



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

129337, Россия, Москва, Ярославское ш., д. 26, тел. (495) 781-80-07, факс (499) 183-44-38

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИТЭЦ НИИ ЭМ МГСУ

О.В. Кабанцев

2021 г.



РАЗРАБОТАНО

Директор НИИ ЭМ

А.Н. Шувалов

2021 г.

Заведующий ЛДС

В.А. Смирнов

2021 г.

Ведущий инженер НИИ ЭМ

М.Г. Ковалев

2021 г.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АНКЕРНЫХ КРЕПЛЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

СТО 02066523-001-2020

Изменение 1

МОСКВА 2021

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандартов организации – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН ФГБОУ ВО НИУ МГСУ.

2 ВНЕСЕН ФГБОУ ВО НИУ МГСУ

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ ФГБОУ ВО НИУ МГСУ приказом от «09» июня 2020 г. № 410/130

4 Настоящий стандарт гармонизирован с основными положениями российских норм и сводов правил по проектированию

5 В настоящем стандарте реализованы положения статьи 11-13, 17 Федерального закона «О техническом регулировании»

6 ИЗМЕНЕНИЕ 1 ВНЕСЕНО НИУ МГСУ

Информация об изменениях к настоящему стандарту ежегодно размещается на официальном сайте НИУ МГСУ www.mgsu.ru в сети Интернет. В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта уведомление будет размещено на вышеуказанном сайте.

НИУ МГСУ, 2021 г.

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и/или распространен другими организациями в своих интересах без согласования с НИУ МГСУ, ИНН 7716103391, КПП 771601001.

Содержание

1 Область применения	4
2 Нормативные ссылки	5
3 Термины и определения	6
4 Основные положения.....	8
5 Методика расчёта анкерного крепления.....	12
6 Установка анкерного крепежа	19
Библиография	21
Приложение 1. Типовая форма технического паспорта.....	22
Приложение 2. Пример расчёта	24
Лист регистрации изменений.....	28

Группа Ж02

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

Проектирование анкерных креплений строительных конструкций и оборудования в сейсмических районах**Design of building structures and equipment anchorages in seismic areas**

Дата введения 29.11.2021

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает дополнительные конструктивные требования, а также требования к расчёту при проектировании анкерных креплений строительных конструкций и оборудования в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных районах и устанавливаемых в основание из тяжёлого или мелкозернистого бетона класса по прочности В15 – В60 с применением механических и клеевых анкеров, обладающих достаточным набором технических характеристик для расчёта и проектирования в условиях сейсмических воздействий, полученных по результатам лабораторных испытаний по полной программе, приведённой в ГОСТ Р 58430-2019, или по сокращённой программе, приведённой в СТО 05156706-002-2020.

1.2 Настоящий стандарт следует применять для анкерных креплений в зданиях и сооружениях нормального и пониженного уровня ответственности. Для зданий повышенного уровня ответственности настоящий стандарт может применяться по согласованию с разработчиками. Уровень ответственности зданий и сооружений определяется в соответствии с п.8 статьи 4 Федерального закона от 30 декабря 2009г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», а также [1].

Стандарт устанавливает требования как для одиночных анкеров, так и для групп анкеров.

1.3 Стандарт не распространяется на проектирование анкерных креплений, применяемых на объектах АЭС.

1.4 Стандарт не распространяется на проектирование анкерных креплений, подверженных усталостным и ударным нагрузкам.

1.5 Результаты расчётов при проектировании анкерных креплений, выполненных по данному стандарту, следует распространять только на анкерные крепления, прошедшее соответствующую проверку по 1.1. Не допускается интерполировать результаты на анкеры, выходящие за анализируемый диапазон параметров, отличающиеся по геометрическим параметрам (промежуточные диаметры, промежуточные эффективные глубины установки, антикоррозийные покрытия, отличные по геометрии функциональных частей анкера и др.) и на не использованные в испытаниях условия установки.

2 Нормативные ссылки

ГОСТ 24379.1-2012 Болты фундаментные. Конструкция и размеры.

ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.

ГОСТ Р 56731-2015 Анкеры механические для крепления в бетоне. Методы испытаний.

ГОСТ Р 58430-2019 Анкеры механические и клеевые для крепления в бетоне в сейсмических районах. Методы испытаний.

Методическое пособие. Проектирование анкерных креплений строительных конструкций и оборудования. ФАУ ФЦС, Москва, 2018 г. (далее – Пособие).

Руководство по креплению технологического оборудования фундаментными болтами. ЦНИИПромзданий, Москва, 1979 г (далее –Руководство).

Рекомендации по проектированию стальных закладных деталей для железобетонных конструкций. Москва, Стройиздат, 1984 г.

СТО 05156706-001-2019 Анкерные крепления к бетону с применением клеевых анкеров. Правила установления нормируемых параметров.

СТО 05156706-002-2020 Анкеры механические и клеевые для крепления в бетоне в сейсмических районах. Общие требования к сокращённой программе лабораторных испытаний.

СТО 36554501-039-2014 Анкерные крепления к бетону с применением анкеров НИЛТИ. Расчёт и конструирование.

СТО 36554501-048-2016* Анкерные крепления к бетону. Правила проектирования.

СТО НОСТРОЙ 2.10.76-2012 Строительные конструкции металлические. Болтовые соединения. Правила и контроль монтажа, требования к результатам работ

СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*;

СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте использованы термины и определения по представленным ссылочным нормативным документам, а также следующие термины с соответствующими определениями:

Анкерное крепление (или анкерное соединение) – узел строительной конструкции, конструктивно представляющий анкер или анкерную группу, установленные в проектное положение в строительном основании, при этом анкер или каждый из анкерной группы способен воспринимать воздействующие на него нагрузки и передавать их в строительное основание.

Анкер – крепежное изделие промышленного изготовления, предназначенное для крепления строительных элементов, материалов, конструкций и оборудования к строительному основанию.

Анкерная группа – совокупность анкеров, вовлеченных в работу анкерного крепления по рассматриваемому механизму достижения предельного состояния.

Анкерный дюбель – составная часть фрикционного анкера, распираемая в строительном основании при установке анкера в проектное положение и передающая нагрузку, воспринимаемую стержнем анкера, в строительное основание.

Анкер с уширением – упорный анкер, который создает упор за счет расширения составных частей распорной зоны анкера непосредственно в строительном основании, при установке которого необходимо провести расширение части отверстия для упора составных частей анкера.

Анкер с расклинивающей клипсой – фрикционный анкер, конструкция которого предусматривает расклинивающий элемент в виде клипсы, а установка в проектное положение происходит посредством расклинивания клипсы анкера внутри отверстия при затягивании гайки, болта или винта (в зависимости от конструкции анкера) до достижения заданного момента затяжки.

Глубина анкеровки – линейный размер анкерного крепления, обозначающий расстояние от поверхности строительного основания до наиболее глубоко находящейся в строительном основании точки, в которой анкер передает нагрузку в строительное основание.

Инъекционный анкер – анкер, установка которого предусматривает инъецирование в отверстие в строительном основании химического состава из одного или нескольких компонентов в заданных пропорциях, после чего в отверстие с еще не затвердевшим химическим составом, устанавливают анкерную шпильку.

Капсульный анкер – анкер, установка которого предусматривает введение в отверстие в строительном основании капсулы с химическим составом из одного или нескольких компонентов в заданных пропорциях, после чего в отверстие в качестве стержня анкера вкручивают резьбовую шпильку формы, позволяющей разбить капсулу и равномерно перемешать химический состав в отверстии.

Клеевой анкер – анкер, в проектном положении оказывающий сопротивление воздействию на него нагрузкам, за счет сил адгезии затвердевшего химического состава с анкерным стержнем и строительным основанием.

Механический анкер – анкер, в котором передача усилий на строительное основание с анкерного стержня осуществляется за счет сил трения или упора составных частей анкера с основанием.

Несущая способность анкерного крепления – характеристика анкерного крепления, которая выражается значением нагрузки, отвечающей предельному состоянию анкерного крепления.

Предельное состояние анкерного крепления – состояние анкерного крепления, при превышении критериев которого эксплуатация анкерного крепления недопустима, затруднена или нецелесообразна.

Распорно-клеевой анкер – анкер, в проектном положении оказывающий сопротивление воздействию на него нагрузкам, за счет комбинации распора и сил адгезии затвердевшего химического состава с анкерным стержнем и строительным основанием.

Распорная зона анкера – линейный участок анкера, вдоль которого воспринимаемые анкером нагрузки передаются в строительное основание.

Самонарезающий анкер-винт – упорный анкер, распорная зона которого представляет собой самонарезающую резьбу достаточной прочности для нарезания ответной резьбы в бетонном или каменном строительном основании.

Срок службы анкерного крепления – период времени, в течение которого реализуется эксплуатационное свойство анкера.

Стержень анкера – составная часть анкера, представляющая гладкий или резьбовой стержень с головкой различной конфигурации и исполнения, воспринимающая нагрузку от прикрепляемого конструктивного элемента или других частей анкера и передающая ее через распорную зону или зону сцепления в строительное основание.

Строительное основание (бетонное основание или основание) – элемент несущей или ограждающей конструкции, выполненной из бетона или железобетона, воспринимающий передаваемые анкером нагрузки от прикрепляемого элемента или материала.

4 Основные положения

4.1 Настоящий стандарт устанавливает дополнительные (по отношению к действующим нормативным документам) конструктивные требования, а также требования к расчёту при проектировании анкерных креплений строительных конструкций и оборудования в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных районах (расчетная сейсмичность площадки строительства 7 – 9 баллов в соответствии с СП 14.13330), подверженных сейсмическим нагрузкам при действии расчетного землетрясения. Основные конструктивные требования и требования к статическому расчёту анкерных креплений установлены в Методическом Пособии ФАУ «ФЦС» к СП 63.13330 «Проектирование анкерных креплений строительных конструкций и оборудования».

4.2 Анкерные крепления строительных конструкций и оборудования в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных районах, должны удовлетворять требованиям по безопасности.

4.3 Для выполнения требований по безопасности анкерные крепления строительных конструкций и оборудования в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных районах, должны исключать разрушения любого характера или нарушения эксплуатационной пригодности в условиях основного эксплуатационного пе-

риода при действии основных сочетаний нагрузок (обеспечивается выполнением требований, установленных Методическом Пособием ФАУ «ФЦС» к СП 63.13330 «Проектирование анкерных креплений строительных конструкций и оборудования»).

4.4 Безопасность и эксплуатационная пригодность анкерных креплений строительных конструкций и оборудования в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных районах, обеспечивается выполнением:

- требований к бетону и арматуре основания;
- требований к конструкции, технологии и условиям установки анкеров;
- расчетным обоснованием применяемых анкерных креплений.

4.5 При проектировании анкерных креплений строительных конструкций и оборудования в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных районах, надежность таких креплений устанавливаются согласно ГОСТ 27751 путем применения расчетных значений нагрузок и воздействий, включая сейсмические, расчетных характеристик прочности железобетонного (бетонного) основания, расчетных характеристик прочности анкерных креплений для условий основного эксплуатационного периода и условий «после землетрясения».

Для условий «после землетрясения» значения коэффициентов надежности принимают согласно СП 20.13330, Методическому Пособию ФАУ «ФЦС» к СП 63.13330 «Проектирование анкерных креплений строительных конструкций и оборудования» и в соответствии с положениями настоящего СТО.

4.6 Расчеты анкерных креплений для условий расчетного сейсмического воздействия следует выполнять по особой группе предельных состояний. В соответствии с положениями ГОСТ 27751 и СП 14.13330.2014 расчет анкерных креплений по второй группе предельных состояний в настоящей методике не рассматривается.

Расчеты по особой группе предельных состояний для условий расчетного сейсмического воздействия следует производить из условия, по которому усилия в анкерном креплении не должны превышать несущей способности такого анкерного крепления, определяемой в соответствии с настоящим СТО:

$$F \leq S \quad (4.1)$$

где F - нагрузочный фактор на узел анкерного крепления, определяемый расчетом на сейсмическое воздействие в соответствии с указаниями раздела 5.6;

S – несущая способность анкерного крепления/элементов узла анкерного крепления, определяемая с учетом указаний раздела 5.

4.7 Расчет анкерных креплений по особой группе предельных состояний для условий расчетного сейсмического воздействия производят с учётом возможных к реализации анкером механизмов разрушения:

- по несущей способности основания;
- по несущей способности анкера.

4.8 Для проектирования анкерных креплений в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных районах, применяют анкеры следующих видов (рис. 4.1):

- механические анкеры с контролем момента затяжки;
- механический анкер с контролем перемещения;
- клеевые анкеры;
- механические анкеры с уширением.

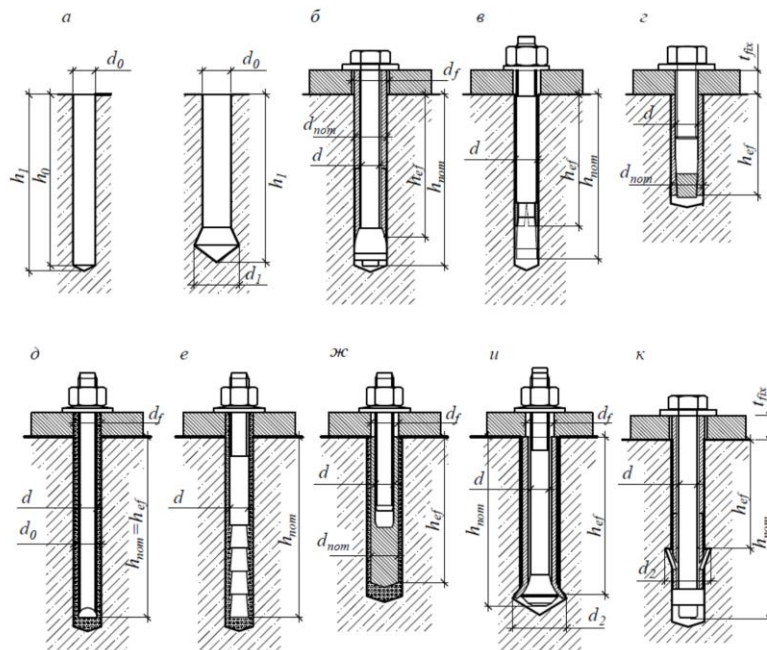


Рисунок 4.1 – Основные типы анкеров и обозначения
 а – отверстия под анкеры; б, в – механические анкеры с контролем момента затяжки; г – механический анкер с контролем перемещения; д, е, ж – клеевые анкеры; и, к – механические анкеры с уширением.

Технические характеристики указанных видов анкеров должны быть получены по результатам испытаний по ГОСТ Р 58430-2019 в основании с трещиной или по сокращенной программе, приведенной в СТО 05156706-002-2020.

Технические характеристики должны быть представлены в Техническом паспорте на анкер, типовая форма которого представлена в Приложении А.

4.9 По степени ответственности, необходимости функционирования при ликвидации последствий землетрясений и для обеспечения нормальной эксплуатации зданий после землетрясений выделяют две категории анкеров:

- Категория 1 (К1) – для крепления отдельных конструктивных элементов, входящие в состав несущей системы;

- Категория 2 (К2) – для крепления элементов подсистем ненесущих и ограждающих конструкций, а также прочих (второстепенных) элементов, инженерных коммуникаций, оборудования и т.д., не входящих в К1.

П р и м е ч а н и е – К категории К1 также относится оборудование, выход из строя которого может привести к значительному материальному ущербу: системы пожарной безопасности; отдельные системы электроснабжения и газоснабжения (оборудование, использующее горючие и высокотемпературные источники энергии); системы оборудования, не допускающие остановки технологического процесса; системы оборудования, повреждение которых влечёт к утечке токсичных продуктов; системы механической вентиляции для удаления токсичных вредных веществ; системы связи.

К категории К2 также относятся второстепенные системы оборудования, выход из строя которых оказывает незначительное влияние на последующую эксплуатацию зданий и непрерывность технологического процесса: каналы и воздуховоды, чердачные короба и шахты естественной вентиляции; системы кондиционирования воздуха в жилых и общественных зданиях; системы встроенного инженерного и технологического оборудования, повреждение которых не прерывает технологического процесса.

4.10 Классификация категорий анкерных креплений в зависимости от сейсмичности площадки строительства и назначения сооружения представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Классификация анкеров

Максимальная амплитуда ускорения	Классификация объектов в сейсмических районах по их назначению (таблица 4.2 СП 14.13330.2018)			
	1	2	3	4
$A \leq 1,0 \text{ м/с}^2$	Проектирование и расчёт согласно Методическому пособию ФАУ «ФЦС» к СП 63.13330 «Проектирование анкерных креплений строительных конструкций и оборудования»			
$1,0 \text{ м/с}^2 < A \leq 4,0 \text{ м/с}^2$	К1	К1	К1 / К2	К2
$A > 4,0 \text{ м/с}^2$	По Специальным техническим условиям на основе результатов испытаний			

П р и м е ч а н и е – А – максимальные амплитуды инструментальных или синтезированных ускорений (горизонтальных) в уровне основания сооружения, м/с² (в соответствии с СП 14.13330).

4.11 Расчетный срок службы анкеров и анкерных креплений должен быть не менее установленных величин для прикрепляемых конструктивных элементов или оборудования.

5 Методика расчёта анкерного крепления

5.1 При расчёте несущей способности анкерных креплений зданий и сооружений, расположенных в сейсмоопасных районах, следует принимать, что основание находится в состоянии «после землетрясения», а анкер установлен в основании с трещиной нормированной ширины.

П р и м е ч а н и е – при установке анкеров в зоны с потенциальным образованием пластических шарниров или повышенного трещинообразования бетона (при ширине раскрытия трещины более 1,5 мм) следует выполнить исследования с использованием масштабных или натуральных моделей, или выполнить поверочные расчёты анкерного крепления, например, в программных комплексах конечно-элементного моделирования. При этом расчётная модель анкерного крепления и основания должны отражать действительные условия работы анкерного узла, в том числе должны быть учтены: факторы напряжённо-деформированного состояния, отвечающие особенностям взаимодействия анкера с основанием, характеристики и особенности прикладываемой нагрузки; физическая нелинейность работы бетона основания (в том числе его пластическая, реологическая работа), влияние развития трещин на прочностные и деформативные характеристики работы бетона основания.

Указанные виды масштабного и натурального моделирования, а также поверочных расчётов допускается выполнять в рамках научно-технического сопровождения, выполняемого компетентной организацией, имеющей соответствующий опыт исследований.

5.2 При размещении анкеров в основании должны быть соблюдены требования раздела 6.

5.3 Распределение сил между анкерами в группе должно учитывать жесткость прикрепляемой детали и возможное перераспределение нагрузки других анкеров в группе при работе стали прикрепляемой детали за пределом текучести.

5.4 Расчёт анкерных креплений следует проводить на самое невыгодное сочетание усилий, принимая во внимание факт того, что сейсмические воздействия могут иметь любое направление в пространстве.

5.4.1 При расчёте анкерных креплений, устанавливаемых в зданиях и сооружениях простой геометрической формы, устанавливаемого в зданиях и сооружениях,

расчётные сейсмические нагрузки следует принимать действующими горизонтально в направлении продольной и поперечной осей, а также вдоль вертикальной оси здания. Действие сейсмических нагрузок в указанных направлениях следует учитывать отдельно.

5.4.2 При расчёте анкерных креплений, устанавливаемых в зданиях и сооружениях сложной геометрической формы, оси симметрии которого не совпадают с осями здания или сооружения, следует учитывать наиболее опасные для элементов оборудования или их крепления направления действия сейсмических нагрузок.

5.5 При проектировании анкерных креплений сейсмические нагрузки следует учитывать в рамках особых расчетных сочетаний совместно силами трения в опорных частях узлов анкерных креплений.

5.6 Расчет узлов анкерных креплений выполняется на следующие нагрузочные факторы F :

5.6.1 Нагрузочные факторы на узлы крепления элементов несущей системы (анкерные крепления категории 1) определяют по результатам расчетов несущей системы на сейсмические воздействия:

а) во временной области с применением инструментальных или синтезированных акселерограмм, при этом учет нелинейного характера зависимости между величиной внешнего воздействия и деформациями (перемещениями) конструкций может выполняться как путем прямого задания диаграммы деформирования, так и с применением различных способов линеаризации. Для расчетов во временной области максимальные амплитуды инструментальных или синтезированных ускорений в уровне основания сооружения следует принимать не менее 1,0; 2,0 или 4,0 м/с² при сейсмичности площадок строительства 7, 8 и 9 баллов соответственно. Величина коэффициента допускаемых повреждений $K_I=1.0$.

б) в частотной области – в соответствии с указаниями СП 14.13330, при этом величина коэффициента допускаемых повреждений $K_I=1.0$;

Сейсмические воздействия могут иметь любое направление в пространстве. Учет вертикальной компоненты сейсмического воздействия следует выполнять в соответствии с положениями СП 14.13330.

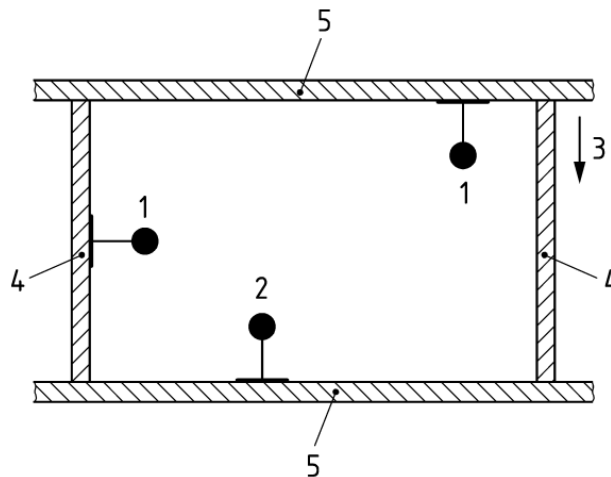
5.6.2 Нагрузочные факторы на узлы крепления ненесущих конструкций, оборудования и аналогичных элементов (анкерные крепления категории 2) определяют уровнем ускорений на отметке крепления рассчитываемых конструкций. Величину

нагрузки рассчитывают в соответствии с положениями СП 14.13330 как для конструкций, рассматриваемых по схеме динамического деформирования элементов, имеющих незначительную массу и сечения по отношению к несущей системе, при этом коэффициент динамичности β следует принимать:

а) по результатам экспериментальных или теоретических исследований, выполненных на моделях, корректно отражающих динамические характеристики закрепляемой конструкции;

б) при отсутствии данных исследований по п. 5.6.2. а) – определение нагрузки на узел анкерного крепления следует определять в соответствии с положениями СП 14.13330 при величине произведения коэффициента $\beta\eta=5,0$.

При совместном учёте горизонтальной и вертикальной составляющих сейсмического воздействия допускается пользоваться схемой, представленной на рисунке 5.1.



1 – схема, при которой следует учитывать действие вертикальной составляющей сейсмического воздействия;

2 – схема, при которой следует учитывать действие вертикальной составляющей сейсмического воздействия, если ускорение конструкции основания (перекрытия) превышает $2,5 \text{ м/с}^2$;

3 – сила тяжести;

4 – стена помещения с размещаемым анкерным соединением

5 – перекрытие.

Рисунок 5.1. Схема учёта вклада вертикальной сейсмической нагрузки при расчёте соединений.

Примечания: 1. При вычислении сил инерции в системе «прикрепляемый элемент – анкер – основание» допускается использовать дискретные расчетные схемы.

2. При определении сил инерции единичные перемещения точек расположения сосредоточенных грузов (например, на длинном трубопроводе) в системе находят с учетом работы конструкций и оснований в упругой стадии.

5.7 Расчётные сочетания нагрузок, действующих на узел анкерного крепления, следует определять в соответствии с СП 14.13330 и СП 20.13330 для различных направлений сейсмического воздействия.

5.8 При расчете несущей способности узлов анкерных креплений на нагрузочные факторы, указанные в п. 5.6, нагрузочные эффекты в виде локальных значений нагрузок F_{loc} следует назначать с учетом локального коэффициента допускаемых повреждений узла $K_{1,loc}$:

$$F_{loc} = F \cdot K_{1,loc} \quad (5.1)$$

Величину локального коэффициента допускаемых повреждений $K_{1,loc}$ определяют в соответствии с механизмом разрушения анкерного узла:

- а) при механизме разрушения по бетону основания – $K_{1,loc} = 0,85$;
- б) при механизме разрушения по материалу анкера – $K_{1,loc} = 0,45$;
- в) при механизме разрушения по контакту с основанием – для механических анкеров $K_{1,loc} = 0,70$; для клеевых анкеров $K_{1,loc} = 0,85$.

Для иных возможных механизмов разрушения, а также с целью уточнения указанных значений локального коэффициента допускаемых повреждений, значения $K_{1,loc}$ допускается определять по результатам экспериментальных исследований.

5.9 Коэффициенты надёжности по материалам, в зависимости от механизма разрушения, следует принимать в соответствии с указаниями СП 63.13330 для разрушения по бетону, СП 16.13330 для разрушения по стали и по результатам испытаний анкеров на сейсмическую нагрузку по полной программе, приведённой в ГОСТ Р 58430-2019, или по сокращенной программе, приведенной в СТО 05156706-002-2020 при разрушении по материалу анкера.

5.10 Расчётные сопротивления бетона основания и его начальный модуль упругости принимаются по СП 63.13330 в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие.

При расчёте анкеров при максимальной температуре эксплуатации выше 50 °С, следует учитывать снижение прочностных характеристик бетона согласно СП

27.13330, умножая расчётные и нормативные сопротивления бетона на соответствующие коэффициенты условия работы.

5.11 При расчёте анкерных креплений на сейсмическую нагрузку (в условиях сдвига) рекомендуется от 30% до 70% нагрузки воспринимать за счёт трения между анкерной плитой и бетонным основанием с учётом указаний п. 5.13.

Примечание – допускается нарушать рекомендации настоящего пункта в случае проектирования специализированных соединений (например, фрикционных, ползунов, упругих шарниров и т.д.) при соответствующем расчётном обосновании.

5.12 Величину усилия предварительной затяжки F_1 , кН, анкерных болтов для восприятия горизонтальных (сдвигающих) усилий в плоскости сопряжения оборудования с фундаментом следует определять по формуле, если иное не указано в Технической оценке ФАУ «ФЦС»:

$$F_1 = k(V - Nf) / n, \quad (5.2)$$

где V - расчётная сдвигающая сила, действующая в опорной плоскости, кН;

N - нормальная сила особого сочетания нагрузок с учетом знакопеременного характера сейсмического воздействия, кН;

f - коэффициент трения, принимаемый равным 0,25;

n - количество болтов;

k - коэффициент стабильности затяжки, $k = 2,5$.

Примечание – нормальную силу N , действующую со стороны прикрепляемого элемента, следует учитывать в состоянии «после землетрясения» с учётом массово-инерционных характеристик прикрепляемого элемента. Коэффициенты, указанные в формуле (5.2), допускается уточнять по результатам экспериментальных исследований.

5.13 Максимальная сдвигающая сила V_{fric} , кН, воспринимаемая за счёт трения, определяется по формуле:

$$V_{fric} = f \cdot N, \quad (5.3)$$

Примечание – Направление сил трения зависит от знака скорости относительного смещения прикрепляемого элемента конструкции (оборудования) или подвеса. Из-за гибкости подвеса и соответствующей несинхронности колебаний, знак силы трения может неоднократно изменяться. В связи с этим силы трения рекомендуется принимать действующими в неблагоприятном для рассчитываемого крепления направлении.

5.14 Расчётное значение несущей способности анкера при сейсмическом воздействии (при растяжении или сдвиге) следует вычислять, используя расчётное значение несущей способности при статическом воздействии, по формуле

$$R_{seis} = \frac{R_{an}}{\gamma_{seis}}, \quad (5.4)$$

где γ_{seis} – коэффициент условий работы анкера при сейсмическом воздействии, который назначается по результатам испытаний анкерного крепления и приводится в Техническом паспорте. Допускается принимать γ_{seis} равным 1,0 для всех расчётов на действие растягивающей и сдвигающей нагрузок в случае, если кольцевой зазор заполнен клеевым составом и равным 2,0 для расчётов на действие сдвигающей нагрузки, если кольцевой зазор не заполнен клеевым составом.

Расчёты проводятся по каждому возможному механизму разрушения анкера, в качестве расчётной величины R_{seis} принимается наименьшее значение.

R_{an} – значение несущей способности анкера ($R_{an} = N_{ult}$ или $R_{an} = V_{ult}$), кН, определяемое по формулам, приведённым в Методическом Пособии ФАУ «ФЦС» к СП 63.13330 «Проектирование анкерных креплений строительных конструкций и оборудования» в зависимости от типа и механизма разрушения по Таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Механизмы разрушения анкерного крепления

№ п.п.	Механизм разрушения	Обозначение	Порядок расчёта (ссылка на пункт Методического пособия)
Механизмы разрушения при действии растягивающих усилий			
1	Разрушение по стали анкера	$R_{an,N,s,seis}$	п.6.1.1
2*	Разрушение по контакту с основанием	$R_{an,N,p,seis}$	п.6.1.2
3	Разрушение от выкалывания бетона основания	$R_{an,N,c,seis}$	п.6.1.3
4	Разрушение от раскалывания основания	$R_{an,N,sp,seis}$	п.6.1.4
5**	Комбинированное разрушение по контакту анкера с основанием и выкалыванию бетона основания	$R_{an,N,p,seis}$	п.6.1.5
Механизмы разрушения при действии сдвигающих усилий			
6	Разрушение по стали анкера	$R_{an,V,s,seis}$	п.6.2.1
7	Разрушение от выкалывания бетона основания за анкером	$R_{an,V,cp,seis}$	п.6.2.2
8	Разрушение от откалывания края основания	$R_{an,V,c,seis}$	п.6.2.3

Примечание: * – только для механических анкеров, ** – только для клеевых анкеров

При расчёте величины R_{an} дополнительно учитывается следующее:

- Для механизма «разрушение анкера по стали» при растяжении или сдвиге R_{an} определяется с учётом нормативного сопротивления анкера для соответствующей категории анкера по п. 4.9 – 4.10 $N_{n,s} = N_{n,s,seis}$, $V_{n,s} = V_{n,s,seis}$ в соответствии с Техническим паспортом на выбранный тип и марку анкера;
- Для механических анкеров для механизма «разрушение по контакту с основанием» R_{an} определяется с учётом нормативного сопротивления анкера для соответствующей категории сейсмостойкости $N_{n,p} = N_{n,p,seis}$ в соответствии с Техническим паспортом на выбранный тип и марку анкера;
- Для клеевых анкеров для механизма «комбинированное разрушение по контакту анкера с основанием и выкалыванию бетона основания» R_{an} определяется с учётом нормативного сцепления клеевого состава с бетоном для соответствующей категории сейсмостойкости $\tau_n = \tau_{n,seis}$ в соответствии с Техническим паспортом на выбранный тип и марку анкера;
- Для остальных механизмов разрушения – исходные для расчёта величины R_{an} принимаются аналогичными величинам, принимаемым при статическом расчёте анкера.

5.15 Расчет анкеров на сейсмическое воздействие следует выполнять, учитывая следующие положения:

а) анкеры следует рассчитывать с учетом пластичного разрушения стали. Для обеспечения пластичного разрушения стали должно удовлетворяться следующее выражение

$$R_{k,s,seis} = 0,6 \frac{R_{k,conc,seis}}{\gamma_{Np}}, \quad (5.5)$$

где $R_{k,conc,seis}$ – нормативное значение прочности анкера, кН, при разрушении отличных от разрушения по стали, таких как: разрушение от выкалывания бетона основания, разрушение по контакту с основанием, комбинированное разрушение по контакту и выкалыванию бетона основания, разрушение от раскалывания основания, разрушение от выкалывания бетона основания за анкером, разрушение от откалывания края основания.

Внутренние усилия в анкерном креплении следует определять для наиболее нагруженного анкера, либо для группы анкеров, работающих совместно по соответствующему механизму разрушения.

γ_{Np} – коэффициент условий работы анкера, принимаемый в соответствии с Техническим паспортом на анкер.

б) хрупкое разрушение анкера для крепления второстепенных элементов (категория 2) допускается в случае, если прочность анкера в 2,5 раза выше, чем действующее сейсмическое усилие в рассматриваемом элементе. Для крепления несущих конструкций хрупкое разрушение анкеров не допускается.

5.16 Расчет анкерных креплений при совместном воздействии растягивающих и сдвигающих усилий производят по формуле:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i,eq}} \right)^{k_8} + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,i,eq}} \right)^{k_8} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i,eq}} \leq 1 \quad , \quad (5.6)$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,i,eq}} \leq 1$$

где N_{Ed} , V_{Ed} – расчетные значения растягивающего (сдвигающего) усилия в анкере или анкерной группе, устанавливаемые при расчетах в зависимости от механизма разрушения с учётом действующей сейсмической нагрузки, кН;

k_8 – коэффициент, учитывающий условия работы соединения и принимаемый равным: 2/3 для соединений с дополнительной арматурой, воспринимающей только растягивающие или сдвигающее усилие; 1,0 для остальных случаев.

В формуле (5.6) в случае разрушения по стали в качестве значений $N_{Rd,i,eq}$ и $V_{Rd,i,eq}$ принимают $N_{Rd,s,eq}$ и $V_{Rd,s,eq}$, соответственно. В случае иных механизмов разрушения принимают наибольшие отношения для $N_{Ed}/N_{Rd,i,eq}$ и $V_{Ed}/V_{Rd,i,eq}$.

6 Установка анкерного крепежа

6.1 При размещении анкеров в основании должны быть соблюдены конструктивные требования к толщине основания, минимальным краевым и межосевым расстояниям установки анкеров, минимальной прочности основания, приведённые в Технической оценке ФАУ «ФЦС».

6.2 Конструктивные требования к размещению анкеров определяются условиями сохранения целостности основания при установке (сверление отверстий, расклинивание анкеров при установке и т.п.). Данные требования декларируются производителем и подтверждаются специальными испытаниями.

6.3 Установка анкеров в основание должна быть предусмотрена в соответствии с техническими указаниями производителя. Погрешность разметки отверстий под болты не должна превышать ± 2 мм от проектного расположения осей анкерного крепления. Порядок производства работ при бурении отверстий в железобетонном основании указан в технических рекомендациях производителя.

6.4 При необходимости предотвращения самоотвинчивания гаек или в иных случаях, предусмотренных техническим заданием на проектирование, их допускается дополнительно закреплять постановкой специальных шайб или контргаек.

Запрещается приварка гаек к резьбе болтов и к элементам соединений, а также забивка выступающей из гайки резьбы.

6.5 Гайки и головки анкерных болтов, в том числе фундаментных, после натяжения должны плотно (без зазоров) соприкасаться с плоскостями шайб или элементов конструкций, а стержни болтов выступать из гаек (контргаек) не менее чем на один виток резьбы с полным профилем. Плотность стяжки собранного пакета подлежит контролю щупом толщиной 0,3 мм, который не должен проникать в зону, ограниченную радиусом $1,3d_0$ от центра болта, где d_0 – номинальный диаметр отверстия, мм.

6.6 Анкерные крепления должны быть затянуты в соответствии с требованиями п. 5.11 и чертежей КМ (КМД).

6.7 В соответствии с СП 70.13330 затяжку анкерных креплений без контролируемого натяжения проверяют отстукиванием их молотком массой 0,4 кг, при этом болты не должны смещаться.

6.8 В сейсмических районах необходимо избегать устройства зазоров между анкером и прикрепляемой деталью. Кольцевой зазор между анкером и закрепляемой деталью (рисунок 6.1) допускается заполнять специальными высокоподвижными безусадочными составами, имеющими прочность не менее прочности основания.

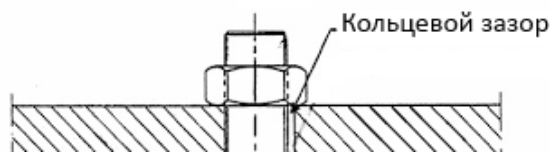


Рисунок 6.1 – Схема кольцевого зазора

Примечание – рекомендуется для заполнения кольцевого зазора использовать составы с прочностью на сжатие не менее 30 МПа.

Библиография

[1] Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 2 июля 2021 года), №190-ФЗ

Приложение 1. Типовая форма технического паспорта

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ДЛЯ АНКЕРА

Обязательная информация

Анкер: _____

Тип анкера: _____

Дополнительные сведения: Клеевой состав _____ для совместного применения с резьбовыми шпильками класса 8.8 (ISO 898), арматурной периодического профиля (ГОСТ 34028-2016)

Допускаемые при расчете условия установки: Основание бетон В25-В60; ударное сверление перфоратором, алмазное сверление

Таблица Б.1 – Допускаемые условия применения для анкеров ____.

_____	ТИП И МАРКА АНКЕРА			
Категория сейсмостойкости К2				
(Тип вклеиваемого элемента, тип и марка анкера)	-	+	+	-
Категория сейсмостойкости К1				
(Тип вклеиваемого элемента, тип и марка анкера)	-	+	-	-

Таблица Б.2 – Параметры для расчета прочности при растяжении для анкеров ____.

_____	ТИП И МАРКА АНКЕРА			
1. Разрушение по стали				
1.1. Нормативное значение силы сопротивления анкера по стали	$N_{n,s,seis}$	(кН)		
2. Разрушение по контакту с основанием*				
2.1 Нормативное значение силы сопротивления анкера по контакту с основанием для категории сейсмостойкости К1..К2	$N_{n,p,seis}$	(кН)		
2.2. Коэффициент условий работы	γ_{seis}	(-)		
5. Комбинированное разрушение по контакту и выкалыванию бетона основания*				
5.1. Нормативное значение сцепления клеевого состава с бетоном для категории сейсмостойкости К1..К2	$\tau_{n,seis}$	(Н/мм ²)		
Температурный режим I (40°C/24°C)				
Температурный режим II (.../...)				
5.2. Коэффициент условий работы	γ_{seis}	(-)		

Примечание: * - п.2. только для механических анкеров, п.5 – только для клеевых анкеров.

Таблица Б.3 – Параметры для расчета прочности при сдвиге для анкеров ____.

_____			ТИП И МАРКА АНКЕРА			
1. Разрушение по стали						
1.1 Нормативное значение силы сопротивления анкера по стали без учета дополнительного момента (кН) для категории сейсмостойкости К1..К2:	$V_{n,s}$	(кН)				

Таблица Б.4 – Параметры для расчета деформативности при растяжении для анкеров ____.

_____			ТИП И МАРКА АНКЕРА			
1. Смещение анкеров от растягивающих усилий в бетоне с трещинами						
1.1. Контрольное значение силы на анкер в бетоне В25-В60	N_{cont}	(кН)				
1.2. Перемещения	δ_{N0}	(мм)				
1.3. Перемещения	$\delta_{N\infty}$	(мм)				

Таблица Б.5 – Параметры для расчета деформативности при сдвиге для анкеров ____.

_____			ТИП И МАРКА АНКЕРА			
1. Смещение анкеров от сдвигающих усилий в бетоне с трещинами и без трещин						
1.1. Контрольное значение силы на анкер в бетоне В25-В60	V_{cont}	(кН)				
1.2. Перемещения	δ_{V0}	(мм)				
1.3. Перемещения	$\delta_{V\infty}$	(мм)				

Приложение 2. Пример расчёта

Пример 1. Проверить несущую способность анкерного крепления при растяжении (см.рис.1.1).

Дано: Расчетное усилие, передаваемое на анкерное крепление, от веса коммуникаций $N_{seis}=8$ кН. Подвесной элемент крепится в пролёте плиты с помощью механического анкера с контролем момента затяжки диаметром М12 и глубиной анкеровки $h_{ef} = 70$ мм. Плита толщиной 200 мм из тяжелого бетона класса по прочности В30 с армированием в зоне установки анкера $\varnothing 10$ А400 с шагом 200×200 мм.

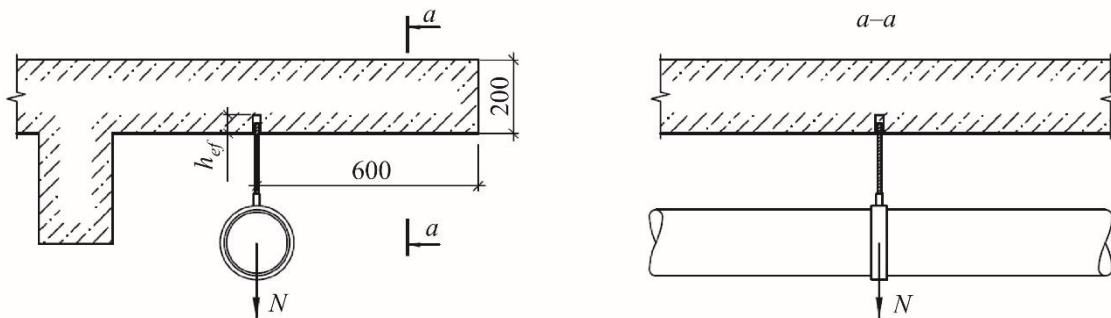


Рисунок 1.1 – Пример 1. Схема анкерного крепления.

1.1 Общие положения. Расчетные усилия

Бетонное основание принимается с трещинами (п.5.2.), требуемая категория сейсмостойкости анкера по условиям задачи – К2 (п.4.10.).

Технические характеристики для расчёта анкера принимаются по Техническому паспорту для расчёта и проектирования анкера (п.1.1)

Производится проверка конструктивных требований к размещению анкера в соответствии с п.6.1:

Таблица 1.1 – Конструктивные требования к размещению анкера (пример).

Анкер с контролем момента затяжки			Номинальный диаметр анкера					
			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Бетон В25 с трещинами								
Минимальная толщина основания	h_{min}	[мм]	100	120	140	160	200	250
Минимальное межосевое расстояние	s_{min}	[мм]	35	40	50	65	90	125
Минимальное краевое расстояние	c_{min}	[мм]	50	55	70	95	130	180

По условиям задачи конструктивные требования соблюдены.

Расчетное значение растягивающей силы, действующей на одиночный анкер, определяется в отсутствии дополнительных эксцентриситетов $N_{an}=N=8$ кН (п. 5.2)

1.2 Проверка прочности при разрушении по стали (п.6.1.1)

Нормативное значение силы сопротивления анкера при разрушении по стали $N_{n,s} = 45,1$ кН

Коэффициент надежности $\gamma_{Ns} = 1,4$.

Таблица 1.2 – Характеристики несущей способности анкера при разрушении по стали при растяжении (пример).

Анкер с контролем момента затяжки			Номинальный диаметр анкера					
			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Разрушение по стали								
Нормативное сопротивление анкера по стали	$N_{n,s}$	[кН]	19,7	32,5	45,1	76,0	124,2	127,0
Коэффициент надёжности по стали	$\gamma_{Ns} = \gamma_{Ns,seis}$	[-]	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,41

Значение несущей способности анкера по стали при растяжении при действии статических нагрузок определяется по формуле 6.3 [1]:

$$N_{ult,s} = \frac{N_{n,s}}{\gamma_{Ns}} = \frac{45,1}{1,4} = 32,21 \text{ кН}$$

$$F_{loc} = N_{ult,s} \cdot K_{1,loc} = 32,21 \cdot 0,45 = 14,49 \text{ кН}$$

Значение несущей способности анкера по стали при растяжении при действии сейсмических нагрузок определяется по формуле 5.4:

$$R_{an,N,s,seis} = \frac{F_{loc}}{\gamma_{seis}} = \frac{14,49}{1,0} = 14,49 \text{ кН}$$

Условие прочности п. 4.6 при разрушении по стали $F \leq S$ – выполнено:

$$8 \text{ кН} < 14,49 \text{ кН}$$

1.3 Проверка прочности при разрушении по контакту анкера с основанием (п. 6.1.2)

Нормативное значение силы сопротивления анкера по контакту с основанием для категории сейсмостойкости K2 $N_{n,p,k2} = 20,0$ кН.

Коэффициент надёжности $\gamma_{Np} = 1,0$.

Коэффициент, учитывающий фактическую прочность бетона основания $\psi_c = 1,1$.

Коэффициент надёжности по бетону при растяжении $\gamma_{bt} = 1,5$.

Таблица 1.3 – Характеристики несущей способности анкера при разрушении по контакту с основанием для категории сейсмостойкости K2 при растяжении (пример).

Анкер с контролем момента затяжки			Номинальный диаметр анкера					
			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Разрушение по контакту с основанием								
Нормативное сопротивление анкера по контакту с основанием в бетоне В25 для категории сейсмостойкости K2	$N_{n,p,seis}$	[кН]	8,0	15,0	20,0	27,0	35,0	-
Коэффициент условий работы	$\gamma_{Np} = \gamma_{seis}$	[-]	1,0					

Коэффициент, учитывающий фактическую прочность бетона основания Бетон В30	ψ_c	[-]	
			1,1

Значение несущей способности анкера по контакту с основанием при растяжении при действии статических нагрузок определяется по формуле 6.6 [1]:

$$N_{ult,p} = \frac{N_{n,p} \cdot \psi_c}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{Np}} = \frac{20,0 \cdot 1,1}{1,5 \cdot 1,0} = 13,33 \text{ кН}$$

$$F_{loc} = N_{ult,p} \cdot K_{1,loc} = 13,33 \cdot 0,85 = 11,33 \text{ кН}$$

Значение несущей способности анкера по стали при растяжении при действии сейсмических нагрузок определяется по формуле 5.4:

$$R_{an,N,p,seis} = \frac{R_{an}}{\gamma_{seis}} = \frac{F_{loc}}{\gamma_{seis}} = \frac{11,33}{1,0} = 11,33 \text{ кН}$$

Условие прочности п. 4.6 при разрушении по контакту с основанием $F \leq S$ – выполнено:

$$8 \text{ кН} < 11,33 \text{ кН}$$

1.4 Проверка прочности при разрушении от выкалывания бетона основания (п. 6.1.3)

Таблица 1.4 – Характеристики несущей способности анкера при разрушении от выкалывания бетона основания при растяжении (пример).

Анкер с контролем момента затяжки			Номинальный диаметр анкера					
			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Разрушение от выкалывания бетона основания								
Эффективная глубина анкерки	h_{ef}	[мм]	47	60	70	85	101	125
Коэффициент условий работы	$\gamma_{Nc} = \gamma_{seis}$	[-]	1,0					

Предельное растягивающее усилие для одиночного анкера при разрушении от выкалывания бетона основания по формуле (6.9) [1]:

$$N_{ult,c} = \frac{N_{n,c}^0}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{Nc}} \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_c \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = \frac{23,1}{1,5 \cdot 1,0} \cdot \frac{44100}{44100} \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 15,4 \text{ кН}$$

$$\text{при } N_{n,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{R_{b,n}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 8,4 \cdot \sqrt{22} \cdot 70^{1,5} = 23074,78 \text{ Н} = 23,1 \text{ кН}$$

$$h_{ef} = 70 \text{ мм (по табл.1.4)}$$

$$R_{b,n} = 22 \text{ МПа (по табл. 6.7 СП 63.13330.2018 для бетона В30);}$$

$$s_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef} = 3 \cdot 70 = 210 \text{ мм}; c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef} = 1,5 \cdot 70 = 105 \text{ мм}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot c_{cr,N} = 210 \cdot 210 = 44100 \text{ мм}^2$$

$$A_{c,N} = A_{c,N}^0$$

$$\psi_{s,N} = 1,0 \text{ при } c \geq c_{cr,N}$$

$$\psi_{re,N} = 1,0 \text{ (арматура в зоне установки анкеров расположена с шагом более 150мм)}$$

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

$$\gamma_{Nc} = 1,0 \text{ (по табл.1.4)}$$

$$F_{loc} = N_{ult,c} \cdot K_{1,loc} = 15,4 \cdot 0,85 = 13,09 \text{ кН}$$

Значение несущей способности анкера при выкалывании бетона основания при растяжении при действии сейсмических нагрузок определяется по формуле 5.4:

$$R_{an,N,seis,c} = \frac{R_{an}}{\gamma_{seis}} = \frac{F_{loc}}{\gamma_{seis}} = \frac{13,09}{1,0} = 13,09 \text{ кН}$$

Условие прочности п. 4.6 при разрушении от выкалывания бетона основания $F \leq S$ – выполнено:

$$8 \text{ кН} < 13,09 \text{ кН}$$

1.5 Проверка прочности при разрушении от раскалывания основания (п.6.1.4)

Таблица 1.5 – Характеристики несущей способности анкера при разрушении от раскалывания основания при растяжении (пример).

Анкер с контролем момента затяжки			Номинальный диаметр анкера					
			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Разрушение от выкалывания бетона основания								
Эффективная глубина анкеровки	h_{ef}	[мм]	47	60	70	85	101	125
Критическое краевое расстояние при раскалывании	$c_{cr,sp}$	[мм]	70	90	105	130	190	190
Критическое межосевое расстояние при раскалывании	$s_{cr,sp}$	[мм]	140	180	210	260	380	380
Коэффициент надёжности	$\gamma_{Nsp} = \gamma_{seis}$	[-]	1,0					

Критическое краевое расстояние для случая разрушения от раскалывания бетона основания при растяжении $c_{cr,sp} = 105$ мм (табл.1.5).

Согласно п. 6.1.4.4 [1] проверку прочности при разрушении от раскалывания основания для одиночного анкера при удалении от края $c \geq c_{cr,sp}$ (600 мм > 105 мм) и толщине основания $h \geq 2h_{ef}$ (200 мм > 2·70 мм) допускается не проводить.

Таким образом, несущая способность анкера при действии растягивающей силы по всем предусмотренным согласно п. 6.1 видам проверки прочности обеспечена.

Лист регистрации изменений

Изм.	Номер листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ док-кум.	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	1-27				27				29.11.21