11,9	18,1	23,8	35,7	54,8	66,7	81,0
V	4,3	5,7	7,6	11,9	19,0	28,6	35,7	35,7

Окончание таблицы А.47

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
$\delta_{N,0}$, мм, для температурного режима эксплуатации анкера:								
I	0,15	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30	0,40	0,45
IV	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,30
V	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15
$\delta_{N,\infty}$, мм, для температурного режима эксплуатации анкера:								
I	0,40	0,45	0,50	0,55	0,80	0,80	1,00	1,10
IV	0,40	0,40	0,50	0,50	0,55	0,65	0,65	0,70
V	0,20	0,20	0,20	0,25	0,30	0,35	0,35	0,35
¹⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание без трещин (класс бетона по прочности на сжатие $C^{20}_{25} - C^{50}_{60}$).								

Таблица А.48 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HVU (шпилька HAS), для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
V_{cont} , кН	4,9	7,4	10,9	20,6	32	45,7	99,4	120,6
$\delta_{V,0}$, мм	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	2,8	3,4
$\delta_{V,\infty}$, мм	0,6	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	4,2	5,1
¹⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание без трещин (класс бетона по прочности на сжатие $C^{20}_{25} - C^{50}_{60}$).								

А.10 Химические анкеры марки HVU с использованием втулок HIS-N и HIS-RN

Химические анкеры марки HVU с использованием втулок HIS-N и HIS-RN состоят из следующих элементов (далее – химический анкер марки HVU (втулки HIS-N и HIS-RN)):

- твердеющая со временем композиция – HVU;
- фиксирующие элементы:
 - втулки HIS-N совместно с болтами и шпильками, изготовленными из стали класса прочности 8.8 (по ГОСТ ISO 898-1);
 - втулки HIS-RN совместно с болтами и шпильками, изготовленными из нержавеющей стали класса прочности 70 (по ГОСТ ISO 3506-1).

Химические анкеры марки HVU (втулки HIS-N и HIS-RN) предназначены для установки в бетонное или железобетонное строительное основание без трещин (бетон класса прочности на сжатие от $C^{20}_{/25}$ до $C^{50}_{/60}$). Анкеры марки HVU (втулки HIS-N и HIS-RN) устанавливаются в отверстия, выполненные в режиме перфорирования (сверление с ударом). Допустимые температурные режимы эксплуатации анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HVU (втулки HIS-N и HIS-RN) приведены в таблице А.49.

Таблица А.49 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химических анкеров марки HVU (втулки HIS-N и HIS-RN)

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
IV	От минус 43 до 80	Не выше 50	80
V	От минус 43 до 120	Не выше 72	120

Таблица А.50 – Геометрические параметры устройства химических анкеров марки HVU (втулки HIS-N и HIS-RN) в проектное положение

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
h_{ef}	90	110	125	170	205
d_0	14	18	22	28	32
h_{min}	120	150	170	230	270
c_{min}	40	45	60	80	125
s_{min}	40	45	60	80	125

Таблица А.51 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HVU (втулки HIS-N и HIS-RN), для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)					
N_{Rks} , кН, для анкеров, выполненных с использованием:					
– втулки HIS-N, а также болта (шпильки) из стали класса прочности 8.8	17	26	38	72	112
– втулки HIS-RN, а также болта (шпильки) из нержавеющей стали класса прочности 70 (по ГОСТ ISO 3506-1)	27	42	61	115	179

Окончание таблицы А.51

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
$\gamma_{Ms,N}$, для анкеров, выполненных с использованием: – втулки HIS-N, а также болта (шпильки) из стали класса прочности 8.8 – втулки HIS-RN, а также болта (шпильки) из нержавеющей стали класса прочности 70 (по ГОСТ ISO 3506-1)	1,43	1,50	1,50	1,47	1,47
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)	1,87	1,87	1,87	1,87	2,40
h_{ef} , мм	90	110	125	170	205
$\gamma_{Mc,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)					
$c_{cr,sp}$, мм, при условии: $h/h_{ef} \leq 1,3$ $1,3 < h/h_{ef} < 2,0$ $h/h_{ef} \geq 2,0$ $s_{cr,sp}$, мм $\gamma_{Msp,N}$	$2,26 \cdot h_{ef}$ $4,60 \cdot h_{ef} - 1,80 \cdot h$ h_{ef} $2 \cdot c_{cr,sp}$ $1,5$				
4 Расчет анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении по границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.5)					
d_{nom} , мм	12,5	16,5	20,5	25,4	27,6
$\tau_{Rk,urc}^{1)}$, Н/мм ² , для температурного режима эксплуатации анкера:					
I	7,1	6,1	6,2	7,0	7,9
IV	5,7	6,1	6,2	5,5	5,3
V	2,5	2,1	2,0	2,9	2,8
ψ_c , для основания, выполненного из бетона класса прочности:					
C ²⁰ / ₂₅	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C ²⁵ / ₃₀	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
C ²⁸ / ₃₅	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
C ³² / ₄₀	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
C ³⁵ / ₄₅	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
C ⁴⁰ / ₅₀	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
C ⁴⁵ / ₅₅	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
C ⁵⁰ / ₆₀	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
$\gamma_{Mp,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
¹⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание без трещин (класс бетона по прочности на сжатие C ²⁰ / ₂₅).					

Таблица А.52 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HVU (втулки HIS-N и HIS-RN), для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
h_{ef} , мм	90	110	125	170	205
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)					
$V_{Rk,s}$, кН, для анкеров, выполненных с использованием:					
– втулки HIS-N, а также болта (шпильки) из стали класса прочности 8.8	13	23	39	59	55
– втулки HIS-RN, а также болта (шпильки) нержавеющей стали класса прочности 70 (по ГОСТ ISO 3506-1)	13	20	30	55	83
$M_{Rk,s}^0$, Н·м, для анкеров, выполненных с использованием:					
– втулки HIS-N, а также болта (шпильки) из стали класса прочности 8.8	30	60	105	266	519
– втулки HIS-RN, а также болта (шпильки) нержавеющей стали класса прочности 70 (по ГОСТ ISO 3506-1)	26	52	92	233	454
$\gamma_{Ms,V}$, для анкеров, выполненных с использованием:					
– втулки HIS-N, а также болта (шпильки) из стали класса прочности 8.8	1,25	1,25	1,50	1,50	1,50
– втулки HIS-RN, а также болта (шпильки) нержавеющей стали класса прочности 70 (по ГОСТ ISO 3506-1)	1,56	1,56	1,56	1,56	2,00
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)					
$\gamma_{Mcp,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
k	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (6.2.3)					
L_f , мм	90	110	125	170	205
$\gamma_{Mc,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
d_{nom} , мм	12,5	16,5	20,5	25,4	27,6

Таблица А.53 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HVU (втулки HIS-N и HIS-RN), для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
N_{cont} , кН, для температурного режима эксплуатации анкера:					
I	11,9	19,0	28,6	45,2	53,0
IV	9,5	15,7	22,5	35,7	45,2
V	4,3	7,6	9,5	19,0	23,8
$\delta_{N,0}$, мм, для температурного режима эксплуатации анкера:					
I	0,20	0,20	0,25	0,30	0,35
IV	0,15	0,20	0,20	0,25	0,30
V	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15
$\delta_{N,\infty}$, мм, для температурного режима эксплуатации анкера:					
I	0,50	0,55	0,65	0,80	0,85
IV	0,40	0,45	0,50	0,65	0,70
V	0,2	0,20	0,20	0,35	0,40
¹⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание без трещин (класса бетона по прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$).					

Таблица А.54 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HVU (втулки HIS-N и HIS-RN), для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
V_{cont} , кН	7,4	13,1	18,6	28,1	26,2
$\delta_{V,0}$, мм	0,7	1	1,1	1,6	2,0
$\delta_{V,\infty}$, мм	1,1	1,5	1,7	2,4	3,0
¹⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание без трещин (класса бетона по прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$).					

А.11 Химические анкеры марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 100, HIT-HY 200-A с использованием шпилек HIT-V и HAS

Химические анкеры состоят из следующих элементов:

- химический анкер марки HIT-RE 500 V3:
 - твердеющая со временем композиция – HIT-RE 500 V3;
 - фиксирующий элемент – шпильки HIT-V (в том числе HIT-V-R и HIT-V-HCR);

- химический анкер марки HIT-HY 100:
 - твердеющая со временем композиция – HIT-HY 100;
 - фиксирующий элемент – шпильки HIT-V (в том числе HIT-V-R и HIT-V-HCR);
- химический анкер марки HIT-HY 200-A:
 - твердеющая со временем композиция – HIT-HY 200-A;
 - фиксирующий элемент – шпильки HIT-V (в том числе HIT-V-R и HIT-V-HCR).

Шпильки могут быть изготовлены из стали класса прочности 5.8 и 8.8 (по ГОСТ ISO 898-1). Допустимые области применения химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 100 и HIT-HY 200-A приведены в таблице А.55.

Таблица А.55¹⁾

Марка химического анкера	Строительное основание	Способ устройства отверстия в строительном основании для нагнетания композиции
HIT-RE 500 V3	Бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$). Анкер допускается использовать в водонасыщенном основании	1 В режиме перфорирования (сверление с ударом) 2 Выбуривание отверстий специальными устройствами с использованием буров с алмазными коронками (алмазное сверление) и бура Hilti TE-YRT (с созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия)
HIT-HY 200-A	Бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$)	В режиме перфорирования (сверление с ударом)
HIT-HY 100	Бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$)	В режиме перфорирования (сверление с ударом)
¹⁾ Шпильки HAS (в том числе HAS-R и HAS-HCR) допускается применять только совместно с твердеющей со временем композицией HIT-RE 500 V3.		

Допустимые температурные режимы эксплуатации анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 100 и HIT-HY 200-A, приведены в таблицах А.56 – А.58.

Таблица А.56 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химических анкеров марки HIT-RE 500 V3

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
III	От минус 43 до 70	Не выше 43	70

Таблица А.57 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химических анкеров марок HIT-HY 200-A

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
IV	От минус 43 до 80	Не выше 50	80
V	От минус 43 до 120	Не выше 72	120

Таблица А.58 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химических анкеров марок HIT-HY 100

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
IV	От минус 43 до 80	Не выше 50	80

Таблица А.59 – Геометрические параметры установки химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 100 и HIT-HY 200-A в проектное положение

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
h_{ef} , для химических анкеров марок:								
HIT-RE 500 V3	60–160	60–200	70–240	80–320	90–400	96–480	108–540	120–600
HIT-HY 100	60–160	60–200	70–240	80–320	90–400	100–480	110–540	120–600
HIT-HY 200-A	60–160	60–200	70–240	80–320	90–400	96–480	108–540	120–600
d_0	10	12	14	18	22	28	30	35
$h_{min}^{1)}$	a_1	a_1	a_1	a_2	a_2	a_2	a_2	a_2
c_{min} , для химических анкеров марок:								
HIT-RE 500 V3	40	45	45	50	55	60	75	80
HIT-HY 100	40	50	60	80	100	120	135	150
HIT-HY 200-A	40	50	60	80	100	120	135	150
s_{min} , для химических анкеров марок:								
HIT-RE 500 V3	40	50	60	75	90	115	120	140
HIT-RE 500 с использованием шпилек HIT-V	40	50	60	80	100	120	135	150
HIT-HY 100	40	50	60	80	100	120	135	150
HIT-HY 200-A	40	50	60	80	100	120	135	150

¹⁾ $a_1 = h_{ef} + 30$ мм (но не менее 100 мм) и $a_2 = h_{ef} + 2 \cdot d_0$.

Таблица А.60 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 100 и HIT-HY 200-A, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)								
$N_{Rk,s}$, кН, для шпильки:								
HIT-V из стали класса прочности 5.8	18	29	42	79	123	177	230	281
HIT-V из стали класса прочности 8.8	29	46	67	126	196	282	367	449
HIT-V-R	26	41	59	110	172	247	230	281
HIT-V-HCR	29	46	67	126	196	247	321	393
HAS из стали класса прочности 5.8	17	26	38	72	112	160	–	–
HAS из стали класса прочности 8.8	–	–	–	–	–	–	347	422
HAS-R	23	37	53	101	157	224	217	263
HAS-HCR	27	42	61	115	180	224	304	369
$\gamma_{Ms,N}$, для шпильки:								
HIT-V из стали класса прочности 5.8	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
HIT-V из стали класса прочности 8.8	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
HIT-V-R	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	2,86	2,86
HIT-V-HCR	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	2,10	2,10	2,10
HAS из стали класса прочности 5.8	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
HAS из стали класса прочности 8.8	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
HAS-R	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	2,86	2,86
HAS-HCR	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	2,10	2,10	2,10
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)								
$\gamma_{Ms,N}$, для анкера HIT-RE 500 V3, в зависимости от способа устройства отверстия в строительном основании:								
сверление с ударом	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Продолжение таблицы А.60

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
сверление с ударом в водонасыщенном основании	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
сверление с ударом с использованием буров ТЕ-CD и ТЕ-YD	—	—	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
алмазное сверление	1,8	1,8	1,8	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
алмазное сверление с использованием бура Hilti TE-YRT (с созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия)	—	—	—	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
$\gamma_{Mc,N}$, для анкера HIT-HY 200-A	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
$\gamma_{Mc,N}$, для анкера HIT-HY 100	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)								
$c_{\alpha,sp}$, мм, при условии: $h/h_{ef} \leq 1,3$ $1,3 < h/h_{ef} < 2,0$ $h/h_{ef} \geq 2,0$ $s_{cr,sp}$, мм $\gamma_{Msp,N}$	$\frac{2,26 \cdot h_{ef}}{4,6 \cdot h_{ef} - 1,8 \cdot h}$ $2 \cdot c_{cr,sp}$ $\gamma_{Msp,N} = \gamma_{Mc,N} \text{ (см. пункт 2 настоящей таблицы)}$							
4 Расчет анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении по границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.5)								
d_{nom} , мм ψ_c , для основания, выполненного из бетона класса прочности ²⁾ : $C^{20}_{/25}$ $C^{25}_{/30}$ $C^{28}_{/35}$ $C^{32}_{/40}$ $C^{35}_{/45}$ $C^{40}_{/50}$ $C^{45}_{/55}$ $C^{50}_{/60}$ $\tau_{Rk,rc}$ и $\tau_{Rk,urc}$, Н/мм ² $\gamma_{Mp,N}$	8 <							

Окончание таблицы А.60

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
¹⁾ Химические анкеры марки HIT-RE 500 V3 выполнены с использованием шпилек HIT-V и HAS. ²⁾ При использовании химических анкеров марки Hilti HIT-RE 500 V3, в случае устройства отверстия в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции специальными устройствами с использованием бура Hilti TE-YRT (с созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия) значение коэффициента ψ_c принимают равным 1,0 независимо от класса прочности бетона на сжатие.								

Таблица А.61 – Нормативное значение прочности сцепления на границе контакта слоя затвердевшей композиции для химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 100 и HIT-HY 200-A

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
$\tau_{Rk,urc}$, Н/мм ² , для строительного основания без трещин (класс бетона по прочности на сжатие C ²⁰ / ₂₅):								
– для анкера марки HIT-RE 500 V3 ¹⁾								
– температурный режим I	18,0	18,0	17,0	16,0	15,0	15,0	14,0	13,0
– то же III	14,0	13,0	13,0	12,0	12,0	11,0	10,0	10,0
– для анкера марки HIT-RE 500 V3 ²⁾								
– температурный режим I	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	11,0	11,0	11,0
– то же III	9,5	9,0	9,0	9,0	9,0	8,5	8,5	8,5
– для анкера марки HIT-RE 500 V3 ³⁾								
– температурный режим I	15,0	15,0	15,0	14,0	13,0	12,0	12,0	11,0
– то же III	12,0	11,0	11,0	10,0	10,0	9,5	9,0	8,5
– для анкера марки HIT-HY 200-A								
– температурный режим I	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
– то же IV	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
– « V	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
– для анкера марки HIT-HY 100								
– температурный режим I	14,0	14,0	14,0	13,0	12,0	11,0	10,0	8,5
– то же IV	12,0	12,0	12,0	12,0	11,0	10,0	9,0	7,0
$\tau_{Rk,rc}$, Н/мм ² , для строительного основания с трещинами (класс бетона по прочности на сжатие C ²⁰ / ₂₅):								
– для анкера марки HIT-RE 500 V3 ¹⁾								
– температурный режим I	6,5	7,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
– то же III	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
– для анкера марок HIT-HY 200-A								
– температурный режим I	7,5	7,5	8,5	8,5	8,5	9,0	9,0	9,0
– то же IV	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,5	7,5	7,5
– « V	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5	6,5
– для анкера марок HIT-HY 100								
– температурный режим I	–	5,5	5,5	5,5	–	–	–	–
– то же IV	–	4,0	4,0	4,0	–	–	–	–
¹⁾ Для устройства отверстий в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции применяются следующие способы: – в режиме перфорирования (сверление с ударом); – сверление с ударом, с использованием буров типа TE-CD и TE-YD; – выбуривание отверстий специальными устройствами с использованием бура Hilti TE-YRT (с созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия). ²⁾ Отверстия в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции выполнены способом алмазного сверления. ³⁾ Отверстия в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции выполнены способом сверления с ударом в водонасыщенном основании.								

Таблица А.62 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 100 и HIT-HY 200-A, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)								
$V_{Rk,s}$, кН, для анкеров, выполненных с использованием шпилек:								
HIT-V из стали класса прочности 5.8	9,0	15,0	21,0	39,0	61,0	88,0	115,0	140,0
HIT-V из стали класса прочности 8.8	15,0	23,0	34,0	63,0	98,0	141,0	184,0	224,0
HIT-V-R	13,0	20,0	30,0	55,0	86,0	124,0	115,0	140,0
HIT-V-HCR	15,0	23,0	34,0	63,0	98,0	124,0	161,0	196,0
HAS из стали класса прочности 5.8	8,5	13,0	19,0	36,0	56,0	80,0	—	—
HAS из стали класса прочности 8.8	—	—	—	—	—	—	174,0	211,0
HAS-R	12,0	19,0	27,0	51,0	79,0	112,0	108,0	132,0
HAS-HCR	13,0	21,0	31,0	58,0	90,0	112,0	152,0	184,0
$M_{Rk,s}^0$, Н·м, для анкеров, выполненных с использованием шпилек:								
HIT-V из стали класса прочности 5.8	19	37	66	167	325	561	832	1125
HIT-V из стали класса прочности 8.8	30	60	105	266	519	898	1332	1799
HIT-V-R	26	52	92	233	454	786	832	1124
HIT-V-HCR	30	60	105	266	520	786	1165	1574
HAS из стали класса прочности 5.8	16	33	56	147	284	486	—	—
HAS из стали класса прочности 8.8	—	—	—	—	—	—	1223	1637
HAS-R	23	45	79	205	398	680	764	1023
HAS-HCR	26	52	90	234	455	680	1070	1433
$\gamma_{Ms,V}$, для анкеров, выполненных с использованием шпилек:								
HIT-V и HAS из стали классов прочности 5.8 и 8.8	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
HIT-V-R и HAS-R	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	2,38	2,38
HIT-V-HCR и HAS-HCR	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,75	1,75	1,75
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)								
$\gamma_{Mcp,V}$	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
k , при условии:								
$h_{ef} < 60$ мм	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$h_{ef} \geq 60$ мм	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (6.2.3)								
d_{nom} , мм	8	10	12	16	20	24	27	30
$\gamma_{Mc,V}$	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
L_f , мм	$L_f = h_{ef}$, при этом $L_f \leq 8 \cdot d_{nom}$							

Таблица А.63 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 100 и HIT-HY 200-A, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Для анкеров, установленных в строительное основание без трещин								
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:								
I	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08
II	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:								
I	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	0,07	0,07	0,08
IV	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12
V	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,13	0,16
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 100, для температурного режима эксплуатации:								
I	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
IV	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:								
I	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,17	0,18	0,19
III	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:								
I	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,13	0,14	0,16
IV	0,04	0,05	0,06	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16
V	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 100, для температурного режима эксплуатации:								
I	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12
IV	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12
Для анкеров, установленных в строительное основание с трещинами								
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:								
I	0,02	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18
III	0,02	0,04	0,06	0,09	0,12	0,16	0,18	0,21
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:								
I	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
IV	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
V	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13

Окончание таблицы А.63

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 100, для температурного режима эксплуатации:								
I	–	0,09	0,10	0,11	–	–	–	–
IV	–	0,09	0,10	0,12	–	–	–	–
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:								
I	0,12	0,19	0,14	0,19	0,16	0,16	0,15	0,18
III	0,15	0,23	0,17	0,23	0,19	0,19	0,18	0,21
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:								
I	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
IV	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
V	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 100, для температурного режима эксплуатации:								
I	–	0,09	0,10	0,11	–	–	–	–
IV	–	0,09	0,10	0,12	–	–	–	–

Таблица А.64 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 100 и HIT-HY 200-A, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
$C_{V,0}$, мм/МПа	16,7	16,7	20,0	25,0	25,0	33,3	33,3	33,3
$C_{V,\infty}$, мм/МПа	11,1	12,5	12,5	16,7	16,7	20,0	20,0	20,0

¹⁾ Для анкерного крепления, выполненного в строительном основании с трещинами и без трещин.

А.12 Химические анкеры марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 с использованием втулок HIS

Химические анкеры марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 с использованием втулок HIS состоят из следующих элементов (далее – химические анкеры марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 (с использованием втулок HIS)):

- твердеющие со временем композиции – HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100;
- фиксирующие элементы:
 - втулки HIS-N совместно с болтами и шпильками, изготовленными из стали класса прочности 8.8 (по ГОСТ ISO 898-1);

– втулки HIS-RN совместно с болтами и шпильками, изготовленными из нержавеющей стали класса прочности 70 (по ГОСТ ISO 3506-1).

Допустимые области применения химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 (с использованием втулок HIS) приведены в таблице А.65.

Таблица А.65

Марка химического анкера	Строительное основание	Способ устройства отверстия в строительном основании для нагнетания композиции
HIT-RE 500, с использованием втулок HIS	Бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$). Анкер допускается использовать в водонасыщенном основании	1 В режиме перфорирования (сверление с ударом); 2 Выбуривание отверстий специальными устройствами с использованием буров с алмазными коронками (алмазное сверление) и бура Hilti TE-YRT (с созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия)
HIT-HY 200-A, с использованием втулок HIS	Бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$)	В режиме перфорирования (сверление с ударом)
HIT-HY 100, с использованием втулок HIS	Бетонное или железобетонное строительное основание без трещин (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$)	В режиме перфорирования (сверление с ударом)

Допустимые температурные режимы эксплуатации анкерного крепления, выполненного с применением химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 (с использованием втулок HIS) приведены в таблицах А.66 – А.68.

Таблица А.66 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химических анкеров марки HIT-RE 500 V3 (с использованием втулок HIS)

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
III	От минус 43 до 70	Не выше 43	70

Таблица А.67 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химических анкеров марки HIT-HY 200-A (с использованием втулок HIS)

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
IV	От минус 43 до 80	Не выше 50	80
V	От минус 43 до 120	Не выше 72	120

Таблица А.68 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химических анкеров марки HIT-HY 100 (с использованием втулок HIS)

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
IV	От минус 43 до 80	Не выше 50	80

Таблица А.69 – Геометрические параметры установки химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 (с использованием втулок HIS) в проектное положение¹⁾

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
h_{ef}	90	110	125	170	205
d_0	14	18	22	28	32
h_{min}	120	150	170	230	270
c_{min} , для химических анкеров марки:					
– HIT-RE 500 V3	40	45	55	65	90
– HIT-HY 200-A	40	45	55	65	90
– HIT-HY 100	40	45	55	65	90
s_{min} , для химических анкеров марки:					
– HIT-RE 500 V3	60	75	90	115	130
– HIT-HY 200-A	40	45	55	65	90
– HIT-HY 100	40	45	55	65	90

¹⁾ Для анкерного крепления, выполненного в строительном основании с трещинами и без трещин.

Таблица А.70 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 (с использованием втулок HIS), для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)					
N_{RkS} , кН, для втулки:					
– HIS-N совместно с болтами и шпильками из стали класса прочности 8.8	25	46	67	118	109
– HIS-N совместно с болтами и шпильками из нержавеющей класса прочности 70 (по ГОСТ ISO 3506-1)	26	41	59	110	166
$\gamma_{Ms,N}$, для втулки:					
– HIS-N совместно с болтами и шпильками из стали с классом прочности 8.8	1,43	1,50	1,50	1,47	1,47
– HIS-N совместно с болтами и шпильками из нержавеющей класса прочности 70	1,87	1,87	1,87	1,87	2,40

Продолжение таблицы А.70

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)					
$\gamma_{Mc,N}$, для химического анкера марки HIT-RE 500 V3 с использованием втулок HIS, в зависимости от способа устройства отверстия в строительном основании:					
– сверление с ударом	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
– сверление с ударом в водонасыщенном основании	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
– сверление с ударом с использованием буров TE-CD и TE-YD	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
– алмазное сверление	1,8	2,1	2,1	2,1	2,1
– алмазное сверление с использованием бура Hilti TE-YRT (с созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия)	–	1,5	1,5	1,5	1,5
$\gamma_{Mc,N}$, для химического анкера марки HIT-HY 200-A с использованием втулок HIS	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
$\gamma_{Mc,N}$, для химического анкера марки HIT-HY 100 с использованием втулок HIS	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)					
$c_{cr,sp}$, мм, при условии: $h/h_{ef} \leq 1,3$ $1,3 < h/h_{ef} < 2,0$ $h/h_{ef} \geq 2,0$ $s_{cr,sp}$, мм $\gamma_{Msp,N}$	$\frac{2,26 \cdot h_{ef}}{4,6 \cdot h_{ef} - 1,8 \cdot h}$ h_{ef} $2 \cdot c_{cr,sp}$ $\gamma_{Msp,N} = \gamma_{Mc,N} \text{ (см. пункт 2 настоящей таблицы)}$				
4 Расчет анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении по границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.5)					
d_{nom} , мм	12,5	16,5	20,5	25,4	27,6
ψ_c , для основания, выполненного из бетона класса прочности ¹⁾ :					
$C^{20}_{/25}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$C^{25}_{/30}$	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
$C^{28}_{/35}$	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
$C^{32}_{/40}$	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
$C^{35}_{/45}$	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
$C^{40}_{/50}$	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
$C^{45}_{/55}$	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
$C^{50}_{/60}$	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
$\tau_{Rk,rc}$ и $\tau_{Rk,urc}$, Н/мм ² $\gamma_{Mp,N}$	По таблице А.71 $\gamma_{Mp,N} = \gamma_{Mc,N} \text{ (см. пункт 2 настоящей таблицы)}$				

Окончание таблицы А.70

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
¹⁾ При использовании химических анкеров марки Hilti HIT-RE 500 V3 совместно с втулками HIS, в случае устройства отверстия в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции способом алмазного сверления с использованием бура Hilti TE-YRT (с созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия), значение коэффициента ψ_c принимают равным 1,0 независимо от класса прочности бетона на сжатие.					

Таблица А.71 – Нормативное значение прочности сцепления на границе контакта слоя затвердевшей композиции для химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 (с использованием втулок HIS)

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
$\tau_{Rk,urc}$, Н/мм ² , для строительного основания без трещин (класс бетона по прочности на сжатие C ²⁰ / ₂₅): – для анкера марки HIT-RE 500 V3 ¹⁾ : – температурный режим I – то же III – для анкера марки HIT-RE 500 V3 ²⁾ : – температурный режим I – то же III – для анкера марки HIT-RE 500 V3 ³⁾ : – температурный режим I – то же III – для анкера марки HIT-HY 200-A: – температурный режим I – то же IV – « V – для анкера марки HIT-HY 100: – температурный режим I – то же IV	13,00 10,00 8,50 6,50 11,00 8,50 13,00 11,00 9,50 9,90 8,40	13,00 10,00 8,50 6,50 11,00 8,50 13,00 11,00 9,50 8,70 8,70	13,00 10,00 9,00 6,50 11,00 8,50 13,00 11,00 9,50 9,30 7,46	13,00 10,00 9,00 7,00 11,00 8,50 13,00 11,00 9,50 7,00 7,00	13,00 10,00 9,50 7,00 11,00 8,50 13,00 11,00 9,50 6,40 5,30
$\tau_{Rk,rc}$, Н/мм ² , для строительного основания с трещинами (класс бетона по прочности на сжатие C ²⁰ / ₂₅): – для анкера марки HIT-RE 500 V3 ¹⁾ : – температурный режим I – то же III – для анкера марки HIT-HY 200-A с использованием втулок HIS: – температурный режим I – то же IV – « V	8,50 7,00 7,00 5,50 5,00	8,50 7,00 7,00 5,50 5,00	8,50 7,00 7,00 5,50 5,00	8,50 7,00 7,00 5,50 5,00	8,50 7,00 7,00 5,50 5,00
¹⁾ Для устройства отверстий в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции применяются следующие способы: – сверление с ударом; – сверление с ударом с использованием буров TE-CD и TE-YD; – алмазное сверление с использованием бура Hilti TE-YRT (с созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия). ²⁾ Отверстия в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции выполнены способом алмазного сверления. ³⁾ Отверстия в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции выполнены способом сверления с ударом в водонасыщенном основании.					

Таблица А.72 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 (с использованием втулок HIS), для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
h_{ef} , мм	90	110	125	170	205
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)					
$V_{Rk,s}$, кН, для анкеров, выполненных с использованием втулок:					
HIS-N, совместно с болтами и шпильками, изготовленными из стали класса прочности 8.8	13	23	34	63	58
HIS-RN, совместно с болтами и шпильками, изготовленными из нержавеющей стали класса прочности 70 (по ГОСТ ISO 3506-1)	13	20	30	55	83
$M_{Rk,s}^0$, Н·м, для анкеров, выполненных с использованием втулок:					
HIS-N совместно с болтами и шпильками, изготовленными из стали класса прочности 8.8	30	60	105	266	519
HIS-RN совместно с болтами и шпильками, изготовленными из нержавеющей стали класса прочности 70 (по ГОСТ ISO 3506-1)	26	52	92	233	454
$\gamma_{Ms,v}$, для анкеров, выполненных с использованием втулок:					
HIS-N совместно с болтами и шпильками, изготовленными из стали класса прочности 8.8	1,25	1,25	1,50	1,50	1,50
HIS-RN совместно с болтами и шпильками, изготовленными из нержавеющей стали класса прочности 70 (по ГОСТ ISO 3506-1)	1,56	1,56	1,56	1,56	2,00
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)					
$\gamma_{Mcp,v}$	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
k	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (6.2.3)					
d_{nom} , мм	12,5	16,5	20,5	25,4	27,6
$\gamma_{Mc,v}$	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
L_f , мм	$L_f = h_{ef}$				

Таблица А.73 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 (с использованием втулок HIS) для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
Для анкеров, установленных в строительное основание без трещин:					
$S_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08
III	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09

Окончание таблицы А.73

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08
IV	0,05	0,06	0,08	0,10	0,11
V	0,06	0,08	0,10	0,13	0,14
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 100, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,03	0,04	0,06	0,12	0,17
IV	0,03	0,04	0,06	0,12	0,16
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,12	0,13	0,15	0,17	0,18
III	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,06	0,09	0,11	0,13	0,14
IV	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15
V	0,07	0,09	0,11	0,14	0,15
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 100, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,04	0,06	0,09	0,17	0,24
IV	0,04	0,06	0,09	0,17	0,24
Для анкеров, установленных в строительное основание с трещинами					
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15
III	0,06	0,09	0,12	0,16	0,18
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
IV	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
V	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,14	0,19	0,16	0,16	0,15
III	0,17	0,23	0,19	0,19	0,18
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
IV	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
V	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29

Таблица А.74 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 (с использованием втулок HIS) для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
$C_{V,0}$, мм/МПа	16,7	16,7	20,0	25,0	25,0
$C_{V,\infty}$, мм/МПа	11,1	12,5	12,5	16,7	16,7

¹⁾ Для анкерного крепления, выполненного в строительном основании с трещинами и без трещин.

А.13 Химические анкеры марок HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A с использованием шпилек HZA

Химические анкеры марок HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A с использованием шпилек HZA состоят из следующих элементов:

- твердеющие со временем композиции – HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A;
- фиксирующие элементы – шпильки HZA и HZA-R.

Допустимые области применения химических анкеров марок HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A с использованием шпилек HZA приведены в таблице А.75.

Таблица А.75

Марка химического анкера	Строительное основание	Способ устройства отверстия в строительном основании для нагнетания композиции
HIT-RE 500 V3 с использованием шпилек HZA	Бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$). Анкер допускается использовать в водонасыщенном основании	1 В режиме перфорирования (сверление с ударом); 2 Выбуривание отверстий специальными устройствами с использованием буров с алмазными коронками (алмазное сверление) и бура Hilti TE-YRT (созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия)
HIT-HY 200-A с использованием шпилек HZA	Бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$)	В режиме перфорирования (сверление с ударом);

Допустимые температурные режимы эксплуатации анкерного крепления, выполненного с применением химических анкеров марок HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A с использованием шпилек HZA, приведены в таблицах А.76 и А.77.

Таблица А.76 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химических анкеров марки HIT-RE 500 V3 с использованием шпилек HZA

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
III	От минус 43 до 70	Не выше 43	70

Таблица А.77 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химических анкеров марки HIT-HY 200-A с использованием шпилек HZA

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
IV	От минус 43 до 80	Не выше 50	80
V	От минус 43 до 120	Не выше 72	120

Таблица А.78 – Геометрические параметры установки химических анкеров марок HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A (с использованием шпилек HZA) в проектное положение¹⁾

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M12	M16	M20	M24	M27
h_{ef} , для химических анкеров марок HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A с использованием шпилек ²⁾ :					
HZA	70 – 220	80 – 300	90 – 380	100 – 480	120 – 540
HZA-R	70 – 140	80 – 220	90 – 300	100 – 400	–
d_0	16	20	25	32	35
h_{min}	$h_{ef} + 2d_0$	$h_{ef} + 2d_0$	$h_{ef} + 2d_0$	$h_{ef} + 2d_0$	$h_{ef} + 2d_0$
c_{min}	45	50	55	60	75
s_{min}	65	80	100	130	140

¹⁾ Для анкерного крепления, выполненного в бетонном или железобетонном строительном основании с трещинами и без трещин.

²⁾ Эффективную глубину анкеровки химических анкеров марок HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A (с использованием шпилек HZA) принимают равной длине профильной части шпилек.

Таблица А.79 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марок HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A (с использованием шпилек HZA), для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M12	M16	M20	M24	M27
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)					
N_{Rk} , кН, для шпильки:					
HZA	46	86	135	194	252
HZA-R	62	111	173	248	–
$\gamma_{Ms,N}$	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)					
$\gamma_{Mc,N}$, для химического анкера марки HIT-RE 500 V3, с использованием шпилек HZA, в зависимости от способа устройства отверстия в строительном основании:					
– сверление с ударом	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
– сверление с ударом в водонасыщенном основании	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
– сверление с ударом с использованием буров TE-CD и TE-YD	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Окончание таблицы А.79

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M12	M16	M20	M24	M27
– алмазное сверление	1,8	2,1	2,1	2,1	2,1
– алмазное сверление с использованием бура Hilti TE-YRT (с созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия)	–	1,5	1,5	1,5	1,5
$\gamma_{Mc,N}$, для химического анкера марки HIT-HY 200-A с использованием шпилек HZA	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)					
$c_{cr,sp}$, мм, при условии: $h/h_{ef} \leq 1,3$ $1,3 < h/h_{ef} < 2,0$ $h/h_{ef} \geq 2,0$ $s_{cr,sp}$, мм $\gamma_{Msp,N}$	$\frac{2,26 \cdot h_{ef}}{4,6 \cdot h_{ef} - 1,8 \cdot h}$ $2 \cdot c_{cr,sp}$ $\gamma_{Msp,N} = \gamma_{Mc,N} \text{ (см. пункт 2 настоящей таблицы)}$				
4 Расчет анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.5)					
d_{nom} , мм ψ_c , для основания, выполненного из бетона класса прочности ¹⁾ : C^{20}_{25} C^{25}_{30} C^{28}_{35} C^{32}_{40} C^{35}_{45} C^{40}_{50} C^{45}_{55} C^{50}_{60} $\tau_{Rk,rc}$ и $\tau_{Rk,urc}$, Н/мм ² $\gamma_{Mp,N}$	12	16	20	25	28
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
	По таблице А.80				
	$\gamma_{Mp,N} = \gamma_{Mc,N}$ (см. пункт 2 настоящей таблицы)				
¹⁾ При использовании химических анкеров марки Hilti HIT-RE 500 V3 (совместно со шпильками HZA), в случае устройства отверстия в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции способом алмазного сверления с использованием бура Hilti TE-YRT (с созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия), значение коэффициента ψ_c принимают равным 1,0 независимо от класса прочности бетона на сжатие.					

Таблица А.80 – Нормативные значения прочности сцепления по границе контакта слоя затвердевшей композиции химических анкеров марок HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A с использованием шпилек HZA

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M12	M16	M20	M24	M27
$\tau_{Rk,urc}$, Н/мм ² , для строительного основания без трещин (класс бетона по прочности на сжатие C^{20}_{25}): – для химического анкера марки HIT-RE 500 V3 ¹⁾ : – температурный режим I – то же III					
	14,0	14,0	14,0	13,0	13,0
	11,0	10,0	10,0	10,0	9,5

Окончание таблицы А.80

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M12	M16	M20	M24	M27
– для анкера марки HIT-RE 500 V3 ²⁾ :					
– температурный режим I	9,0	9,0	9,0	9,0	9,5
– то же III	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0
– для анкера марки HIT-RE 500 V3 ³⁾ :					
– температурный режим I	12,0	12,0	12,0	11,0	11,0
– то же III	9,0	9,0	8,5	8,5	8,5
– для анкера марки HIT-HY 200-A:					
– температурный режим I	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
– то же IV	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
– « V	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
$\tau_{Rk,rc}$, Н/мм ² , для строительного основания с трещинами (класс бетона по прочности на сжатие C ²⁰ / ₂₅):					
– для анкера марки HIT-RE 500 V3 ¹⁾ :					
– температурный режим I	9,5	9,5	10,0	10,0	11,0
– то же III	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
– для анкера марки HIT-HY 200-A:					
– температурный режим I	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
– то же IV	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
– « V	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
¹⁾ Для устройства отверстий в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции применяются следующие способы: – сверление с ударом; – сверление с ударом с использованием буров TE-CD и TE-YD; – алмазное сверление с использованием бура Hilti TE-YRT (с созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия). ²⁾ Отверстия в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции выполнены способом алмазного сверления. ³⁾ Отверстия в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции выполнены способом сверления с ударом в водонасыщенном основании.					

Таблица А.81 – Параметры анкерного крепления, выполненного с применением химических анкеров марок HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A, с использованием шпилек HZA и HZA-R, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M12	M16	M20	M24	M27
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)					
$V_{Rk,s}$, кН, для анкеров, выполненных с использованием шпилек:					
HZA	23	43	67	97	126
HZA-R	31	55	86	124	–
$M_{Rk,s}^0$, Н·м, для анкеров, выполненных с использованием шпилек:					
HZA	72	183	357	617	915

Окончание таблицы А.81

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M12	M16	M20	M24	M27
HZA-R	97	234	457	790	–
$\gamma_{Ms,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)					
$\gamma_{Mcp,V}$	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
k	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
3 Расчет анкерного крепления при разрушении с откалыванием строительного края основания (6.2.3)					
d_{nom} , мм	12	16	20	25	28
$\gamma_{Mc,V}$	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
L_f , мм	$L_f = h_{ef}$, при этом $L_f \leq 8 \cdot d_{nom}$				

Таблица А.82 – Параметры анкерного крепления, выполненного с применением химических анкеров марок HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A с использованием шпилек HZA, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M12	M16	M20	M24	M27
Для анкеров, установленных в строительное основание без трещин					
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08
III	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,03	0,04	0,06	0,07	0,08
IV	0,05	0,06	0,08	0,10	0,11
V	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,12	0,13	0,15	0,17	0,18
III	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,06	0,08	0,13	0,13	0,15
IV	0,06	0,09	0,14	0,14	0,15
V	0,07	0,09	0,14	0,14	0,16
Для анкеров, установленных в строительное основание с трещинами					
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15
III	0,06	0,09	0,12	0,16	0,18

Окончание таблицы А.82

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M12	M16	M20	M24	M27
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
IV	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
V	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,14	0,19	0,16	0,16	0,15
III	0,17	0,23	0,19	0,19	0,18
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:					
I	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
IV	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
V	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29

Таблица А.83 – Параметры анкерного крепления, выполненного с применением химических анкеров марок HIT-RE 500 V3 и HIT-HY 200-A, с использованием шпилек HZA, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M12	M16	M20	M24	M27
$C_{V,0}$, мм/МПа	20,0	25,0	25,0	33,3	33,3
$C_{V,\infty}$, мм/МПа	12,5	16,7	16,7	20,0	20,0
¹⁾ Для анкерного крепления, выполненного в строительном основании с трещинами и без трещин.					

А.14 Химические анкеры марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 с использованием арматуры класса S500

Химические анкеры марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 с использованием арматуры класса S500 состоят из следующих элементов:

- твердеющие со временем композиции – HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100;
- фиксирующий элемент – шпильки, выполненные из арматуры класса S500 по СТБ 1704.

Допустимые области применения химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 с использованием арматуры класса S500 приведены в таблице А.84.

Таблица А.84

Марка химического анкера	Строительное основание	Способ устройства отверстия в строительном основании для нагнетания композиции
HIT-RE 500 V3 с использованием арматуры класса S500	Бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$). Анкер допускается использовать в водонасыщенном основании	1 В режиме перфорирования (сверление с ударом) 2 Выбуривание отверстий специальными устройствами с использованием буров с алмазными коронками (алмазное сверление) и бура Hilti TE-YRT (созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия)
HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 с использованием арматуры класса S500	Бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (класс прочности на сжатие $C^{20}_{/25} - C^{50}_{/60}$)	В режиме перфорирования (сверление с ударом)

Допустимые температурные режимы эксплуатации анкерного крепления, выполненного с применением химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100, с использованием арматуры класса S500, приведены в таблицах А.85 – А.87.

Таблица А.85 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химических анкеров марки HIT-RE 500 V3 с использованием арматуры класса S500

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
III	От минус 43 до 70	Не выше 43	70

Таблица А.86 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химических анкеров марки HIT-HY 200-A с использованием арматуры класса S500

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
IV	От минус 43 до 80	Не выше 50	80
V	От минус 43 до 120	Не выше 72	120

Таблица А.87 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химического анкера марки HIT-HY 100 (с использованием арматуры класса S500)

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
IV	От минус 43 до 80	Не выше 50	80

Таблица А.88 – Геометрические параметры установки химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 (с использованием арматуры класса S500)

Параметр	Значение параметра, для химического анкера номинальным диаметром (d_{nom} , мм)								
	8	10	12	14	16	20	25	28	32
$h_{ef}^{1)}$, мм, для химических анкеров марки:									
HIT-RE 500 V3	–/–	60/200	70/240	75/280	80/320	90/400	100/500	112/560	128/640
HIT-HY 200-A	60/160	60/200	70/240	80/280	80/320	90/400	100/500	115/540	130/660
HIT-HY 100	60/160	60/200	70/240	80/280	80/320	90/400	100/500	–	–
d_0 , мм	12/10 ²⁾	14/12 ²⁾	16/14 ²⁾	18	20	25	32	35	40
$h_{min}^{3)}$, мм	a_1	a_1	a_1	a_2	a_2	a_2	a_2	a_2	a_2
$c_{min}^{4)}$, мм, для химических анкеров марки:									
HIT-RE 500 V3	–	45	45	50	50	65	70	75	80
HIT-HY 200-A	40	50	60	70	80	100	125	140	160
HIT-HY 100	40	50	60	70	80	100	125	–	–
$s_{min}^{4)}$, мм, для химических анкеров марки:									
HIT-RE 500 V3	–	50	60	70	80	100	125	140	160
HIT-HY 200-A	40	50	60	70	80	100	125	140	160
HIT-HY 100	40	50	60	70	80	100	125	–	–

¹⁾ В числителе приведено минимальное значение эффективной глубины анкеровки, в знаменателе – максимальное значение.

²⁾ Для расчета анкерного крепления допускается использовать оба значения номинального диаметра установочного отверстия в строительном основании.

³⁾ $a_1 = h_{ef} + 30$ мм (но не менее 100 мм), $a_2 = h_{ef} + 2 \cdot d_0$.

⁴⁾ Для анкерного крепления, выполненного в строительном основании с трещинами и без трещин.

Таблица А.89 – Параметры анкерного крепления, выполненного с применением химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100, с использованием арматуры класса S500, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра, для химического анкера номинальным диаметром (d_{nom} , мм)								
	8	10	12	14	16	20	25	28	32
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)									
Физический или условный предел текучести арматуры R_e , МПа, не менее	500								

Продолжение таблицы А.89

Параметр	Значение параметра, для химического анкера номинальным диаметром (d_{nom} , мм)								
	8	10	12	14	16	20	25	28	32
$N_{Rk,s}$, кН	$N_{Rk,s} = \frac{\pi \cdot R_e \cdot d_{nom}^2}{4}$								
$\gamma_{Ms,N}$	1,4								
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)									
$\gamma_{Mc,N}$, для химического анкера марки HIT-RE 500 V3, в зависимости от способа устройства отверстия в строительном основании: – сверление с ударом – сверление с ударом в водонасыщенном основании – сверление с ударом с использованием буров TE-CD и TE-YD – алмазное сверление – алмазное сверление с использованием бура Hilti TE-YRT (созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия)	– – – – –	1,5 2,1 1,5 1,8 –	1,5 2,1 1,5 1,8 1,5	1,5 2,1 1,5 1,8 1,5	1,5 2,1 1,5 2,1 1,5	1,5 2,1 1,5 2,1 1,5	1,5 2,1 1,5 2,1 1,5	1,5 2,1 1,5 2,1 1,5	1,5 2,1 – 2,1 –
$\gamma_{Mc,N}$, для химического анкера марки HIT-HY 200-A	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
$\gamma_{Mc,N}$, для химического анкера марки HIT-HY 100	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)									
$c_{cr,sp}$, мм, при условии, : $h/h_{ef} \leq 1,3$ $1,3 < h/h_{ef} < 2,0$ $h/h_{ef} \geq 2,0$ $s_{cr,sp}$, мм	$\begin{aligned} &2,26 \cdot h_{ef} \\ &4,6 \cdot h_{ef} - 1,8 \cdot h \\ &h_{ef} \\ &2 \cdot c_{cr,sp} \end{aligned}$								
$\gamma_{Msp,N}$	$\gamma_{Msp,N} = \gamma_{Mc,N}$ (см. пункт 2 настоящей таблицы)								
4 Расчет анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.5)									
d_{nom} , мм	8	10	12	14	16	20	25	28	32
ψ_c , для основания, выполненного из бетона класса прочности ¹⁾ : $C^{20}_{/25}$ $C^{25}_{/30}$	1,00 1,02	1,00 1,02	1,00 1,02	1,00 1,02	1,00 1,02	1,00 1,02	1,00 1,02	1,00 1,02	1,00 1,02

Окончание таблицы А.89

Параметр	Значение параметра, для химического анкера номинальным диаметром (d_{nom} , мм)								
	8	10	12	14	16	20	25	28	32
$C^{28}/_{35}$	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
$C^{32}/_{40}$	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
$C^{35}/_{45}$	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
$C^{40}/_{50}$	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
$C^{45}/_{55}$	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
$C^{50}/_{60}$	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
$\tau_{Rk,rc}$ и $\tau_{Rk,urc}$, Н/мм ²	По таблице А.90								
$\gamma_{Mp,N}$	$\gamma_{Mp,N} = \gamma_{Mc,N}$ (см. пункт 2 настоящей таблицы)								
1) При использовании химических анкеров марки Hilti HIT-RE 500 V3 совместно с арматурой S500, в случае устройства отверстия в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции способом алмазного сверления с использованием бура Hilti TE-YRT (с созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия), значение коэффициента ψ_c принимают равным 1,0 независимо от класса прочности бетона на сжатие.									

Таблица А.90 – Нормативное значение прочности сцепления по границе контакта слоя затвердевшей композиции химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100 с использованием арматуры класса S500

Параметр	Значение параметра, для химического анкера номинальным диаметром (d_{nom} , мм)								
	8	10	12	14	16	20	25	28	32
$\tau_{Rk,urc}$, Н/мм ² , для строительного основания без трещин (класс бетона по прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$):									
– для анкера марки HIT-RE 500 V3 ¹⁾ :									
– температурный режим I	–	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	13,0	13,0	13,0
– то же III	–	11,0	11,0	11,0	10,0	10,0	10,0	9,5	9,5
– для анкера марки HIT-RE 500 V3 ²⁾ :									
– температурный режим I	–	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,5	9,5
– то же III	–	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0	7,0
– для анкера марки HIT-RE 500 V3 ³⁾ :									
– температурный режим I	–	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	11,0	11,0	11,0
– то же III	–	9,0	9,0	9,0	9,0	8,5	8,5	8,5	8,0
– для анкера марки HIT-HY 200-A:									
– температурный режим I	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
– то же IV	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
– « V	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
– для анкера марки HIT-HY 100:									
– температурный режим I	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	–	–
– то же IV	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	–	–

Окончание таблицы А.90

Параметр	Значение параметра, для химического анкера номинальным диаметром (d_{nom} , мм)								
	8	10	12	14	16	20	25	28	32
$\tau_{Rk,rc}$, Н/мм ² , для строительного основания с трещинами (класс бетона по прочности на сжатие C^{20}_{25}):									
– для анкера марки HIT-RE 500 V3 ¹⁾ :									
– температурный режим I	–	8,5	9,5	9,5	9,5	10,0	10,0	11,0	11,0
– то же III	–	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
– для анкера марки HIT-HY 200-A:									
– температурный режим I	–	5,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
– то же IV	–	4,0	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
– « V	–	3,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
– для анкера марки HIT-HY 100:									
– температурный режим I	–	5,5	5,5	5,5	5,5	–	–	–	–
– то же IV	–	4,0	4,0	4,0	4,0	–	–	–	–
¹⁾ Для устройства отверстий в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции использованы следующие способы: – сверление с ударом; – сверление с ударом с использованием буров TE-CD и TE-YD; – алмазное сверление с использованием бура Hilti TE-YRT (с созданием шероховатостей на поверхности стенок отверстия). ²⁾ Отверстия в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции выполнены способом алмазного сверления. ³⁾ Отверстия в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции выполнены способом сверления с ударом в водонасыщенном основании.									

Таблица А.91 – Параметры анкерного крепления, выполненного с применением химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, и HIT-HY 100 с использованием арматуры класса S500, для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра, для химического анкера номинальным диаметром (d_{nom} , мм)								
	8	10	12	14	16	20	25	28	32
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)									
Физический или условный предел текучести арматуры R_e , МПа, не менее	$V_{Rk,s} = \frac{500 \cdot 0,5 \cdot \pi \cdot R_e \cdot d_{nom}^2}{4}$ $M_{Rk,s}^0 = \frac{1,2 \cdot \pi \cdot R_e d_{nom}^3}{32}$ $1,5$								
$V_{Rk,s}$, кН									
$M_{Rk,s}^0$, Н·м									
$\gamma_{Ms,V}$									
2 Расчет анкерного крепления (выполненного с использованием арматуры класса S500) по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)									
$\gamma_{Mcp,V}$ для химических анкеров марок:									
HIT-RE 500 V3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
HIT-HY 100	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
k	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Окончание таблицы А.91

Параметр	Значение параметра, для химического анкера номинальным диаметром (d_{nom} , мм)								
	8	10	12	14	16	20	25	28	32
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (6.2.3)									
d_{nom} , мм	8	10	12	14	16	20	25	28	32
$\gamma_{Mc,V}$ для химических анкеров марок:	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
HIT-RE 500 V3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
HIT-HY 200-A	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
HIT-HY 100	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
L_f , мм	$L_f = h_{ef}$, при этом $L_f \leq 8 \cdot d_{nom}$								

Таблица А.92 – Параметры анкерного крепления, выполненного с применением химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100, с использованием арматуры класса S500, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)

Параметр	Значение параметра, для химического анкера номинальным диаметром (d_{nom} , мм)								
	8	10	12	14	16	20	25	28	32
Для анкеров, установленных в строительное основание без трещин									
$S_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:									
I	–	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
III	–	0,05	0,06	0,07	0,07	0,09	0,09	0,09	0,10
$S_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:									
I	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,07	0,08	0,09
IV	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08	0,10	0,11	0,12
V	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16
$S_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 100, для температурного режима эксплуатации:									
I	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	–	–
IV	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	–	–
$S_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:									
I	–	0,11	0,00	0,13	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20
III	–	0,13	0,00	0,16	0,18	0,20	0,21	0,22	0,24
$S_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:									
I	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,13	0,15	0,17
IV	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,11	0,14	0,15	0,17
V	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,14	0,16	0,18

Окончание таблицы А.92

Параметр	Значение параметра, для химического анкера номинальным диаметром (d_{nom} , мм)								
	8	10	12	14	16	20	25	28	32
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 100, для температурного режима эксплуатации:									
I	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	–	–
IV	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	–	–
Для анкеров, установленных в строительное основание с трещинами									
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:									
I	–	0,03	0,06	0,08	0,10	0,14	0,15	0,16	0,19
III	–	0,04	0,07	0,09	0,12	0,17	0,17	0,19	0,22
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:									
I	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
IV	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
V	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
$C_{N,0}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 100, для температурного режима эксплуатации:									
I	–	0,09	0,10	0,11	0,11	–	–	–	–
IV	–	0,09	0,10	0,12	0,12	–	–	–	–
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-RE 500 V3, для температурного режима эксплуатации:									
I	–	0,19	0,06	0,19	0,16	0,16	0,15	0,16	0,19
III	–	0,23	0,07	0,23	0,19	0,19	0,18	0,19	0,22
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 200-A, для температурного режима эксплуатации:									
I	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
IV	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
V	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки HIT-HY 100, для температурного режима эксплуатации:									
I	–	0,09	0,10	0,11	0,11	–	–	–	–
IV	–	0,09	0,10	0,12	0,12	–	–	–	–

Таблица А.93 – Параметры анкерного крепления, выполненного с применением химических анкеров марок HIT-RE 500 V3, HIT-HY 200-A и HIT-HY 100, с использованием арматуры класса S500, для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра, для химического анкера номинальным диаметром (d_{nom} , мм)								
	8	10	12	14	16	20	25	28	32
$C_{V,0}$, мм/МПа, для анкера марки:									
HIT-RE 500 V3	–	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	33,30	33,30	33,30
HIT-HY 200-A	16,70	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	33,30	33,30	33,30
HIT-HY 100	16,70	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	33,30	–	–
$C_{V,\infty}$, мм/МПа, для анкера марки:									
HIT-RE 500 V3	–	12,50	14,30	16,70	16,70	20,00	20,00	20,00	25,00
HIT-HY 200-A	11,10	12,50	14,30	16,70	20,00	20,00	20,00	25,00	25,00
HIT-HY 100	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	–	–

¹⁾ Для анкерного крепления, выполненного в строительном основании с трещинами и без трещин.

А.15 Химические анкеры марки HIT-HY 200-A с использованием шпилек HIT-Z и HIT-Z-R

А.15.1 Химические анкеры марки HIT-HY 200-A с использованием шпилек HIT-Z и HIT-Z-R состоят из следующих элементов (далее – химические анкеры марки HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R)):

- твердеющая со временем композиция – HIT-HY 200-A;
- фиксирующие элементы – шпильки HIT-Z и HIT-Z-R.

А.15.2 Химические анкеры HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R) предназначены для установки в бетонное или железобетонное строительное основание с трещинами и без трещин (бетон класса прочности на сжатие от $C^{20}_{/25}$ до $C^{50}_{/60}$). Химические анкеры HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R) устанавливают в отверстия, выполненные в режиме перфорирования (сверление с ударом), а также с использованием буров с алмазными коронками (алмазное сверление). Допустимые температурные режимы эксплуатации анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R) приведены в таблице А.94.

А.15.3 Геометрические параметры устройства химических анкеров марки HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R) в проектное положение – в соответствии с таблицей А.95.

Таблица А.94 – Допустимые температурные режимы эксплуатации химических анкеров марки HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R)

В градусах Цельсия

Температурный режим	Допустимый диапазон изменения температур	Максимальная длительная температура эксплуатации	Максимальная кратковременная температура эксплуатации
I	От минус 43 до 40	Не выше 24	40
IV	От минус 43 до 80	Не выше 50	80
V	От минус 43 до 120	Не выше 72	120

Таблица А.95 – Геометрические параметры устройства химических анкеров марки HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R) в проектное положение¹⁾

В миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
h_{ef}	60 – 100	60 – 120	60 – 144	96 – 192	100 – 220
d_0	10	12	14	18	22
$h_{min}^{1)}$: – для анкерного крепления, выполненного в расчищенном отверстии	a_1	a_1	a_1	a_2	a_2
– для анкерного крепления, выполненного в не расчищенном отверстии	a_3	a_3	a_3	a_4	a_4
¹⁾ $a_1 = h_{ef} + 30$ мм (но не менее 100 мм), $a_2 = h_{ef} + 2 \cdot d_0$, $a_3 = h_{ef} + 60$ мм, $a_4 = h_{ef} + 100$ мм.					

А.15.4 Значения параметров c_{min} и s_{min} определяют исходя из выполнения условия

$$A_{req} < A_{ef}, \quad (A.1)$$

где A_{req} – нормативное значение площади проекции условной призмы выкалывания для анкерной группы, мм² (таблица А.96);

A_{ef} – фактическое значение площади проекции условной призмы выкалывания для анкерной группы, мм², определяемое в соответствии с таблицей А.97.

А.15.5 Значения параметров анкерных креплений, выполненных с использованием химических анкеров марки HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R), предназначенные для определения несущей способности при воздействии осевой растягивающей нагрузки, приведены в таблице А.98.

Таблица А.96

В квадратных миллиметрах

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
A_{req} для анкерного крепления, выполненного в бетонном или железобетонном строительном основании: – с трещинами – без трещин	19200	40800	58800	94700	148000
	22200	57400	80800	128000	198000

Таблица А.97

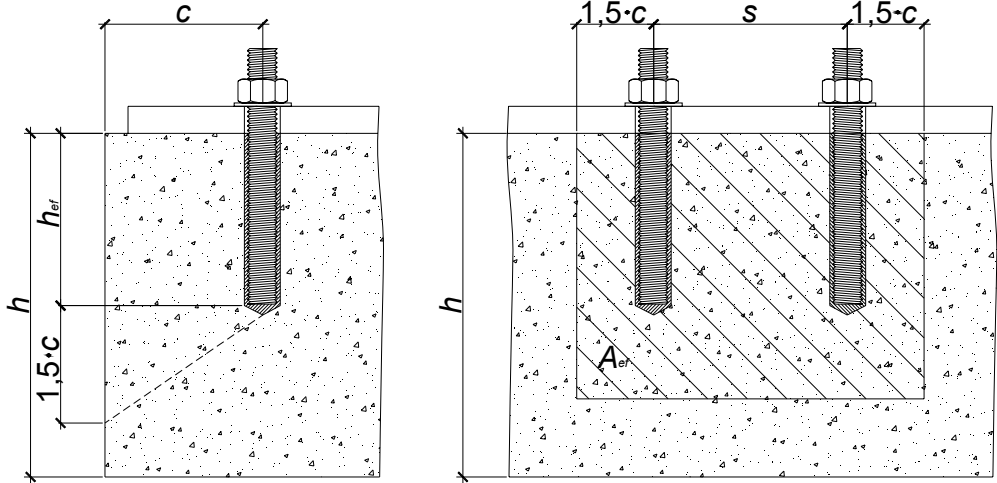
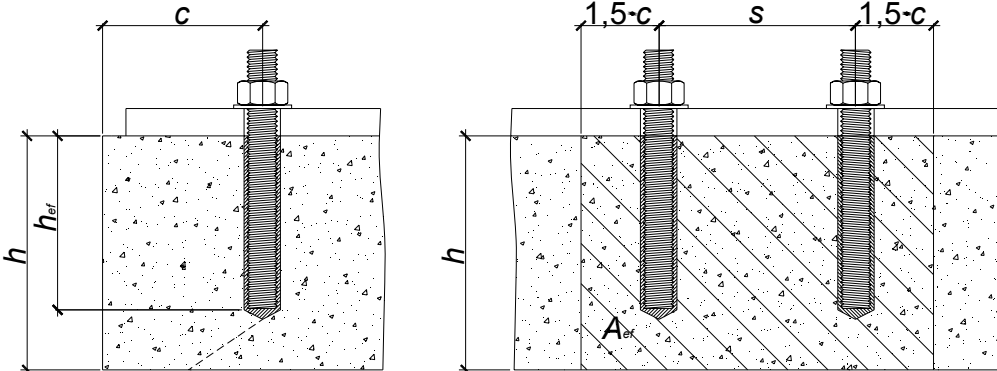
Схема определения фактического значения площади проекции условной призмы выкалывания для анкерной группы (A_{ef} , мм ²)	Требования по расчету
1 Для анкерного крепления, выполненного в строительном основании при условии, что $h > h_{nom} + 1,5 \cdot c$	
1.1 Для одиночного анкера и анкерной группы	$A_{ef} = 6 \cdot c \cdot (h_{ef} + 1,5 \cdot c)$ при условии, что $s > 3 \cdot c$ и $c \geq 5 \cdot d$
1.2 Для анкерной группы	$A_{ef} = (3 \cdot c + s) \cdot (h_{ef} + 1,5 \cdot c)$ при условии, что $s \leq 3 \cdot c$, $c \geq 5 \cdot d$ и $s \geq 5 \cdot d$
	
2 Для анкерного крепления, выполненного в строительном основании при условии, что $h \leq h_{nom} + 1,5 \cdot c$	
2.1 Для одиночного анкера и анкерной группы	$A_{ef} = 6 \cdot c \cdot h$ при условии, что $s > 3 \cdot c$ и $c \geq 5 \cdot d$
2.2 Для анкерной группы	$A_{ef} = (3 \cdot c + s) \cdot h$ при условии, что $s \leq 3 \cdot c$, $c \geq 5 \cdot d$ и $s \geq 5 \cdot d$
	

Таблица А.98 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R), для определения несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.1.1)					
$N_{Rk,s}$, кН	24	38	55	96	146
$\gamma_{Ms,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)					
$\gamma_{Ms,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)					
$c_{cr,sp}$, при условии, мм: $h/h_{ef} \leq 1,35$ $1,35 < h/h_{ef} < 2,35$ $h/h_{ef} \geq 2,35$ $s_{cr,sp}$, мм $\gamma_{Msp,N}$	$3,5 \cdot h_{ef}$ $6,2 \cdot h_{ef} - 2,0 \cdot h$ $1,5 \cdot h_{ef}$ $2 \cdot c_{cr,sp}$ 1,5				
4 Расчет анкерного крепления по прочности при комбинированном разрушении: разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием и разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.5)					
d_{nom} , мм	8	10	12	16	20
$\tau_{Rk,urc}^{1)}$, Н/мм ² , для температурного режима эксплуатации анкера:					
I	24	24	24	24	24
IV	22	22	22	22	22
V	20	20	20	20	20
$\tau_{Rk,rc}^{2)}$, Н/мм ² , для температурного режима эксплуатации анкера:					
I	22	22	22	22	22
IV	20	20	20	20	20
V	18	18	18	18	18
$\gamma_{Mp,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
¹⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание без трещин (класс бетона по прочности на сжатие C ²⁰ / ₂₅). ²⁾ Для анкеров, установленных в строительное основание с трещинами (класс бетона по прочности на сжатие C ²⁰ / ₂₅).					

А.15.6 Значения параметров анкерных креплений, выполненных с использованием химических анкеров марки HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R), предназначенные для определения несущей способности при воздействии осевой сдвигающей нагрузки, приведены в таблице А.99.

Таблица А.99 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R), для определения их несущей способности при воздействии сдвигающей нагрузки

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
1 Расчет анкерного крепления по прочности стали (6.2.1)					
$V_{Rk,s}$, кН, для анкеров, выполненных с использованием шпилек:					
HIT-Z	12	19	27	48	73
HIT-Z-R	14	23	33	57	88
$M_{Rk,s}^0$, Н·м	24	49	85	203	386
$\gamma_{Ms,V}$	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
2 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)					
$\gamma_{Mcp,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
k	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
3 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (6.2.3)					
d_{nom} , мм	8	10	12	16	20
$\gamma_{Mc,V}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
L_f , мм	$L_f = h_{ef}$				

А.16.7 Значения параметров анкерных креплений, выполненных с использованием химических анкеров марки HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R), предназначенные для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы), приведены в таблицах А.100, А.101.

Таблица А.100 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R), для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
Для анкеров, установленных в строительное основание без трещин					
$C_{N,0}$, мм/МПа, для температурного режима эксплуатации анкера:					
I	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
IV	0,03	0,04	0,04	0,06	0,07
V	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для температурного режима эксплуатации анкера:					
I	0,06	0,08	0,10	0,13	0,17
IV	0,07	0,09	0,11	0,15	0,18
V	0,07	0,10	0,12	0,16	0,20

Окончание таблицы А.100

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
Для анкеров, установленных в строительное основание с трещинами					
$C_{N,0}$, мм/МПа, для температурного режима эксплуатации анкера:					
I	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
IV	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11
V	0,07	0,08	0,09	0,11	0,12
$C_{N,\infty}$, мм/МПа, для температурного режима эксплуатации анкера:					
I	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
IV	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
V	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

Таблица А.101 – Параметры анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров марки HIT-HY 200-A (шпильки HIT-Z и HIT-Z-R), для расчета анкерного крепления по предельным состояниям эксплуатационной пригодности (предельным состояниям второй группы)¹⁾

Параметр	Значение параметра при диаметре установочного отверстия				
	M8	M10	M12	M16	M20
$C_{V,0}$, мм/МПа	16,7	16,7	20,0	25,0	25,0
$C_{V,\infty}$, мм/МПа	11,1	12,5	12,5	16,7	16,7
¹⁾ Для анкерного крепления, выполненного в строительном основании с трещинами и без трещин.					

Приложение Б

(справочное)

Примеры расчета анкерных креплений

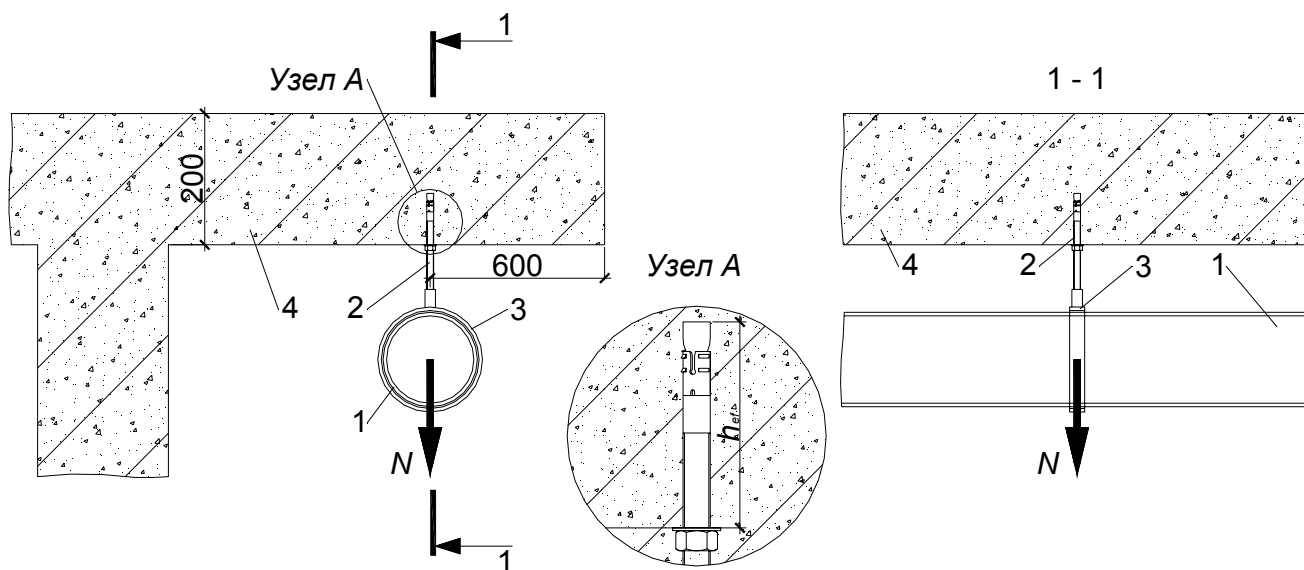
Б.1 Пример 1. Выполнить проверку несущей способности анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки (рисунок Б.1)

Б.1.1 Исходные данные

Расчетная нагрузка: $N = 10$ кН;

Анкерное крепление состоит из следующих элементов:

- строительное основание – железобетонная плита ($h = 200$ мм), выполненная из бетона класса прочности на сжатие $C^{25}/_{30}$. Армирование плиты в зоне установки анкера – сетка 200×200 мм, выполненная из арматуры S500 (диаметром 10 мм);
- анкер – Hilti HKD M12×50 с резьбовой шпилькой M12 (класс прочности 4.6 (по ГОСТ ISO 898-1)). Анкер установлен в сжатой зоне плиты (без трещин), краевое расстояние $c_1 = 600$ мм.



1 – закрепляемая деталь; 2 – анкер; 3 – хомут; 4 – строительное основание.

Рисунок Б.1 – Схема анкерного крепления

Б.1.2 Общие положения по расчету

С конструктивной точки зрения анкерное крепление соответствует положениям настоящих рекомендаций, в том числе:

- геометрические параметры установки анкера см. таблицу А.15:
 - минимальная толщина строительного основания $h_{min} = 100$ мм. При этом $h > h_{min}$;
 - минимальное краевое расстояние $c_{min} = 175$ мм. При этом $c_1 > c_{min}$;
- строительное основание – железобетонная плита без трещин;

Расчетное растягивающее усилие в одиночном анкере принимают при условии отсутствия дополнительных эксцентриситетов.

$$N_{sd} = N = 10 \text{ кН}$$

Б.1.3 Расчет анкерного крепления на осевую растягивающую нагрузку по прочности стали (6.1.1)

По таблице А.16 определяют значения $N_{Rk,s}$ и $\gamma_{Ms,N}$:

$$N_{Rk,s} = 33,7 \text{ кН и } \gamma_{Ms,N} = 2,00.$$

Выполняют проверку несущей способности одиночного анкера на осевую растягивающую нагрузку по прочности стали, исходя из формулы (6.1):

$$N_{sd} \leq N_{Rk,s} / \gamma_{Ms,N}; 10 \leq 33,7 / 2; 10 \text{ кН} < 16,85 \text{ кН (условие выполняется)}.$$

Таким образом, расчетная несущая способность одиночного анкера на осевую растягивающую нагрузку по прочности стали достаточна.

Б.1.4 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием (6.1.2)

С учетом того, что в таблице А.16 для анкера HKD M12×50 не установлено нормативное значение прочности при разрушении на границе контакта анкера со строительным основанием, $N_{Rk,p}$, кН, расчет допускается не выполнять.

Б.1.5 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с выкалыванием материала строительного основания (6.1.3)

По формуле (6.7) определяют значение $N_{Rk,c}$:

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N}, \text{ кН};$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 10,1 \cdot \sqrt{30} \cdot 50^{1,5} = 19568,29 \text{ Н} = 19,6 \text{ кН};$$

$$(k_1 = 10,1; f_{ck,cube} = 30 \text{ МПа (согласно СТБ EN 206); } h_{ef} = 50 \text{ мм (см. таблицу А.15));$$

$$s_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef} = 3 \cdot 50 = 150 \text{ мм};$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef} = 1,5 \cdot 50 = 75 \text{ мм};$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 150 \cdot 150 = 22500 \text{ мм}^2;$$

$$A_{c,N} = A_{c,N}^0;$$

$$\psi_{s,N} = 1,0 \text{ – при условии, что } c \geq c_{cr,N};$$

$$\psi_{re,N} = 1,0 \text{ – при условии, что строительное основание в зоне установки анкера армировано арматурой диаметром 10 мм и более, установленной с шагом 150 мм и более};$$

$$\psi_{ec,N} = 1,0, \text{ при условии расчета одиночного анкера};$$

$$\gamma_{bt} = 1,5;$$

$$\gamma_{Mc,N} = 1,5 \text{ (см. таблицу А.16, пункт 3);}$$

$$N_{Rk,c} = 19,6 \cdot \frac{22500}{22500} \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 19,6 \text{ кН.}$$

Исходя из того, что $N_{sd} \leq N_{Rk,c} / \gamma_{Mc,N}$; $10 \text{ кН} < 13 \text{ кН}$, – прочность анкерного крепления исключает разрушение с выкалыванием материала строительного основания.

Б.1.6 Расчет анкерного крепления, состоящего из одиночного анкера, по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания (6.1.4)

Расчет допускается не выполнять, если выполняются условия:

$$c \geq c_{cr,sp}, \text{ при этом } c_{cr,sp} = 175 \text{ мм (см. таблицу А.16, пункт 4);}$$

$$h \geq 2 \cdot h_{ef}, \text{ при этом } h_{ef} = 50 \text{ мм (см. таблицу А.15).}$$

Исходя из того, что $600 \text{ мм} > 175 \text{ мм}$, а также $200 \text{ мм} > 100 \text{ мм}$, расчет анкерного крепления, состоящего из одиночного анкера, по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания допускается не выполнять.

Б.1.7 Вывод: несущая способность анкерного крепления при воздействии осевой растягивающей нагрузки, исходя из расчетов, предусмотренных в 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3 и 6.1.4, обеспечена.

Б.2 Пример 2. Выполнить проверку несущей способности анкерного крепления при воздействии сдвигающей нагрузки

Б.2.1 Исходные данные

Расчетная сдвигающая нагрузка $V = 8 \text{ кН}$;

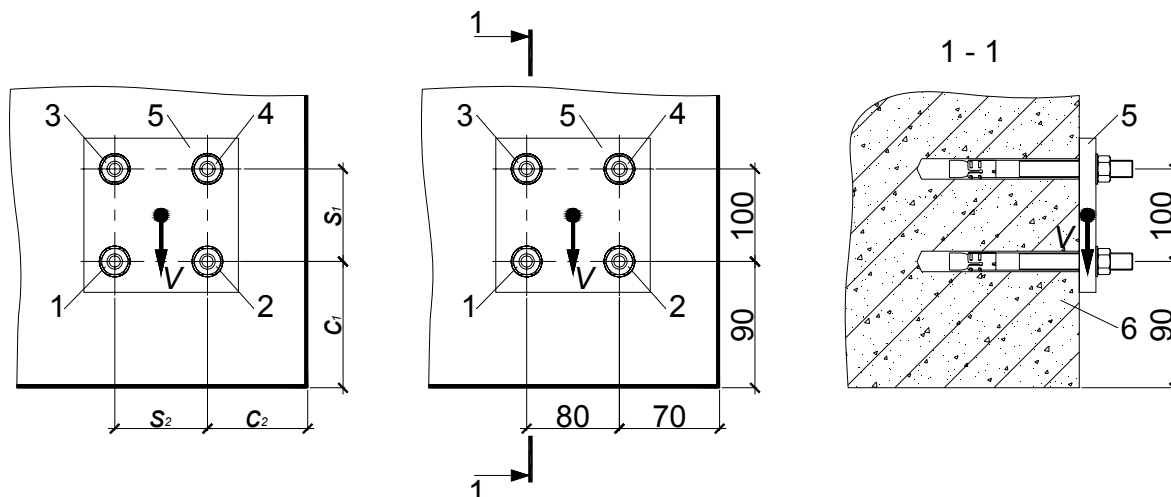
Анкерное крепление состоит из следующих элементов (рисунок Б.2):

- строительное основание – железобетонная плита ($h = 300 \text{ мм}$), выполненная из бетона класса прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$;
- анкеры (4 шт.) – Hilti HSA M12 ($h_{nom} = 79 \text{ мм}$). Анкер установлен в строительное основание без трещин;
- опорная пластина закрепляемой детали – стальная пластина толщиной 15 мм с четырьмя отверстиями диаметром 13 мм . Опорная пластина закрепляемой детали прилегает вплотную к строительному основанию.

Б.2.2 Общие положения по расчету

С конструктивной точки зрения анкерное крепление соответствует положениям настоящих рекомендаций, в том числе:

- геометрические параметры установки анкера (см. таблицу А.7):
 - минимальная толщина строительного основания $h_{min} = 140$ мм. При этом $h > h_{min}$;
 - минимальное краевое расстояние $c_{min} = 65$ мм. При этом $(c_1; c_2) > c_{min}$;
 - минимальное межосевое расстояние $s_{min} = 70$ мм. При этом $(s_1; s_2) > s_{min}$.
- строительное основание – железобетонная конструкция без трещин.



1, 2, 3, 4 – анкера; 5 – опорная пластина закрепляемой детали; 6 – строительное основание

Рисунок Б.2 – Схема анкерного крепления

Расчетную сдвигающую нагрузку, действующую на одиночный анкер, принимают при условии отсутствия дополнительных эксцентриситетов. Усилия в анкерном крепление (в том числе в отдельных анкерах) определяют в соответствии с разделом 5 с учетом таблицы Б.1.

Б.2.3 Расчет анкерного крепления на сдвигающую нагрузку по прочности стали

По таблице А.9 определяют значения $V_{Rk,s}$ и $\gamma_{Ms,V}$:

$$V_{Rk,s} = 29,5 \text{ кН и } \gamma_{Ms,V} = 1,25;$$

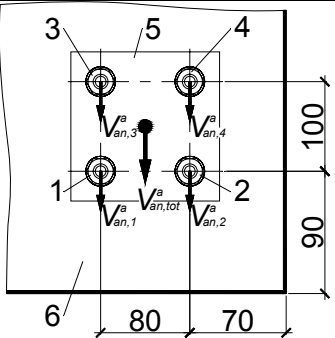
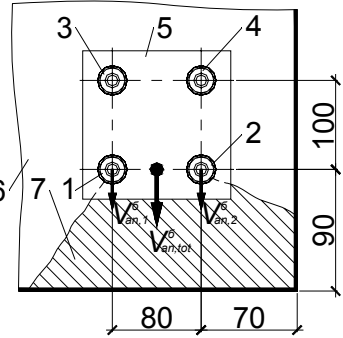
Вывод: исходя из условия (6.32), $2 \text{ кН} < 23,6 \text{ кН}$, условие прочности анкерного крепления при разрушении по стали выполнено.

Б.2.4 Расчет анкерного крепления, установленного вблизи от края строительного основания, по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания (6.2.2)

Б.2.4.1 С учетом того, сдвигающая нагрузка, действующая на анкера, входящие в состав анкерной группы, действуют в одном направлении, проверку

несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания выполняют для анкерной группы в целом (6.2.2.3).

Таблица Б.1 – Распределение суммарного сдвигающего усилия между отдельными анкерами группы в зависимости от механизма разрушения анкерного крепления, обусловленного действием сдвигающей нагрузки и направлением действия сдвигающей нагрузки на анкерную группу

Схема распределения сдвигающего усилия в анкерной группе	Требования по расчету
а) разрушение анкерного крепления по стали или разрушение с отрывом материала строительного основания	
	<p>Суммарное сдвигающее усилие распределяется равномерно между всеми анкерами, входящими в состав анкерной группы</p> $V = 8 \text{ кН},$ $V_{an,1}^a = V_{an,2}^a = V_{an,3}^a = V_{an,4}^a = V / 4 = 2 \text{ кН},$ $V_{an,tot}^a = V_{an,1}^a + V_{an,2}^a + V_{an,3}^a + V_{an,4}^a,$ $V_{an,tot}^a = 2 + 2 + 2 + 2 = 8 \text{ кН}$
б) Разрушение анкерного крепления с выкалыванием материала строительного основания, при этом сдвигающая нагрузка действует перпендикулярно краю основания	
	<p>Суммарное сдвигающее усилие распределяется на крайние анкера, входящие в состав анкерной группы</p> $V = 8 \text{ кН},$ $V_{an,1}^b = V_{an,2}^b = V / 2 = 4 \text{ кН},$ $V_{an,tot}^b = V_{an,1}^b + V_{an,2}^b,$ $V_{an,tot}^b = V_{an,1}^b + V_{an,2}^b = 8 \text{ кН}$
в) Разрушение анкерного крепления с выкалыванием материала строительного основания, при этом сдвигающая нагрузка действует параллельно краю основания	
	<p>Суммарное сдвигающее усилие распределяется равномерно между всеми анкерами, входящими в состав анкерной группы. При этом в состав рассчитываемой анкерной группы включают только крайние анкера</p> $V = 8 \text{ кН},$ $V_{an,1}^c = V_{an,2}^c = V_{an,3}^c = V_{an,4}^c = V / 4 = 2 \text{ кН},$ $V_{an,tot}^c = V_{an,2}^c + V_{an,4}^c,$ $V_{an,tot}^c = 2 + 2 = 4 \text{ кН}$
<p>Примечание – Условные обозначения, принятые в таблице:</p> <p>V – сдвигающая нагрузка на анкерную группу, кН;</p> <p>$V_{an,i}$ – сдвигающее усилие в i-м анкере в составе анкерной группы, кН;</p> <p>$V_{an,tot}$ – суммарное сдвигающее усилие в анкерной группе, кН;</p> <p>1, 2, 3, 4 – анкера; 5 – опорная пластина; 6 – строительное основание; 7 – условная призма выкалывания.</p>	

Б.2.4.2 По формуле (6.7) определяют нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую способен воспринять анкер (одиночный или в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление материала основания выкалыванию (в виде клина или конуса неправильной формы):

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N}, \text{ кН};$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 10,1 \cdot \sqrt{25} \cdot 65^{1,5} = 26,5 \text{ кН};$$

$$(k_1 = 10,1; f_{ck,cube} = 25 \text{ МПа (согласно СТБ EN 206); } h_{ef} = 65 \text{ мм (см. таблицу А.7));}$$

$$s_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef} = 3 \cdot 65 = 195 \text{ мм};$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef} = 1,5 \cdot 65 = 98 \text{ мм};$$

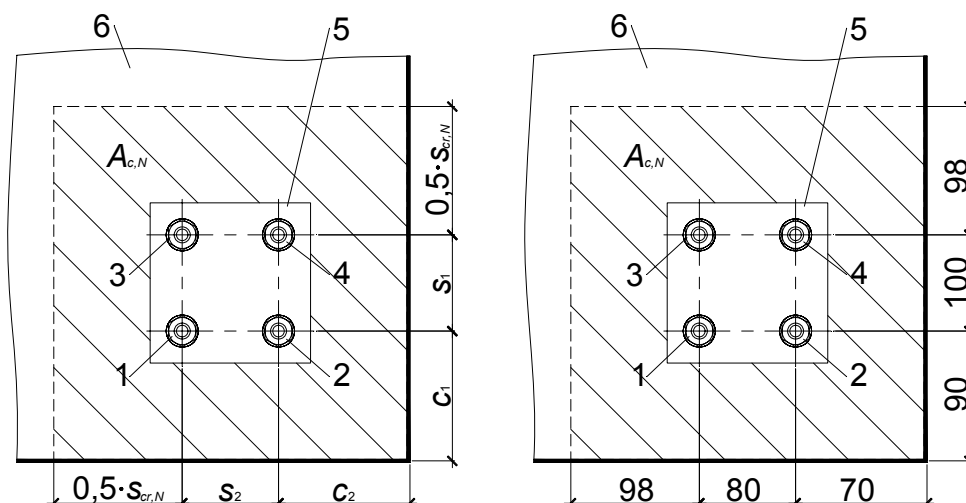
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 195 \cdot 195 = 38025 \text{ мм}^2;$$

$$A_{c,N} = (c_1 + s_1 + 0,5 \cdot s_{cr,N}) \cdot (c_2 + s_2 + 0,5 \cdot s_{cr,N}) \text{ (см. таблицу 6.4, пункт в и рисунок Б.4);}$$

$$A_{c,N} = (90 + 100 + 0,5 \cdot 195) \cdot (70 + 80 + 0,5 \cdot 195) = 71424 \text{ мм}^2;$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}.$$

Примечание – При расчете коэффициента ($\psi_{s,N}$), учитывающего влияние краевого эффекта для анкеров, установленных вблизи от края строительного основания, принимается наименьшее из возможных значений краевого расстояния (c).



1, 2, 3, 4 – анкера; 5 – опорная пластина закрепляемой детали; 6 – строительное основание

Рисунок Б.4 – Схема определения фактического значения площади проекции условной призмы выкалывания ($A_{c,N}$) для определения расчетной несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{70}{98} = 0,91;$$

$$\psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef}}{200} = 0,5 + \frac{65}{200} = 0,825.$$

С учетом отсутствия данных о фактическом армировании строительного основания, коэффициент ($\psi_{re,N}$), учитывающий влияние эффекта, возникающего в случае установки анкера в защитный слой густоармированной железобетонной конструкции, рассчитывают по формуле (6.11).

$$\psi_{ec,N} = 1,0;$$

$$N_{Rk,c} = 26,5 \cdot \frac{71424}{38025} \cdot 0,91 \cdot 0,825 \cdot 1,0 = 37,37 \text{ кН}.$$

Б.2.4.3 По формуле (6.37) определяют нормативное значение сдвигающей нагрузки, которую способен воспринять анкер (одиночный или в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление разрушению с отрывом материала строительного основания:

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = 2,0 \cdot 37,37 = 74,74 \text{ кН};$$

$$(N_{Rk,c} = 37,37 \text{ и } k = 2,0 \text{ (см. таблицу А.9)}).$$

Б.2.4.4 Вывод: исходя из условия (6.36), а также с учетом того, что $\gamma_{Mcp,V} = 1,5$ (см. таблицу А.9), условие прочности анкерного крепления при разрушении с отрывом материала строительного основания выполнено ($8 \text{ кН} < 49,8 \text{ кН}$).

Б.2.5 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (сдвигающая нагрузка действует перпендикулярно краю основания, $\alpha_V = 0^\circ$)

Б.2.5.1 По формуле (6.41) определяют нормативное значение сдвигающей нагрузки, которую способен воспринять анкер, соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление разрушению с откалыванием края строительного основания:

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}, \text{ кН};$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_3 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot L_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c^{1,5};$$

$$(k_3 = 2,4; d_{nom} = 12 \text{ мм и } L_f = 65 \text{ мм (см. таблицу А.9, пункт 3); } f_{ck,cube} = 25 \text{ МПа (согласно СТБ EN 206); } c_1 = 90 \text{ мм}).$$

Примечание – Для расчета анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания, при условии, что сдвигающая нагрузка действует перпендикулярно к краю основания, значение краевого расстояния s , мм, принимают равным c_1 ($c = c_1 = 90$ мм).

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{L_f}{c} \right)^{0,5} = 0,1 \cdot \left(\frac{65}{90} \right)^{0,5} = 0,085 ;$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c} \right)^{0,2} = 0,1 \cdot \left(\frac{12}{90} \right)^{0,2} = 0,067 ;$$

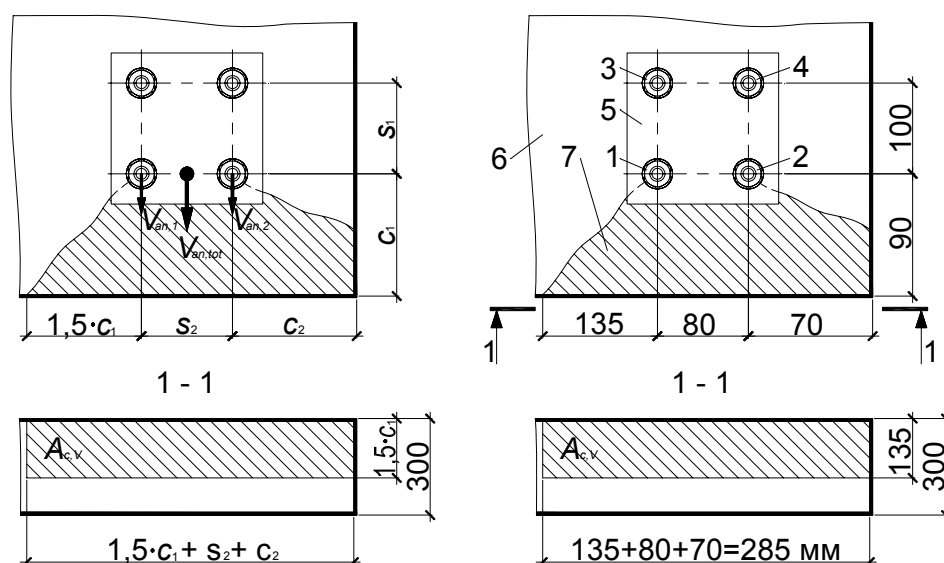
$$V_{Rk,c}^0 = k_3 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot L_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c^{1,5} = 2,4 \cdot 12^{0,085} \cdot 65^{0,067} \sqrt{25} \cdot 90^{1,5} = 16741 \text{ Н или}$$

$$V_{Rk,c}^0 = 16,74 \text{ кН};$$

$$A_{c,v}^0 = (3 \cdot c_1) \cdot (1,5 \cdot c_1) = 4,5 \cdot c_1^2 = 4,5 \cdot 90^2 = 36450 \text{ мм}^2;$$

$$A_{c,v} = 1,5 \cdot 90 \cdot (1,5 \cdot 90 + 80 + 70) = 38475 \text{ мм}^2 \text{ (рисунок Б.5);}$$

$$\psi_{s,v} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{70}{1,5 \cdot 90} = 0,856.$$



1, 2, 3, 4 – анкеры; 5 – опорная пластина закрепляемой детали; 6 – строительное основание;
7 – условная призма выкалывания.

Рисунок Б.5 – Схема определения фактического значения площади проекции условной призмы выкалывания ($A_{c,v}$) для определения расчетной несущей способности анкерного крепления при разрушении с откалыванием края строительного основания (сдвигающая нагрузка действует перпендикулярно краю основания, $\alpha_v = 0^\circ$)

При этом должно выполняться условие: $\psi_{s,v} \leq 1,0$. Таким образом, в дальнейших расчетах используется $\psi_{s,v} = 0,856$.

$$\psi_{h,V} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot c_1}{h}} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot 90}{300}} = 0,67.$$

При этом должно выполняться условие: $\psi_{h,V} \geq 1,0$. Таким образом, в дальнейших расчетах используется $\psi_{h,V} = 1,0$.

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,4 \cdot \sin \alpha_V)^2}}$$

Исходя из того, что $\alpha_V = 0$, в дальнейших расчетах используется $\psi_{\alpha,V} = 1,0$.

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{e_V}{1,5 \cdot c_1}} \leq 1,0$$

Исходя из того, что анкерная группа нагружена равномерно, в дальнейших расчетах используется $\psi_{ec,V} = 1,0$.

С учетом отсутствия данных о фактическом армировании строительного основания, коэффициент ($\psi_{re,V}$), учитывающий влияние армирования на анкер, установленный вблизи от края железобетонной конструкции, принимают равным 1,0.

Таким образом, определяют значение $V_{Rk,c}$:

$$V_{Rk,c} = 16,74 \cdot \frac{38475}{36450} \cdot 0,856 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 15,13 \text{ кН};$$

Б.2.5.2 Вывод: исходя из условия (6.40), а также с учетом того, что $\gamma_{Mc,V} = 1,5$ (см. таблицу А.9), при этом сдвигающая нагрузка действует перпендикулярно краю основания, условие прочности анкерного крепления при разрушении с откалыванием края строительного основания выполнено ($8 \text{ кН} < 10,08 \text{ кН}$).

Б.2.6 Расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания (сдвигающая нагрузка действует параллельно краю основания, $\alpha_V = 90^\circ$).

Б.2.6.1 По формуле (6.41) определяют нормативное значение сдвигающей нагрузки, которую способен воспринять анкер, соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление разрушению с откалыванием края строительного основания:

$$V_{Rk,c}^0 = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}, \text{ кН};$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_3 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot L_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c^{1,5};$$

($k_3 = 2,4$; $d_{nom} = 12 \text{ мм}$ и $L_f = 65 \text{ мм}$ (см. таблицу А.9, пункт 3); $f_{ck,cube} = 25 \text{ МПа}$ (согласно СТБ EN 206); $c_1 = 90 \text{ мм}$).

Примечание – Для расчета анкерного крепления по прочности при разрушении с откалыванием края строительного основания, при условии, что сдвигающая нагрузка действует параллельно краю основания, значение краевого расстояния c , мм, принимают равным c_2 ($c = c_2 = 70$ мм).

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{L_f}{c} \right)^{0,5} = 0,1 \cdot \left(\frac{65}{70} \right)^{0,5} = 0,096 ;$$

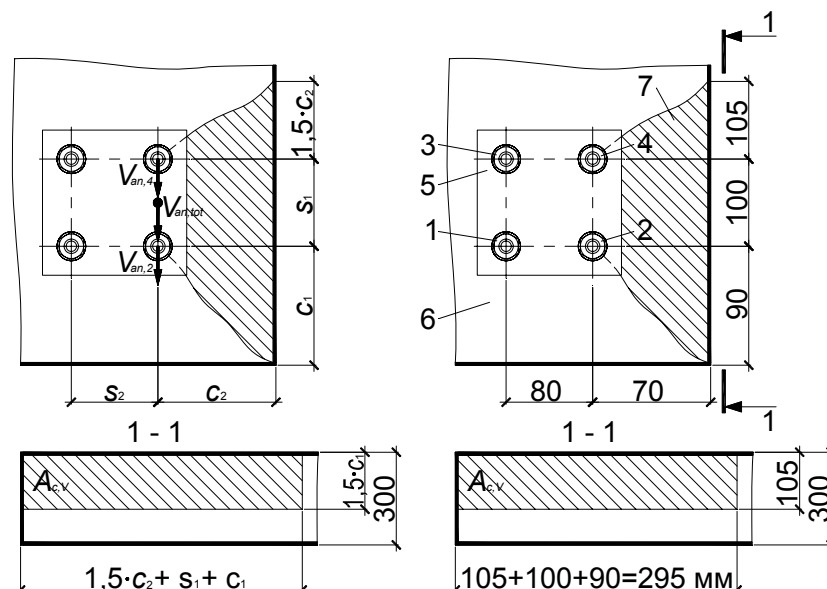
$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c} \right)^{0,2} = 0,1 \cdot \left(\frac{12}{70} \right)^{0,2} = 0,070 ;$$

$$V_{Rk,c}^0 = 2,4 \cdot 12^{0,096} \cdot 65^{0,070} \cdot \sqrt{25} \cdot 70^{1,5} = 11949,15 \text{ Н или } V_{Rk,c}^0 = 12,0 \text{ кН};$$

$$A_{c,V}^0 = (3 \cdot c) \cdot (1,5 \cdot c) = 4,5 \cdot c^2 = 4,5 \cdot 70^2 = 22050 \text{ мм}^2;$$

$$A_{c,V} = 1,5 \cdot 70 \cdot (1,5 \cdot 70 + 100 + 90) = 30975 \text{ мм}^2 \text{ (рисунок Б.6);}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_1}{1,5 \cdot c_2} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{90}{1,5 \cdot 70} = 0,957.$$



1, 2, 3, 4 – анкеры; 5 – опорная пластина закрепляемой детали; 6 – строительное основание;
7 – условная призма выкалывания

Рисунок Б.6 – Схема определения фактического значения площади проекции условной призмы выкалывания ($A_{c,V}$) для определения расчетной несущей способности анкерного крепления при разрушении с откалыванием края строительного основания (сдвигающая нагрузка действует параллельно краю основания, $\alpha_V = 90^\circ$)

При этом должно выполняться условие: $\psi_{s,V} \leq 1,0$. Таким образом, в дальнейших расчетах используется $\psi_{s,V} = 0,957$.

$$\psi_{h,V} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot c_2}{h}} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot 70}{300}} = 0,59.$$

При этом должно выполняться условие: $\psi_{h,V} \geq 1,0$. Таким образом, в дальнейших расчетах используется $\psi_{h,V} = 1,0$.

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,4 \cdot \sin \alpha_V)^2}};$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos 90^\circ)^2 + (0,4 \cdot \sin 90^\circ)^2}} = \sqrt{\frac{1}{0 + (0,4 \cdot 1)^2}} = 2,5;$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{e_V}{1,5 \cdot c_1}} \leq 1,0.$$

Исходя из того, что анкерная группа нагружена равномерно, в дальнейших расчетах используется $\psi_{ec,V} = 1,0$.

С учетом отсутствия данных о фактическом армировании строительного основания, коэффициент $\psi_{re,V}$, учитывающий влияние армирования на анкер, установленный вблизи от края железобетонной конструкции, принимают равным 1,0.

Таким образом, определяют значение $V_{Rk,c}$:

$$V_{Rk,c} = 12 \cdot \frac{30975}{22050} \cdot 0,957 \cdot 1,0 \cdot 2,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 40,33 \text{ кН};$$

Б.2.6.2 Вывод: исходя из условия (6.40), а также с учетом того, что $\gamma_{Mc,V} = 1,5$ (см. таблицу А.9), при этом сдвигающая нагрузка действует параллельно краю основания, условие прочности анкерного крепления при разрушении с откалыванием края строительного основания выполнено ($8 \text{ кН} < 26,89 \text{ кН}$).

Общий вывод: несущая способность анкерного крепления при воздействии сдвигающего усилия обеспечена.

Б.3 Пример 3. Выполнить проверку несущей способности анкерного крепления при комбинированном действии осевой растягивающей и сдвигающей нагрузок

Б.3.1 Исходные данные (рисунок Б.7)

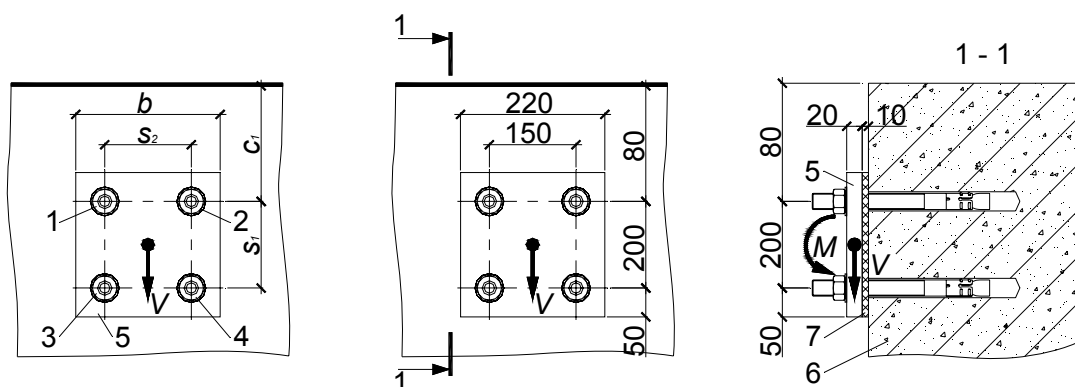
Расчетные воздействия на анкерную группу:

- сдвигающая нагрузка $V = 4 \text{ кН}$;
- изгибающий момент $M = 2 \text{ кН}\cdot\text{м}$.

Анкерное крепление состоит из следующих элементов:

- строительное основание – железобетонная стена толщиной 200 мм, выполненная из бетона класса прочности на сжатие $C^{25}_{/30}$. Армирование

- плиты в зоне установки анкера – сетка 200×200 мм, выполненная из арматуры S500 (диаметром 12 мм);
- анкер – Hilti HIT-RE 500 V3 со шпилькой HIT-V M12 из стали класса прочности 5.8 ($h_{ef} = 110$ мм) (4 шт.);
 - опорная пластина закрепляемой детали – стальная пластина толщиной 20 мм с четырьмя отверстиями диаметром 14 мм. Опорная пластина закрепляемой детали прилегает к строительному основанию посредством выравнивающего слоя толщиной 10 мм;
 - температурный режим эксплуатации анкерного крепления – от минус 43 °С до 40 °С.



1, 2, 3, 4 – анкеры; 5 – опорная пластина закрепляемой детали; 6 – строительное основание;
7 – выравнивающий слой

Рисунок Б.7 – Схема анкерного крепления

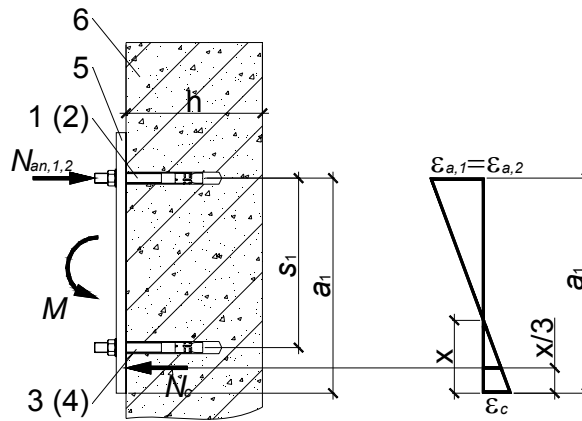
Б.3.2 Общие положения по расчету

С конструктивной точки зрения анкерное крепление соответствует положениям настоящих рекомендаций, в том числе:

- геометрические параметры установки анкера (см. таблицу А.59 и рисунок Б.7):
 - допустимая толщина строительного основания $h_{min} = 140$ мм. При этом $h > h_{min}$;
 - минимальное краевое расстояние $c_{min} = 60$ мм. При этом $c_1 > c_{min}$;
 - минимальное межосевое расстояние $s_{min} = 60$ мм. При этом $s_1 > s_2 > s_{min}$.
- строительное основание – железобетонная конструкция с трещинами.

Эксплуатация анкерного крепления, с учетом таблицы А.56, осуществляется при температурном режиме I (от минус 43 °С до 40 °С). Усилия в анкерном крепление (в том числе и в отдельных анкерах) определяют в соответствии с разделом 5. Расчетная схема анкерного крепления приведена на рисунке Б.8.

Деформации и напряжения сжатия в строительном основании распределяются по линейному закону (треугольная эпюра, $N_c = 0,5 \cdot b \cdot x \cdot E_{cm} \cdot \epsilon_c$). При этом максимальные напряжения бетона основания не должны превышать расчетного сопротивления бетона. Модуль упругости и расчетное сопротивление бетона строительного основания принимают по действующим ТНПА.



$$a_1 = 250 \text{ мм}; h = 200 \text{ мм}; s_1 = 200 \text{ мм}.$$

1, 2, 3, 4 – анкеры; 5 – опорная пластина закрепляемой детали; 6 – строительное основание

Рисунок Б.8 – Схема анкерного крепления

Коэффициент жесткости химического анкера с переменной глубиной заделки при кратковременном действии осевой растягивающей нагрузки определяют по формуле (7.10) с учетом того, что $c_{N0} = 0,05 \text{ мм/МПа}$ (см. таблицу А.63):

$$C_{N,0} = \frac{\pi \cdot d_{nom} \cdot h_{ef}}{c_{N,0}} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 110}{0,05} = 82896 \text{ кН/м};$$

Растягивающее усилие в одиночном анкере определяют по формуле (5.5):

$$N_{sd,1,2} = (E A_{sd}) \cdot \varepsilon_{sd,1}, \text{ кН};$$

где $(E A_{sd})$ – фактическая жесткость поперечного сечения анкера, определяемая по формуле (5.6), при этом C_N принимается равным $C_{N,0}$:

$$(E A_{sd}) = C_N \cdot h_{ef} = 82896 \cdot 0,11 = 9118,56 \text{ кН}.$$

Для рассматриваемой группы крайних анкеров для дальнейшего расчета принимают удвоенное суммарное значение жесткости.

Высоту сжатой зоны строительного основания определяют исходя из условия равновесия внешних и внутренних сил в анкерном узле, а также соотношения относительных деформаций бетона и анкера:

$$N_c - N_{sd,1,2} = 0, \text{ то есть } (0,5 \cdot b \cdot x \cdot E_{cm} \cdot \varepsilon_c) - ((E A_{an}) \cdot \varepsilon_{sd,1}) = 0, \quad (\text{Б.1})$$

$$N_{sd,1,2} \cdot \left(a_1 - \frac{x}{3} \right) = M, \quad (\text{Б.2})$$

$$\varepsilon_{sd,1} = \frac{a_1 - x}{x} \cdot \varepsilon_c, \quad (\text{Б.3})$$

Высоту сжатой зоны строительного основания определяют исходя из формул (Б.1) и (Б.3):

$$x = \frac{\sqrt{(2 \cdot E A_{sd})^2 + 2 \cdot E_{cm} \cdot a_1 \cdot b \cdot (2 \cdot E A_{sd})} - (2 \cdot E A_{sd})}{E_{cm} \cdot b} =$$

$$= \frac{\sqrt{(2 \cdot 9118,56)^2 + 2 \cdot 31 \cdot 250 \cdot 220 \cdot (2 \cdot 9118,56) - (2 \cdot 9118,56)}}{31 \cdot 220} =$$

$$= \frac{\sqrt{18237,12^2 + 2 \cdot 31 \cdot 250 \cdot 220 \cdot 18237,12 - 18237,12}}{31 \cdot 220} = 33,99 \text{ мм или } x = 0,034 \text{ м.}$$

Значения усилия $N_{sd,1,2}$ определяют исходя из формулы (Б.2):

$$N_{sd,1,2} = \frac{M}{a_1 - \frac{x}{3}} = \frac{2}{0,25 - \frac{0,034}{3}} = 8,37 \text{ кН или } N_{sd,1,2} = 8370 \text{ Н.}$$

Значение максимального напряжения бетона определяют исходя из формулы (Б.1):

$$E_{cm} \cdot \varepsilon_c = \frac{N_{sd,1,2}}{0,5 \cdot b \cdot x} = \frac{8370}{0,5 \cdot 220 \cdot 33,9} = 2,25 \text{ МПа.}$$

При этом полученное значение меньше, чем расчетное сопротивление бетона сжатию для бетона класса прочности на сжатие $C^{25}/_{30}$:

$$f_{cd} = 16,67 \text{ МПа;}$$

$$2,25 \text{ МПа} < 16,67 \text{ МПа.}$$

Для расчета анкеров в составе анкерной группы определяют расчетные значения осевых растягивающих усилий:

– растягивающее усилие в наиболее нагруженном анкере в составе группы:

$$N_{sd}^h = N_{sd,1,2} / 2 = 8,37 / 2 = 4,19 \text{ кН;}$$

– суммарное растягивающее усилие в анкерной группе:

$$N_{sd}^g = N_{sd,1,2} = 8,37 \text{ кН.}$$

Суммарное сдвигающее усилие в случае, если происходит разрушение анкерного крепления по стали или с отрывом материала строительного основания, распределяется равномерно между всеми анкерами, входящими в состав анкерной группы (см. 5.2.8 и таблицу 5.2):

$$V_{sd}^h = V / 4 = 1 \text{ кН;}$$

$$V_{sd}^g = V = 4 \text{ кН.}$$

При определении суммарного сдвигающего усилия в анкерной группе, в случае если происходит разрушение анкерного крепления с выкалыванием материала строительного основания, не учитывают сдвигающее усилие, направленное перпендикулярно от края основания (с учетом 5.2.9 и таблицы 5.4):

$$V_{sd}^g = 0 \text{ кН.}$$

Выполняют расчет анкеров на сдвиг с учетом дополнительных усилий, обусловленных плечом сдвигающей нагрузки (с учетом рисунков 5.3 и Б.7):

$$L_s = \frac{a_3 + e_1}{\alpha_M} = \frac{0,5 \cdot 12 + (0,5 \cdot 20 + 10)}{1,0} = 26 \text{ мм.}$$

Б.3.3 Определяют нормативное значение осевой растягивающей нагрузки $N_{Rk,c}$, которую способен воспринять анкер (в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление материала основания выкалыванию (6.1.3):

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N}, \text{ кН};$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,2 \cdot \sqrt{30} \cdot 110^{1,5} = 45519,99 \text{ Н или } N_{Rk,c}^0 = 45,52 \text{ кН}$$

$$(k_1 = 7,2; f_{ck,cube} = 30 \text{ МПа (согласно СТБ EN 206); } h_{ef} = 110 \text{ мм (см. таблицу А.59));$$

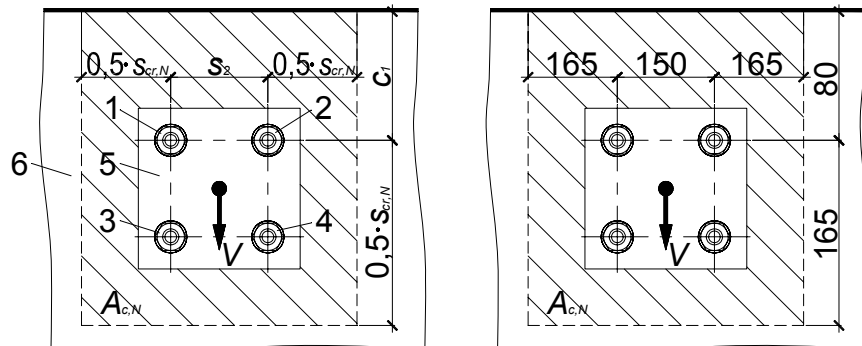
$$s_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef} = 3 \cdot 110 = 330 \text{ мм};$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef} = 1,5 \cdot 110 = 165 \text{ мм};$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 330 \cdot 330 = 108900 \text{ мм}^2;$$

$$A_{c,N} = (0,5 \cdot s_{cr,N} + s_2 + 0,5 \cdot s_{cr,N}) \cdot (c_1 + 0,5 \cdot s_{cr,N}) =$$

$$= (0,5 \cdot 330 + 150 + 0,5 \cdot 330) \cdot (80 + 0,5 \cdot 330) = 117600 \text{ мм}^2 \text{ (рисунок Б.9);}$$



1, 2, 3, 4 – анкеры; 5 – опорная пластина закрепляемой детали; 6 – строительное основание

Рисунок Б.9 – Схема определения фактического значения площади проекции условной призмы выкалывания ($A_{c,N}$)

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{80}{165} = 0,845;$$

$\psi_{re,N} = 1,0$ – с учетом того, что строительное основание представляет собой железобетонную конструкцию с арматурой диаметром 10 мм и более, установленной с шагом 150 мм и более;

$\psi_{ec,N} = 1,0$ – с учетом того, что в данном случае рассматривается анкер в составе анкерной группы, при условии если $e_{N,1} = 0$ и $e_{N,2} = 0$;

Таким образом, значение $N_{Rk,c}$ составляет:

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 45,52 \cdot \frac{117600}{108900} \cdot 0,845 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 41,54 \text{ кН.}$$

Б.3.4 Определяют нормативное значение осевой растягивающей нагрузки $N_{Rk,sp}$, которую способен воспринять анкер (в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление материала основания раскалыванию (6.1.4):

а) определяют по таблице А.60, пункт 3, параметр $c_{cr,sp}$, исходя из того, что $h = 200$ мм, $h_{ef} = 110$ мм и, соответственно, $h/h_{ef} = 1,81$:

$$c_{cr,sp} = 4,6 \cdot h_{ef} - 1,8 \cdot h = 4,6 \cdot 110 - 1,8 \cdot 200 = 146 \text{ мм};$$

При этом, с учетом того, что $c_1 < c_{cr,sp}$ ($80 \text{ мм} < 146 \text{ мм}$), а также в соответствии с 6.1.4.3, следует выполнять расчет анкерного крепления по прочности при разрушении с раскалыванием материала строительного основания.

б) определяют по таблице А.60, пункт 3, параметр $s_{cr,sp}$:

$$s_{cr,sp} = 2 \cdot c_{cr,sp} = 2 \cdot 146 = 292 \text{ мм};$$

в) определяют для двух крайних анкеров, входящих в состав анкерной группы, нормативное значение осевой растягивающей нагрузки, которую способен воспринять анкер (в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление материала строительного основания раскалыванию:

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp}, \text{ кН.}$$

При этом, с учетом 6.1.4.2 значения $N_{Rk,c}^0$, $A_{c,N}$, $A_{c,N}^0$, $\psi_{s,N}$, $\psi_{re,N}$ и $\psi_{ec,N}$ определяют в соответствии с 6.1.3.2 с подстановкой $s_{cr,sp}$ вместо $s_{cr,N}$ и $c_{cr,sp}$ вместо $c_{cr,N}$:

$$N_{Rk,c}^0 = 45519,99 \text{ Н или } N_{Rk,c}^0 = 45,52 \text{ кН (по Б.3.3);}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp} = 292 \cdot 292 = 85264 \text{ мм}^2;$$

$$A_{c,N} = (0,5 \cdot s_{cr,sp} + s_2 + 0,5 \cdot s_{cr,sp}) \cdot (c_1 + 0,5 \cdot s_{cr,sp}) = (0,5 \cdot 292 + 150 + 0,5 \cdot 292) \cdot (80 + 0,5 \cdot 292) = 99892 \text{ мм}^2 \text{ (аналогично Б.3.3);}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{80}{146} = 0,864 ;$$

$$\psi_{re,N} = 1,0 \text{ и } \psi_{ec,N} = 1,0 \text{ (по Б.3.3);}$$

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} = \left(\frac{200}{140} \right)^{2/3} = 1,27 ;$$

Таким образом, значение $N_{Rk,sp}$ составляет:

$$N_{Rk,sp} = 45,52 \cdot \frac{99892}{85264} \cdot 0,864 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,27 = 58,52, \text{ кН.}$$

Б.3.5 Определяют нормативное значение осевой растягивающей нагрузки $N_{Rk,comb}$, которую способен воспринять анкер (в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление материала основания комбинированному разрушению (6.1.5):

$$N_{Rk,comb} = N_{Rk,comb}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_c \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{g,Np}, \text{ кН;}$$

$$N_{Rk,comb}^0 = \pi \cdot d_{nom} \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 3,14 \cdot 12 \cdot 110 \cdot 8,0 = 33158,4 \text{ Н или } N_{Rk,comb}^0 = 33,16 \text{ кН;}$$

$d_{nom} = 12 \text{ мм}$ (см. таблицу А.60, пункт 4); $\tau_{Rk} = \tau_{Rk,rc} = 8,0 \text{ Н/мм}^2$ (см. таблицу А.61, для температурного режима I и строительного основания с трещинами);

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d_{nom} \cdot \sqrt{\tau_{Rk,urc}} \leq 3 \cdot h_{ef} = 7,3 \cdot 12 \cdot \sqrt{17} = 360,9 \text{ мм;}$$

$\tau_{Rk,urc} = 17,0 \text{ Н/мм}^2$ (см. таблицу А.61, при условии устройства отверстий в строительном основании для нагнетания твердеющей со временем композиции в режиме перфорирования (сверление с ударом)).

При этом должно выполняться условие, что $s_{cr,Np} \leq 3 \cdot h_{ef}$. Таким образом, в дальнейших расчетах используется значение $s_{cr,Np} = 3 \cdot 110 = 330 \text{ мм}$.

$$c_{cr,Np} = s_{cr,Np} / 2 = 330 / 2 = 165 \text{ мм;}$$

$$A_{p,N}^0 = s_{cr,Np} \cdot s_{cr,Np} = 330 \cdot 330 = 108900 \text{ мм}^2;$$

$$A_{p,N} = (0,5 \cdot s_{cr,sp} + s_2 + 0,5 \cdot s_{cr,sp}) \cdot (c_1 + 0,5 \cdot s_{cr,sp}) = (0,5 \cdot 330 + 150 + 0,5 \cdot 330) \cdot (80 + 0,5 \cdot 330) = 117600 \text{ мм}^2 \text{ (см. рисунок Б.9);}$$

$$\psi_c = 1,02 \text{ (по таблице А.60, пункт 4);}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,cp}} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{80}{165} = 0,845;$$

$$\psi_{re,N} = 1,0 \text{ и } \psi_{ec,N} = 1,0 \text{ (по Б.3.3);}$$

$$\begin{aligned} \psi_{g,Np}^0 &= \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{d_{nom} \cdot \tau_{Rk} \cdot \psi_c}{k_2 \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck,cube}}} \right)^{1,5} = \\ &= \sqrt{4} - (\sqrt{4} - 1) \cdot \left(\frac{12 \cdot 8,0 \cdot 1,02}{2,3 \cdot \sqrt{110 \cdot 30}} \right)^{1,5} = 1,363 \end{aligned}$$

Условие $\psi_{g,Np}^0 \geq 1,0$ выполнено.

$$\begin{aligned}\psi_{g,Np} &= \psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) = \\ &= 1,363 - \sqrt{\frac{150}{330}} \cdot (1,363 - 1) = 1,118.\end{aligned}$$

Условие $\psi_{g,Np} \geq 1,0$ выполнено.

Таким образом, значение $N_{Rk,comb}$ составляет:

$$\begin{aligned}N_{Rk,comb} &= N_{Rk,comb}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_c \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{g,Np} = \\ &= 33,16 \cdot \frac{117600}{108900} \cdot 1,02 \cdot 0,845 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,118 = 34,51 \text{ кН}.\end{aligned}$$

Б.3.6 Определяют нормативное значение сдвигающей нагрузки, вызывающей разрушение материала анкера (в составе анкерной группы) (разрушение по стали) (6.2.1), принимаемое с учетом дополнительных усилий, обусловленных плечом сдвигающей нагрузки:

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{L_s}, \text{ кН};$$

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rk,s} / \gamma_{Ms,N}} \right) = 66 \cdot \left(1 - \frac{4,19}{42/1,5} \right) = 56,1 \text{ Н·м};$$

$$M_{Rk,s}^0 = 66 \text{ Н·м (см. таблицу А.62, пункт 1);}$$

$$N_{Rk,s} = 42 \text{ кН и } \gamma_{Ms,N} = 1,5 \text{ (см. таблицу А.60, пункт 1);}$$

$$L_s = 26 \text{ мм или } L_s = 0,026 \text{ м (см. Б.3.2)}$$

Таким образом, значение $V_{Rk,s}$ составляет:

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{L_s} = \frac{1,0 \cdot 56,1}{0,026} = 2157,7 \text{ Н или } V_{Rk,s} = 2,16 \text{ кН}.$$

Б.3.7 Определяют нормативное значение сдвигающей нагрузки, которую способен воспринять анкер (в составе анкерной группы), соответствующее пределу прочности материала строительного основания, окружающего анкер, установленный в проектное положение, и обеспечивающее сопротивление разрушению с отрывом материала строительного основания (6.2.2):

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c}, \text{ кН}.$$

При этом, с учетом условий, изложенных в 6.2.2.2, значение $N_{Rk,c}$ определяют по формуле

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,comb} = N_{Rk,comb}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_c \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{g,Np}, \text{ кН}.$$

Примечание – С учетом того, что сдвигающие нагрузки на анкеры, входящие в состав анкерной группы, действуют в одном направлении, проверку несущей способности анкерного крепления по прочности при разрушении с отрывом материала строительного основания выполняют для анкерной группы в целом (6.2.2.3).

Значение $A_{p,N}$ определяют для анкера, входящего в состав анкерной группы, состоящей из четырех анкеров, по формуле

$$A_{p,N} = (0,5 \cdot s_{cr,Np} + s_2 + 0,5 \cdot s_{cr,Np}) \cdot (c_1 + s_1 + 0,5 \cdot s_{cr,Np}) = \\ = (0,5 \cdot 330 + 150 + 0,5 \cdot 330) \cdot (80 + 200 + 0,5 \cdot 330) = 213600 \text{ мм}^2.$$

Остальные параметры принимают в соответствии с Б.3.5.

Значение $N_{Rk,c}$ составляет:

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,comb} = 33,16 \cdot \frac{213600}{108900} \cdot 1,02 \cdot 0,845 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,118 = 62,67 \text{ кН}$$

Таким образом, значение $V_{Rk,cp}$ составляет:

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = 2,0 \cdot 62,67 = 125,34 \text{ кН.}$$

где $k = 2,0$ (при $h_{ef} \geq 60$ мм) (по таблице А.62, пункт 2).

Б.3.8 Выполняют проверку несущей способности анкерного крепления при комбинированном действии осевой растягивающей и сдвигающей нагрузок.

Результаты проверки несущей способности анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров, при воздействии осевой растягивающей нагрузки приведены в таблице Б.2.

Таблица Б.2

Вид разрушения анкерного крепления, в результате воздействия осевой растягивающей нагрузки	Значения усилий		β_N
	расчетное, кН	предельное, кН	
разрушение по стали	$N_{sd}^h = 4,19$	$\frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms,N}} = \frac{42,00}{1,5} = 28,00$	0,15
разрушение с выкалыванием материала строительного основания	$N_{sd}^g = 8,37$	$\frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc,N}} = \frac{41,54}{1,5} = 27,69$	0,30
разрушение с раскалыванием материала строительного основания	$N_{sd}^g = 8,37$	$\frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp,N}} = \frac{58,52}{1,5} = 39,01$	0,22
комбинированное разрушение: разрушение по границе контакта анкера со строительным основанием и разрушение с выкалыванием материала строительного основания	$N_{sd}^g = 8,37$	$\frac{N_{Rk,comb}}{\gamma_{Mp,N}} = \frac{34,51}{1,5} = 23,01$	0,36
Примечания			
1 Безразмерный коэффициент β_N определяют в соответствии с 6.2.3.6.			
2 Значения коэффициентов безопасности ($\gamma_{Ms,N}$, $\gamma_{Mc,N}$ и др.) принимают по таблице А.60.			

Результаты проверки несущей способности анкерного крепления, выполненного с использованием химических анкеров, при воздействии сдвигающей нагрузки приведены в таблице Б.3.

Таблица Б.3

Вид разрушения анкерного крепления, в результате воздействия сдвигающей нагрузки	Значения усилий		β_v
	расчетное, кН	предельное, кН	
разрушение по стали	$V_{sd}^h = 1,00$	$\frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms,V}} = \frac{2,16}{1,25} = 1,73$	0,58
разрушение с отрывом материала строительного основания	$V_{sd}^g = 4,00$	$\frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mcp,V}} = \frac{125,34}{1,5} = 83,56$	0,05
разрушение с выкалыванием материала строительного основания	$V_{sd}^g = 0$	—	0
Примечания			
1 Безразмерный коэффициент β_v определяют в соответствии по 6.2.3.6.			
2 Значения коэффициентов безопасности ($\gamma_{Ms,V}$ и $\gamma_{Mcp,V}$) принимают по таблице А.62.			

С учетом указаний 6.2.3.6, принимают $\beta_N = 0,36$ и $\beta_v = 0,58$.

Несущая способность анкерного крепления при комбинированном действии осевой растягивающей и сдвигающей нагрузок, с учетом условий (6.51), (6.52) и (6.58) обеспечена:

- $\beta_N \leq 1,0$; $0,36 < 1,0$;
- $\beta_v \leq 1,0$; $0,58 < 1,0$;
- $\beta_N + \beta_v \leq 1,2$; $0,36 + 0,58 = 0,94 < 1,2$.

Библиография

- [1] СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология.
- [2] Санитарные нормы и правила «Требования к организациям, осуществляющим строительную деятельность, и организациям по производству строительных материалов, изделий и конструкций».
Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 декабря 2014 № 120.
- [3] Инструкция о порядке проведения обязательных медицинских осмотров работающих.
Утверждена постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 апреля 2010 г. №47.
- [4] Инструкция о порядке обеспечения работников средствами индивидуальной защиты.
Утверждена постановлением Министерства труда Республики Беларусь от 30 декабря 2008 г. №209.
- [5] СНиП 2.03.04-84 Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур