ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58387— 2024

АНКЕРЫ КЛЕЕВЫЕ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ В БЕТОН

Методы испытаний

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Национальным исследовательским Московским государственным строительным университетом (НИУ МГСУ) — Научно-исследовательским институтом экспериментальной механики (НИИ ЭМ)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 декабря 2024 г. № 2024-ст

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 58387—2019

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и обозначения 2
4 Общие положения 5
5 Требования к механическим характеристикам и установочным размерам анкерных креплений 5
6 Требования к проведению испытаний и оборудованию 8
7 Правила проведения испытаний 10
8 Обработка результатов испытаний 24
9 Правила оформления результатов испытаний 31
Приложение А (обязательное) Форма технического паспорта механических характеристик анкеров . . . 33
Приложение Б (обязательное) Программа испытаний 35
Приложение В (справочное) Механизмы разрушения анкеров при вырыве и сдвиге 38
Приложение Г (справочное) Принципиальные схемы испытательных стендов 40
Библиография 47

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АНКЕРЫ КЛЕЕВЫЕ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ В БЕТОН

Методы испытаний

Bonded anchors for use in concrete. Test methods

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает методы испытания клеевых анкеров, установленных в готовое основание из тяжелого или мелкозернистого бетона классов прочности В15 — В60, и определяет требования к оценке их прочностных и деформационных характеристик.

1.2 Настоящий стандарт не распространяется на клеевые анкеры, компоненты которых дозируются вручную перед применением на строительном объекте без соответствующего инструмента, механические, пластиковые и распорно-клеевые анкеры и не содержит требований к оценке их несущей способности.

1.3 Стандарт содержит требования к методам испытаний и оценке результатов испытаний анкеров только при действии статических (квазистатических) нагрузок.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.2.003 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 3057 Пружины тарельчатые. Общие технические условия

ГОСТ 8267 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 10180 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 12004 Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение

ГОСТ 17624 Бетоны. Ультразвуковой метод контроля прочности

ГОСТ 18105—2018 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности

ГОСТ 18793 Пружины сжатия. Конструкция и размеры

ГОСТ 22690 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

ГОСТ 26633 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 28570 Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций

ГОСТ 28836 Датчики силоизмерительные тензорезисторные. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 31108 Цементы общестроительные. Технические условия

ГОСТ 33530 (ISO 6789:2003) Инструмент монтажный для нормированной затяжки резьбовых соединений. Ключи моментные. Общие технические условия

ГОСТ 34028 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия

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

Издание официальное

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

ГОСТ Р 50779.12 Статистические методы. Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции

ГОСТ Р 57787 Крепления анкерные для строительства. Термины и определения. Классификация

СП 513.1325800.2022 Анкерные крепления к бетону. Правила проектирования

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины, определения и обозначения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 57787, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **технический паспорт на анкерное крепление:** Документ, содержащий необходимую для проектирования и применения анкера информацию, полученную по результатам лабораторных испытаний.

Примечание — См. приложение А.

3.1.2 **документ по стандартизации:** Документы по стандартизации, соответствующие требованиям [1] (статья 14).

3.1.3 **неуправляемое скольжение:** Перемещения анкера при изменении жесткости анкерного крепления.

3.2 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

а) геометрические характеристики:

A_s — площадь поперечного сечения анкерного стержня;

c_{min} — минимально допустимое расстояние от оси анкера до края основания согласно документам по стандартизации;

$c_{cr,sp}$ — минимально допустимое расстояние от оси анкера до края основания, при котором не происходит разрушение основания от раскалывания бетона;

s_{min} — минимально допустимое расстояние (шаг) между осями анкеров в группе согласно документам по стандартизации;

$s_{cr,sp}$ — минимально допустимое расстояние между осями анкеров в группе, при котором не происходит разрушение основания от раскалывания бетона;

s — расстояние между осями анкеров в группе;

d_{cut} — диаметр режущей кромки сверла или бура;

d_{nom} — внешний диаметр стального элемента клеевого анкера;

d_o — диаметр отверстия для установки анкера;

d_f — максимальный диаметр отверстия в закрепляемой детали;

h — толщина бетонного основания;

h_{ef} — эффективная глубина анкеровки;

h_{min} — минимальная допустимая толщина бетонного основания, в которое устанавливается анкер;

h_{sl} — фактическая толщина образца в серии испытаний R8 и B18;

S_w — размер ключа для установки;

t_{fix} — толщина закрепляемой детали;

l_f — приведенная глубина анкеровки при сдвиге;

б) значения нагрузок:

$N_{исп,i}$ — растягивающее усилие в единичном испытании;

N_i — значение единичного результата в серии, приведенное к прочности бетона ближайшего наименьшего класса;

N_m — среднее значение разрушающего усилия в серии испытаний;

$N_{u,5\%}$ — нормативное значение разрушающего усилия в серии испытаний;

N_u — максимальная нагрузка во время проведения испытания;

$N_{u,adh}$ — нагрузка в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания;

$N_{sust,B14(B15,B16)}$ — значение длительной нагрузки для проведения серии испытаний В14 — В16;

$N_{sust,B14(B15,B16)red}$ — пониженное значение длительной нагрузки по результатам серии испытаний В14 — В16;

N_{max}, N_{min} — максимальное и минимальное значения нагрузок в испытаниях серии В12;

$N_{max,red}$ — уменьшенное значение максимальной нагрузки по результатам серии испытаний В12;

N_p — значение нагрузки на анкер в испытаниях серии В13;

$N_{p,red}$ — уменьшенное значение нагрузки на анкер в испытаниях серии В13;

$N^0_{n,p}$ — нормативное значение силы сопротивления для одиночного анкера;

N_{cont} — контрольное усилие для определения перемещений при кратковременном действии продольных сил;

V_i — сдвигающее усилие в единичном испытании;

V_m — среднее значение силы сопротивления анкера при действии поперечных сил при разрушении по стали анкера;

$V_{u,5\%}$ — нормативное значение силы сопротивления анкера при действии поперечных сил в серии испытаний;

$V^0_{n,s}$ — нормативное значение силы сопротивления анкера при действии поперечных сил;

V_{cont} — контрольное усилие для определения перемещений при кратковременном действии поперечных сил;

$M^0_{n,s}$ — нормативное значение предельного момента для анкера по стали;

в) параметры материалов и условия установки:

T_{inst} — момент затяжки согласно документам по стандартизации;

$T_{u,5\%}$ — нормативное значение момента затяжки при образовании трещин или разрушении анкера в серии испытаний В1;

a, b — коэффициенты регрессии уравнения зависимости деформаций от времени;

a_{crc} — ширина раскрытия трещин;

B — нормативная прочность бетона для номинального класса, принятого в серии испытаний: 15 — для бетона класса В15, 25 — для бетона класса В25, 60 — для бетона класса В60;

$B_ф$ — фактический класс бетона;

i — номер испытания;

n — количество испытаний в серии;

R_{bm} — средняя прочность бетона в возрасте 28 сут;

$R_{bm,A1—A4}$, $R_{bm,R1—R4}$ — средняя прочность бетона основания при проведении испытаний в сериях А1 — А4 и R1 — R4 соответственно;

R_{yn} — предел текучести стали, принимаемый в зависимости от класса прочности стали по ГОСТ ISO 898-1 равным значению нижнего предела текучести R_{el}, условному пределу текучести при остаточном удлинении 0,2 % $R_{p0,2}$, условному пределу текучести при остаточном удлинении 0,0048d для полноразмерного крепежного изделия R_{pf};

R_{un} — временное сопротивление стали, указанное в документах по стандартизации и, при необходимости, подтвержденное испытаниями серии N1;

T — температура, °С;

W_n — момент сопротивления для сечения с минимальной площадью сечения по длине;

г) коэффициенты условий работы:

α — коэффициент, учитывающий результаты специальных испытаний;

$[\alpha]$ — предельно допустимое значение коэффициента влияния условий специальных испытаний;

α_1 — коэффициент учета характера деформирования (проскальзывания) при действии нагрузки;

α_2 — коэффициент учета результатов специальных испытаний, выполненных при максимальной долговременной температуре;

α_3 — коэффициент учета результатов специальных испытаний, выполненных при максимальной кратковременной температуре;

α_4 — коэффициент учета результатов специальных испытаний, моделирующих длительный срок эксплуатации анкера;

α_m — коэффициент влияния условий специальных испытаний;

α_n — коэффициент влияния условий специальных испытаний;

α_p — понижающий коэффициент, учитывающий снижение усилий в сериях специальных испытаний;

α_v — коэффициент учета изменчивости результатов испытаний в сериях испытаний;

α_{setup} — коэффициент, учитывающий влияние выкалывания бетона;

γ_{Np} — коэффициент, учитывающий влияние нарушений условий установки;

γ_{inst} — коэффициент надежности для разрушения при раскалывании;

γ_{Ns} — коэффициент надежности при разрушении по стали на растяжение;

γ_{Nsp} — коэффициент условий работы при раскалывании бетона основания;

γ_{Vs} — коэффициент надежности при разрушении по стали на сдвиг;

γ_{Vcp} — коэффициент условий работы при выкалывании бетона основания за анкером;

λ_s — коэффициент условий групповой работы анкеров;

k — коэффициент учета выкалывания бетона;

д) значения перемещений и коэффициентов податливости:

δ_i — перемещение i-го анкера при нагрузке, соответствующей $0{,}5N_m$ в серии испытаний;

δ_m — среднее перемещение анкеров при нагрузке, соответствующей $0{,}5N_m$ в серии испытаний;

δ_0 — начальное смещение в испытаниях серий В14 — В15 сразу после приложения нагрузки N_{sust};

$\delta_{N,t}$ — перемещения, рассчитанные методом экстраполяции на возраст 10 и 50 лет по результатам испытаний серий В14 и В15;

δ_{N0} — перемещение при кратковременном действии растягивающих усилий;

$\delta_{N\infty}$ — перемещение при длительном действии растягивающей нагрузки;

δ_{V0} — перемещение при кратковременном действии сдвигающих усилий;

$\delta_{V\infty}$ — перемещение при длительном действии сдвигающей нагрузки;

$\delta_{0,3}$ — перемещение при $N = 0{,}3N_u$;

δ_{m1} — среднее перемещение анкера после 1000 циклов изменения ширины раскрытия трещин в серии испытаний В13;

δ_{m2} — среднее перемещение в испытаниях с циклической нагрузкой после 10^5 циклов нагружения в серии испытаний В12;

$c_{N,0}$ — коэффициент податливости анкера при кратковременном действии растягивающих сил;

$C_{V,0}$ — коэффициент жесткости анкера при кратковременном действии сдвигающих сил;

$c_{N,\infty}$ — коэффициент податливости анкера при длительном действии растягивающих сил;

$C_{V,\infty}$ — коэффициент жесткости анкера при длительном действии сдвигающих сил;

е) касательные напряжения:

τ_m — среднее значение максимальных касательных напряжений в серии испытаний;

$\tau_{u,5\%}$ — нормативное значение максимальных касательных напряжений в серии испытаний;

$\tau_{n,rc}$ — нормативное значение сцепления клеевого анкера в основании из бетона с трещинами;

$\tau_{n,urc}$ — нормативное значение сцепления клеевого анкера в основании из бетона без трещин;

ж) коэффициенты:

ν_δ — коэффициент вариации перемещений анкеров в серии испытаний;

ν — коэффициент вариации значения силы сопротивления в серии испытаний;

k — коэффициент обеспеченности разрушающей нагрузки 0,95 при достоверности 90 %;

ψ_c — коэффициент перехода от номинальной прочности бетона к фактической прочности бетона основания.

4 Общие положения

4.1 Результаты испытаний, предусмотренных настоящим стандартом, используют для установления или контроля соответствия документам по стандартизации механических характеристик анкеров и параметров их установки в бетонное основание.

4.2 Механические характеристики анкеров, определяемые по настоящему стандарту:

- прочность на растяжение при различных механизмах разрушения;
- прочность на сдвиг при различных механизмах разрушения;
- перемещение анкера при растяжении и сдвиге соответственно.

4.3 При испытании анкеров по настоящему стандарту следует выполнять следующие условия для межосевого расстояния $s \geq 6h_{ef}$ и расстояния до края основания $c \geq 3h_{ef}$, за исключением серий испытаний А5 по 7.2.6, В1 по 7.13.3 и V2 по 7.12.5.

4.4 Настоящий стандарт устанавливает требования к следующим испытаниям, учитывающим условия эксплуатации или отклонения от требований по монтажу:

- испытание в бетоне с трещиной;
- испытание при превышении момента затяжки анкера;
- испытание при длительном действии нагрузки;
- испытание при циклическом действии нагрузки;
- испытания при действии различных температур эксплуатации, в том числе в условиях переменного замораживания и оттаивания;
- испытания при длительном действии агрессивных сред;
- испытания при нарушении условий очистки основания и нарушении метода смешивания клеевого состава.

4.5 Для испытаний отбирают образцы анкеров, представляющих готовую продукцию производителя. Комплектность поставки анкеров должна соответствовать документам по стандартизации.

4.6 Образцы следует отбирать в случайном порядке по ГОСТ Р 50779.12. Отбор образцов оформляют актом.

4.7 Совместно с анкером на испытания представляют следующий комплект технической документации:

- сведения о предприятии-изготовителе;
- документы по стандартизации;
- иную документацию, предусмотренную документами по стандартизации или органом сертификации.

4.8 Перед испытаниями должна быть проведена идентификация предъявленных образцов в следующем порядке:

- визуальным контролем устанавливают соответствие анкера документам по стандартизации;
- проводят контроль соответствия маркировки, нанесенной на анкере, документам по стандартизации.

4.9 Совместно с анкером на испытания предоставляют комплект установочного оборудования, используемого при установке в соответствии с документами по стандартизации.

5 Требования к механическим характеристикам и установочным размерам анкерных креплений

5.1 Общие положения

5.1.1 Для обеспечения эксплуатационной надежности анкерных креплений в ходе испытаний следует устанавливать характеристики, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 — Основные характеристики анкеров

Наименование характеристики	Структурный элемент настоящего стандарта	Результат
Нормативное значение силы сопротивления при разрушении по стали на растяжение	5.2	$N_{n,s}$, γ_{Ns}
Нормативное значение сцепления клеевого состава с бетоном при различных условиях эксплуатации	5.3	τ_n, ψ_c, γ_{Np}
Установочные параметры	5.4	c_{min}, s_{min}, h_{min}, $c_{cr,sp}$, $s_{cr,sp}$, T_{inst}

Окончание таблицы 5.1

Наименование характеристики	Структурный элемент настоящего стандарта	Результат
Нормативное значение силы сопротивления при разрушении по стали при сдвиге	5.5	$V^0_{n,s}$, $M^0_{n,s}$, γ_{Vs}, λ_s
Нормативное значение силы сопротивления при выкалывании бетона за анкером	5.6	k
Нормативное значение силы сопротивления при откалывании края основания	5.7	l_f
Коэффициенты податливости и жесткости при растяжении и сдвиге	5.8	c_{N0}, $c_{N\infty}$, C_{V0}, $C_{V\infty}$

5.1.2 Схему испытаний и соответствующую ей программу испытаний следует принимать по приложению Б в зависимости от области применения анкерного крепления: класс бетона по прочности, возможное наличие трещин в бетоне, диапазон температур эксплуатации и др., определяемых документами по стандартизации.

5.2 Нормативное значение силы сопротивления при разрушении по стали на растяжение

5.2.1 Нормативное значение силы сопротивления при разрушении по стали $N_{n,s}$ (возможные механизмы разрушения приведены в приложении В) подтверждается по результатам испытаний серии N1. Критерии оценки результатов испытаний приведены в 7.14.

5.2.2 Нормативное значение силы сопротивления при разрушении по стали $N_{n,s}$ рассчитывается по формуле

$$N_{n,s} = A_s \cdot R_{un}, \tag{5.1}$$

где A_s — номинальная площадь поперечного сечения анкера (для метрической резьбы допускается принимать по ГОСТ ISO 898-1, для арматуры допускается принимать по ГОСТ 34028);

R_{un} — временное сопротивление стали, указанное в документах по стандартизации и, при необходимости, подтвержденное испытаниями серии N1.

5.2.3 Коэффициент надежности при разрушении по стали при растяжении γ_{Ns} рассчитывается по формуле

$$\gamma_{Ns} = \frac{1{,}2R_{un}}{R_{yn}} \geq 1{,}4, \tag{5.2}$$

где R_{yn} — предел текучести стали, указанный в документах по стандартизации.

5.3 Нормативное значение сцепления клеевого состава с бетоном при различных условиях эксплуатации

5.3.1 Для оценки нормативного значения сцепления клеевого состава с бетоном τ_n при различных условиях эксплуатации следует выполнить серии контрольных испытаний R1 — R8, серии стандартных испытаний A1 — A4 и серии специальных испытаний B2 — B19, учитывающих возможные наихудшие сочетания условий установки и эксплуатации анкеров. Методика расчета нормативного значения сцепления клеевого состава с бетоном приведена в 8.1.

5.3.2 Значение коэффициента перехода от номинальной прочности бетона к фактической прочности бетона основания ψ_c определяется по результатам испытаний серий R1 — R4, A1 — A4. Методика расчета коэффициента приведена в 8.2.

5.3.3 Значение коэффициента надежности γ_{Np} определяется по результатам испытаний серий B6 — B9. Методика расчета коэффициента приведена в 7.5.6.

5.4 Установочные параметры

5.4.1 Минимальные краевые c_{min} и межосевые s_{min} расстояния определяются по результатам испытаний серии B1. Критерии оценки результатов испытаний приведены в 7.13.

5.4.2 Краевые $c_{cr,sp}$ и межосевые $s_{cr,sp}$ расстояния без раскалывания основания определяются по результатам испытаний серии А5. Критерии оценки результатов испытаний приведены в 7.2.

5.4.3 Минимальная толщина основания h_{min} определяется по результатам испытаний серий А5 и В1. Критерии оценки результатов испытаний приведены в 7.2.

5.4.4 Для оснований из бетонов классов В25 — В60 допускается принимать значения установочных параметров $c_{min} = 3h_{ef}$, $s_{min} = 6h_{ef}$, $c_{cr,sp} = 3h_{ef}$, $s_{cr,sp} = 6h_{ef}$, $h_{min} = 4h_{ef}$ без проведения испытаний.

5.4.5 Значения момента затяжки T_{inst} указано в документах по стандартизации и подтверждается проведением серий испытаний В1 по 7.13 и N2 по 7.14.

5.5 Нормативное значение силы сопротивления при разрушении по стали при сдвиге

5.5.1 Нормативное значение силы сопротивления при разрушении по стали при сдвиге $V^0_{n,s}$ определяется по результатам серии испытаний V1. Методика расчета приведена в 8.17.

5.5.2 Допускается не выполнять испытание анкеров на сдвиг при установке анкеров в бетон класса В25 и более и постоянном сечении анкера в зоне среза. В этом случае нормативное значение силы сопротивления анкера на сдвиг $V^0_{n,s}$ допускается определять по формуле

$$V^0_{n,s} = 0{,}5A_s \cdot R_{un}. \quad (5.3)$$

5.5.3 Нормативное значение предельного изгибающего момента для анкера при разрушении по стали $M^0_{n,s}$ определяется по формуле

$$M^0_{n,s} = \gamma_{Ns} \cdot W_n \cdot R_{yn}. \quad (5.4)$$

где W_n — момент сопротивления для сечения с минимальной площадью сечения по длине.

5.5.4 Коэффициент надежности для разрушения при действии поперечных сил γ_{vs} следует вычислять:

- при $R_{un} \le 800$ МПа и $\frac{R_{yn}}{R_{un}} \le 0{,}8$ по формуле

$$\gamma_{Vs} = \frac{R_{un}}{R_{yn}} \ge 1{,}25; \quad (5.5)$$

- при $R_{un} > 800$ МПа или $\frac{R_{yn}}{R_{un}} > 0{,}8$ по формуле

$$\gamma_{Vs} = 1{,}5. \quad (5.6)$$

5.5.5 Коэффициент групповой работы анкеров на сдвиг λ_s следует принимать в зависимости от пластичности стали:

- при $\delta_5 \ge 8$ % $\lambda_s = 1{,}0$;
- при $\delta_5 < 8$ % $\lambda_s = 0{,}8$;

где δ_5 — относительное удлинение стали анкера на базе пяти диаметров, определяемое по ГОСТ ISO 898-1 и ГОСТ 12004 для резьбовых элементов и арматуры соответственно.

5.6 Нормативное значение силы сопротивления при выкалывании бетона за анкером

5.6.1 Значение коэффициента k, учитывающего глубину установки анкера при разрушении от выкалывания основания за анкером при сдвиге, определяется по результатам испытаний серии V2. Методика расчета коэффициента приведена в 8.16.

5.6.2 Коэффициент k допускается принимать:

- при $h_{ef} < 60$ мм $k = 1{,}0$;
- при $h_{ef} \ge 60$ мм $k = 2{,}0$.

5.7 Нормативное значение силы сопротивления при откалывании края основания

При постоянном диаметре анкера d_{nom} в зоне передачи сдвигающих усилий приведенная глубина анкеровки при сдвиге l_f принимается равной эффективной глубине анкеровки h_{ef}. При этом значение приведенной глубины анкеровки l_f принимается равным:

- не более $12d_{nom}$ при $d_{nom} \le 24$ мм;
- не более наибольшего из значений: $8d_{nom}$ или 300 мм при $d_{nom} \ge 24$ мм.

5.8 Коэффициенты податливости и жесткости при растяжении и сдвиге

5.8.1 Коэффициенты податливости при кратковременном действии растягивающих усилий C_{N0} рассчитываются на основании перемещений, полученных по результатам испытаний серий R1 — R4 для температурного режима I и по результатам серии B2 для других температурных режимов. Методика расчета коэффициентов приведена в 8.23.

5.8.2 Коэффициенты податливости при длительном действии растягивающих усилий $C_{N\infty}$ рассчитываются на основании перемещений, полученных по результатам испытаний серий B12 и B13 для применения в основаниях без трещин и с трещинами соответственно. Методика расчета коэффициентов приведена в 8.23.

5.8.3 Коэффициенты податливости при кратковременном действии сдвигающих усилий C_{V0} рассчитываются на основании перемещений, полученных по результатам испытаний серии V1. Методика расчета коэффициентов приведена в 8.24.

5.8.4 Коэффициенты податливости при длительном действии сдвигающих усилий $C_{V\infty}$ рассчитываются по 8.24.

5.8.5 Допускается определять одно значение коэффициента податливости при кратковременном действии растягивающих усилий и одно значение перемещения при кратковременном действии сдвигающих усилий для наиболее неблагоприятного состояния (для основания из бетона наименьшей прочности). Полученные значения допускается распространять для бетона всех классов прочности с трещинами и без трещин.

6 Требования к проведению испытаний и оборудованию

6.1 Условия проведения испытаний

6.1.1 Испытания следует проводить при температуре окружающего воздуха 21 °С ± 3 °С и влажности не более 70 %.

6.1.2 Бетон основания следует выдерживать при положительной температуре окружающего воздуха перед испытанием анкеров не менее 7 сут.

6.2 Требования к бетону

6.2.1 Для испытаний следует применять тяжелый бетон в соответствии с требованиями ГОСТ 26633, изготовленный на портландцементе по ГОСТ 31108.

6.2.2 В качестве заполнителя для бетона следует применять гранитный щебень по ГОСТ 8267 крупностью от 5 до 20 мм.

6.2.3 Бетон должен быть изготовлен с водоцементным отношением не более 0,75, при этом расход цемента должен составлять не менее 240 кг/м^3.

6.2.4 Средняя прочность бетона основания, соответствующая принятому классу бетона для испытаний, должна соответствовать диапазону, указанному в таблице 6.1.

Таблица 6.1 — Диапазон прочности бетона

Класс бетона B	Диапазон прочности R, МПа	Класс бетона B	Диапазон прочности R, МПа
15	15—19	40	40—44
20	20—24	45	45—49
25	25—29	50	50—54
30	30—34	55	55—59
35	35—39	60	60—70

6.2.5 Прочность бетона основания следует устанавливать по стандартным образцам-кубам согласно ГОСТ 10180 в количестве не менее трех, изготовляемым при бетонировании основания. Образцы должны выдерживаться и твердеть в условиях твердения основания для испытаний.

6.2.6 Испытания стандартных образцов по ГОСТ 10180 следует проводить в ходе испытаний анкеров. Допускается также определять прочность бетона путем отбора образцов по ГОСТ 28570 или методами неразрушающего контроля по ГОСТ 22690 и ГОСТ 17624.

6.2.7 Размеры и конструкция основания для испытания анкеров должны удовлетворять следующим требованиям:

- при испытании основания с трещинами основание должно иметь прямоугольную форму в плане с толщиной не менее $2h_{ef}$ и не менее 100 мм. Трещины должны располагаться вдоль одной из сторон основания и иметь равномерную ширину раскрытия по высоте образца;

- при испытании в бетоне без трещин основание не должно иметь армирования. Допускается использовать конструктивное армирование, при этом расстояние от оси анкера до стержня арматуры должно составлять не менее $2h_{ef}$.

6.2.8 Расположение арматуры следует отображать на поверхности образца для соблюдения условий установки анкеров.

6.2.9 Испытания анкеров следует проводить в возрасте бетона не менее 28 сут. Допускается проводить испытание в возрасте, отличном от 28 сут, при соблюдении требования 6.2.4.

6.3 Требования к установке анкера

6.3.1 Анкеры следует устанавливать в соответствии с документами по стандартизации.

6.3.2 Отверстие под анкер следует располагать на гладкой поверхности (нижней при формовании) и выполнять перпендикулярно поверхности с максимальным углом отклонения от вертикали не более 5 град.

6.3.3 Следует применять оборудование для сверления и установки согласно документам по стандартизации.

6.4 Требования к оборудованию для испытания

6.4.1 Оборудование должно обеспечивать приложение нагрузки плавное, с постоянной скоростью изменения усилия или перемещения и должно быть оборудовано датчиками силы и перемещения, удовлетворяющими требованиям 6.5, для возможности одновременной фиксации усилия и перемещения анкера. Допускается также прикладывать нагрузку ступенями.

6.4.2 Для определения усилия, возникающего в анкере при увеличении момента затяжки в серии испытаний N2, необходимо применять кольцевой датчик силы со сквозным отверстием (мембранного типа) по ГОСТ 28836 с погрешностью измерения нагрузки не более 2 %.

6.4.3 При проведении испытаний с препятствием разрушению основания от выкалывания бетона нагружение выполняют через стальную пластину с отверстием диаметром от $1{,}5d_0$ до $2d_0$. Размер пластины в плане следует принимать таким образом, чтобы напряжения в бетоне основания под пластиной не превышали 70 % прочности бетона на сжатие. Схема проведения испытаний с препятствием разрушению основания от выкалывания бетона представлена на рисунке Г.1.

6.4.4 Оснастка для испытаний не должна оказывать сдерживающего влияния на бетон в зоне установки анкера, для этого расстояние в свету между опорами оснастки и осью анкера должно составлять не менее $2h_{ef}$ (при испытании на растяжение и сдвиг без влияния края) или $2c_{min}$ (при испытании на сдвиг при откалывании края основания), как показано на рисунке Г.2.

6.4.5 При выполнении испытаний при длительном действии нагрузки усилие на анкер создается тарельчатыми пружинами по ГОСТ 3057 либо пружинами сжатия другого типа по ГОСТ 18793. Жесткость пружин следует назначать таким образом, чтобы при деформации пружины на значение, соответствующее перемещению анкера при действии половины разрушающего усилия, определяемого по формуле (7.6), изменение усилия, создаваемого пружиной, не превышало 2 %. Принципиальная схема проведения испытания на воздействие длительных нагрузок приведена на рисунке Г.5.

6.4.6 Схемы испытательных стендов для испытаний на вырыв и сдвиг приведены в приложении Г.

6.4.7 Во время испытаний на вырыв нагрузку к анкеру следует прикладывать соосно с анкером. Диаметр отверстия в прикрепляемой детали должен соответствовать значениям, приведенным в таблице Г.1.

6.4.8 При испытании на сдвиг нагрузка должна быть приложена параллельно поверхности бетонного основания. Гильза для испытания на сдвиг должна быть изготовлена из закаленной стали и иметь закругленные кромки 0,4 мм (см. рисунок Г.4). Высота гильзы в зоне контакта с анкером должна быть не менее наружного диаметра анкера. Внутренний диаметр гильзы должен соответствовать размерам, представленным в таблице Г.1. Для снижения трения между пластиной с гильзой и бетоном основания следует использовать прокладку из фторопласта.

6.5 Требования к средствам измерения

6.5.1 Для испытаний следует использовать средства измерений, прошедшие поверку в установленном порядке.

6.5.2 Погрешность измерения нагрузки не должна превышать 2 % несущей способности анкера.

6.5.3 Погрешность измерения перемещений анкера не должна превышать 0,02 мм.

6.5.4 При испытании анкеров следует использовать моментные (динамометрические) ключи по ГОСТ 33530, при этом погрешность не должна превышать 5 % момента затяжки.

6.6 Требования безопасности при проведении испытаний

6.6.1 При проведении испытаний следует обеспечивать соблюдение требований безопасности по ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.2.003.

6.6.2 При установке анкеров следует соблюдать требования безопасности, предусмотренные в документах по стандартизации.

6.6.3 Расположение испытательной площадки, оснастки и оборудования на ней должны гарантировать безопасность персонала, участвующего в испытании.

6.6.4 Испытания следует прекращать в следующих случаях:

- при повышении давления в гидравлическом оборудовании выше значений, допускаемых технической документацией на оборудование;
- падении давления в гидравлическом оборудовании, не связанном с характером работы анкера под нагрузкой;
- обнаружении повреждений или неисправности оснастки и средств измерений.

6.6.5 Все работы, связанные с устранением обнаруженных дефектов, следует проводить только при полной разгрузке.

7 Правила проведения испытаний

7.1 Подготовка и проведение испытания

7.1.1 Перед проведением испытаний необходимо определить прочность бетонного основания по ГОСТ 10180, также допускается определять прочность бетона путем отбора образцов по ГОСТ 28570 или методами неразрушающего контроля по ГОСТ 22690 и ГОСТ 17624.

7.1.2 При нагружении ступенями нагрузку на каждой ступени увеличивают на не более чем 1/10 ожидаемого значения разрушающей нагрузки. Выдержка на каждой ступени выполняется в течение времени, достаточного для снятия показаний в начале и конце времени выдержки на каждой ступени нагружения, но не более 15 с.

7.1.3 Общая продолжительность испытания анкера при плавном или ступенчатом нагружении должна составлять от 1 до 3 мин.

7.1.4 По результатам испытаний для каждого анкера строят график «нагрузка — перемещение».

7.2 Определение силы сцепления (серии R1 — R4, R6, R7, A1 — A5)

7.2.1 Целью испытания является определение коэффициента влияния выкалывания бетона α_{setup} и нормативного значения прочности сцепления анкера. Также результаты испытаний серий R1 — R4 и A1 — A4 могут быть использованы для определения влияния прочности бетона на несущую способность анкера. В испытаниях на вырыв измеряется значение испытательной нагрузки, соответствующей одному из предельных состояний, а также перемещения анкера в ходе нагружения.

7.2.2 Во время испытаний на вырыв нагрузку к анкеру следует прикладывать соосно с анкером. Диаметр отверстия в опорной пластине, ограничивающей выкалывание конуса бетона, должен равняться $1{,}5d_0$ — $2d_0$. Для серий без ограничения конуса данное требование не применяется.

7.2.3 Нагружение анкера выполняют до достижения одного из предельных состояний по 7.2.4. Перемещение анкера относительно поверхности бетона должно быть измерено путем использования одного индикатора перемещения на головке анкера или двух индикаторов, располагаемых по обе стороны от анкера. В последнем случае необходимо принимать среднее значение перемещения.

7.2.4 Предельным состоянием по несущей способности при испытании на вырыв принимают:

- разрушение клеевого состава по контакту с бетоном, приводящее его к скольжению либо выдергиванию;
- выкалывание бетона основания с образованием конуса бетона.

Разрушение анкера по стали не допускается, и серия испытаний бракуется для всех видов испытаний. Чтобы исключить разрушение по стали, рекомендуется увеличить класс прочности стали анкера либо уменьшить глубину анкеровки.

Механизмы разрушения анкеров при достижении предельных состояний представлены в приложении В.

7.2.5 В рамках методики проведения испытаний на вырыв (R1 — R2, R6, R7, A1 — A2, A5) необходимо:

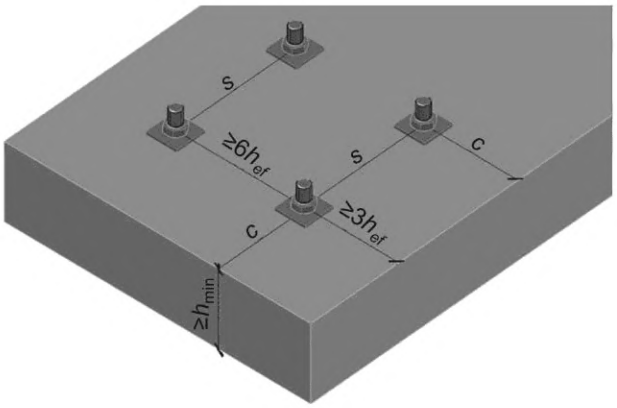
- выполнить установку анкера в бетонное основание согласно документам по стандартизации. Принципиальная схема расположения образцов на бетонном основании представлена на рисунке 7.1 а);

- на установленный анкер, набравший прочность (время набора прочности указанно в документах по стандартизации), устанавливают оснастку: для серий R1, R2, R6 — R7 испытания проводятся с ограничением конуса выкалывания основания по схеме на рисунке Г.1; для серий A1 и A2 испытания проводятся без ограничения конуса выкалывания основания по схеме на рисунке Г.2.

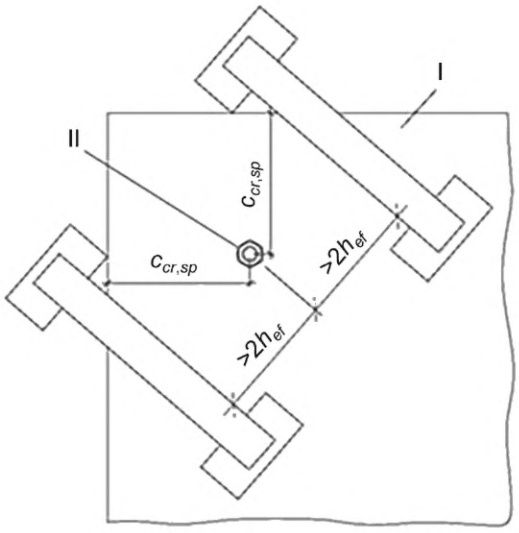
- произвести нагружение до достижения одного из предельных состояний по 7.2.4.

7.2.6 При проведении испытания серии A5 (расстояние до края основания) оснастка не должна препятствовать выкалыванию основания. Расстояние между опорами оснастки не должно быть меньше $2h_{ef}$ от центральной оси анкера, как показано на рисунке 7.1 б). Испытания выполняются в основании с минимальной толщиной h_{min}.

7.2.7 В случае если в документах по стандартизации не указано значение минимально допустимого расстояния от оси анкера до края основания, при котором не происходит разрушение основания от раскалывания бетона, $c_{cr,sp}$, то его следует принимать равным $1{,}5h_{ef}$, а толщину бетонного основания h — равной h_{min}. Значение h_{min} принимается наибольшим из 100 мм, $h_{ef} + 2\,d_o$ или $h_{ef} + 30$ мм.



а) Принципиальная схема расположения анкеров на бетонном основании



б) Пример оснастки для испытаний на растяжение анкеров, установленных в углу

s — расстояние между осями анкеров в группе; *c* — расстояние от оси анкера до края основания; I — основание; II — анкер

Рисунок 7.1 — Схемы расположения анкеров в основании при проведении испытаний

7.2.8 Серии испытаний R6, B14 и B15 следует выполнять в том же бетонном основании для среднего диаметра анкера 12 мм или наименьшего диаметра, если он больше 12 мм. Серия испытаний R6 является контрольной для серий испытаний B14 и B15. При проведении серий испытаний B14 и B15 в основаниях из одной партии бетона допускается провести только одно испытание серии R6.

Для определения эталонного значения, с которым выполняется сравнение результатов испытаний серии B14, необходимо провести серию испытаний R6 при нормальной температуре окружающей среды.

Для определения эталонного значения, с которым выполняется сравнение результатов испытаний серии B15, необходимо провести серию испытаний R6 при максимально долговременной температуре.

Если серия испытаний В3 выполнена в бетонном основании той же партии бетона, что и В15, то проведение серии испытаний R6 при максимально долговременной температуре не требуется.

7.2.9 Серия испытаний R7 предназначена для определения эталонного значения, с которым выполняется сравнение результатов испытаний серии В16. Испытания следует выполнять в том же бетонном основании и для среднего диаметра анкера 12 мм или наименьшего диаметра, если он больше 12 мм.

7.2.10 Методика проведения испытания на вырыв из основания с трещиной (испытание с трещиной R3 — R4, A3 — A4) включает следующие этапы:

- с помощью клиньев, установленных в заранее подготовленные отверстия, формируют трещину в основании согласно схеме, представленной на рисунке Г.7, после чего извлекают клинья, пробуривают отверстие и выполняют контроль образования трещины в отверстии. Трещина должна проходить через отверстие по всей его глубине;
- устанавливают анкер в место образования трещины согласно документам по стандартизации;
- выполняют раскрытие трещины шириной 0,3 мм при помощи клиньев и проводят испытание анкера на вырыв по методике, описанной в 7.2.2—7.2.5;
- для серий R3 и R4 испытания проводятся с ограничением конуса выкалывания основания по схеме, представленной на рисунке Г.1; для серий A3 и A4 испытания проводятся без ограничения конуса выкалывания основания по схеме, представленной на рисунке Г.2;
- в ходе испытания следует измерять ширину раскрытия трещины в непосредственной близости от анкера.

7.2.11 Основные положения для оценки результатов испытаний серий R1 — R4, R6, R7, A1 — A5:

- рассчитывают коэффициент ψ_c, учитывающий разницу прочности бетона по сравнению с номинальной, по формуле (8.8);
- выполняют корректировку значений разрушающей нагрузки с учетом фактической прочности бетона основания (см. 8.2), определяют среднее и нормативное значения разрушающих нагрузок и прочность сцепления по формулам (8.9), (8.11) — (8.13);
- рассчитывают коэффициент вариации ν по формуле (8.10) и при его значении более 15 % — коэффициент α_ν по формуле (8.14);
- в случае проведения испытаний серий A1 — A4 рассчитывают коэффициент α_{setup} по формуле (8.16);
- после проведения испытаний серии A5 проверяют выполнение условия

$$N_{m,A5} \geq 0{,}95 \cdot N_{m,A1}, \tag{7.1}$$

где $N_{m,A1}$ и $N_{m,A5}$ — среднее значение разрушающего усилия в сериях испытаний A1 и A5;

В случае невыполнения условия (7.1) следует увеличивать c_{cr} и проводить испытания серии A5 заново до тех пор, пока не будет выполнено условие;

- выполняют анализ величины нагрузки $N_{u,adh}$ и рассчитывают понижающий коэффициент α_1 по формуле (8.23);
- рассчитывают значения и коэффициент вариации перемещений ν_δ согласно 8.14 и проверяют выполнение условия (8.27);
- определяют перемещения δ_{N0} при нагрузке N_{cont} согласно 8.18 и рассчитывают коэффициенты податливости C_{N0} по формуле (8.45).

7.3 Испытания на увеличенную ширину раскрытия трещины (серии В10 — В11)

7.3.1 Целью испытания является определение силы сцепления анкера в условиях увеличенной ширины раскрытия трещины в бетонном основании.

7.3.2 Испытания проводятся согласно методике, описанной в 7.2.10, с шириной раскрытия трещины, равной 0,5 мм, и ограничением выкалывания основания.

7.3.3 Оценка результатов испытания осуществляется в следующей последовательности:

- рассчитывают коэффициент ψ_c, учитывающий разницу прочности бетона по сравнению с номинальной по формуле (8.8);
- выполняют корректировку значений разрушающей нагрузки с учетом фактической прочности бетона основания (см. 8.2), определяют среднее и нормативное значения разрушающих нагрузок и прочность сцепления по формулам (8.9), (8.11) — (8.13);
- рассчитывают коэффициент вариации ν по формуле (8.10) и при его значении более 20 % — коэффициент α_ν по формуле (8.15);

- рассчитывают коэффициент учета влияния условий установки α по методике, описанной в 8.9, сравнивая результаты испытаний серии B10 с результатами испытаний серии R3, а результаты испытаний серии B11 — с результатами испытаний серии R4;

- выполняют анализ величины усилия $N_{u,adh}$ и рассчитывают понижающий коэффициент α_1 по формуле (8.23);

- рассчитывают значения и коэффициент вариации перемещений ν_δ согласно 8.14 и проверяют выполнение условия (8.28).

7.4 Испытания для проверки влияния нарушений требований по очистке отверстий (серия R5)

7.4.1 Цель испытания заключается в определении силы сцепления N_{max} по 7.2 из бетонного основания класса B25 без трещин и определении контрольных значений для серий испытаний на влияние качества очистки отверстий B6 — B8.

7.4.2 Методика испытания заключается в установке анкера на максимальную глубину анкеровки. Для предотвращения разрушения по стали при проведении испытаний с максимальной глубиной анкеровки необходимо использовать элемент, состоящий из двух бетонных блоков, уложенных верхними частями друг к другу без постоянного соединения. Испытания выполняют в следующей последовательности:

- устанавливают друг на друга два раздельных блока (см. рисунок 7.2);

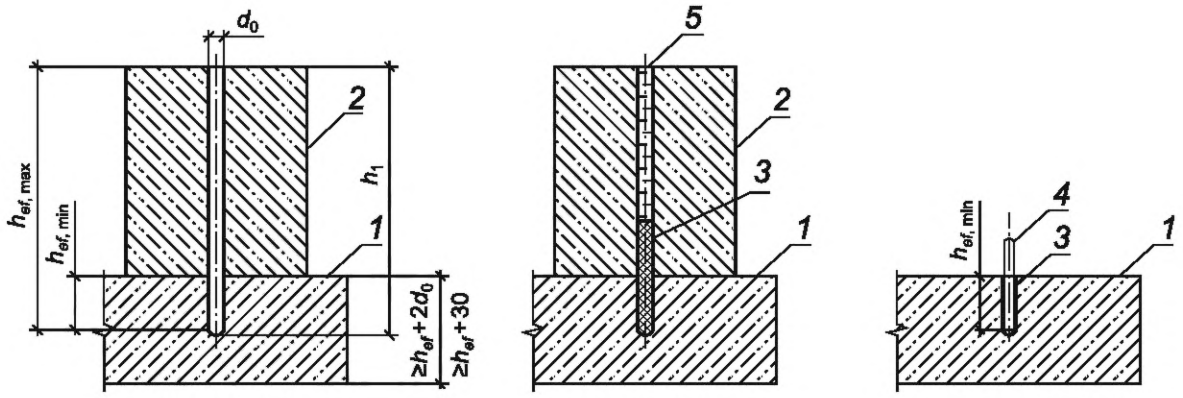
- осуществляют бурение сквозь верхний нижний блок на максимальную глубину, указанную в документах по стандартизации;

- производят очистку отверстия согласно документам по стандартизации;

- проводят заполнение отверстия клеевым составом;

- верхний блок удаляют и выполняют установку анкера в нижний блок;

- выполняют испытание на вырыв по 7.2.5.



а) Бурение отверстия на требуемую глубину h_1

б) Очистка и заполнение клеевым составом

в) Удаление дополнительного блока и установка стального элемента анкера

1 — основание; *2* — дополнительный бетонный блок; *3* — клеевой состав; *4* — установленный стальной элемент анкера; *5* — заполнение водой (при необходимости)

Рисунок 7.2 — Принципиальная схема подготовки отверстия и установки анкера для испытания анкера на вырыв при максимальной глубине установки

7.4.3 Оценка результатов испытания осуществляется в следующей последовательности:

- выполняют корректировку значений разрушающей нагрузки с учетом фактической прочности бетона основания (см. 8.2), определяют среднее и нормативное значения разрушающих нагрузок и прочность сцепления по формулам (8.9), (8.11) — (8.13);

- рассчитывают коэффициент вариации ν по формуле (8.10) и при его значении более 15 % — коэффициент α_ν по формуле (8.14);

- выполняют анализ величины усилия $N_{u,adh}$ и рассчитывают понижающий коэффициент α_1 по формуле (8.23).

- рассчитывают значения и коэффициент вариации перемещений ν_δ согласно 8.14 и проверяют выполнение условия (8.28).

7.5 Испытания для проверки восприимчивости анкеров к чистоте отверстия под установку и влажности бетона основания (серии В6 — В8)

7.5.1 Сущность метода испытания заключается в испытании на вырыв по 7.2 из бетонного основания класса В25 без трещин при различных условиях очистки отверстия перед установкой анкера.

7.5.2 Испытания с учетом влияния метода очистки в сухом состоянии (серия В6) следует выполнять согласно 7.4.2 при уменьшенном количестве операций по очистке, принимаемом по таблице 7.1.

Таблица 7.1 — Количество операций очистки при выполнении испытаний

Количество операций согласно документам по стандартизации		Количество операций при выполнении испытаний	
Продувка	Очистка щеткой	Продувка	Очистка щеткой
—	—	—	—
1	—	—	—
2	—	1	—
3	1	1	—
4	2	2	1
Более 4	Более 2	2	1
Примечание — В случае если в документах по стандартизации рекомендуется очистка с помощью пылесоса вместо продувки, следует применять такое же количество операций, как в 7.5.2.			

7.5.3 Испытания с учетом влияния метода очистки во влажном состоянии (серия В7) выполняют в следующей последовательности:

- бурят отверстие диаметром не менее $0{,}5d_0$ и не более $0{,}8d_0$;
- отверстие заполняют водой и выдерживают в течение 8 сут;
- из отверстия удаляют воду;
- выполняют выбуривание отверстия до d_0 по методике, описанной в 7.4.2;
- выполняют очистку в соответствии с 7.5.2;
- выполняют установку анкера и проводят испытания согласно 7.2.5.

7.5.4 Испытания с учетом влияния метода очистки в затопленном отверстии (серия В8) выполняют в следующей последовательности:

- проводят насыщение бетона водой согласно 7.8.3;
- бурят отверстие диаметром d_0 по методике, описанной в 7.4.2, и заполняют водой;
- выполняют очистку отверстия согласно 7.5.2 и заполняют отверстие клеевым составом;
- выполняют установку анкера и испытания согласно 7.2.5.

7.5.5 Оценка результатов испытания осуществляется в следующей последовательности:

- выполняют корректировку значений разрушающей нагрузки с учетом фактической прочности бетона основания (см. 8.2), определяют среднее и нормативное значения разрушающих нагрузок и прочность сцепления по формулам (8.9), (8.11) — (8.13);
- рассчитывают коэффициент вариации ν по формуле (8.10) и при его значении более 20 % — коэффициент α_v по формуле (8.15);
- рассчитывают коэффициент учета влияния условий установки α по методике, описанной в 8.9, сравнивая полученные значения с результатами испытаний серии R5;
- определяют коэффициент γ_{Np} в зависимости от значения коэффициента учета влияния условий установки $[\alpha]$ по таблице 7.2;

Таблица 7.2 — Значения коэффициента γ_{Np}

$[\alpha]$		γ_{Np}
Серии В6 и В9	Серии В7 и В8	
≥0,95	≥0,90	1,0
≥0,80	≥0,75	1,2
≥0,70	≥0,65	1,4
<0,70	<0,65	Силу сопротивления анкера не допускается нормировать

- выполняют анализ величины усилия $N_{u,adh}$ и рассчитывают понижающий коэффициент α_1 по формуле (8.23);

- рассчитывают значения и коэффициент вариации перемещений ν_δ согласно 8.14 и проверяют выполнение условия (8.28).

7.6 Испытание на многоцикловое растяжение (серия B12)

7.6.1 Сущность метода испытания заключается в испытании на вырыв по 7.2 в бетонном основании класса B25 без трещин, на осевое растяжение при действии повторяющейся (пульсирующей) нагрузки.

7.6.2 Растягивающую нагрузку на анкер прикладывают циклически с частотой от 5 до 7 Гц.

7.6.3 Количество циклов нагружения принимают не менее 10^5 либо до разрушения анкера. Значения минимальной N_{min} и максимальной N_{max} нагрузок в цикле определяются по формулам:

$$N_{max} = \frac{1{,}1 \cdot \tau_{n,ucr} \cdot \pi \cdot h_{ef}}{1{,}5 \cdot \gamma_{Np}} \cdot \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{1}{\alpha_3} \cdot \frac{1}{\alpha_4}; \quad (7.2)$$

$$N_{min} = 0{,}25 \cdot \tau_{n,ucr} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \geq N_{max} - A_s \cdot \Delta\sigma_s, \quad (7.3)$$

где $\Delta\sigma_s = 120$ Н/мм^2 — изменение напряжений при предельно допустимом коэффициенте вариации разрушающих усилий в серии испытаний.

7.6.4 Перемещение анкера фиксируют при первом цикле нагружения до значения N_{max}, затем фиксируют непрерывно после 1, 10, 10^2, 10^3, 10^4 или 10^5 циклов нагружения.

7.6.5 Приращение остаточных перемещений между 10^5 и 10^4 циклами нагружения не должно превышать приращение остаточных перемещений между 10^4 и 10^3 циклами нагружения.

Если данное условие не выполняется, то значение N_{max} понижается до $N_{max,red}$ и проводятся повторные испытания до выполнения условия 7.6.5. При этом рассчитывается понижающий коэффициент α_p по формуле (8.17).

7.6.6 После завершения циклов нагружения анкер следует разгрузить, измерить остаточное перемещение и выполнить испытание на вырыв по 7.2.5. В процессе нагружения анкера циклической нагрузкой не допускается его разрушение.

В случае, если указанное выше условие не выполняется, следует уменьшить величину усилия $N_{max,red}$ и провести испытания повторно до выполнения указанного условия. При этом следует рассчитать понижающий коэффициент α_p по формуле (8.18).

7.6.7 Оценка результатов испытания осуществляется в следующей последовательности:

- выполняют корректировку значений разрушающей нагрузки с учетом фактической прочности бетона основания (см. 8.2), определяют среднее и нормативное значения разрушающих нагрузок, прочность сцепления по формулам (8.9), (8.11) — (8.13);

- рассчитывают коэффициент вариации ν по формуле (8.10) и при его значении более 20 % — коэффициент α_v по формуле (8.15);

- рассчитывают коэффициент учета влияния условий установки α по методике, описанной в 8.9, сравнивая результаты испытаний серии B12 с результатами испытаний серии R1;

- выполняют анализ величины усилия $N_{u,adh}$ и рассчитывают понижающий коэффициент α_1 по формуле (8.23);

- рассчитывают значения и коэффициент вариации перемещений ν_δ согласно 8.14 и проверяют выполнение условия (8.28);

- определяют перемещение $\delta_{N\infty}$ по формуле (8.42) и рассчитывают коэффициент податливости $C_{N\infty}$ по формуле (8.45).

7.7 Испытания для установления влияния температуры эксплуатации (серии B2 — B4, B19)

7.7.1 Для моделирования при испытании действительных условий эксплуатации анкеров вводят три группы условий эксплуатации, представленные в таблице 7.3. Для каждой из трех групп при выполнении испытаний назначают максимальную кратковременную и максимальную долговременную температуры основания, значения которых представлены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 — Температуры основания выполнения испытаний

Группа анкеров по температуре эксплуатации	Диапазон изменения температуры эксплуатации, указанный в документах по стандартизации	Температура основания при выполнении испытаний	
		Максимальная кратковременная	Максимальная долговременная
1	От –40 °С до +40 °С	+40 °С	+24 °С
2	От –40 °С до +70 °С	+70 °С	+50 °С
3	От –40 °С до T_1	T_1	$0{,}6T_1$—T_1

7.7.2 Испытания при максимальной долговременной температуре (серия В2) выполняются в следующей последовательности:

- анкер устанавливается и набирает прочность за время, указанное в документах по стандартизации, при температуре окружающей среды 21 °С ± 3 °С;
- температура увеличивается со скоростью 20 °С в час до максимальной долговременной температуры;
- бетонный элемент — основание для испытаний с установленным анкером — выдерживают при максимальной долговременной температуре в течение 24 ч;
- выполняют испытание на растяжение до разрушения, как описано в 7.2.5.

Примечание — Изменение температуры бетонного элемента вокруг анкера на расстоянии d и на глубине h_{ef} от поверхности бетона не должно превышать 2 °С от требуемого значения. Указанное требование проверяют однократно, впоследствии в процедуру испытания изменения не вносят.

7.7.3 Методика проведения испытания (серия В3) при максимальной кратковременной температуре выполняется аналогично 7.7.2.

7.7.4 Для подтверждения минимальной температуры основания при эксплуатации требуется проводить стандартные испытания согласно 7.2 при температуре минус 40 °С (серия испытания В19). Если минимальная температура эксплуатации анкера составляет менее минус 40 °С, для подтверждения указанной температуры необходимо выполнить испытания согласно 7.7.2 при указанной температуре.

7.7.5 Сущность метода испытания серии В4 заключается в испытании на вырыв по 7.2 на осевое растяжение при минимальной температуре установки и времени набора прочности, указанных в документах по стандартизации.

7.7.6 Испытание серии В4 выполняют в следующей последовательности:

- осуществляют подготовку отверстия для установки анкера согласно документам по стандартизации;
- охлаждают бетонное основание, стальной стержень анкера и клеевой (химический) состав для установки анкера до минимальной температуры, указанной в документах по стандартизации.

Примечание — В зависимости от указаний документов по стандартизации допускается не охлаждать клеевой состав;

- производят установку анкера по документам по стандартизации при минимальной температуре установки;
- выполняют выдержку при минимальной температуре установки в течение времени набора прочности клеевого состава, указанного в документах по стандартизации;
- проводят испытание на растяжение до разрушения сразу после завершения времени набора прочности согласно 7.2.5.

7.7.7 В случае ограниченного пространства климатической камеры допускается использовать в качестве бетонного основания кубы или цилиндры. Для предотвращения раскалывания бетона допускается применять основания в стальной обойме, выполнять армирование или использовать другие методы.

7.7.8 Оценка результатов испытания осуществляется в следующей последовательности:

- выполняют корректировку значений разрушающей нагрузки с учетом фактической прочности бетона основания (см. 8.2), определяют среднее и нормативное значения разрушающих нагрузок и прочность сцепления по формулам (8.9), (8.11) — (8.13);
- рассчитывают коэффициент вариации ν по формуле (8.10) и при его значении более 20 % — коэффициент α_v по формуле (8.15);

- выполняют анализ величины усилия $N_{u,adh}$ и рассчитывают понижающий коэффициент α_1 по формуле (8.23);

- рассчитывают значения и коэффициент вариации перемещений ν_δ согласно 8.14 и проверяют выполнение условия (8.28);

- рассчитывают коэффициент учета температуры эксплуатации α_2 для серии В2 по формуле (8.24), сравнивая результаты испытаний серии В2 с результатами испытаний серии R1;

- рассчитывают коэффициент учета температуры эксплуатации α_3 для серии В3 по формуле (8.25), сравнивая результаты испытаний серии В3 с результатами испытаний серии В2;

- рассчитывают коэффициенты учета влияния условий установки α по методике, описанной в 8.9, сравнивая результаты испытаний серий В4 и В19 с результатами испытаний серии R1.

7.8 Испытания на длительное нагружение при нормальной температуре и при максимальной долговременной температуре (серии В14, В15)

7.8.1 Сущность метода испытания заключается в воздействии постоянной нагрузки $N_{sust,\text{B14(B15)}}$ на химический анкер при нормальной или максимальной долговременной температуре с измерением перемещений анкера. Для передачи нагрузки на анкер используют гидравлические домкраты либо пружины. Принципиальная схема испытания представлена на рисунке Г.5. Испытания серий В14 — В15 следует выполнять с ограничением разрушения основания от выкалывания. Испытания выполняют для среднего диаметра анкера 12 мм или наименьшего диаметра, если он больше 12 мм.

7.8.2 Постоянная нагрузка для серии испытаний В14 рассчитывается по формуле

$$N_{sust,\text{B14}} \geq \frac{1{,}1 \cdot \tau_{n,ucr} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}}{1{,}5 \cdot \gamma_{Np}} \cdot \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{1}{\alpha_3} \cdot \frac{1}{\alpha_4}. \quad (7.4)$$

7.8.3 Испытания при нормальной температуре окружающей среды выполняют до стабилизации перемещений, но не менее 3 мес. В качестве нормальной температуры принимают температуру 21 °С ± 3 °С. После установки и твердения анкера прикладывают усилие $N_{sust,\text{B14}}$. В период проведения испытания поддерживают значение нагрузки $N_{sust,\text{B14}}$ и измеряют перемещения анкера. Частоту измерения перемещений назначают следующим образом:

- в течение первого часа — каждые 10 мин;
- в течение следующих 6 ч — каждый 1 ч;
- в течение следующих 10 дней — каждые сутки;
- в дальнейшем — каждые 5—10 сут.

После завершения выдержки анкер необходимо разгрузить и выполнить испытание по 7.2.

7.8.4 Испытания на длительное нагружение при максимальной долговременной температуре эксплуатации проводятся аналогично 7.8.3, в качестве максимальной температуры используется температура, указанная в документах по стандартизации. После испытания необходимо выполнить вырыв по 7.2.

7.8.5 Постоянная нагрузка для серии В15 рассчитывается по формуле

$$N_{sust,\text{B15}} = \frac{1{,}1 \cdot \tau_{n,ucr} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}}{1{,}5 \cdot \gamma_{Np}} \cdot \frac{1}{\alpha_3} \cdot \frac{1}{\alpha_4}. \quad (7.5)$$

7.8.6 Оценка серий испытаний В14, В15 производится по измеренным перемещениям, которые должны быть экстраполированы на 50 или 10 лет соответственно по формуле

$$\delta_{N,t} = \delta_0 + a \cdot t^b, \quad (7.6)$$

где δ_0 — начальное перемещение в испытаниях сразу после приложения нагрузки $N_{sust,\text{B15}}$, определяемой по формуле (7.5);

t — время, лет, на которое экстраполируется значение перемещений при определении длительных деформаций, принимаемое равным: 50 лет — при испытании при нормальной температуре окружающей среды; 10 лет — при испытании при длительной максимальной температуре окружающей среды;

a и b — коэффициенты регрессии деформаций, определяемые по результатам испытаний не менее чем за 20 дней.

Перемещения, экстраполированные на возраст 50 и 10 лет, не должны превышать перемещения, соответствующие нагрузке потери сцепления $N_{u,adh}$ в контрольных испытаниях серий R6 и В2

(при условии, что основания в сериях В2 и В15 выполнены из одной партии бетона) для испытаний при нормальной и максимальной долговременной температуре соответственно:

$$\delta_{N,t} \le \delta_{Nu,adh,\text{R6 (B2)}}. \quad (7.7)$$

В случае если условие (7.7) не выполняется, то $N_{sust,\text{B14(B15)}}$ понижается до $N_{sust,\text{B14(B15)},red}$ и проводятся повторные испытания до тех пор, пока условие (7.7) не будет выполнено. При этом рассчитывается понижающий коэффициент α_p по формуле (8.19).

7.8.7 Оценка результатов испытания осуществляется в следующей последовательности:

- производят экстраполяцию полученных перемещений по формуле (7.6) и проверяют выполнение условия (7.7);
- при необходимости рассчитывают коэффициент α_p по формуле (8.19);
- выполняют корректировку значений разрушающей нагрузки с учетом фактической прочности бетона основания (см. 8.2), определяют среднее и нормативное значения разрушающих нагрузок и прочность сцепления по формулам (8.9), (8.11) — (8.13);
- рассчитывают коэффициент вариации ν по формуле (8.10) и при его значении более 20 % — коэффициент α_v по формуле (8.15);
- выполняют анализ величины усилия $N_{u,adh}$ и рассчитывают понижающий коэффициент α_1 по формуле (8.23);
- рассчитывают значения и коэффициент вариации перемещений ν_δ согласно 8.14 и проверяют выполнение условия (8.28).
- рассчитывают коэффициент учета влияния условий установки α для серий В14 и В15 по формуле (8.24), сравнивая результаты испытаний серий В14 и В15 с результатами испытаний серий R6 и В2 соответственно.

7.9 Испытания для проверки влияния переменного замораживания и оттаивания (серия В16)

7.9.1 Сущность метода испытания заключается в проведении испытаний на вырыв по 7.2 после воздействия 50 циклов замораживания и оттаивания.

7.9.2 Испытания выполняют в основании без трещин при постоянном действии усилия $N_{sust,\text{B16}}$, определяемого по формуле

$$N_{sust,\text{B16}} = \frac{1{,}1 \cdot \tau_{n,ucr} \cdot \psi_{c(\text{B60})} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}}{1{,}5 \cdot 1{,}4 \cdot \gamma_{Np}}. \quad (7.8)$$

7.9.3 В случае ограниченного пространства камеры бетонное основание может быть принято в виде куба размерами от 200 до 300 мм или цилиндра диаметром от 15*d* до 25*d*. Для предотвращения раскалывания основания допускается бетонировать основание в стальной трубе.

7.9.4 Каждый цикл замораживания и оттаивания включает в себя:

- подъем температуры до 20 °С ± 3 °С в течение 1 ч, выдержку при температуре 20 °С ± 2 °С в течение 7 ч;
- понижение температуры до –20 °С ± 2 °С в течение 2 ч, выдержку при температуре –20 °С ± 2 °С в течение 14 ч;
- если испытание прерывается, то между циклами образцы следует хранить при температуре –20 °С ± 2 °С.

7.9.5 Во время циклов замораживания и оттаивания измеряют перемещение. По завершении 50 циклов выполняют испытания на растяжение до разрушения с препятствием разрушению основания от выкалывания бетона согласно 7.2.

7.9.6 Перемещения следует измерять согласно 7.8.3.

7.9.7 Приращение перемещений между 50-м и 45-м циклами замораживания и оттаивания не должно превышать приращение перемещений между 45-м и 40-м циклами замораживания и оттаивания.

Если данное условие не выполняется, то $N_{sust,\text{B16}}$ понижается до $N_{sust,\text{B16},red}$ и проводятся повторные испытания до тех пор, пока условие 7.9.7 не будет выполнено. При этом рассчитывается понижающий коэффициент α_p по формуле (8.19).

7.9.8 Оценка результатов испытания осуществляется в следующей последовательности:

- выполняют корректировку значений разрушающей нагрузки с учетом фактической прочности бетона основания (см. 8.2), определяют среднее и нормативное значения разрушающих нагрузок и прочность сцепления по формулам (8.9), (8.11) — (8.13);

- рассчитывают коэффициент вариации ν по формуле (8.10) и при его значении более 20 % — коэффициент α_v по формуле (8.15);

- выполняют анализ величины усилия $N_{u,adh}$ в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания и рассчитывают понижающий коэффициент α_1 по формуле (8.23);

- рассчитывают значения и коэффициент вариации перемещений ν_δ согласно 8.14 и проверяют выполнение условия (8.28);

- рассчитывают коэффициент учета влияния условий установки α для серии B16 по формуле (8.24), сравнивая результаты испытаний серии B16 с результатами испытаний серии R7.

7.10 Испытания на определение минимального времени набора прочности (серия B5)

7.10.1 Испытания для определения минимального времени набора прочности при нормальной температуре выполняют в следующей последовательности:

- производят установку анкера согласно параметрам установки, установленным в документах по стандартизации;

- выполняют выдержку в течение минимального времени набора прочности клеевого состава, установленного в документах по стандартизации;

- проводят испытание на растяжение до разрушения сразу после завершения времени набора прочности согласно 7.2.5.

7.10.2 Оценка результатов испытания осуществляется в следующей последовательности:

- выполняют корректировку значений разрушающей нагрузки с учетом фактической прочности бетона основания (см. 8.2), определяют среднее и нормативное значения разрушающих нагрузок и прочность сцепления по формулам (8.9), (8.11) — (8.13);

- рассчитывают коэффициент вариации ν по формуле (8.10) и при его значении более 20 % — коэффициент α_v по формуле (8.15);

- выполняют анализ величины усилия $N_{u,adh}$ и рассчитывают понижающий коэффициент α_1 по формуле (8.23);

- рассчитывают значения и коэффициент вариации перемещений ν_δ согласно 8.14 и проверяют выполнение условия (8.28);

- рассчитывают коэффициент учета влияния условий установки α для серии B5 по формуле (8.24), сравнивая результаты испытаний серии B5 с результатами испытаний серии R1 (в серии испытаний B5 сравнение следует выполнять с результатами испытаний серии R1, в которых время твердения клеевого состава составляло не менее 24 ч для смол и 14 сут для цементных составов).

7.11 Испытание на проверку долговечности (серии R8, B18)

7.11.1 Сущность метода испытания заключается в сравнении прочности сцепления образцов без влияния агрессивной среды с образцами, выдержанными в агрессивной среде, моделирующей длительный срок эксплуатации.

7.11.2 Испытания выполняют в основании без трещин из бетона класса B25 с препятствием разрушению основания от выкалывания бетона.

7.11.3 Образцы для испытаний должны удовлетворять следующим требованиям:

- диаметр цилиндра или сторона поперечного квадратного сечения в плане образца должны составлять 150 мм;

- в качестве стержня следует использовать резьбовую шпильку из нержавеющей стали диаметром 12 мм;

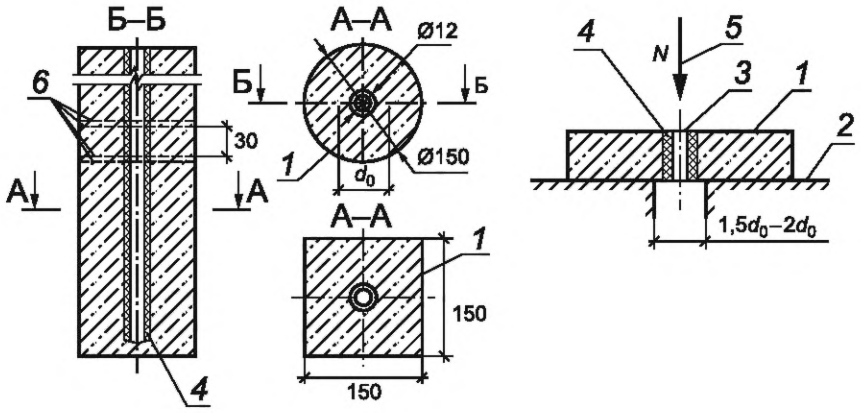
- стержень следует установить на клеевой состав согласно схеме, приведенной на рисунке 7.3;

- после набора прочности клеевого состава образец распиливают на призмы высотой 30 мм;

- 10 образцов выдерживают в нормальных условиях, при влажности 50 % ± 5 %, температуре окружающего воздуха 21 °C ± 3 °C;

- 10 образцов помещают в щелочную среду (гидроксид калия KOH pH = 13,2, температура 21 °C ± 3 °C) и выдерживают в течение 2000 ч;

7.11.4 После выдержки образцы испытывают в прессе путем выдавливания стержня из призмы или цилиндра по схеме, приведенной на рисунке 7.3, без фиксации перемещений.



1 — подготовленный образец; *2* — стальная плита; *3* — стальной элемент анкера; *4* — клеевой состав; *5* — направление действия усилия выдавливания; *6* — границы пропилов

Рисунок 7.3 — Принципиальная схема испытания анкера на прочность при проверке долговечности

7.11.5 Результаты испытаний с разрушением от раскалывания образцов и выкалывания бетона основания в обработке не учитывают. Для предотвращения раскалывания бетона допускается выполнять армирование или использовать другие методы.

7.11.6 По результатам испытаний серий R8 и B18 определяется коэффициент α_4 по формуле (8.26).

7.12 Испытание на сдвиг (серии V1 и V2)

7.12.1 Сущность метода испытания анкера на сдвиг в бетоне заключается в измерении значения испытательной нагрузки, соответствующего одному из предельных состояний, а также в измерении перемещения анкера в ходе нагружения.

7.12.2 Предельным состоянием по прочности при испытании на сдвиг принимают:

- разрушение анкера по стали с достижением напряжений в анкере предела текучести стали;
- выкалывание бетона основания за анкером.

7.12.3 Испытания серии V1 необходимо выполнять с учетом следующих положений:

- нагрузка должна быть приложена параллельно поверхности бетонного основания;
- гильза для испытания на сдвиг должна быть изготовлена из стали, прочность которой достаточна для обеспечения прочности гильзы при смятии, и иметь закругленные кромки 0,4 мм (см. рисунок Г.4). Высота гильзы в зоне контакта с анкером должна быть не менее наружного диаметра анкера. Внутренний диаметр гильзы должен соответствовать размерам, представленным в таблице Г.1. Для снижения трения между пластиной с гильзой и бетоном основания следует использовать прокладку из фторопласта;
- анкер устанавливают без зазора между гильзой и бетоном основания;
- испытание проводят до достижения предельного состояния в соответствии с 7.12.2 и схемой, приведенной на рисунке Г.3.

7.12.4 В ходе испытания фиксируют значение перемещения анкера относительно основания вдоль направления сдвигающей нагрузки.

7.12.5 Испытания серии V2 проводятся аналогично испытаниям серии V1, но испытывается группа из четырех анкеров с межосевыми расстояниями $s = 3h_{ef}$ и расстоянием от края основания $c \geq 1{,}5h_{ef}$. Если произойдет разрушение стали, то межосевое расстояние может быть уменьшено.

7.12.6 Оценка результатов испытания осуществляется в следующей последовательности:

- определяют среднее и нормативное значения разрушающих нагрузок по формулам (8.31) и (8.30) и выполняют корректировку значений с учетом фактической прочности стали (см. 8.15);
- рассчитывают коэффициент вариации по формуле (8.10) и при его значении более 15 % — коэффициент α_v по формуле (8.14);
- определяют перемещения δ_{V0} при нагрузке V_{cont} по 8.18 и рассчитывают коэффициенты податливости C_{V0} по формуле (8.24);
- для оценки испытаний серии V2 необходимо определить нормативное значение сдвигающих нагрузок в серии испытаний $V_{u,5\%}$ и сравнить с прочностью группы анкеров на растяжение при выкалывании бетона без трещин N_{Rn} согласно формуле (8.35).

7.13 Испытание на проверку минимальных межосевого и краевого расстояний (серия B1)

7.13.1 Сущность метода испытания заключается в определении значения момента затяжки, при котором между двумя соседними анкерами или в направлении к краю бетонного основания образуются трещины. Испытания выполняются в основании с минимальной толщиной.

7.13.2 Испытание выполняют путем затяжки анкеров монтажным инструментом с приложением крутящего момента.

7.13.3 Выполняют испытание группы из двух анкеров, устанавливаемых вблизи края основания:

- с минимальным краевым расстоянием c_{min} и соответствующим ему межосевым расстоянием s;
- минимальным межосевым расстоянием s_{min} и соответствующим ему краевым расстоянием c;
- в случае если в документах по стандартизации отсутствуют данные характеристики, то c_{min} и s_{min} следует принимать наибольшими из 35 мм и $4d_0$.

7.13.4 Расстояние между анкерами соседних групп следует принимать не менее $3h_{ef}$.

7.13.5 Размер стальной пластины следует принимать согласно рисунку Г.9. Диаметр d_f отверстия с гарантированным зазором, выполненного в пластине, должен соответствовать значениям, приведенным в таблице Г.1. Толщину пластины следует принимать равной d_f. Допускается вместо пластины применять квадратные шайбы шириной $4d$ и толщиной $\approx d_f$.

7.13.6 Затяжку анкеров следует выполнять поочередно с шагом крутящего момента $0{,}2T_{inst}$. После каждого шага необходимо осматривать поверхность бетона на наличие трещин. Момент затяжки следует увеличивать до прекращения его роста или до образования трещины.

7.13.7 При испытании фиксируют момент затяжки, при котором образуется первая трещина, число оборотов за один шаг нагрузки, а также максимальный момент затяжки.

7.13.8 Оценку испытаний проводят в следующей последовательности:

- определяют нормативное значение момента затяжки при образовании трещин в бетоне по формуле

$$T_{u,5\%} \geq \gamma_{inst} \cdot T_{inst} \cdot \sqrt{\frac{R}{B}}, \tag{7.9}$$

где $T_{u,5\%}$ — нормативное значение момента затяжки при образовании трещин в серии испытаний B1, определяемое по формуле (8.11) путем замены N на T;

γ_{inst} — коэффициент надежности для разрушения при раскалывании, принимаемый равным 2,1 для основания без трещин и 1,5 для основания с трещинами.

7.13.9 В случае, если условие (7.9) не выполняется, следует увеличить минимальное краевое и межосевое расстояние по следующей методике:

- вычисляют площадь проекции призмы выкалывания по схеме, представленной на рисунке 7.4, по формуле

$$A_{sp,t} \geq (3c_{min} + s_{min}) \cdot (1{,}5c_{min} + h_{ef}); \tag{7.10}$$

- рассчитывают отношение правой части выражения (7.9) к левой части и увеличивают на эту величину площадь проекции призмы выкалывания, определенную по формуле (7.10);
- назначают увеличенные минимальные межосевые и краевые расстояния таким образом, чтобы получить увеличенное значение площади проекции призмы выкалывания;
- проводят испытание повторно.

В случае, если происходит разрушение по стали анкера, увеличение минимальных межосевых и краевых расстояний не приведет к изменению вида разрушения анкера. В этом случае в качестве минимальных межосевых и краевых расстояний следует принимать использованные в испытаниях значения.

7.14 Испытания на превышение момента затяжки (серия N2) и определения прочности стали (серия N1)

7.14.1 Испытания серии N1 и оценку результатов испытаний следует выполнять по ГОСТ ISO 898-1, ГОСТ 12004, ГОСТ Р ИСО 3506-1 в зависимости от вида применяемого анкерного стержня. По результатам испытаний следует определять номинальное значение предела текучести и предел прочности в зависимости от класса прочности стальных элементов анкеров.

7.14.2 Сущность метода испытания серии N2 заключается в определении усилия, возникающего в анкере при увеличении момента затяжки по сравнению со значением, указанным в документах по стандартизации.

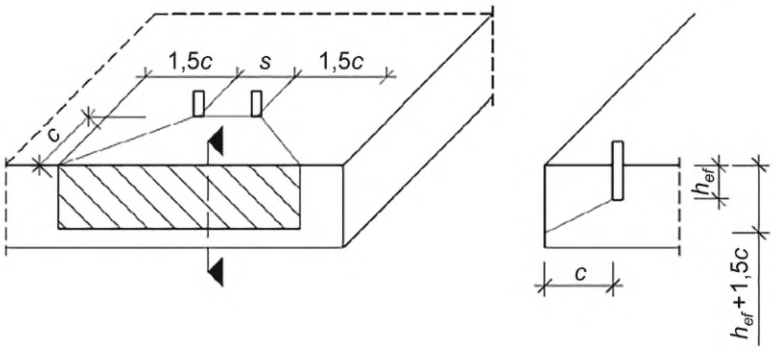


Рисунок 7.4 — Схема проекции призмы выкалывания

7.14.3 Испытание выполняют на одиночном анкере в основании без трещин при минимальной толщине плиты основания и наименьшей глубине установки анкера, указанной в документах по стандартизации.

7.14.4 Момент затяжки прикладывают с помощью динамометрического ключа с ограничением по крутящему моменту до прекращения его роста, но не более $1{,}3T_{inst}$.

7.14.5 Величину крутящего момента следует считать удовлетворяющей требованиям по прочности при выполнении следующих условий:

- после приложения момента затяжки $1{,}3T_{inst}$ определяют нормативное значение усилия в стальном элементе $N_{n,1}$ по формуле (7.11), что не должно превышать предела текучести стали анкерного стержня (7.12).

$$N_{n,1} = N_{m,1}(1 + k\nu), \tag{7.11}$$

где $N_{m,1}$ — среднее значение усилия в серии испытаний, равное начальному усилию в анкере, возникающему при приложении момента затяжки в серии испытаний N2 и определяемому с помощью специальных приборов. Корректировка сил сопротивления с учетом фактической прочности бетона основания не выполняется;

k — коэффициент, принимаемый по таблице 8.1;

ν — коэффициент вариации значения разрушающего усилия в серии испытаний.

$$N_{n,1} \le R_{yn} \cdot A_s, \tag{7.12}$$

где R_{yn} — предел текучести стали, принимаемый равным:

а) значению нижнего предела текучести R_{el}, условному пределу текучести при остаточном удлинении 0,2 % $R_{p0,2}$, условному пределу текучести при остаточном удлинении $0{,}0048d$ для полноразмерного крепежного изделия R_{pf} в зависимости от класса прочности стали по ГОСТ ISO 898-1 или ГОСТ ISO 3506-1;

б) значению предела текучести $\sigma_T(\sigma_{0,2})$ в зависимости от класса арматуры по ГОСТ 34028;

в) значению предела текучести стали втулок с внутренней резьбой и других нестандартных элементов;

1) после приложения момента затяжки $1{,}3T_{inst}$ не наступают предельные состояния по 7.2.4;

2) после завершения испытания гайка анкера должна сохранять способность отвинчиваться.

7.15 Испытания для проверки влияния положения анкера (серия B17)

7.15.1 Сущность метода испытания заключается в испытании на вырыв по 7.2 на осевое растяжение при различных положениях установки анкера (горизонтальное или «потолочное»).

7.15.2 Анкеры, устанавливаемые в положении «потолочное» согласно документам по стандартизации, следует устанавливать только в данном положении.

7.15.3 Оценку испытаний производят в следующей последовательности:

- определяют среднее и нормативное значения разрушающих нагрузок и прочности сцепления по формулам (8.9), (8.11) — (8.13) и выполняют корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. 8.2);

- рассчитывают коэффициент вариации ν по формуле (8.10) и при его значении более 20 % — коэффициент α_ν по формуле (8.15);

- выполняют анализ величины усилия $N_{u,adh}$ и рассчитывают понижающий коэффициент α_1 по формуле (8.23);

- рассчитывают значения и коэффициент вариации перемещений ν_δ согласно 8.14 и проверяют выполнение условия (8.28).

- рассчитывают коэффициент учета влияния условий установки α по методике, описанной в 8.9, сравнивая результаты испытаний серий B17 и R1 с результатами испытаний серии R1.

7.16 Испытания для проверки влияния изменения ширины раскрытия трещин (серия B13)

7.16.1 Сущность метода испытания для проверки влияния изменения ширины раскрытия трещин заключается в испытании на вырыв по 7.2.6 на осевое растяжение при действии постоянной нагрузки N_p при изменяющейся ширине раскрытия трещины.

7.16.2 Испытания выполняют согласно схеме, представленной на рисунке Г.8.

7.16.3 Испытание выполняют в следующей последовательности:

- формируют трещину в основании с помощью закладной арматуры (см. рисунок Г.8);

- устанавливают анкер согласно документам по стандартизации в закрытую трещину и выполняют раскрытие трещины до достижения значения величины 0,3 мм, после чего прикладывают растягивающую нагрузку к анкеру и выполняют цикличное раскрытие трещины с количеством циклов, равным n.

7.16.4 Значение постоянной нагрузки на анкер N_p определяется по формуле

$$N_p = \frac{0{,}75 \cdot \tau_{n,cr} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}}{1{,}5 \cdot \gamma_{Np}} \cdot \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{1}{\alpha_3} \cdot \frac{1}{\alpha_4}. \quad (7.13)$$

7.16.5 Частоту раскрытия/закрытия трещин принимают в диапазоне от 0,1 до 0,3 Гц. Количество циклов принимают равным 1000.

7.16.6 Диапазон ширины раскрытия трещины принимают от a_{crc1} = 0,3 мм до a_{crc2} = 0,1 мм. Для этого нагрузки раскрытия трещины подбирают опытным путем.

7.16.7 Растягивающее усилие в анкере в ходе испытания не должно отличаться от начального более чем на 5 %.

7.16.8 По результатам испытания строят график перемещения анкера от растягивающей силы. Для этого в ходе испытания проводят непрерывную фиксацию перемещения анкера либо после 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 циклов раскрытия трещины.

7.16.9 После завершения циклического раскрытия трещины анкер следует разгрузить, измерить остаточное перемещение и выполнить испытание на вырыв по 7.2 при a_{crc1} = 0,3 мм.

7.16.10 Оценка результатов испытания осуществляется в следующей последовательности:

- определяют среднее и нормативное значения разрушающих нагрузок и прочности сцепления по формулам (8.9), (8.11) — (8.13) и выполняют корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. 8.2);

- рассчитывают коэффициент вариации ν по формуле (8.10) и при его значении более 20 % — коэффициент α_ν по формуле (8.15);

- выполняют анализ величины усилия $N_{u,adh}$ и рассчитывают понижающий коэффициент α_1 по формуле (8.23);

- рассчитывают значения и коэффициент вариации перемещений ν_δ согласно 8.14 и проверяют выполнение условия (8.28);

- рассчитывают коэффициент учета влияния условий установки α по методике, описанной в 8.9, сравнивая результаты испытаний серии B13 с результатами испытаний серии R3;

- при каждом испытании скорость прироста перемещений анкера, представленная в полулогарифмическом масштабе, должна либо уменьшаться, либо быть практически постоянной: критерии допустимого смещения через 20 (δ_{20}) и 1000 (δ_{1000}) циклы раскрытия трещин градуируются в зависимости от количества испытаний следующим образом:

от 5 до 9 тестов:	$\delta_{20} \le 2$ мм и $\delta_{1000} \le 3$ мм
от 10 до 20 тестов:	$\delta_{20} \le 2$ мм; в одном испытании допускается до 3 мм $\delta_{1000} \le 3$ мм; в одном испытании допускается до 4 мм
≥ 20 тестов:	$\delta_{20} \le 2$ мм; в 5 % испытаний допускается до 3 мм $\delta_{1000} \le 3$ мм; в 5 % испытаний допускается до 4 мм

Примечание — Перемещения считаются стабилизированными, если увеличение перемещений в период с 750-го по 1000-й цикл меньше, чем увеличение смещений с 500-го по 750-й цикл;

- если при испытаниях не выполняются требования к характеру смещения, т. е. к скорости увеличения и допустимым смещениям, то N_p понижается до $N_{p,red}$ и проводятся повторные испытания до тех пор, пока требования не будут выполнены. В этом случае рассчитывается понижающий коэффициент α_p согласно 8.8.

7.17 Испытания для проверки влияния метода смешивания клеевого состава (серия В9)

7.17.1 Сущность метода испытания заключается в испытании на вырыв по 7.2 на осевое растяжение при различных условиях смешивания клеевого состава перед установкой анкера.

7.17.2 Испытания выполняют только для составов, в которых смешивание выполняет установщик.

7.17.3 Испытания выполняют с составами, при смешивании которых время технологических процессов сокращается на 25 %.

7.17.4 Оценку испытаний проводят в следующей последовательности:

- определяют среднее и нормативное значения разрушающих нагрузок и прочности сцепления по формулам (8.9), (8.11) — (8.13) и выполняют корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. 8.2);
- рассчитывают коэффициент вариации v по формуле (8.10) и при его значении более 20 % — коэффициент α_v по формуле (8.15);
- выполняют анализ величины усилия $N_{u,adh}$ и рассчитывают понижающий коэффициент α_1 по формуле (8.23);
- рассчитывают значения и коэффициент вариации перемещений согласно 8.14 и проверяют выполнение условия (8.28);
- определяют коэффициент γ_{Np} в зависимости от значения коэффициента учета влияния условий установки [α] по таблице 7.2.

8 Обработка результатов испытаний

8.1 Обработку результатов испытаний на растяжение следует выполнять согласно требованиям 8.2—8.12. Обработку результатов испытаний на сдвиг следует выполнять согласно требованиям 8.13—8.17.

Нормативное значение прочности сцепления клеевого состава с бетоном $\tau_{n,urc(rc)}$ в основании из бетона без трещин и с трещинами следует определять по формуле

$$\tau_{n,urc(rc)} = \tau_{u,5\%,R1(R3)} \cdot \alpha_{setup} \cdot \alpha_{v,min} \cdot \alpha_{p,min} \cdot \min(\alpha_{min}; \alpha_1) \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4, \quad (8.1)$$

где $\min(\alpha_{min}; \alpha_1)$ — наименьший из коэффициентов α_{min} и α_1;

α_{min} — наименьший из коэффициентов, определяемых по 8.9;

α_1 — коэффициент, учитывающий влияние неконтролируемого скольжения, определяемый по 8.10.

8.2 Корректировку результатов испытаний с учетом фактической прочности бетона основания следует выполнять в соответствии с формулами (8.2) — (8.8) в зависимости от механизма разрушения (см. также таблицу 8.1)

Таблица 8.1

Разрушение по бетону основания	При $\frac{B}{R_{bm}} \le 1{,}0$ [1] $\quad N_i = N_{исп,i} \cdot \left(\frac{B}{R_{bm}}\right)^{0.5}$	(8.2)
Разрушение по контакту	При $\frac{B}{R_{bm}} \le 1{,}0$ $\quad N_i = N_{исп,i} \cdot \left(\frac{B}{R_{bm}}\right)^{m}$	(8.3)
Испытания с ограничением разрушения от выкалывания в основании без трещин	$m = \frac{\log\left(\frac{N_{m,R2}}{N_{m,R1}}\right)}{\log\left(\frac{R_{bm,R2}}{R_{bm,R1}}\right)} \le 0{,}5$	(8.4)

Окончание таблицы 8.1

Испытания с ограничением разрушения от выкалывания в основании с трещинами	$m = \dfrac{\log\left(\dfrac{N_{m,R4}}{N_{m,R3}}\right)}{\log\left(\dfrac{R_{bm,R4}}{R_{bm,R3}}\right)} \le 0,5$	(8.5)
Испытания без ограничения разрушения от выкалывания в основании без трещин	$m = \dfrac{\log\left(\dfrac{N_{m,A2}}{N_{m,A1}}\right)}{\log\left(\dfrac{R_{bm,A2}}{R_{bm,A1}}\right)} \le 0,5$	(8.6)
Испытания без ограничения разрушения от выкалывания в основании с трещинами	$m = \dfrac{\log\left(\dfrac{N_{m,A4}}{N_{m,A3}}\right)}{\log\left(\dfrac{R_{bm,A4}}{R_{bm,A3}}\right)} \le 0,5$	(8.7)
	$\psi_c = \left(\dfrac{B_ф}{B}\right)^m > 1$[2)]	(8.8)

[1)] Значение R_{bm} определяется по формуле (1) ГОСТ 18105—2018.

[2)] Если нормативное сопротивление назначается одинаковым для основания с трещинами и без трещин (то есть не проводится никаких различий для условий эксплуатации анкера с трещинами и без трещин в основании), то коэффициент m следует принимать равным максимальному значению, рассчитанному из уравнений (8.4) — (8.7).

8.3 Среднее значение силы сопротивления в серии испытаний N_m рассчитывается по формуле

$$N_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_i}{n}, \tag{8.9}$$

где n — количество испытаний в серии;

i — номер испытания.

Коэффициент вариации силы сопротивления в серии испытаний ν рассчитывается по формуле

$$\nu = \frac{1}{N_m}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(N_i - N_m\right)^2}{n-1}}. \tag{8.10}$$

8.4 Нормативное значение силы сопротивления анкера в серии испытаний $N_{u,5\%}$ следует вычислять по формуле

$$N_{u,5\%} = N_m \cdot (1 - k\nu), \tag{8.11}$$

где N_m — среднее значение силы сопротивления и прочности в серии испытаний;

k — коэффициент обеспеченности разрушающей нагрузки 0,95 при достоверности 90 %, принимаемый по таблице 8.1;

ν — коэффициент вариации значения силы сопротивления в серии испытаний.

Таблица 8.2 — Коэффициенты обеспеченности

Число испытаний	k	Число испытаний	k
3	5,310	5	3,400
4	3,957	6	3,091

Окончание таблицы 8.2

Число испытаний	k	Число испытаний	k
7	2,894	20	2,208
8	2,755	25	2,132
9	2,649	30	2,080
10	2,568	40	2,010
15	2,329	50	1,965

8.5 Значения касательных напряжений при действии осевых сил τ_m и $\tau_{u,5\%}$ следует определять в соответствии с формулами:

$$\tau_m = \frac{N_m}{\pi \cdot d \cdot h_{ef}}; \tag{8.12}$$

$$\tau_{u,5\%} = \frac{N_{u,5\%}}{\pi \cdot d \cdot h_{ef}}. \tag{8.13}$$

8.6 Корректировку результатов испытаний с учетом изменчивости результатов испытаний следует выполнять в соответствии с формулами (8.14) — (8.16):

- для серий испытаний R1 — R8, A1 — A5, V1 — V2 при коэффициенте вариации силы сопротивления 15 % < ν ≤ 30 % по формуле

$$\alpha_v = \frac{1}{1+(\nu-15)\cdot 0{,}03} \le 1; \tag{8.14}$$

- для серий испытаний B1 — B19 при коэффициенте вариации силы сопротивления 20 % < ν ≤ 30 % по формуле

$$\alpha_v = \frac{1}{1+(\nu-20)\cdot 0{,}03} \le 1, \tag{8.15}$$

где ν — коэффициент вариации в процентах.

При коэффициенте вариации силы сопротивления ν > 30 % нормирование прочности анкера не допускается.

8.7 Коэффициент влияния выкалывания бетона основания α_{setup} определяется по формуле

$$\alpha_{setup} = \frac{N_{m,A1—A4}}{N_{m,R1—R4}}. \tag{8.16}$$

8.8 Понижающий коэффициент α_p определяется при необходимости снижения нагрузки в процессе проведения серий испытаний B12 — B16.

В случае если по результатам испытаний серии B12 значение допустимой нагрузки $N_{max,red}$, которую выдерживает анкер, меньше требуемой величины N_{max}, то при оценке нормативного сопротивления следует учитывать понижающий коэффициент α_p, рассчитываемый по формуле

$$\alpha_p = \frac{N_{max,red}}{N_{max}} \le 1{,}0, \tag{8.17}$$

где $N_{max,red}$ — наименьшее значение максимальной нагрузки по результатам серии испытаний;

N_{max} — требуемое значение максимальной нагрузки в серии испытаний B12, определяемой по формуле (7.2).

Если при проведении серии испытаний B13 не выполняются требования к характеру деформирования, т. е. скорости увеличения и допустимым перемещениям, серию испытаний следует повторять с пониженной растягивающей нагрузкой $N_{p,red}$ до тех пор, пока требования не будут выполнены, при этом понижающий коэффициент α_p рассчитывают по формуле

$$\alpha_p = \frac{N_{p,red}}{N_p} \le 0{,}9, \tag{8.18}$$

где $N_{p,red}$ — наименьшее значение нагрузки по результатам серии испытаний В13;

N_p — требуемое значение максимальной нагрузки в серии испытаний В13, определяемое по формуле (7.13).

Если по результатам испытаний серий В14 — В16 допустимой длительной нагрузкой является $N_{sust,red}$, которую выдерживает анкер меньше требуемой величины N_{sust}, при оценке нормативного сопротивления следует учитывать понижающий коэффициент α_p, рассчитываемый по формуле

$$\alpha_p = \frac{N_{sust,red,B14(B15,B16)}}{N_{sust,B14(B15,B16)}} \le 0,9, \tag{8.19}$$

где $N_{sust,red,B14(B15,B16)}$ — наименьшее значение длительной нагрузки по результатам серии испытаний;

$N_{sust,B14(B15,B16)}$ — требуемое значение длительной нагрузки в сериях испытаний В14, В15 и В16, определяемое по формулам (7.4), (7.5) и (7.8) соответственно.

8.9 Учет влияния нарушения условий очистки, температурных диапазонов установки и эксплуатации согласно результатам специальных испытаний серий В4 — В17, В19 следует выполнять с помощью понижающих коэффициентов, определяемых по формулам:

$$\alpha_m = \frac{\tau_{m,B4—B17,B19}}{\tau_{m,R1—R7}} \ge [\alpha]; \tag{8.20}$$

$$\alpha_n = \frac{\tau_{5\%,B4—B17,B19}}{\tau_{5\%,R1—R7}} \ge [\alpha], \tag{8.21}$$

где $\tau_{5\%,R1—R7}$, $\tau_{m,R1—R7}$ — нормативное и среднее значение максимальных касательных напряжений по результатам контрольных испытаний;

$\tau_{5\%,B4—B17,B19}$, $\tau_{m,B4—B17,B19}$ — нормативное и среднее значения максимальных касательных напряжений по результатам специальных испытаний;

α_n — коэффициент влияния условий специальных испытаний, определяемый по нормативным значениям;

α_m — коэффициент влияния условий специальных испытаний, определяемый по средним значениям;

$[\alpha]$ — предельно допустимое значение коэффициента влияния условий специальных испытаний в сериях В4 — В17, В19, принимаемое по таблицам 7.2 и Б.1.

Если условия (8.20) и (8.21) не выполняются, следует определять коэффициент учета результатов специальных испытаний α по формуле

$$\alpha = \frac{\min(\alpha_n;\alpha_m)}{[\alpha]}. \tag{8.22}$$

8.10 Учет влияния неконтролируемого скольжения α_1 выполняется по формуле

$$\alpha_1 = \frac{N_{u,adh}}{N^0_{n,p}} \cdot \frac{1,5}{1,3} \cdot \gamma_{Np} \le 1,0. \tag{8.23}$$

где $N^0_{n,p}$ — нормативное значение силы сопротивления для одиночного анкера, определяемое по формуле (7.25) СП 513.1325800.2022;

γ_{Np} — коэффициент, учитывающий влияние нарушений условий установки и определяемый согласно таблице 7.2.

$N_{u,adh}$ — нагрузка в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания, определяемая для каждого испытания по графикам: в случае ступенчатого изменения жесткости принимается по рисунку 8.1 а); в случае отсутствия выраженного изменения жесткости определяется по следующей методике:

- вычисляют касательную к кривой «нагрузка — перемещение» в точке с ординатой $0,3N_u$ (где N_u — максимальная нагрузка во время проведения испытания). Допускается касательную прямую проводить как секущую между точками 0/0 и $0,3N_u/\delta_{0,3}$ (где $\delta_{0,3}$ — смещение при $N = 0,3N_u$) на графике «нагрузка — перемещение»;

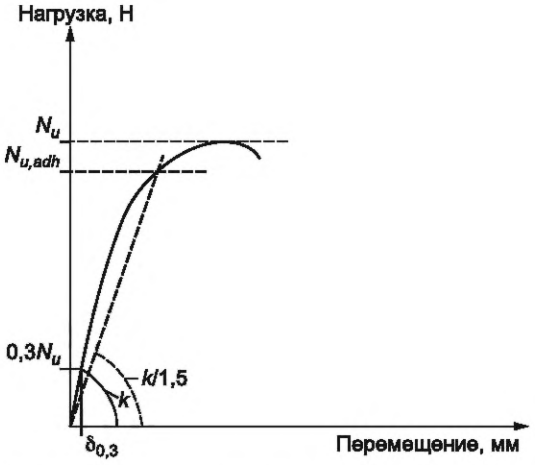
- делят угол наклона касательной прямой на коэффициент 1,5, проводят прямую через точку 0/0 под полученным углом к оси *X* и находят точку ее пересечения с графиком «нагрузка — перемещение»;

- точка пересечения между этой линией и кривой «нагрузка — перемещения» представляет собой нагрузку $N_{u,adh}$, где нарушается сцепление и начинается неконтролируемое скольжение [см. рисунок 8.1 б)].

Если на кривой «нагрузка — перемещение» присутствуют максимумы (пики), с левой стороны этой линии, которая выше точки пересечения нагрузки, $N_{u,adh}$ принимается равной пиковой максимальной нагрузке [см. рисунок 8.1 в)]. Если на начальном этапе нагружения высокая жесткость характеризуется малыми смещениями $\delta_{0,3} \leq 0,05$ мм, тогда касательную линию для расчета допускается перенести в точку ($\delta_{0,3}$; $0,3N_u$) по рисунку 8.1 д). При разрушении анкера по контакту между стальным элементом и клеевым составом по всей эффективной глубине установки анкера h_{ef} учет влияния неконтролируемого скольжения не выполняется, α_1 принимается равным единице.



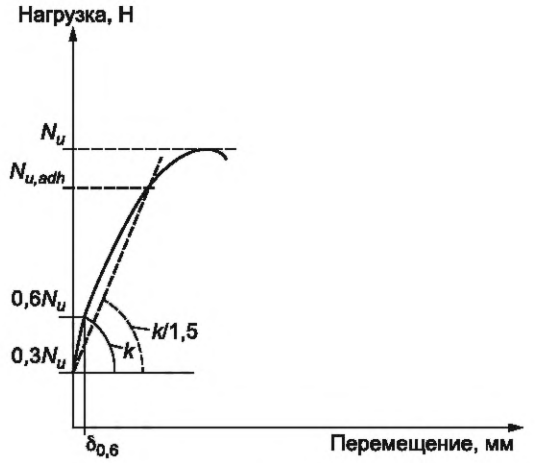
а) Нагрузка при потере сцепления с существенным изменением жесткости



б) Оценка нагрузки при потере сцепления при плавном изменении жесткости



в) Оценка нагрузки при потере сцепления при стабильной жесткости



г) Оценка нагрузки при потере сцепления при высокой начальной жесткости

Рисунок 8.1 — Примеры кривых «нагрузка — перемещение»

8.11 Учет влияния максимальной долговременной температуры выполняется по формуле

$$\alpha_2 = \min\left(\frac{\tau_{m,B2}}{\tau_{m,R1}}; \frac{\tau_{u,5\%,B2}}{\tau_{u,5\%,R1}}\right) \leq 1,0. \quad (8.24)$$

8.12 Учет влияния максимальной кратковременной температуры выполняется по формуле

$$\alpha_3 = \min\left(\frac{\tau_{m,B3}}{0,8 \cdot \tau_{m,B2}}; \frac{\tau_{u5\%,B3}}{0,8 \cdot \tau_{u5\%,B2}}\right) \le 1,0, \quad (8.25)$$

где $\tau_{m,B2}$, $\tau_{u,5\%,B2}$ — среднее и нормативное значения максимальных нагрузок в испытаниях серии В2 при максимальной долговременной температуре;

$\tau_{m,R1}$, $\tau_{u,5\%,R1}$ — среднее и нормативное значения максимальных нагрузок в испытаниях серии R1 при нормальной температуре;

$\tau_{m,B3}$, $\tau_{u,5\%,B3}$ — среднее и нормативное значения максимальных нагрузок в испытаниях серии В3 при максимальной кратковременной температуре.

8.13 Учет влияния воздействия агрессивных сред выполняется по формуле

$$\alpha_4 = \frac{\tau_{m,B18}}{\tau_{m,R8}} \le 1,0, \quad (8.26)$$

где $\tau_{m,R8}$ — касательные напряжения, рассчитанные по результатам испытаний серии R8 по формуле (8.9), принимая вместо h_{ef} значение фактической толщины образца h_{sl};

$\tau_{m,B18}$ — касательные напряжения, рассчитанные по результатам испытаний серии В18 по формуле (8.9), принимая вместо h_{ef} значение фактической толщины образца h_{sl}.

8.14 Расчет совместной работы анкеров в группе выполняется с учетом допущения одинаковой жесткости анкеров в группе. Это допущение обеспечивается при выполнении следующих условий:

- для серий испытаний R1 — R7, A1 — A5, B2 — B5:

$$\nu_\delta \le 0,25; \quad (8.27)$$

- для серий испытаний B6 — B17, B19:

$$\nu_\delta \le 0,40, \quad (8.28)$$

где ν_δ — коэффициент вариации перемещений анкеров в серии испытаний, определяемый по формуле

$$v_\delta = \frac{1}{\delta_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\delta_i - \delta_m)^2}{n-1}}, \quad (8.29)$$

где δ_i — перемещение i-го анкера при нагрузке, соответствующей $0,5N_m$ в серии испытаний;

δ_m — среднее перемещение анкеров при нагрузке, соответствующей $0,5N_m$ в серии испытаний.

Совместная работа анкеров в группе также считается обеспеченной, если перемещения всех анкеров в серии испытаний при нагрузке $0,5N_m$ не превышают 0,4 мм. В этом случае расчет коэффициента вариации перемещений анкеров в серии испытаний не требуется.

При нарушении требований формул (8.24) и (8.25) нормирование работы анкеров в группе не допускается.

8.15 Нормативное значение силы сопротивления анкера при действии поперечных сил следует вычислять по формуле

$$V_{u.5\%} = V_m(1 - k\nu), \quad (8.30)$$

где V_m — среднее значение силы сопротивления в серии испытаний V1;

k — коэффициент обеспеченности разрушающей нагрузки 0,95 при достоверности 90 %, принимаемый по таблице 8.1;

ν — коэффициент вариации силы сопротивления в серии испытаний.

Среднее значение силы сопротивления в серии испытаний следует рассчитывать по формуле

$$V_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i}{n}, \quad (8.31)$$

где n — количество испытаний в серии;

i — номер испытания;

V_i — сдвигающее усилие в единичном испытании, определяемое по формуле

$$V_i = V_{i,\text{исп}} \cdot \frac{R_u}{\sigma_{\text{в},m}}, \tag{8.32}$$

где $V_{i,\text{исп}}$ — результат испытания i-го анкера на срез;

$\sigma_{\text{в},m}$ — среднее значение временного сопротивления испытанных образцов каждого диаметра, определяемое по формуле

$$\sigma_{\text{в},m} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \sigma_{\text{в},i}}{n}. \tag{8.33}$$

Коэффициент вариации силы сопротивления в серии испытаний ν рассчитывается по формуле

$$\nu = \frac{1}{V} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (V_i - V_m)^2}{n-1}}. \tag{8.34}$$

8.16 Значение коэффициента k, учитывающего глубину установки анкера при разрушении от выкалывания основания за анкером при сдвиге, следует вычислять по формуле

$$k = \frac{V_n}{N_{R,n}}, \tag{8.35}$$

где V_n — нормативное значение прочности анкера при откалывании бетона за анкером в серии испытаний V2;

$N_{R,n}$ — прочность группы анкеров на растяжение при выкалывании бетона, вычисляемая по формуле

$$N_{R,n} = k_{1,m} \cdot h_{ef}^{1,5} \cdot \sqrt{R} \cdot \frac{(s + 3h_{ef})^2}{9h_{ef}^2}, \tag{8.36}$$

где $k_{1,m}$ — коэффициент, зависящий от состояния основания, принимаемый равным 11,3 для основания без трещин.

8.17 Нормативное значение силы сопротивления анкера при действии поперечных сил $V^0_{n,s}$ следует определять по формуле

$$V^0_{n,s} = V_{u,5\%} \cdot \alpha_{v,\min}. \tag{8.37}$$

8.18 Перемещения при кратковременном действии растягивающих δ_{N0} и сдвигающих δ_{V0} усилий следует определять по формулам:

$$\delta_{N0} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \delta_{N,cont,i}}{n} \cdot (1 + k\nu), \tag{8.38}$$

где $\delta_{N,cont,i}$ — перемещение i-го анкера при действии контрольного растягивающего усилия N_{cont};

k — коэффициент обеспеченности разрушающей нагрузки 0,95 при достоверности 90 %, принимаемый по таблице 8.1;

ν — коэффициент вариации силы сопротивления в серии испытаний.

$$\delta_{V,0} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \delta_{V,cont,i}}{n} \cdot (1 + k\nu), \tag{8.39}$$

где $\delta_{V,cont,i}$ — перемещение i-го анкера при действии контрольного сдвигающего усилия V_{cont}.

8.19 Перемещения при кратковременном и длительном воздействии продольных и поперечных усилий следует определять при контрольном усилии, определяемом по формулам:

$$N_{cont} = \frac{N_{u,5\%}}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}}, \tag{8.40}$$

$$V_{cont} = \frac{V_{u,5\%}}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}}, \quad (8.41)$$

где γ_f — приведенный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,4;

γ_{bt} — коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый равным 1,5.

8.20 Допускается определять одно значение перемещения при кратковременном действии растягивающих усилий и одно значение перемещения при кратковременном действии сдвигающих усилий для наиболее неблагоприятного состояния (для основания из бетона наименьшей прочности). Полученные значения допускается распространять для бетона всех классов прочности с трещинами и без трещин.

8.21 Перемещения при длительном действии растягивающей нагрузки для анкеров, используемых только в основании из бетона без трещин $\delta_{N,\infty}$, следует рассчитывать исходя из результатов испытаний серии В12 по формуле

$$\delta_{N,\infty} = \frac{\delta_{B12}}{2}, \quad (8.42)$$

где δ_{B12} — среднее смещение в испытаниях с многократно повторяющейся нагрузкой после 10^5 циклов нагружения.

В остальных случаях перемещения при длительном воздействии растягивающей нагрузки следует рассчитывать исходя из результатов испытаний В13 по формуле

$$\delta_{N,\infty} = \frac{\delta_{B13}}{1,5}, \quad (8.43)$$

где δ_{B13} — среднее перемещение анкера после 1000 циклов изменения ширины раскрытия трещин в серии испытаний В13.

8.22 Перемещения при длительном действии сдвигающей нагрузки $\delta_{V,\infty}$ допускается определять по формуле

$$\delta_{V,\infty} = 1,5 \cdot \delta_{V,0}. \quad (8.44)$$

8.23 Коэффициенты податливости анкера при кратковременном и длительном действии нагрузки $c_{N,0(\infty)}$ следует определять по формуле

$$c_{N,0(\infty)} = \frac{\delta_{N,0(\infty)}}{\tau_{cont}}, \quad (8.45)$$

где τ_{cont} — значения касательных напряжений при действии контрольного усилия на анкер, определяемого по формуле 8.40 путем замены $N_{u,5\%}$ на $\tau_{u,5\%}$;

$\delta_{N,0}$ — перемещения анкера вдоль оси от действия кратковременных растягивающих сил;

$\delta_{N,\infty}$ — перемещения анкера вдоль оси от действия длительных растягивающих сил.

8.24 Коэффициенты жесткости анкера при сдвиге $C_{V,0(\infty)}$ следует определять по формуле

$$C_{V,0(\infty)} = \frac{V_{cont}}{\delta_{V,0(\infty)}}, \quad (8.46)$$

где $\delta_{V,0}$ — перемещения анкера поперек оси от действия кратковременных сдвигающих сил;

$\delta_{V,\infty}$ — перемещения анкера поперек оси от действия длительно действующих сдвигающих сил.

9 Правила оформления результатов испытаний

9.1 В протокол испытаний включают сведения по 9.2—9.5. Содержание протокола может быть дополнено в зависимости от объема и обстоятельств испытаний.

9.2 Общие сведения:

- описание и тип анкера;
- идентификация анкера (размеры, материалы, метод изготовления);
- наименование предприятия-изготовителя;

- наименование и адрес испытательной лаборатории;
- дата проведения испытания;
- лицо, ответственное за проведение испытания;
- вид испытания (например, испытание на растяжение, сдвиг);
- количество испытанных образцов.

9.3 Характеристика основания для испытания:

- значение прочности на сжатие в момент проведения испытания;
- размеры контрольных образцов и/или кернов (в соответствующих случаях);
- размеры основания для испытания и расположение формовочной поверхности;
- характер и расположение армирования основания.

9.4 При установке анкера предоставляют следующие данные:

- сведения о расположении анкера (глубина анкеровки);
- расстояния между соседними анкерами *s* и краем бетонного основания c;
- сведения о методе подготовки отверстия перед установкой анкера (ударное сверление, алмазная коронка);
- диаметр бура или коронки (размер режущей части);
- сведения о направлении бурения;
- информацию об очистке отверстия;
- ширину трещины при установке анкера (в соответствующих случаях);
- значение момента затяжки и другие параметры для контроля установки;
- тип используемых шпилек и гаек.

9.5 Зафиксированные показатели:

- параметры приложения нагрузки (время достижения максимальной нагрузки, скорость перемещения);
- график «нагрузка — перемещение»;
- ширина раскрытия трещины во время испытания;
- для испытаний, выполняемых согласно 7.6, ширина раскрытия трещины во время нагружения анкера после 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 циклов раскрытия трещины;
- разрушающая нагрузка;
- механизм разрушения анкера;
- форма и размеры конуса выкалывания бетонного основания при разрушении (в соответствующих случаях);
- сведения об испытаниях группы анкеров — механизм разрушения, возможное образование трещин между анкерами.

Приложение А
(обязательное)

Форма технического паспорта механических характеристик анкеров

Анкер: (марка анкера)
Тип анкера:
Дополнительные сведения:
Допускаемые при расчете условия установки:

Таблица А.1 — Установочные параметры анкеров

Характеристика	Тип и марка анкера			
Диаметр вклеиваемого элемента $d_{nom,}$ мм				
Номинальный диаметр бура d_0, мм				
Эффективная глубина анкеровки[1)] h_{ef}, мм				
Максимальный диаметр отверстия в закрепляемой детали $d_{f,}$ мм				
Размер ключа для установки $S_{w,}$ мм				
Момент затяжки $T_{inst,}$ Н·м				
Минимальная толщина основания $h_{min,}$ мм				
Минимальное межосевое расстояние $s_{min,}$ мм				
Минимальное краевое расстояние $c_{min,}$ мм				
[1)] В случае инъекционных анкеров указывается диапазон допускаемых глубин анкеровки.				

Таблица А.2 — Параметры для расчета прочности анкеров при растяжении

Характеристика	Тип и марка анкера			
1 Разрушение по стали				
1.1 Нормативное значение силы сопротивления анкера при разрушении по стали $N_{n,s}$, кН				
1.2 Коэффициент надежности γ_{Ns}				
2 Разрушение от выкалывания бетона основания				
2.1 Коэффициент условий работы γ_{Nc}				
3 Разрушение от раскалывания бетона основания				
3.1 Критическое краевое расстояние при раскалывании бетона основания $c_{cr,sp,}$ мм				
3.2 Критическое межосевое расстояние при раскалывании основания $s_{cr,sp,}$ мм				
3.3 Коэффициент условий работы γ_{Nsp}				
4 Комбинированное разрушение по контакту и выкалыванию бетона основания				
4.1 Нормативное сцепление клеевого состава с бетоном В25[1)] $\tau_{n,urc,}$ Н/мм^2				
4.2 Коэффициент, учитывающий фактическую прочность бетона основания ψ_c				
4.3 Коэффициент условий работы γ_{Np}				
[1)] Значения нормативного сцепления клеевого состава с бетоном $\tau_{n,urc}$ указываются отдельно для различных условий эксплуатации (например, наличие трещин в основании, температурный режим).				

Таблица А.3 — Параметры для расчета прочности анкеров при сдвиге

Характеристика	Тип и марка анкера			
1 Разрушение по стали				
1.1 Нормативное значение силы сопротивления анкера при разрушении по стали без учета дополнительного момента $V_{n,s}$, кН				
1.2 Нормативное значение предельного момента для анкера при разрушении по стали $M^0_{n,s}$, Н · м				
1.3 Коэффициент условий групповой работы анкеров λ_s				
1.4 Коэффициент надежности γ_{Vs}				
2 Разрушение от выкалывания бетона основания за анкером				
2.1 Коэффициент учета выкалывания бетона k				
2.2 Коэффициент условий работы γ_{Vcp}				
3 Разрушение от откалывания края основания				
3.1 Приведенная глубина анкеровки при сдвиге l_f, мм				
3.2 Номинальный диаметр анкера d_{nom}, мм				
3.3 Коэффициент условий работы γ_{Vc}				

Таблица А.4 — Параметры для расчета деформативности анкеров

Характеристика	Тип и марка анкера			
1 Смещение анкеров от растягивающих усилий в бетоне без трещин				
1.1 Коэффициент податливости анкера (кратковременный)[1] $c_{N,0}$, мм/МПа				
1.2 Коэффициент податливости анкера (длительный)[1] $c_{N,\infty}$, мм/МПа				
2 Смещение анкеров от растягивающих усилий в бетоне с трещинами				
2.1 Коэффициент податливости анкера (кратковременный) $c_{N,0}$, мм/МПа				
2.2 Коэффициент податливости анкера (длительный) $c_{N,\infty}$, мм/МПа				
3 Смещение анкеров при сдвиге				
3.1 Коэффициент жесткости анкера (кратковременный) $C_{V,0}$, кН/мм				
3.2 Коэффициент жесткости анкера (длительный) $C_{V,\infty}$, кН/мм				
[1] Значения коэффициентов податливости анкера $c_{N,0}$ и $c_{N,\infty}$ указываются отдельно для различных температурных режимов эксплуатации.				

Таблица А.5 — Время твердения и полного набора прочности клеевого состава в зависимости от температуры основания

Температура основания, °С	Время производства работ	Время полного набора прочности

Приложение Б
(обязательное)

Программа испытаний

Б.1 Программа испытаний составляется на основании таблицы Б.1 с учетом требований Б.2 — Б.3.

Таблица Б.1 — Программа испытаний

Серия испытаний	Назначение испытания	Бетон	a_{crc}, мм	Размеры анкеров	h_{ef}	n_{min}	[α]	Структурный элемент настоящего стандарта
Прочность стали при растяжении								
N1	Прочность анкера при разрушении по стали	—	—	Все	—	3	—	7.14
N2	Максимальный момент затяжки	B60	0	Все	$7d$[1)]	5	—	7.14
Контрольные испытания с ограничением разрушения основания от выкалывания								
R1	Прочность сцепления	B25[2)]	0	Все	$7d$[1)]	5	—	7.2
R2		B60	0	*s*/*m*/*l*[3)]	$7d$[1)]	5	—	
R3		B25[2)]	0,3	*s*/*m*/*l*[3)]	$7d$[1)]	5	—	
R4		B60	0,3	*s*/*m*/*l*[3)]	$7d$[1)]	5	—	
R5	Влияние нарушений условий очистки	B25[2)]	0	*s*/*m*/*l*[3)]	max[4)]	5	—	7.4
R6	Длительные нагрузки	B25[2)]	0	*m*[5)]	$7d$[1)]	5	—	7.8
R7	Влияние замораживания-оттаивания	B60	0	*m*[5)]	$7d$[1)]	5	—	7.9
R8	Проверка долговечности	B25[2)]	0	*m*[5)]	30 мм	10	—	7.11
Стандартные испытания без ограничения разрушения основания от выкалывания								
A1	Сила сопротивления при растяжении	B25[2)]	0	*s*/*m*/*l*[3)]	min	5	—	7.2
A2		B60	0	*s*/*m*/*l*[3)]	min	5	—	
A3		B25[2)]	0,3	*s*/*m*/*l*[3)]	min	5	—	
A4		B60	0,3	*s*/*m*/*l*[3)]	min	5	—	
A5	Критическое краевое расстояние	B25[2)]	0	*s*/*m*/*l*[3)]	min	4	—	7.2
Прочность при сдвиге								
V1	Сила сопротивления при сдвиге вдали от края основания	B25[2)]	0	Все	min	5	—	7.12
V2	Сила сопротивления при сдвиге при выкалывании основания	B25[2)]	0	Все	min	5	—	7.12
Прочность при растяжении								
B1	Минимальное краевое и межосевое расстояния	B25[2)]	0	*s*/*m*/*l*[3)]	min	5	—	7.13
B2	Максимальная долговременная температура	B25[2)]	0	*m*[5)]	min	5	—	7.7

Продолжение таблицы Б.1

Серия испытаний	Назначение испытания	Бетон	a_{crc}, мм	Размеры анкеров	h_{ef}	n_{min}	[α]	Структурный элемент настоящего стандарта
B3	Максимальная кратковременная температура	B25[2)]	0	*m*[5)]	min	5	—	7.7
B4	Минимальная температура установки	B25[2)]	0	*m*[5)]	min	5	1,00	7.7
B5	Минимальное время отверждения при нормальной температуре окружающей среды	B25[2)]	0	*m*[5)]	min	5	0,90	7.10
B6	Надежность в сухом бетоне	B25[2)]	0	*s*/*m*/l[3)]	max[4)]	5	Таблица 7.2	7.5
B7	Надежность в водонасыщенном бетоне	B25[2)]	0	*s*/*m*/*l*[3)]	max[4)]	5		7.5
B8	Надежность заполненных водой отверстий	B25[2)]	0	*s*/*m*/*l*[3)]	max[4)]	5		7.5
B9	Влияние техники смешивания	B25[2)]	0	*s*/*m*/*l*[3)]	max[4)]	5		7.17
B10	Увеличенная ширина раскрытия трещины	B25[2)]	0,5	*s*/*m*/*l*[3)]	7*d*[1)]	5	0,80	7.3
B11		B60	0,5	*s*/*m*/*l*[3)]	7*d*[1)]	5	0,80	7.3
B12	Многоцикловое растяжение	B25[2)]	0	*m*[5)]	7*d*[1)]	5	1,00	7.6
B13	Циклическое изменение ширины раскрытия трещины	B25[2)]	0,1—0,3	*m*[5)]	7*d*[1)]	5	0,90	7.16
B14	Длительные нагрузки при нормальной температуре окружающей среды	B25[2)]	0	*m*[5)]	7*d*[1)]	5	0,90	7.8
B15	Длительные нагрузки при максимальной долговременной температуре	B25[2)]	0	*m*[5)]	7*d*[1)]	5	0,90	7.8
B16	Влияние замораживания-оттаивания	B60	0	*m*[5)]	7*d*[1)]	5	0,90	7.9
B17	Направление установки	B25[2)]	0	l	7*d*[1)]	5	0,90	7.15
B18	Высокая щелочность	B25[2)]	0	*m*[5)]	30 мм	10	1,00	7.11
B19	Минимальная температура эксплуатации	B25[2)]	0	*m*[5)]	7*d*[1)]	5	1,00	7.7

[1)] Для предотвращения разрушения анкера по стали допускается при выполнении испытаний использовать стальные элементы более высокой прочности, чем указано в документах по стандартизации, если это не оказывает влияния на функционирование анкерного крепления. Указанное требование обеспечивается в случае, если геометрия анкерной детали из стали более высокой прочности идентична геометрии детали согласно документам по стандартизации. В случае, если прочность стали класса 10.9 недостаточна для обеспечения прочности анкера при разрушении по стали, допускается уменьшать глубину эффективной глубины установки. Для клеевых анкеров капсульного типа глубина установки должна учитывать размер капсулы.

[2)] Назначается минимальный класс бетона согласно документам по стандартизации.

[3)] Испытания следует выполнять с учетом требований таблицы Б.2 для наименьшего диаметра *s*, среднего диаметра *m* и наибольшего диаметра *l*.

Окончание таблицы Б.1

[4] Для предотвращения разрушения стали при проведении испытаний с максимальной глубиной заделки необходимо использовать бетонный элемент, состоящий из двух бетонных блоков, уложенных верхними частями друг к другу без постоянного соединения в соответствии с требованиями 7.4.

[5] Испытания проводятся для анкеров диаметром 12 мм или менее, если диаметр превышает 12 мм.

Б.2 В сериях испытаний R2 — R5, A1 — A5, B1, B6 — B8, B10 — B11 допускается испытывать анкеры не всех диаметров, указанных в документах по стандартизации, а выборочно: анкеры с наибольшим, средним и минимальным диаметрами. Количество испытываемых диаметров следует принимать по таблице Б.2.

Таблица Б.2 — Сокращение диапазона испытываемых диаметров

Количество диаметров по документам по стандартизации	Количество диаметров, подлежащих испытаниям
До 5 включ.	3
От 6 до 8 включ.	4
От 9 до 11 включ.	5
Св. 11	6

Б.3 Программа испытаний может быть сокращена в следующих случаях:

- для анкеров, предназначенных согласно документам по стандартизации для использования в основании без трещин, допускается не выполнять испытания в основании с трещинами (серии R3, R4, A3, A4, B10, B11, B13);
- в случае применения анкерного стержня известного класса прочности допускается не выполнять испытания серии N1 и принимать нормативные сопротивления стали на основании документов по стандартизации на применяемый анкерный стержень;
- для анкеров с геометрически идентичными стальными элементами, выполненными из стали различной прочности, но одинаковыми остальными характеристиками допускается выполнять испытания только для одной марки стали, имеющей наименьшую прочность, за исключением испытаний серии N2 и V1;
- для анкеров, не предназначенных для применения в бетоне высокой прочности, допускается исключить выполнение испытаний серий R2, R4, A2 и A4;
- допускается не проводить испытания серий R2, R4, A2 и A4, принимая в формуле (8.3) коэффициент $m = 0,5$;
- при выполнении стандартных испытаний серий A2 и A4 и прочности бетона основания B25 и более допускается не выполнять контрольные испытания серий R2 и R4;
- в случае, если испытания серии B14 проводятся в основаниях той же формы и прочности, что и испытания серии R1, допускается не выполнять испытания серии R6;
- в случае, если испытания серии B16 проводятся в основаниях той же формы и прочности, что и испытания серии R2, допускается не выполнять испытания серии R7;
- для бетонов классов B25 — B60 допускается не выполнять испытания серий A1 — A4, если нормативное сопротивление определяется по результатам испытаний серий R1 — R4, при этом значения коэффициента α_{setup} следует принимать равным 0,75 для основания из бетона класса B25 и более без трещин (серии R1, R2) и равным 0,7 для основания из бетона класса B25 и более с трещинами (серии R3, R4). В указанном случае при проведении испытаний серии A5 значение нагрузки $N_{m,A1}$ для проверки выполнения условия (7.1) допускается рассчитывать по формуле

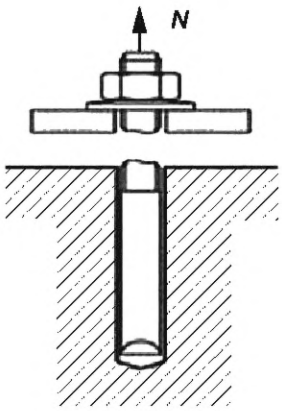
$$N_{m,A1} = 0,75 \cdot \tau_{m,R1} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}; \quad (Б.1)$$

- для оснований из бетонов классов B25—B60 испытания для определения межосевых и краевых расстояний серий A5 и B1 допускается не выполнять, принимая $c_{min} = 3h_{ef}$, $s_{min} = 6h_{ef}$, $c_{cr,sp} = 3h_{ef}$, $s_{cr,sp} = 6h_{ef}$, $h_{min} = 4h_{ef}$;
- допускается не выполнять испытание анкеров на срез (серии V1 и V2) при установке анкеров в бетон класса B25 и более, эффективной глубине установки анкера $h_{ef} > 4d_{nom}$ и постоянном сечении анкера в зоне среза. В этом случае значение силы сопротивления для основания с трещинами и без трещин допускается определять в соответствии с 5.5.2. Значение коэффициента учета выкалывания бетона допускается принимать в соответствии с 5.5.4;
- в случае, если максимальная долговременная температура эксплуатации анкера в соответствии с документами по стандартизации составляет 24 °C ± 3 °C, испытания серий B2 и B15 не выполняются;
- в случае, если в документах по стандартизации не допускается установка в водонасыщенный бетон и в заполненные водой отверстия, испытания серий B7 и B8 соответственно не выполняются;
- в случае, если испытания серии B13 не производятся, допускается принимать $\alpha = 0,7$;
- для анкеров, устанавливаемых согласно документам по стандартизации только «сверху вниз», допускается не выполнять испытания серии B17.

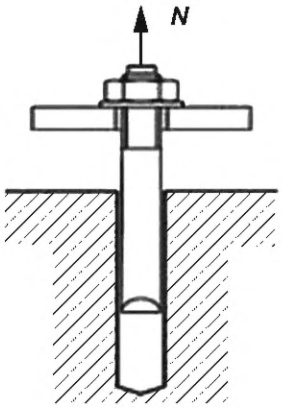
Приложение В
(справочное)

Механизмы разрушения анкеров при вырыве и сдвиге

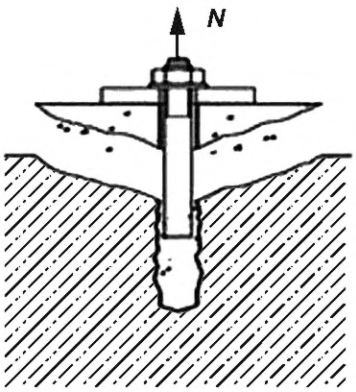
На рисунках В.1 и В.2 представлены механизмы разрушения анкеров.



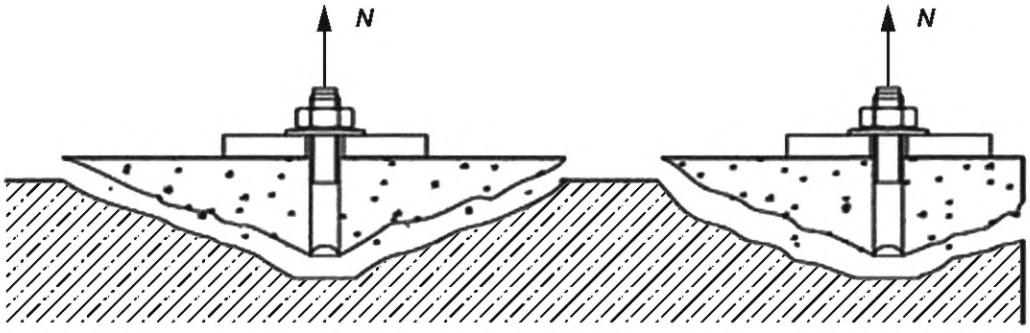
а) Разрушение по стали анкера



б) Разрушение по контакту с основанием

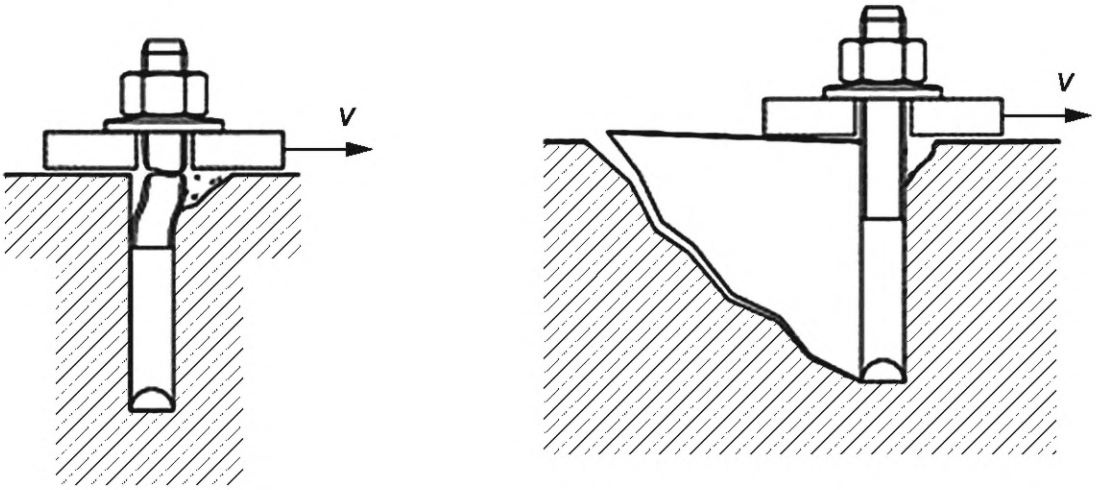


в) Комбинированное разрушение по контакту анкера с основанием и по выкалыванию бетона основания



г) Разрушение по выкалыванию бетона основания

Рисунок В.1 — Механизмы разрушения анкеров при вырыве



а) Разрушение по стали анкера без плеча силы

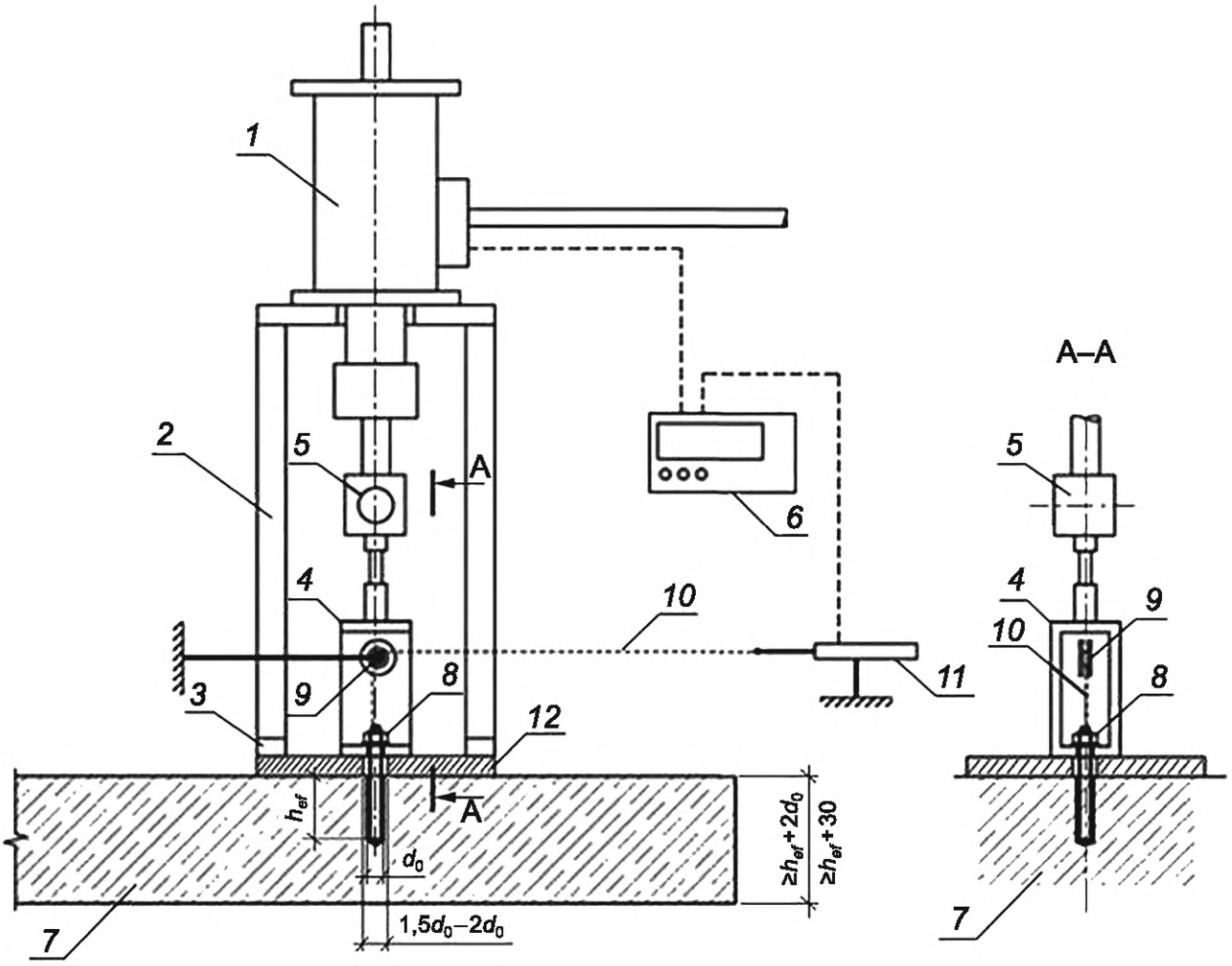
б) Разрушение от выкалывания бетона основания за анкером

Рисунок В.2 — Механизмы разрушения анкеров при сдвиге

Приложение Г
(справочное)

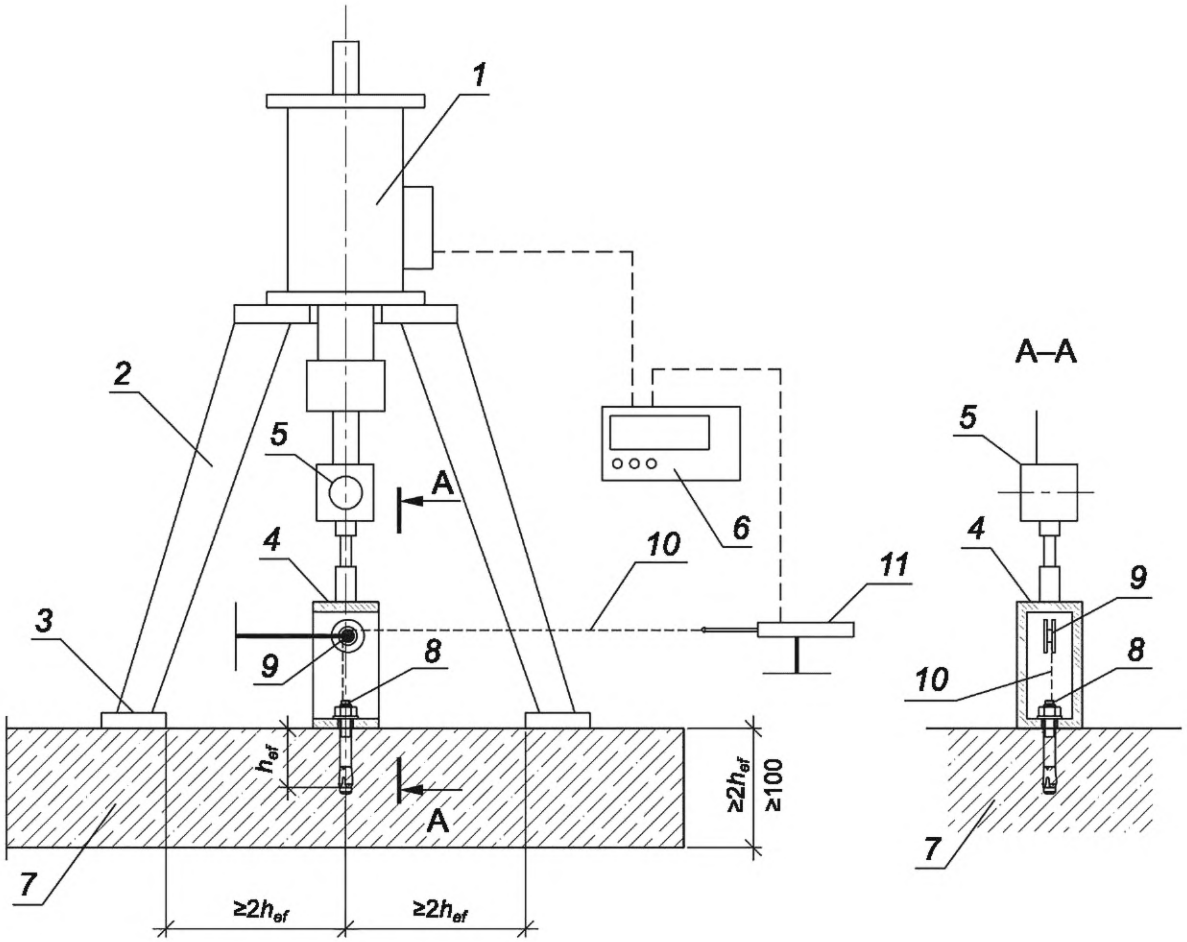
Принципиальные схемы испытательных стендов

На рисунках Г.1 — Г.5 приведены принципиальные схемы испытательного стенда. В таблице Г.1 приведены значения диаметра отверстия гильзы. На рисунках Г.6 — Г.9 приведены принципиальные схемы бетонного основания для проведения испытаний.



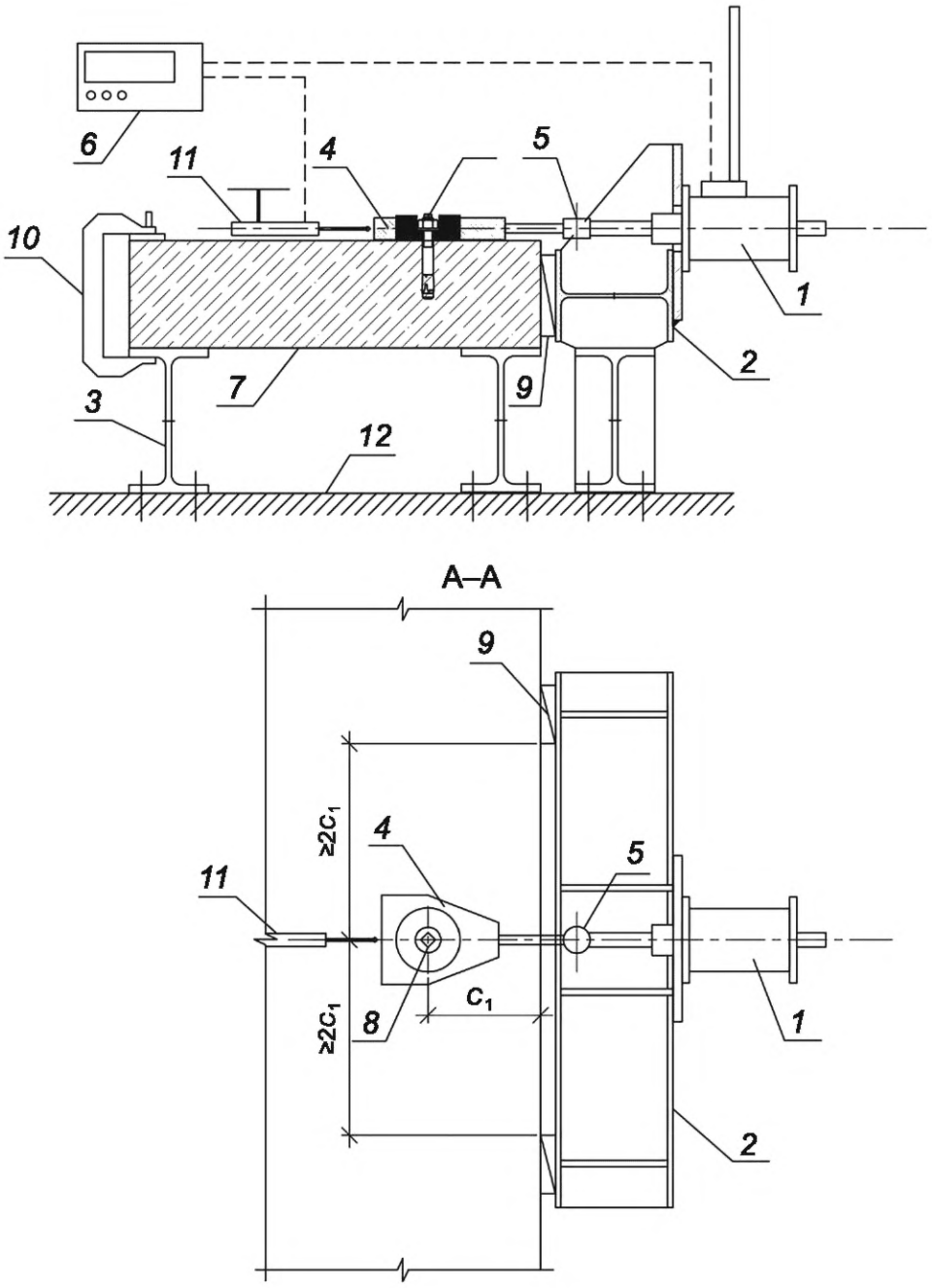
1 — домкрат с датчиком усилия (давления); *2* — силовая рама; *3* — опора силовой рамы; *4* — универсальное захватывающее устройство с тягой; *5* — шарнир; *6* — устройство регистрации контрольных параметров (силы, перемещения); *7* — основание; *8* — испытуемый анкер; *9* — направляющий блок на независимом штативе; *10* — тонкая проволока; *11* — индикатор перемещения на независимом штативе; *12* — стальная пластина, препятствующая разрушению основания от выкалывания

Рисунок Г.1 — Принципиальная схема стенда для испытания анкера на вырыв с препятствием разрушению основания от выкалывания бетона



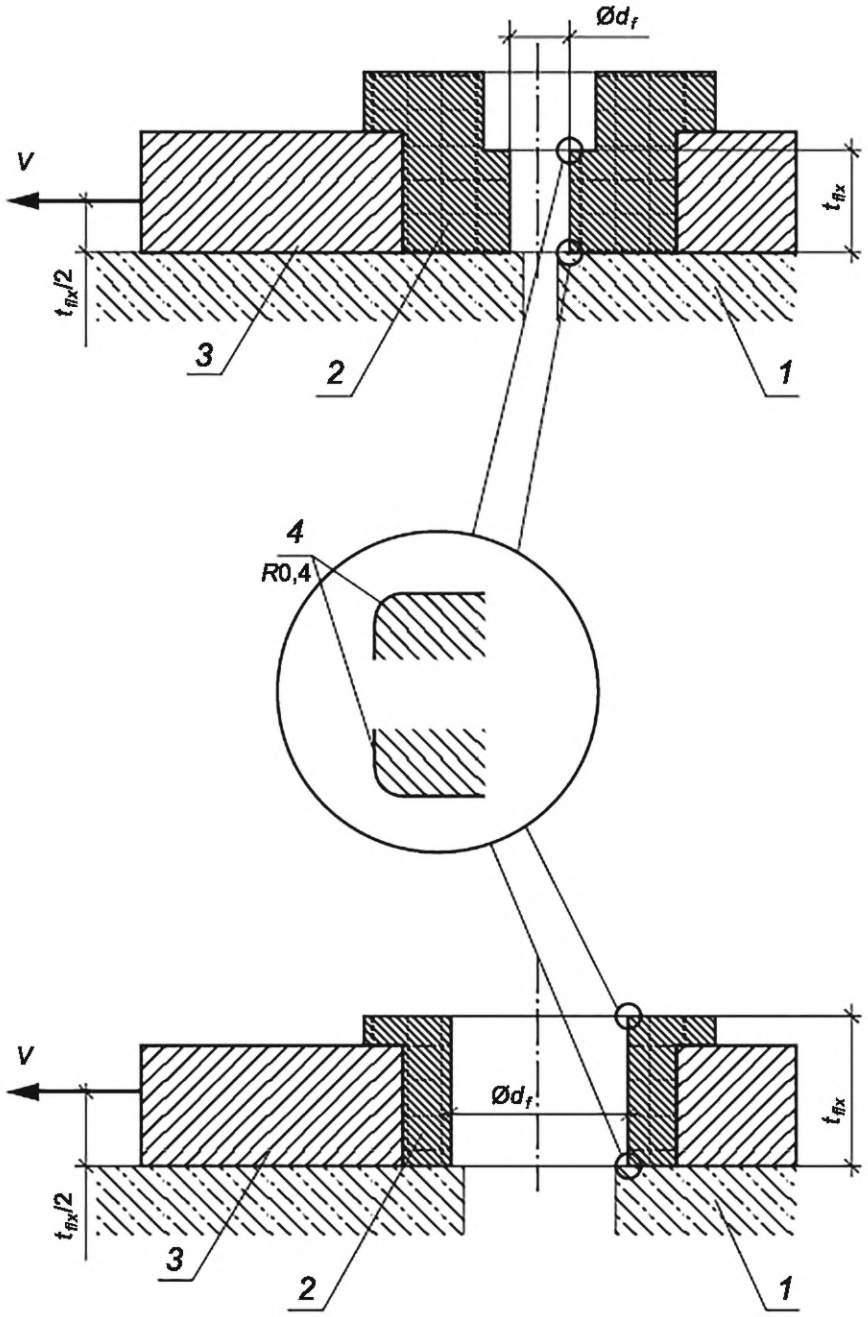
1 — домкрат с датчиком усилия (давления); *2* — силовая рама; *3* — опора силовой рамы; *4* — универсальное захватывающее устройство с тягой; *5* — шарнир; *6* — устройство регистрации контрольных параметров (силы, перемещения); *7* — основание; *8* — испытуемый анкер; *9* — направляющий блок на независимом штативе; *10* — тонкая проволока; *11* — индикатор перемещения на независимом штативе

Рисунок Г.2 — Принципиальная схема испытательного стенда для испытания анкеров на вырыв без ограничения разрушения основания от выкалывания бетона



1 — домкрат с датчиком усилия (давления); *2* — силовая рама; *3* — опора, прикрепленная к силовому полу; *4* — универсальное захватывающее устройство с тягой; *5* — шарнир; *6* — устройство регистрации контрольных параметров (силы, перемещения); *7* — основание; *8* — испытуемый анкер; *9* — упоры; *10* — струбцина; *11* — индикатор перемещения на независимом штативе; *12* — силовой пол

Рисунок Г.3 — Принципиальная схема стенда для испытания на сдвиг

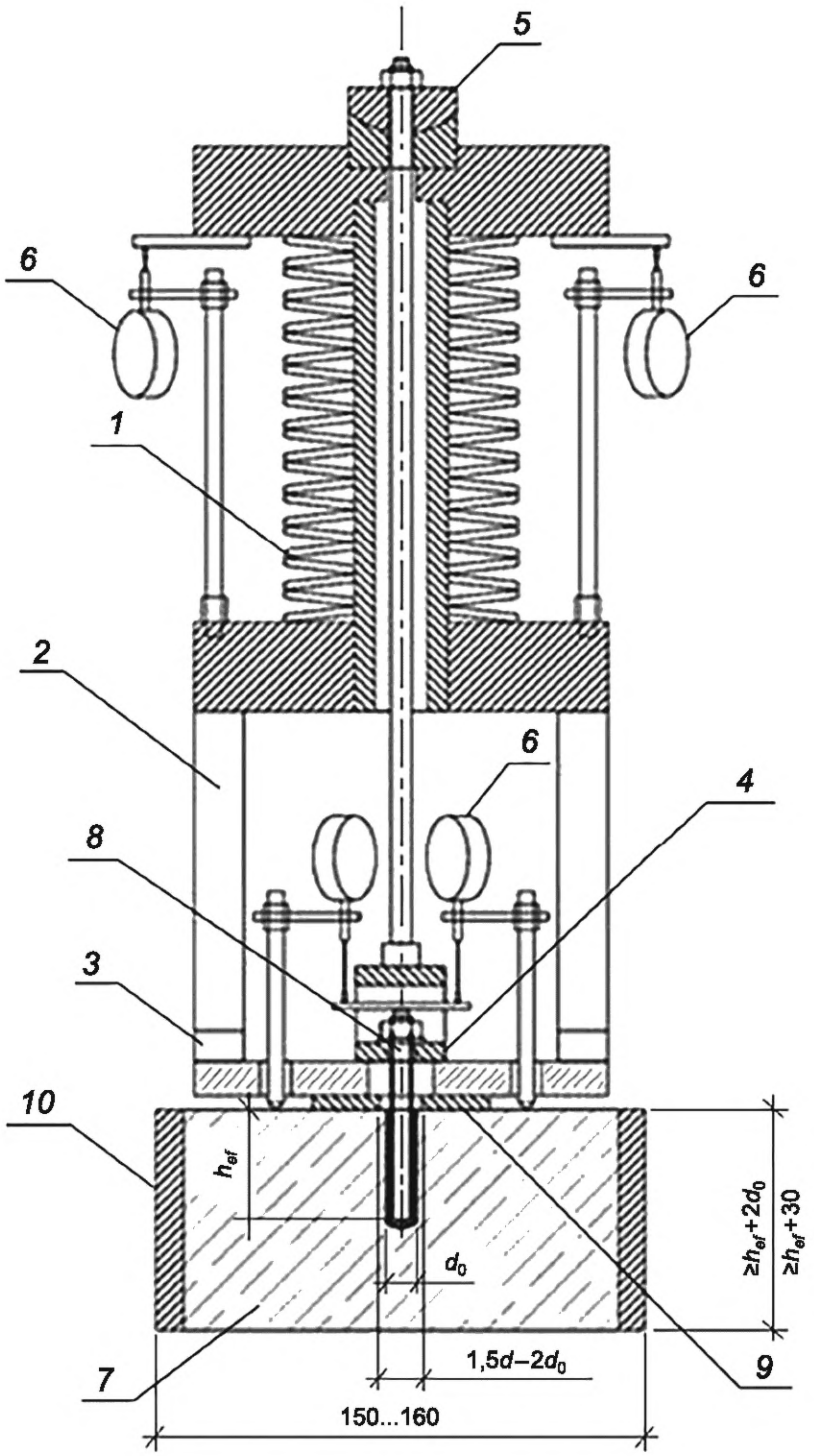


1 — бетонное основание; *2* — гильза (вкладыш); *3* — оснастка для испытания; *4* — фаска

Рисунок Г.4 — Гильза для испытания на сдвиг

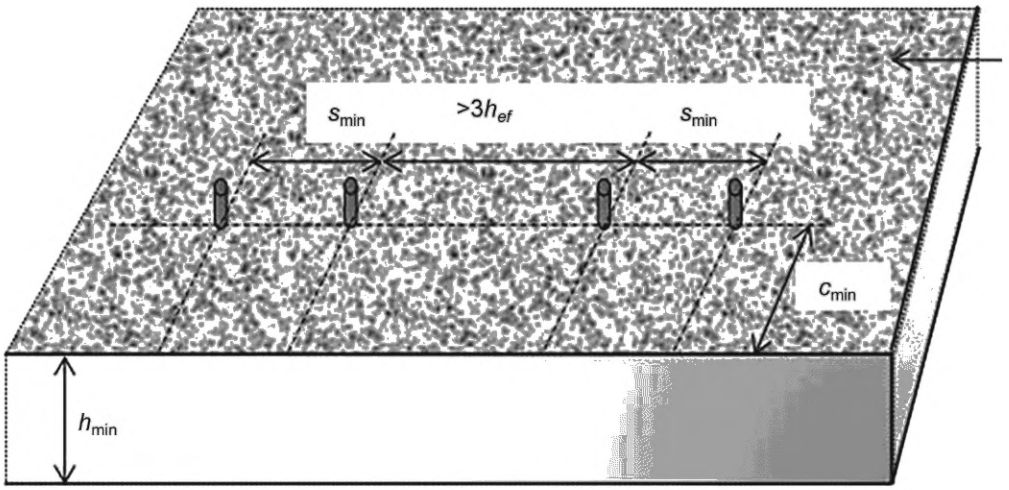
Таблица Г.1 — Диаметр отверстия гильзы для испытаний на сдвиг

Внешний диаметр анкера d или $d_{пот}$, мм	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	Более 30
Диаметр отверстия гильзы d_f, мм	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	30	33	1,1·d



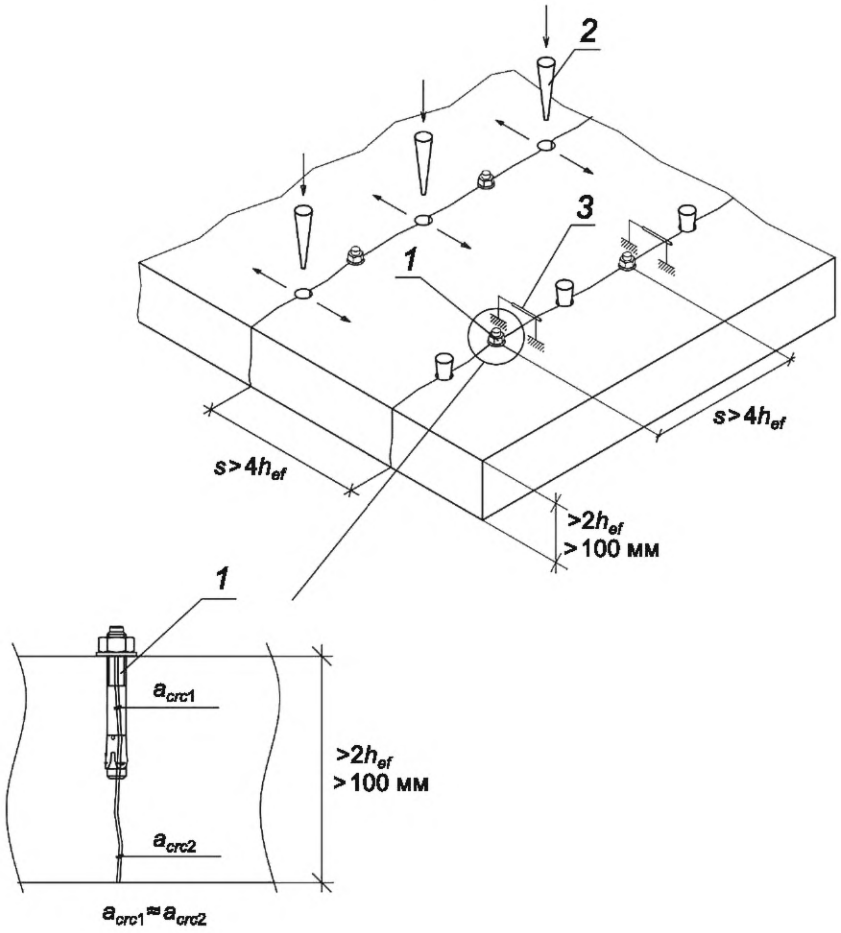
1 — тарельчатая пружина для создания усилия (давления); *2* — силовая рама; *3* — опора силовой рамы; *4* — универсальное захватывающее устройство с тягой; *5* — шарнир; *6* — индикатор перемещения для регистрации контрольных параметров (силы по перемещениям, перемещения); *7* — основание; *8* — испытуемый анкер; *9* — стальная пластина, препятствующая разрушению основания от выкалывания; *10* — стальная труба диаметром от 150 до 160 мм, препятствующая раскалыванию основания

Рисунок Г.5 — Принципиальная схема стенда для испытания анкера на вырыв при длительном действии нагрузки с препятствием разрушению основания от выкалывания бетона



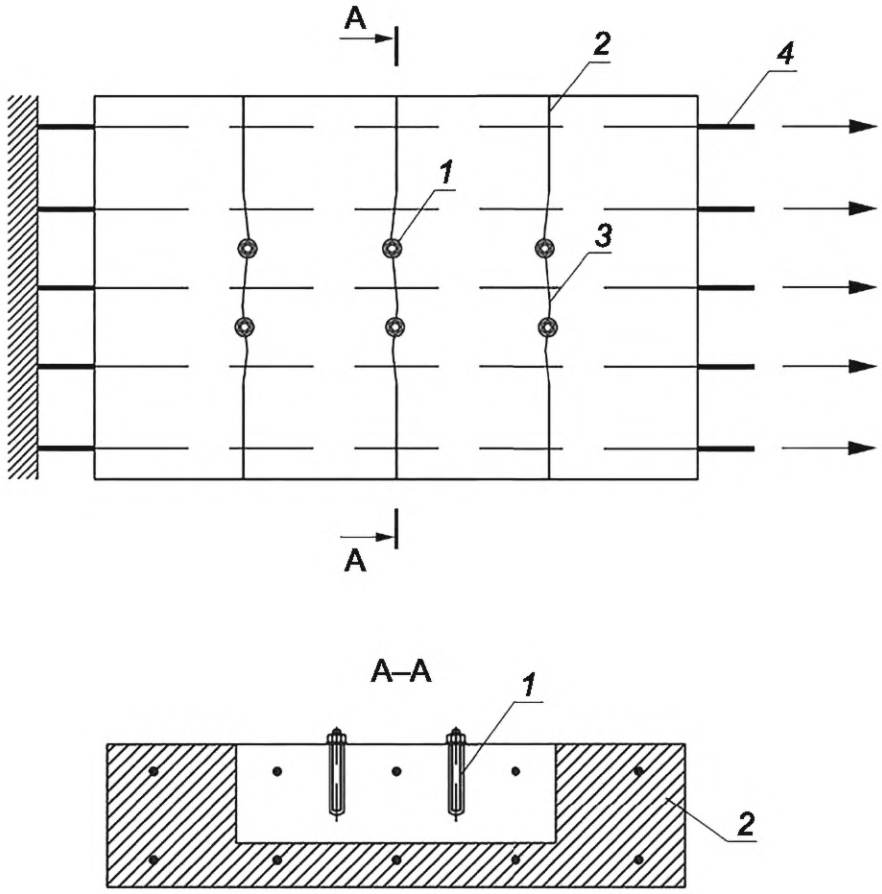
Примечание — Установка анкера производится на гладкую поверхность (нижнюю при заливке).

Рисунок Г.6 — Принципиальная схема установки анкеров для проведения серии испытания В1



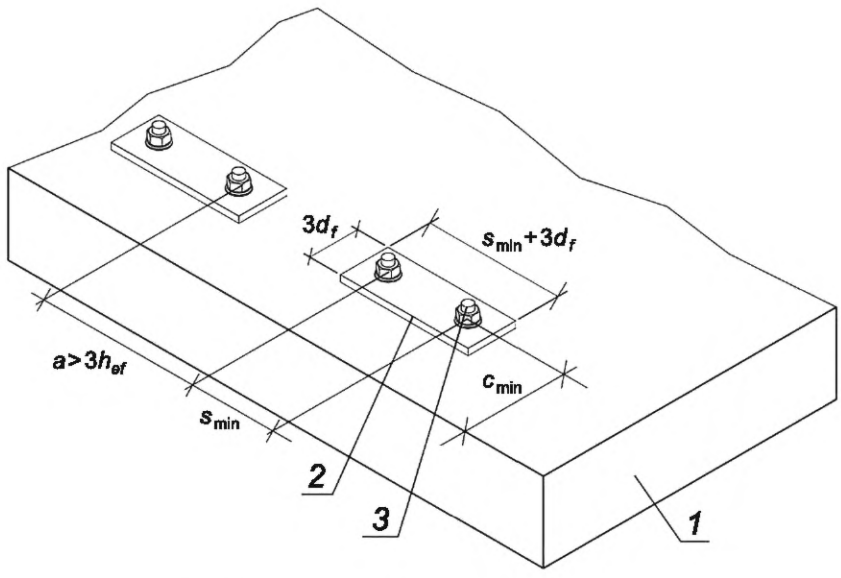
1 — анкер; *2* — клин; *3* — индикатор измерения ширины раскрытия трещины

Рисунок Г.7 — Принципиальная схема создания трещины в основании с применением клиньев



1 — анкер; *2* — инициатор трещины; *3* — трещина; *4* — арматура

Рисунок Г.8 — Принципиальная схема основания для испытания на вырыв при цикличном раскрытии трещины



1 — основание; *2* — опорная пластина; *3* — анкер

Рисунок Г.9 — Принципиальная схема проведения испытания на проверку минимальных межосевого и краевого расстояний

Библиография

[1] Федеральный закон от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»

УДК 691.7:006.354 ОКС 91.190

Ключевые слова: клеевой анкер, крепление, бетон, методы испытаний нормативное сопротивление

Редактор *М.В. Митрофанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 09.01.2025. Подписано в печать 30.01.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,05. Уч.-изд. л. 5,24.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru