



**КРЕПЕЖНЫЙ  
СОЮЗ**

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

**АНКЕРНЫЕ КРЕПЛЕНИЯ К БЕТОНУ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ КЛЕЕВЫХ АНКЕРОВ**

**Правила установления нормируемых  
параметров**

**СТО 05156706-001-2019**

**Москва  
2019**

## **Предисловие**

Стандарт разработан с учетом обязательных требований, установленных в Федеральных законах от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и содержит требования к обработке результатов лабораторных испытаний анкерных креплений строительных конструкций и оборудования к бетонным и железобетонным конструкциям с применением механических анкеров, устанавливаемых в бетонное основание.

Стандарт разработан с учетом положений и требований российских норм, а также стандартов ETAG – 001 «Guideline for European technical approval of metal anchors for use in concrete» и EAD 330499-00-0601 «Bonded fasteners for use in concrete».

### **Сведения о стандарте:**

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Союзом производителей и поставщиков крепёжных систем» (к.т.н. Иванов С.И., Рыков С.Г.)
2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Исполнительного директора Союза производителей и поставщиков крепёжных систем № 01-2019 от 21.10.2019 г.
3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Замечания и предложения следует направлять в Союз производителей и поставщиков крепёжных систем Тел./факс: 8 (495) 142-11-02; e-mail: [info@fix-union.ru](mailto:info@fix-union.ru)

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве нормативного документа без разрешения Союза производителей и поставщиков крепёжных систем

Союз производителей и поставщиков крепёжных систем, 2019

## Содержание

Предисловие .....	
1. Область применения .....	5
2. Нормативные ссылки .....	6
3. Термины, определения и обозначения .....	7
4. Общие положения .....	13
5. Программа испытаний .....	16
6. Контрольные испытания .....	17
7. Стандартные испытания .....	23
8. Специальные испытания .....	25
9. Нормативное сопротивление .....	37
10. Перемещения и жесткость.....	45
11. Требования к оформлению результатов и составлению технического паспорта .....	48
Приложение А (рекомендуемое) Рекомендации по планированию и обработке результатов испытаний химических анкеров с использованием резьбовых шпилек.....	50

СТРАВОУЧНО

## СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**АНКЕРНЫЕ КРЕПЛЕНИЯ К БЕТОНУ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ КЛЕЕВЫХ АНКЕРОВ**  
Правила установления нормируемых параметров

Дата введения 21.10.2019 г.

**1. Область применения**

1.1 Стандарт устанавливает требования к определению нормируемых параметров анкерных креплений с применением клеевых анкеров: нормативных сопротивлений растяжению и сдвигу, податливостей, минимальных краевых и межосевых расстояний и других параметров, учитываемых в соответствии с требованиями СТО 36554501-048-2016, по результатам испытаний клеевых анкеров по ГОСТ Р 58387-2019, устанавливаемых в основание из тяжелого или мелкозернистого бетона класса по прочности В15-В60.

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

1.3 Стандарт распространяется на анкеры с эффективной глубиной анкеровки  $h_{ef}$  не менее:

- 60 мм для анкеров диаметром 10 мм и менее;
- 70 мм для анкеров диаметром 12 мм;
- 80 мм для анкеров диаметром 16 мм;
- 90 мм для анкеров диаметром 20 мм;
- $4d$  для анкеров диаметром 24 мм и более.

1.4 Результаты технической оценки результатов испытаний, выполненной по данному стандарту следует распространять только на анкерное крепление, прошедшее соответствующую проверку. Не допускается интерполировать результаты на анкеры, выходящие за анализируемый диапазон параметров, отличающиеся по геометрическим параметрам (промежуточные диаметры, промежуточные эффективные глубины установки, антикоррозийные покрытия, отличные по геометрии функциональных частей анкера и др.) и на не использованные в испытаниях условия установки.

## 2. Нормативные ссылки

В настоящем стандарте организации использованы ссылки на следующие нормативные документы:

1. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*).
2. ГОСТ 1759.4-87 Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний.
3. ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.
4. ГОСТ 26633-2012 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.
5. ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия
6. ГОСТ 56731-2015 Анкеры механические для крепления в бетоне. Методы испытаний.
7. ГОСТ Р 58387-2019 Анкеры клеевые для крепления в бетоне. Методы испытаний
8. ГОСТ ISO 898-1-2014 Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей
9. СТО 36554501-048-2016 “Анкерные крепления к бетону. Правила проектирования.”. НИИЖБ им. А.А. Гвоздева - АО “НИЦ “Строительство”.

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому Информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3. Термины, определения и обозначения

3.1 В настоящем стандарте использованы термины и определения по сборнику «Официальные термины и определения в строительстве, архитектуре и жилищно- коммунальном хозяйстве» (М.: Минрегион России, ВНИИТПИ, 2009), СТО 36554501-048-2016 «Анкерные крепления к бетону. Правила проектирования», по нормативным документам, на которые имеются ссылки в тексте, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **инструкция производителя (ИП):** документ производителя анкерного крепления, содержащий требования к размещению, технологии устройства, а также эксплуатации;

3.1.2 **контрольные испытания:** испытания для определения силы сопротивления стальных элементов и клеевого состава, условия выполнения которых исключают разрушение бетонного основания.

3.1.3 **нормальная температура:** температура  $21\pm 3^{\circ}\text{C}$ .

3.1.4 **программа испытаний:** количество серий, параметры испытаний и схема оценки механических характеристик анкера, необходимые для установления нормированных характеристик в соответствии с ИП.

3.1.5 **серия испытаний:** группа однотипных испытаний, направленная на получение одного из нормируемых показателей анкера.

3.1.6 **специальные испытания:** испытания для определения силы сопротивления, проводимые с целью выявления влияния окружающей среды эксплуатации, нарушений правил монтажа по ИП.

3.1.7 **стандартные испытания:** испытания для определения силы сопротивления при нормальной температуре строительного основания при кратковременном приложении нагрузки.

3.1.9 **схема оценки механических характеристик анкера:** последовательность серий испытаний, предназначенная для определения характеристик анкера в заданном диапазоне прочности основания и при заданных условиях установки и эксплуатации анкера.

3.1.10 **технический паспорт на анкер:** документ, содержащий необходимую для проектирования и применения анкера информацию, полученную по результатам испытаний, согласно действующих стандартов.

3.2 В настоящем стандарте применены обозначения по ГОСТ Р 56731, ГОСТ Р 57787, ГОСТ Р 58387, а так же следующие обозначения:

*Геометрические характеристики:*

$c_{min}$  – минимально допустимое расстояние от оси анкера до края основания согласно ИП;

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

$d$  – диаметр анкерного болта или диаметр резьбы;

$d_{cut}$  – диаметр режущей кромки сверла или бура;

$d_f$  – диаметр установочного отверстия в опорной пластине крепежной детали;

$d_{nom}$  – внешний диаметр стального элемента клеевого анкера;

$d_o$  – диаметр отверстия для установки анкера;

$h$  – толщина бетонного основания;

$h_1$  – наибольшая глубина пробуренного отверстия;  
 $h_{ef}$  – эффективная глубина анкеровки;  
 $h_{min}$  – минимальная толщина бетонного основания;  
 $h_{nom}$  – общая длина заделки анкера в основание;  
 $h_{sl}$  – фактическая толщина образца в серии испытаний *B18* и *B19*;  
 $h_o$  – глубина цилиндрической части пробуренного отверстия;  
 $s_{min}$  – минимально допустимое расстояние (шаг) между осями анкеров в группе;  
 $s_{cr,sp}$  – минимально допустимое расстояние между осями анкеров в группе, при котором не происходит разрушение основания от раскалывания бетона;  
 $t_{fix}$  – толщина опорной пластины крепежной детали.

*Внутренние и внешние усилия:*

$F$  – разрушающее усилие, принимаемое равным  $N$  при действии осевой силы и  $V$  при действии поперечной силы;

$F_i$  – разрушающее усилие в единичном испытании, скорректированное с учетом фактической прочности бетона основания;

$F_{i,ucn}$  – разрушающее усилие в единичном испытании;

$N_n$  – нормативное значение силы сопротивления анкера при действии осевых сил;

$N$  – растягивающее усилие в одиночном анкере;

$N_{Ru}$  – среднее значение разрушающего усилия в испытании;

$N_m$  – среднее значение разрушающего усилия в серии испытаний;

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

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

$N_{sust,red}$  – уменьшенное значение длительной нагрузки по результатам серии испытаний *B16*;

$N_{max}, N_{min}$  – максимальное и минимальное значение нагрузок в испытаниях серии *B12*;

$N_{max,red}$  – уменьшенное значение максимальной нагрузки по результатам серии испытаний *B12*;

$N_p$  – значение нагрузки на анкер в испытаниях серии *B13*, определяемое по формуле (8.8);

$N_{p,red}$  – уменьшенное значение нагрузки на анкер в испытаниях серии *B13*, определяемое согласно требований раздела 8.8;

$N_{Ru,m,mlt}, N_{Ru,5\%,mlt}$  – среднее и нормативное значение максимальных нагрузок в испытаниях серии *B2* при максимальной долговременной температуре  $T_H$ ;

$N_{Ru,m,mr}, N_{Ru,5\%,r}$  – среднее и нормативное значение максимальных нагрузок в испытаниях серии *R1* при нормальной температуре;

$N_{Ru,m,mst}, N_{Ru,5\%,mst}$  – среднее и нормативное значение максимальных нагрузок в испытаниях серии *R3* при максимальной кратковременной температуре  $T_{st}$ ;

$N_{u,m,A1-A4}$ ,  $N_{u,m,R1-R4}$  - средние значения максимальных нагрузок в испытаниях серий  $A1-A4$  и  $R1-R4$  соответственно;

$N_{n,p}^0$  – нормативное значение силы сопротивления для одиночного анкера, определяемое по формуле (6.25) Методического пособия к СП63.13330.2012;

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

$V$  – сдвигающее усилие в одиночном анкере;

$V_n$  - нормативное значение силы сопротивления анкера при действии поперечных сил;

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

$V_{m,s}$ ,  $V_{n,s}$  - среднее и нормативное значение силы сопротивления анкера при действии поперечных сил при разрушении по стали анкера;

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

$T_{5\%}$  – нормативное значение момента затяжки при образовании трещин или разрушении анкера в серии испытаний  $B1$ , определяемое по формулам (9.5-9.18) заменяя  $N$  на  $T$ ;

$T_{inst}$  - момент затяжки согласно ИП;

#### *Параметры материалов и условия установки:*

$a$  и  $b$  – коэффициенты регрессии уравнения зависимости деформаций от времени, определяемые по результатам испытаний не менее чем за 20 дней согласно требований раздела 8.9;

$a_{cr,c}$  – ширина раскрытия трещин;

$A_{s,nom}$  - номинальная площадь расчетного сечения резьбы, определяемая согласно 9.1.6.1 ГОСТ ISO 898-1.

$B$  - 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;

$i$  – номер испытания;

$n$  - количество испытаний в серии;

$R_{m,28}$  - средняя прочность бетона в возрасте 28 суток, определяемая по формуле (1) ГОСТ 18105;

$R_{m,A1-A4}$ ,  $R_{m,R1-R4}$  - средняя прочность бетона основания при проведении испытаний в сериях  $A1-A4$  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  $R_{pf}$ ;

$R_{yn, nom}$  – номинальный предел текучести стали, принимаемый в зависимости от класса прочности стали по табл. 3 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  $R_{pf}$ ;

$R_{lim}$  – нормативный предел прочности стали указанный в ИП, а также подтверждённый испытаниями серии  $NI$ .

$t$  – возраст бетона в сутках или годах;

$T$  – температура в градусах Цельсия;

$T_{lt}$  – максимальная долговременная температура эксплуатации согласно ИП;

$T_{st}$  – максимальная кратковременная температура эксплуатации согласно ИП;

*Коэффициенты условий работы:*

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий результаты специальных испытаний, определяемый согласно п.9.8 по формуле (9.22).

$[\alpha]$  – предельно допустимое значение коэффициента влияния условий специальных испытаний, определяемый согласно таблиц 7.1 и 8.1.

$\alpha_1$  – коэффициент учета характера деформирования (проскальзывания) при действии нагрузки, определяемый по формуле (9.23);

$\alpha_2$  – коэффициент учета результатов специальных испытаний, выполненных при максимальной долговременной температуре, определяемый по формуле (8.3);

$\alpha_3$  – коэффициент учета результатов специальных испытаний, выполненных при максимальной кратковременной температуре, определяемый по формуле (8.4);

$\alpha_4$  – коэффициент учета результатов специальных испытаний, моделирующих длительный срок эксплуатации анкера, определяемый по формуле (8.13);

$\alpha_m$  – коэффициент влияния условий специальных испытаний, определяемый по средним значениям по формуле (9.20);

$\alpha_n$  – коэффициент влияния условий специальных испытаний, определяемый по нормативным значениям по формуле (9.21);

$\alpha_p$  – понижающий коэффициент, учитывающий уменьшение усилий в сериях специальных испытаний, определяемый по формулам (8.7), (8.9), (8.12) и (9.19);

$\alpha_v$  – коэффициент учета изменчивости результатов испытаний в сериях, определяемый по формулам (9.13) и (9.14);

$\alpha_{setup}$  – коэффициент, учитывающий влияния выкалывания бетона и определяемый по формуле (7.1);

$\alpha_{ref}$  – коэффициент влияния различных партий бетона основания, использованных в испытаниях и определяемый по формуле (9.12);

*Перемещения:*

$\delta_i$  – перемещение  $i$ -го анкера при нагрузке, соответствующей  $0,5 \cdot N_m$  в серии испытаний;

$\delta_m$  – среднее перемещение анкеров при нагрузке, соответствующей  $0,5 \cdot N_m$  в серии испытаний.

$\delta_0$  – начальное смещение в испытаниях серий *B14-B15* сразу после приложения нагрузки  $N_{sust}$ , определяемой по формуле (6.3);

$\delta_{20}$ ,  $\delta_{20,5\%}$  – среднее и нормативное значение перемещения анкера после 20 циклов увеличения – уменьшения ширины раскрытия трещины в серии испытаний *B13*, определяемое согласно требований раздела 8.8;

$\delta_{1000}$ ,  $\delta_{1000,5\%}$  – среднее и нормативное значение перемещения анкера после 1000 циклов увеличения – уменьшения ширины раскрытия трещины в серии испытаний *B13*, определяемое согласно требований раздела 8.8;

$\delta_{N,t}$  – перемещения, рассчитанные методом экстраполяции на возраст 10 и 50 лет по результатам испытаний серий *B14* и *B15*;

$\delta_{N0}$  – перемещение при кратковременном действии растягивающих усилий;

$\delta_{N\infty}$  – перемещения при длительном воздействии растягивающей нагрузки;

$\delta_{V0}$  – перемещение при кратковременном действии сдвигающих усилий;

$\delta_{V\infty}$  – перемещения при длительном воздействии сдвигающей нагрузки;

$\delta_{0,3}$  – перемещение при  $N = 0,3 \cdot N_u$  определяемое согласно требований раздела 9.9;

$\delta_{m1}$  – среднее перемещение анкера после 1000 циклов изменения ширины раскрытия трещин в серии испытаний *B13*;

$\delta_{m2}$  – среднее перемещение в испытаниях с переменной нагрузкой после  $10^5$  циклов нагружения в серии испытаний *B12*;

*Касательные напряжения:*

$\tau_{Rk}$  – нормативное значение максимальных касательных напряжений при действии осевых сил;

$\tau_{Ru}$  – среднее значение максимальных касательных напряжений в отдельном испытании;

$\tau_m$  – среднее значение максимальных касательных напряжений в серии испытаний;

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

$\tau_{n,rc}$  – нормативная прочность сцепления в основании из бетона с трещинами для нормальных условий согласно ИП.

$\tau_{n,urc}$  – нормативная прочность сцепления в основании из бетона без трещин для нормальных условий согласно ИП;

$\tau_{Rk,urc,25}$  - нормативная прочность сцепления в основании из бетона класса В25 без трещин для нормальных условий согласно ИП;

$\tau_{Rk,urc,60}$  - нормативная прочность сцепления в основании из бетона класса В60 без трещин для нормальных условий согласно ИП;

$\tau_{Ru,m,r}$  - касательные напряжения, рассчитанные по результатам испытаний серии R8 по формуле (9.9), принимая вместо  $h_{ef}$  значение фактической толщины образца  $h_{sl}$ .

$\tau_{Ru,m,B18}$ ,  $\tau_{Ru,m,B19}$  - касательные напряжения, рассчитанные по результатам испытаний серии R18 и R19 по формуле (9.9), принимая вместо  $h_{ef}$  значение фактической толщины образца  $h_{sl}$ ;

$\tau_{Ru,m,i,12}$  - среднее значение прочности сцепления во всех стандартных испытаниях, выполненных в том же основании, что и стандартные испытания серий A1-A4 и контрольные испытания серий R1-R4;

$\min \tau_{Ru,m,r,12}$  - минимальное значение средней прочности сцепления во всех контрольных испытаниях с минимальной прочностью бетона;

*Коэффициенты:*

$\gamma_{Np}$  - коэффициент, учитывающий влияние нарушений условий установки и определяемый согласно таблицы 8.3;

$\gamma_{монт}$  - коэффициент надежности для разрушения при раскалывании, определяемый по таблице 8.2

$\nu_{\delta}$  - коэффициент вариации перемещений анкеров в серии испытаний,

$\nu$  - коэффициент вариации значения силы сопротивления в серии испытаний.

$k$  - коэффициент обеспеченности разрушающей нагрузки 0,95 при достоверности 90%, принимаемый по таблице 9.1;

$\psi_c$  - коэффициент перехода от номинальной прочности бетона, указанной в Техническом паспорте к проектной прочности бетона основания;

$\psi_{c,\phi}$  - коэффициент перехода от номинальной прочности бетона основания к фактической в анализируемой серии испытаний;

#### 4. Общие положения

4.1 Оценку технических характеристик следует выполнять в следующей последовательности:

- разработать программу испытаний согласно раздела 5;
- выполнить контрольные испытания согласно раздела 6;
- выполнить стандартные испытания согласно раздела 7;
- выполнить специальные испытания согласно раздела 8;
- выполнить обработку результатов испытаний согласно разделов 9 и 10;
- подготовить паспорт технических характеристик согласно раздела 11.

4.2 Испытания анкеров следует выполнять с глубиной установки, указанной в ИП. Если в ИП указано несколько глубин установки, испытания серий *B6-B9* по таблице 8.1 следует выполнять с максимальной глубиной установки. Испытания остальных серий по таблицам 6.1 и 7.1, за исключением серий *R8*, *B18* и *B19* следует выполнять с глубиной установки  $h_{ef} = 7 \cdot d$ .

Для предотвращения разрушения анкера «по стали» допускается при выполнении испытаний использовать стальные элементы более высокой прочности, чем указано в ИП, если это не оказывает влияние на функционирование анкерного крепления. Указанное требование обеспечивается в случае, если геометрия анкерной детали из стали более высокой прочности идентична геометрии детали согласно ИП.

В случае, если прочности стали класса 10.9 не достаточно для обеспечения прочности анкера по стали, допускается уменьшать глубину эффективной глубины установки для всех серий испытаний, кроме серий *B6-B9*.

Для указанных серий для предотвращения разрушение анкера по стали допускается установку анкера выполнять с использованием промежуточного бетонного блока по методике п. 8.13.4 ГОСТ Р 58387.

4.3 В сериях испытаний *R2-R5*, *A1-A5*, *B1*, *B6-B8*, *B10-B11* допускается испытывать анкеры не всех диаметров, указанных в ИП, а выборочно: анкеры с наибольшим, средним и минимальным диаметром. Количество испытываемых диаметров следует принимать по таблице 4.1

Таблица 4.1 Сокращение диапазона испытываемых диаметров

Количество диаметров по ИП	Количество диаметров, подлежащих испытаниям
До 5	3
От 6 до 8	4
От 9 до 11	5
Более 11	6

4.4 Программу испытаний следует назначать в бетонном основании, изготовленном разными производителями и из разных составов бетон, с учетом следующих требований:

- в случае, если бетон минимального по ИП класса поставляется одним поставщиком, для изготовления основания следует использовать не менее 4-х партий бетона;
- в случае, если бетон минимального по ИП класса поставляется несколькими поставщиками, для изготовления основания следует использовать не менее 3-х партий бетона;
- для изготовления основания из бетона класса В60 следует использовать не менее 2-х партий бетона;
- контрольные испытания следует выполнять в основании, изготовленном из бетона той же партии, из которой изготовлено основание для испытаний сравниваемой серии.

4.5 В случае нарушения требований по прочности бетона, основание отбраковывается. Допускается проведение испытаний в бетоне с отступлением по прочности от классов, указанных в ИП, при выполнении следующих условий:

- результаты испытаний и результаты технической оценки приводятся к прочности бетона основания ближайшего нормируемого класса по ГОСТ 26633. Этот класс указывается в Техническом паспорте;
- прочность бетона всех испытаний должна соответствовать одному нормируемому классу по ГОСТ 26633;
- выполняются все необходимые испытания в основании из бетона класса В25;
- нормирование характеристик выполняется отдельно - для основания из бетона, не соответствующего номинальным классам (В25 и В60) и отдельно - для основания из бетона класса В25.

4.6 Контроль прочности бетона основания должен выполняться согласно требованиям ГОСТ 18105.

4.7 Возраст бетона основания должен соответствовать проектному возрасту - 28 суток. В исключительных случаях (например – при термовлажностной обработке бетона в период твердения) допускается проводить испытания в возрасте 14 суток и более.

4.8 Время между датой контроля прочности бетона и датой проведения испытаний не должно превышать 7 суток.

При нарушении этого требования при возрасте бетона от 28 до 180 суток прочность бетона допускается корректировать с учетом фактического возраста бетона: для бетона со средней прочностью  $R_m \leq 40$  МПа по формуле (4.1), для бетона со средней прочностью  $R_m \geq 60$  МПа – по формуле (4.2):

$$R_m(t) = R_{m,28} \frac{\log(t)}{\log(28)} \quad (4.1)$$

$$R_m(t) = R_{m,28} (0.001 \cdot t + 0.97) \quad (4.2)$$

14

где:  $R_{m,28}$  - средняя прочность бетона в возрасте 28 суток, определяемая по формуле (1) ГОСТ 18105;

$t$  – возраст бетона в сутках.

4.9 Программа испытаний может быть сокращена в следующих случаях:

- для анкеров, предназначенных согласно ИП для использования в основании без трещин, допускается не выполнять испытания в основании с трещинами.
- для анкеров с геометрически идентичными стальными элементами, выполненными из стали различной прочности но одинаковым остальными характеристиками допускается выполнять испытания только для одной марки стали, имеющей наименьшую прочность, за исключением испытаний серии *N2* и *VI*;
- для анкеров, не предназначенных для применения в бетоне высокой прочности, допускается исключить выполнение испытаний серий *R2*, *R4*, *A2* и *A4*;
- в случае, если испытания серии *B13* не производятся, допускается принимать значение  $\alpha$  по формуле (9.22) равным 0,7.
- при выполнении стандартных испытаний серий *A2* и *A4* и прочности бетона основания *B25* и более допускается не выполнять контрольные испытания серий *R2* и *R4*;
- для оснований из бетонов классов *B25*÷*B60* испытания для определения межосевых и краевых расстояний серий *A5* и *B1* допускается не выполнять, принимая  $c_{min} = 3h_{ef}$ ,  $s_{min} = 6h_{ef}$ ,  $c_{cr,sp} = 3h_{ef}$ ,  $s_{cr,sp} = 6h_{ef}$ ,  $h_{min} = 4h_{ef}$ ;

Примечание: два последних случая не допускается распространять на основание из бетона класса менее *B25*.

## 5. Программа испытаний

5.1 Программу испытаний анкерного крепления следует назначать в зависимости от условий эксплуатации, указанных в ИП по таблице 5.1.

Таблица 5.1. Программа испытаний.

Схема	B25 ***	B60	Основание		Серии испытаний по табл. 6.1, 7.1 и 8.1
			с трещинами	без трещин	
1*	X	X	X	X	<i>N1, N2, R1-R8, A1-A5, V1, B1-B19</i>
2	X**		X	X	<i>N1, N2, R1, R3, R5, R6, R8, A1, A3, A5, V1, B1-B10, B12-B15, B17-B19</i>
3	X	X		X	<i>N1, N2, R1, R2, R5-R8, A1, A2, A5, V1, B1-B9, B12, B14-B19</i>
4	X**			X	<i>N1, N2, R1, R5, R6, R8, A1, A5, V1, B1-B9, B12, B14, B15, B17-B19</i>

Примечание:

- \* Основная схема испытаний – это «Схема 1» - позволяет назначить полный объём испытаний для бетона обычной и высокой прочности, с трещинами и без трещин. «Схема 2» получена сокращением «Схемы 1» путем исключения основания с трещинами. Остальные схемы испытаний – это сокращённые программы испытаний, полученные сокращением «Схемы 1» и «Схемы 2».
- \*\* Результаты испытаний «Схем испытаний 2 и 4» – также можно использовать при прочности бетона основания до B60, но с результатами испытаний, полученными в основании с прочностью B25.
- \*\*\* Если в ИП указана прочность бетона основания менее B25, следует выполнять испытания в основании из бетона класса B25 и из бетона, указанного в ИП.

## 6. Контрольные испытания

6.1 Серии контрольных испытаний следует назначать по таблице 6.1.

Таблица 6.1. Контрольные испытания.

№	Цель испытаний	Класс бетона	$a_{срс}$ мм	$d^2)$	$h_{ef}$	$n_{min}$	Раздел ГОСТ Р 58387
N1	Прочность стали	-	-	все	-	5	-
N2	Максимальный момент затяжки	B60	0	все	$7d^3)$	5	8.7
R1	Сила сцепления в испытаниях с ограничением разрушения основания от выкалывания	B25 <sup>1)</sup>	0	все	$7d^3)$	5	8.2
R2		B60	0	s/m/l	$7d^3)$	5	
R3		B25 <sup>1)</sup>	0,4	s/m/l	$7d^3)$	5	
R4		B60	0,4	s/m/l	$7d^3)$	5	
R5	Влияние нарушений требований по очистке отверстий	B25 <sup>1)</sup>	0	s/m/l	max	5	8.9
R6	Постоянные нагрузки (нормальная температура окружающей среды)	B25 <sup>1)</sup>	0	m	$7d^3)$	5	8.10.2
R7	Влияние замораживания - оттаивания	B60	0	m	$7d^3)$	5	8.12
R8	Проверка долговечности	B25 <sup>1)</sup>	0	m	30 mm	10	8.8

Примечание: 1) - назначается минимальный класс бетона согласно ИП;

- 2) - испытания следует выполнять с учетом требований табл. 4.1 для: *s* – наименьшего диаметра; *m* – среднего диаметра; *l* – наибольшего диаметра, *все* – всех диаметров;
- 3) - для клеевых анкеров капсульного типа глубина установки должна учитывать размер капсулы.

6.2 Испытания серии N1 и оценку результатов испытаний следует выполнять по ГОСТ ISO 898-1. По результатам испытаний следует определять номинальное значение предела текучести и предел прочности, в зависимости от класса прочности стальных элементов анкеров. Обозначение и метод определения номинального значения предела текучести следует принимать согласно пп. 5b) ГОСТ ISO 898-1.

6.3 При выполнении испытания серии N2 диаметр отверстия в гильзе захватывающего приспособления должен соответствовать требованиям табл. В.1 ГОСТ Р 58387.

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

- нормативное значение усилия в стальном элементе по формуле (6.1) после приложения момента затяжки  $1,3T_{inst}$  не превышает предел текучести (6.2) стали:

$$N_{n,1} = N_{m,1}(1 + k\nu) \quad (6.1)$$

- где:  $N_{m,1}$  - среднее значение силы сопротивления анкера в серии испытаний, равное начальному усилию в анкере, возникающему при приложении момента затяжки в серии испытаний  $N2$  и определяемый по рисунку 6.1. Корректировка сил сопротивления с учетом фактической прочности бетона основания по формулам (9.1-9.8) не выполняется;
- $k$  – коэффициент обеспеченности разрушающей нагрузки 0,95 при достоверности 90%, принимаемый по таблице 9.1;
- $\nu$  – коэффициент вариации значения силы сопротивления в серии испытаний.

$$N_{n,1} \geq R_{yn} A_{s,nom} \quad (6.2)$$

- где  $R_{yn}$  – предел текучести стали, принимаемый:

- 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  $R_{pf}$  в зависимости от класса прочности стали по ГОСТ ISO 898-1;
  - равным значению предела текучести  $\sigma_T(\sigma_{0,2})$ , в зависимости от класса арматуры по ГОСТ 34028-2016;
  - равным значению предела текучести стали втулок с внутренней резьбой и других нестандартных элементов;
- $A_{s,nom}$  - номинальная площадь расчетного сечения резьбы, определяемая согласно 9.1.6.1 ГОСТ ISO 898-1.
- после приложения момента затяжки  $1,3T_{inst}$  не наступают предельные состояния по пп. 8.2.2 ГОСТ Р 58387;
  - после завершения испытания гайка анкера должна сохранять способность отвинчиваться.

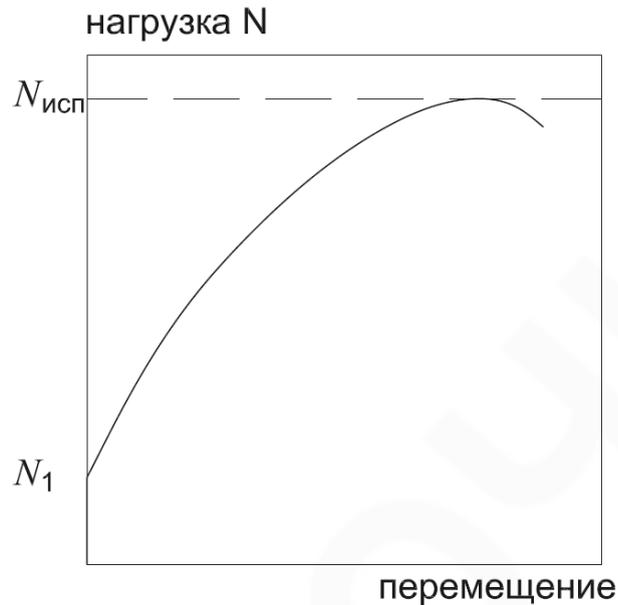


Рисунок 6.1 – Схема определения усилия в анкере

6.4 Испытания серий *R1-R4* выполняются с целью определения величины коэффициента влияния выкалывания бетона  $\alpha_{setup}$  и нормативного значения прочности в испытаниях с ограничением разрушения основания от выкалывания.

Испытания следует выполнять в том же основании, что и испытания серий *A1-A4*.

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее значение разрушающей нагрузки по формуле (9.17) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (см. Раздел 9.4);
- если испытания серий *A1-A4* не выполняются, рассчитать коэффициент по формуле (9.7), учитывающий увеличение прочности бетона по сравнению с номинальной;
- определить нормативное значение разрушающей нагрузки по формуле (9.15) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (с. Раздел 9.4);
- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 15% - рассчитать коэффициент по формуле (9.13);
- выполнить анализ величины усилия  $N_{u,adh}$  в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания и рассчитать понижающий коэффициент по формуле (9.23);
- рассчитать частные, средние значения и коэффициент вариации перемещений при контрольных нагрузках согласно пп. 9.10 и проверить выполнение условия (9.24).

Для «схемы оценки 4» по табл. 5.1 (оценка одиночных анкеров,

установленных вдали от края основания) обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее и нормативное значение разрушающей нагрузки по формулам (9.17), (9.15) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (см. Раздел 9.4);
- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 20% - рассчитать коэффициент по формуле (9.13);
- выполнить анализ величины усилия  $N_{u,adh}$  в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания и рассчитать понижающий коэффициент по формуле (9.23);
- рассчитать частные, средние значения и коэффициент вариации перемещений при контрольных нагрузках согласно пп. 9.10 и проверить выполнение условия (9.25).

6.5 Серия испытаний *R5* предназначена для определения эталонного значения, с которым выполняется сравнение результатов испытаний серий *B6 - B9*. Испытания следует выполнять с максимальной эффективной глубиной установки, указанной в ИП. Для исключения разрушения по стали следует использовать методику подготовки и очистки отверстия в соответствии с пп. 8.13.4 ГОСТ Р 58387.

Партия и прочность бетона основания, глубина и диаметр отверстия, температура, момент затяжки и условия твердения клеевого состава следует назначать таким же, как в испытаниях серий *B6-B9*.

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее и нормативное значение разрушающей нагрузки по формулам (9.17), (9.15) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2);
- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 15% - рассчитать коэффициент по формуле (9.13);
- выполнить анализ величины усилия  $N_{u,adh}$  в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания и рассчитать понижающий коэффициент по формуле (9.23);
- рассчитать частные, средние значения и коэффициент вариации перемещений при контрольных нагрузках согласно пп. 9.10 и проверить выполнение условия (9.24).

6.6 Серия испытаний *R6* предназначена для определения эталонного значения, с которым выполняется сравнение результатов испытаний серий *B14 - B15*. Испытания следует выполнять для среднего диаметра анкера 12 мм или наименьшего диаметра, если он больше 12 мм.

Величину длительной нагрузки  $N_{sust}$  при выполнении испытаний при нормальной температуре окружающей среды (п. 8.10.2 ГОСТ Р 58387) следует

определять по формуле:

$$N_{sust} = \frac{1.1 \cdot \tau_{n,urc,25} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}}{1.5 \cdot \gamma_{Np}} \cdot \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{1}{\alpha_3} \cdot \frac{1}{\alpha_4} \quad (6.3)$$

где  $\tau_{n,urc,25}$  - нормативная прочность сцепления в основании из бетона класса В25 без трещин для нормальных условий согласно ИП.

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее значение разрушающей нагрузки по формуле (9.17) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (с. Раздел 9.4);
- определить нормативное значение разрушающей нагрузки по формуле (9.15) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (см. Раздел 9.4);
- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 15% - рассчитать коэффициент по формуле (9.13);
- выполнить анализ величины усилия  $N_{u,adh}$  в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания и рассчитать понижающий коэффициент по формуле (9.23);
- рассчитать частные, средние значения и коэффициент вариации перемещений при контрольных нагрузках согласно пп. 9.10 и проверить выполнение условия (9.24).

6.7 Серия испытаний *R7* предназначена для определения эталонного значения, с которым выполняется сравнение результатов испытаний серии *B16*. Испытания следует выполнять для среднего диаметра анкера 12 мм или наименьшего диаметра, если он больше 12 мм.

Величину длительной нагрузки  $N_{sust}$  следует определять по формуле:

$$N_{sust} = \frac{\tau_{n,urc,60} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}}{1.5 \cdot 1.4 \cdot \gamma_{Np}} \quad (6.4)$$

где  $\tau_{n,urc,60}$  - нормативная прочность сцепления в основании из бетона класса В60 без трещин для нормальных условий согласно ИП.

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее значение разрушающей нагрузки по формуле (9.17) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (см. Раздел 9.4);
- определить нормативное значение разрушающей нагрузки по формуле (9.15) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (с. Раздел 9.4);

- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 15% - рассчитать коэффициент по формуле (9.13);
- выполнить анализ величины усилия  $N_{u,adh}$  в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания и рассчитать понижающий коэффициент по формуле (9.23);
- рассчитать частные, средние значения и коэффициент вариации перемещений при контрольных нагрузках согласно пп. 9.10 и проверить выполнение условия (9.24).

6.8 Серия испытаний  $R8$  предназначена для определения эталонного значения, с которым выполняется сравнение результатов испытаний серии  $B18$  и  $B19$ . Испытания следует выполнять для среднего диаметра анкера 12 мм или наименьшего диаметра, если он больше 12 мм.

Испытания серий  $R8$ ,  $R18$  и  $R19$  должны выполняться на одной партии образцов (одинаковая прочность бетона основания, клеевого состава и стали анкера).

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее значение разрушающей нагрузки по формуле (9.17);
- определить нормативное значение разрушающей нагрузки по формуле (9.15);
- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 15% - рассчитать коэффициент по формуле (9.13).

## 7. Стандартные испытания

7.1 Серии стандартных испытаний следует назначать по таблице 7.1.

Таблица 7.1. Стандартные испытания.

№	Цель испытаний	Класс бетона	$a_{срс}$ мм	$d^2$	$h_{ef}$	$n_{min}$	$[\alpha]$	Раздел ГОСТ Р 58387
A1	Сила сцепления в испытаниях без ограничения разрушения основания от выкалывания	B25 <sup>1)</sup>	0	s/m/l	min	5	-	8.2
A2		B60	0	s/m/l	min	5	-	
A3		B25 <sup>1)</sup>	0,4	s/m/l	min	5	-	
A4		B60	0,4	s/m/l	min	5	-	
A5	Расстояние до края основания	B25 <sup>1)</sup>	0	s/m/l	min	4	1.0	8.2.5
V1	Сила сопротивления при сдвиге вдали от края основания	B25 <sup>1)</sup>	0	все	min	5	-	8.3

Примечание: 1) - назначается минимальный класс бетона согласно ИП;

2) - испытания следует выполнять с учетом требований табл. 4.1 для: *s* – наименьшего диаметра; *m* – среднего диаметра; *l* – наибольшего диаметра, *все* – всех диаметров;

7.2 Испытания серий A1-A4 являются основными испытаниями для определения нормативного сопротивления. Испытания следует выполнять без препятствия разрушению основания от выкалывания бетона.

Испытания так же предназначены для определения значения коэффициента влияния выкалывания бетона:

$$\alpha_{setup} = \frac{N_{A1-A4}}{N_{R1-R4}}; \quad (7.1)$$

где:  $N_{A1-A4}$  - сила сопротивления в испытаниях серий A1-A4;

$N_{R1-R4}$  – сила сопротивления в испытаниях серий R1-R4.

Для бетонов классов B25-B60 допускается не выполнять испытания, если нормативное сопротивление определяется по результатам испытаний серий R1-R4, при этом значения коэффициента  $\alpha_{setup}$  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).

Если в ИП указана прочность бетона основания менее класса B25, значение коэффициента  $\alpha_{setup}$  следует определять по результатам испытаний серий A1-A4, R1-R4 с прочностью бетона, указанной в ИП.

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее значение разрушающей нагрузки по формуле (9.17) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (см. Раздел 9.4);
- рассчитать коэффициент по формуле (9.7), учитывающий увеличение прочности бетона по сравнению с номинальной;
- определить нормативное значение разрушающей нагрузки по формуле (9.15) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (с. Раздел 9.4);
- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 15% - рассчитать коэффициент по формуле (9.13);
- выполнить анализ величины усилия  $N_{u,adh}$  в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания и рассчитать понижающий коэффициент по формуле (9.23);
- рассчитать частные, средние значения и коэффициент вариации перемещений при контрольных нагрузках согласно пп. 9.10 и проверить выполнение условия (9.24).

7.3 Испытания серии *A5* следует выполнять в углах прямоугольного основания, при минимальной толщине основания и минимальной эффективной глубине установки согласно ИП, без препятствия разрушению основания от выкалывания бетона, в том же основании, в котором выполнялись испытания серии *A1*.

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее значение разрушающей нагрузки по формуле (9.17);
- определить нормативное значение разрушающей нагрузки по формуле (9.15);
- выполнить сравнение средних и нормативных значений с результатами испытаний серии *A1* по методике раздела 9.8, принимая предельно допустимое значение  $[\alpha]$  равным 1,0;
- выполнить анализ выполнения условий (9.20) и (9.21);
- В случае, если условия (9.20) и (9.21) не выполняются, увеличить краевые расстояния или минимально допустимую толщину основания и выполнить испытания повторно, до выполнения требований (9.20) и (9.21).

В случае, если испытания серии *A5* не выполняются в том же основании, в котором выполнялись испытания серии *A1*, при обработке результатов испытаний следует выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (с. Раздел

7.4 Испытания серии *VI* следует выполнять при наименьшей

эффективной глубине установки анкера, указанной в ИП, при которой происходит разрушение по стали.

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее и нормативное значение разрушающей нагрузки по формулам (9.29), (9.28) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности стали по формуле 2.8);
- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 15% - рассчитать коэффициент по формуле (9.13);
- рассчитать частные, средние значения и коэффициент вариации перемещений при контрольных нагрузках согласно пп. 9.10 и проверить выполнение условия (9.24).

## 8. Специальные испытания

8.1 Серии специальных испытаний следует назначать по таблице 8.1.

Таблица 8.1. Специальные испытания.

№	Цель испытаний	Класс бетона	$a_{срс}$ мм	$d^2$	$h_{ef}$	$n_{min}$	$[\alpha]$	Раздел ГОСТ Р 58387
B1	Минимальное краевое и межосевое расстояние	B25 <sup>1)</sup>	0	s/m/l	min	5	-	8.4
B2	Максимальная долговременная температура	B25 <sup>1)</sup>	0	m	min	5	-	8.10.4
B3	Максимальная кратковременная температура	B25 <sup>1)</sup>	0	m	min	5	-	8.10.3
B4	Минимальная температура установки	B25 <sup>1)</sup>	0	m	min	5	1,00	8.11.2
B5	Минимальное время отверждения при нормальной температуре	B25 <sup>1)</sup>	0	m	min	5 + 5	0,90	8.11.3
B6	Надежность в сухом бетоне	B25 <sup>1)</sup>	0	s/m/l	max <sup>4)</sup>	5	см. табл. 8.3	8.9.2
B7	Надежность в водонасыщенном бетоне	B25 <sup>1)</sup>	0	s/m/l	max <sup>4)</sup>	5		8.9.3
B8	Надежность в заполненных	B25 <sup>1)</sup>	0	s/m/l	max <sup>4)</sup>	5		8.9.4

	водой отверстиях							
B9	Влияние техники смешивания	B25 <sup>1)</sup>	0	m	max <sup>4)</sup>	5		8.15
B10	Увеличенная ширина трещины	B25 <sup>1)</sup>	0,5	s/m/l	7d <sup>3)</sup>	5	0,80	8.2.6
B11	Увеличенная ширина трещины	B60 <sup>1)</sup>	0,5	s/m/l	7d <sup>3)</sup>	5	0,80	8.2.6
B12	Повторные нагрузки	B25 <sup>1)</sup>	0	m	7d <sup>3)</sup>	5	1,00	8.5
B13	Циклическое изменение ширины раскрытия трещины	B25 <sup>1)</sup>	0,1 – 0,3	все	7d <sup>3)</sup>	5	0,90	8.6
B14	Постоянные нагрузки (нормальная температура окружающей среды)	B25 <sup>1)</sup>	0	m	7d <sup>3)</sup>	5	0,90	8.10.2
B15	Постоянные нагрузки (максимальная долговременная температура)	B25 <sup>1)</sup>	0	m	7d <sup>3)</sup>	5	0,90	8.10.4
B16	Влияние замораживания - оттаивание	B60	0	m	7d <sup>3)</sup>	5	0,90	8.12
B17	Направление установки	B25	0	mх	7d <sup>3)</sup>	5	0,90	8.14
B18	Высокая щелочность	B25 <sup>1)</sup>	0	m	30 mm	10	1,00 (R8)	8.8
B19	Сернистая атмосфера	B25 <sup>1)</sup>	0	m	30 mm	10	0,90 (R8)	8.8

Примечание: 1) - назначается минимальный класс бетона согласно ИП;

- 2) - испытания следует выполнять с учетом требований таб. 4.1 для: *s* – наименьшего диаметра; *m* – среднего диаметра; *l* – наибольшего диаметра, *все* – всех диаметров;
- 3) - для клеевых анкеров капсульного типа глубина установки должна учитывать размер капсулы;
- 4) - для предотвращения разрушения стали может потребоваться увеличение класса стали по прочности или же уменьшение эффективной глубины установки  $h_{ef}$ , см. раздел 4.2.

26 8.2 Испытания серии *BI* следует выполнять при минимальной толщине основания и минимальной эффективной глубине установки согласно ИП. Минимальные расстояния до края и минимальные межосевые расстояния следует округлять до 5 мм и назначать не менее  $4d_0$  и не менее 35 мм.

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить нормативное значение момента затяжки при образовании трещин по формуле (8.1):

$$T_{5\%} \geq \gamma_{\text{монт}} \cdot T_{\text{inst}} \cdot \sqrt{\frac{R}{B}} \quad (8.1)$$

где  $T_{5\%}$  – нормативное значение момента затяжки при образовании трещин или разрушении анкера в серии испытаний  $B1$ , определяемое по формулам (9.5-9.18) заменяя  $N$  на  $T$ ;

$T_{\text{inst}}$  – момент затяжки, указанный в ИП;

$\gamma_{\text{монт}}$  – коэффициент надежности для разрушения при раскалывании, определяемый по таблице 8.2, в зависимости от наличия или же отсутствия система контроля качества во время производства на предприятии - изготовителе.

Таблица 8.2

Вид бетонного основания	$\gamma_{\text{монт}}$	
	При отсутствии системы контроля качества	При наличии системы контроля качества
Основание без трещин	2,1	1,7
Основание с трещинами	1,5	1,3

Примечание: \* - под системой контроля качества подразумевается сертифицированная система контроля геометрических параметров анкеров и значений сил сопротивления, выполняемое производителем при производстве анкеров.

В случае, если условие (8.1) не выполняется, следует увеличить минимальное краевое и межосевое расстояние по следующей методике:

- вычислить площадь проекции призмы выкалывания по схеме на рисунке 8.1 по формуле:

$$A_{\text{сп},t} \geq (3 \cdot c_{\text{min}} + s_{\text{min}}) \cdot (1.5 \cdot c_{\text{min}} + h_{\text{ef}}) \quad (8.2)$$

- рассчитать отношение правой части выражения (8.1) к левой части и увеличить на эту величину площадь проекции призмы выкалывания, определенную по формуле (8.2);
- назначить увеличенные минимальные межосевые и краевые расстояния таким образом, чтобы получить увеличенное значение площади проекции призмы выкалывания;
- провести испытания 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.

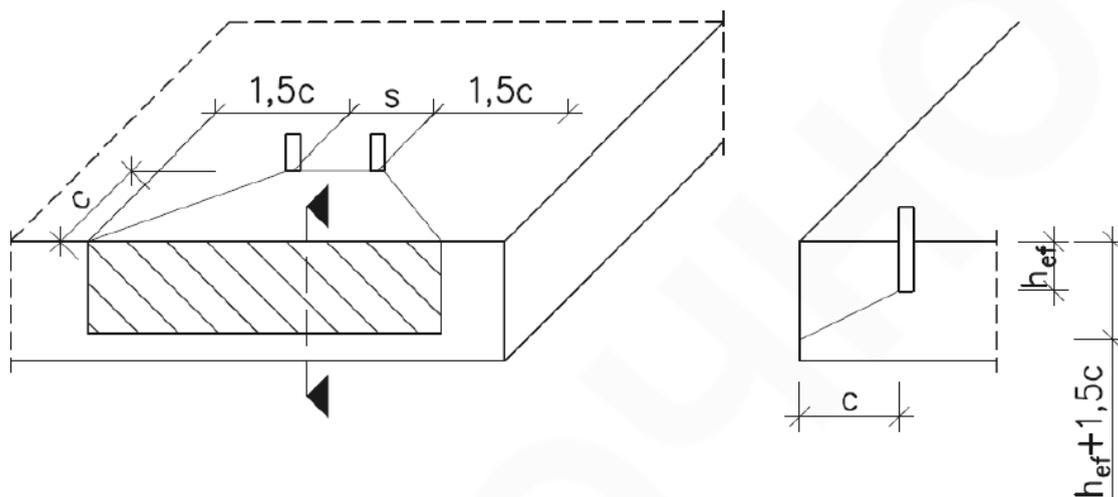


Рисунок 8.1 – Схема проекции призмы выкалывания

8.3 Испытания серий *B2* и *B3* предназначены для определения характеристик анкерных креплений при повышенных температурах. Испытания следует выполнять для среднего диаметра анкера 12 мм или наименьшего диаметра, если он больше 12 мм.

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее значение разрушающей нагрузки по формуле (9.17) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (см. Раздел 9.4);
- определить нормативное значение разрушающей нагрузки по формуле (9.15) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (с. Раздел 9.4);
- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 20% - рассчитать коэффициент по формуле (9.14);
- выполнить анализ величины усилия  $N_{u,adh}$  в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания и рассчитать понижающий коэффициент по формуле (9.23);
- рассчитать частные, средние значения и коэффициент вариации перемещений при контрольных нагрузках согласно пп. 9.10 и проверить выполнение условия (9.25);
- для серии испытаний *B2* рассчитать коэффициент:

$$\alpha_2 = \min \left( \frac{N_{Ru,m,mlt}}{N_{Ru,m,mr}}; \frac{N_{Ru,5\%,mlt}}{N_{Ru,5\%,r}} \right) \leq 1.0 \quad (8.3)$$

- для серии испытаний *B3* рассчитать коэффициент:

$$\alpha_3 = \min \left( \frac{N_{Ru,m,mst}}{0.8 \cdot N_{Ru,m,mlt}}; \frac{N_{Ru,5\%,mst}}{0.8 \cdot N_{Ru,5\%,mlt}} \right) \leq 1.0 \quad (8.4)$$

где:  $N_{Ru,m,mlt}$ ,  $N_{Ru,5\%,mlt}$  - среднее и нормативное значение максимальных нагрузок в испытаниях серии *B2* при максимальной долговременной температуре  $T_{lt}$ ;

$N_{Ru,m,mr}$ ,  $N_{Ru,5\%,r}$  - среднее и нормативное значение максимальных нагрузок в испытаниях серии *R1* при нормальной температуре;

$N_{Ru,m,mst}$ ,  $N_{Ru,5\%,mst}$  - среднее и нормативное значение максимальных нагрузок в испытаниях серии *R3* при максимальной кратковременной температуре  $T_{st}$ .

В случае, если коэффициенты вариаций в сравниваемых сериях испытаний менее 15% или коэффициент вариации в сравниваемой серии испытаний менее коэффициента вариации эталонных испытаний, допускается не выполнять сравнение нормативных значений сил сопротивления.

8.4 Испытания серий *B4* и *B5* следует выполнять для среднего диаметра анкера 12 мм или наименьшего диаметра, если он больше 12 мм.

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее значение разрушающей нагрузки по формуле (9.17) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (с. Раздел 9.4);
- определить нормативное значение разрушающей нагрузки по формуле (9.15) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (см. Раздел 9.4);
- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 20% - рассчитать коэффициент по формуле (9.14);
- выполнить анализ величины усилия  $N_{u,adh}$  в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания и рассчитать понижающий коэффициент по формуле (9.23);
- рассчитать частные, средние значения и коэффициент вариации перемещений при контрольных нагрузках согласно пп. 9.10 и проверить выполнение условия (9.25);
- рассчитать коэффициент учета влияния условий установки по методике раздела 9.8.

В серии испытаний *B5* сравнение следует выполнять с результатами испытаний серий *A1* или *R1*, в которых время твердение клеевого состава составляло не менее 24 часов для смол и 14 суток для цементных составов.

В случае, если коэффициенты вариаций в сравниваемых сериях испытаний менее 15% или коэффициент вариации в сравниваемой серии

испытаний менее коэффициента вариации эталонных испытаний, допускается не выполнять сравнение нормативных значений сил сопротивления.

8.5 Испытания серий *B6*, *B7*, *B8* и *B9* следует выполнять при максимальной эффективной глубине установки, указанной в ИП.

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее и нормативное значение разрушающей нагрузки по формулам (9.17), (9.15) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (см. Раздел 9.4);
- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 20% - рассчитать коэффициент по формуле (9.14);
- рассчитать коэффициент учета влияния условий установки  $\alpha$  по методике раздела 9.8, сравнивая полученные значения с результатами испытаний серии *R5*;
- определить коэффициент  $\gamma_{Np}$  в зависимости от значения коэффициент учета влияния условий установки  $[\alpha]$  по таблице 8.3:

Таблица 8.3 Значения  $\gamma_{Np}$ 

[ $\alpha$ ]		$\gamma_{Np}$
Серии <i>B6</i> и <i>B9</i>	Серии <i>B7</i> и <i>B8</i>	
$\geq 0.95$	$\geq 0.90$	1.0
$\geq 0.80$	$\geq 0.75$	1.2
$\geq 0.70$	$\geq 0.65$	1.4
$< 0.70$	$< 0.65$	силу сопротивления анкера не допускается нормировать

- выполнить анализ величины усилия  $N_{u,adh}$  в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания и рассчитать понижающий коэффициент по формуле (9.23);
- рассчитать частные, средние значения и коэффициент вариации перемещений при контрольных нагрузках согласно пп. 9.10 и проверить выполнение условия (9.25).

В случае, если коэффициенты вариаций в сравниваемых сериях испытаний менее 15% или коэффициент вариации в сравниваемой серии испытаний менее коэффициента вариации эталонных испытаний, допускается не выполнять сравнение нормативных значений сил сопротивления.

8.6 Испытания серии *B10* и *B11* следует выполнять без ограничения разрушения основания от выкалывания.

30 Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее и нормативное значение разрушающей нагрузки по формулам (9.17), (9.15) и выполнить корректировку значений с учетом

- фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (см. Раздел 9.4);
- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 20% - рассчитать коэффициент по формуле (9.14);
  - рассчитать коэффициент учета влияния условий установки  $\alpha$  по методике раздела 9.8, сравнивая результаты испытаний серии *B10* с результатами испытаний серии *R3*, а результаты испытаний серии *B11* с результатами испытаний серии *R4*;
  - если серия испытаний *R4* не выполняется, допускается расчет коэффициент учета влияния условий установки  $\alpha$  для серии *B11* выполнять по результатам сравнения с испытаниями серии *B10*, принимая  $[\alpha] = 1$ ;
  - выполнить анализ величины усилия  $N_{u,adh}$  в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания и рассчитать понижающий коэффициент по формуле (9.23);
  - рассчитать частные, средние значения и коэффициент вариации перемещений при контрольных нагрузках согласно пп. 9.10 и проверить выполнение условия (9.25).

8.7 Испытания серии *B12* предназначены для определения деформаций анкера при действии циклической нагрузки в основании без трещин, а так же подтверждение сохранения несущей способности анкера после циклической нагрузки.

Испытания следует выполнять для среднего диаметра анкера 12 мм или наименьшего диаметра, если он больше 12 мм.

Циклическая нагрузка моделирует длительное действие нагрузки. Анкер подвергается действию  $10^5$  циклов нагружения с максимальной частотой 5-7 Гц. В течение каждого цикла нагрузку следует изменять по синусоиде между  $N_{max}$  и  $N_{min}$  в соответствии с формулами (8.5) и (8.6), соответственно. Перемещения необходимо измерять во время первого возрастания нагрузки до величины  $N_{max}$ , а затем выполнять измерения непрерывно или, по крайней мере, после 1, 10,  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$  циклов нагружения.

$$N_{max} = \frac{1.1 \cdot \tau_{n,urc} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}}{1.5 \cdot \gamma_{inst}} \cdot \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{1}{\alpha_3} \cdot \frac{1}{\alpha_4} \quad (8.5)$$

$$N_{min} = 0.25 \cdot \tau_{n,urc} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \geq N_{max} - A_s \cdot \Delta\sigma_s \quad (8.6)$$

где  $\Delta\sigma_s = 120 \text{ N/mm}^2$  изменение напряжений при предельно-допустимом коэффициенте вариации разрушающих усилий в серии испытаний;

$\tau_{Rk,urc}$  - нормативная прочность сцепления в основании из бетона без трещин для нормальных условий согласно ИП.

После завершения циклов нагружения анкер следует разгрузить, измерить остаточное перемещение и выполнить испытание на растяжение до

разрушения.

После завершения циклического изменения нагрузки следует выполнить испытание до разрушения. Среднее и нормативное значение прочности должно быть не менее средних значений прочности при испытаниях в серии *R3* (см. раздел 9.8).

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 по формуле:

$$\alpha_p = \frac{N_{\max, red}}{N_{\max}} \leq 1.0 \quad (8.7)$$

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее и нормативное значение разрушающей нагрузки по формулам (9.17), (9.15) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (см. Раздел 9.4);
- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 20% - рассчитать коэффициент по формуле (9.14);
- рассчитать коэффициент учета влияния условий установки  $\alpha$  по методике раздела 9.8, сравнивая полученные значения с результатами испытаний серии *A1* или *R1* в зависти от условий проведения испытаний серии *B12*;
- выполнить анализ величины усилия  $N_{u, adh}$  в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания и рассчитать понижающий коэффициент по формуле (9.23);
- рассчитать частные, средние значения и коэффициент вариации перемещений при контрольных нагрузках согласно пп. 9.10 и проверить выполнение условия (9.25).

8.8 Испытания серии *B13* предназначены для оценки работы анкера при действия циклической нагрузки, вызывающей изменение ширины раскрытия трещины от 0,1 до 0,3 мм согласно приложению В ГОСТ Р 56731.

Испытания во время изменения ширины раскрытия трещины следует выполнять без ограничения разрушения основания от выкалывания.

Значение постоянной нагрузки, приложенной к анкеру, следует определять по формуле:

$$N_p = \frac{0.75 \cdot \tau_{n,rc} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}}{1.5 \cdot \gamma_{inst}} \cdot \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{1}{\alpha_3} \cdot \frac{1}{\alpha_4} \quad (8.8)$$

где:  $\tau_{m,rc}$  - нормативная прочность сцепления в основании из бетона с трещинами для нормальных условий согласно ИП.

Для каждого испытания в серии следует выполнить анализ увеличения перемещений в зависимости от количества циклов увеличения ширины

раскрытия трещин. Для этого следует построить график «нагрузка-перемещение», в котором по оси  $x$  назначается логарифмическая шкала (см. рисунок 8.2). Скорость увеличения перемещения должна быть либо постоянной, либо уменьшаться. Для выполнения этого условия перемещения после 20 циклов ( $\delta_{20}$ ) и перемещения после 1000 циклов ( $\delta_{1000}$ ), в зависимости от количества испытаний в серии не должны превышать:

- от 5 до 9 испытаний в серии:  $\delta_{20} \leq 2\text{мм}$ ,  $\delta_{1000} \leq 3\text{мм}$ ;
- от 10 до 20 испытаний в серии:  $\delta_{20} \leq 2\text{мм}$ ,  $\delta_{1000} \leq 3\text{мм}$ , однако в одном из испытаний допускается  $\delta_{20} \leq 3\text{мм}$  и  $\delta_{1000} \leq 4\text{мм}$ ;
- более 20 испытаний в серии:  $\delta_{20,5\%} \leq 3\text{мм}$ ,  $\delta_{1000,5\%} \leq 4\text{мм}$ , где  $\delta_{20,5\%}$  и  $\delta_{1000,5\%} \leq$  - нормативные значения перемещений, рассчитанные по формуле (10.1).

Примечание: Перемещения следует считать стабилизировавшимися, если увеличение перемещений во время циклов от 750 до 1000 меньше, чем увеличение перемещений во время циклов от 500 до 750.

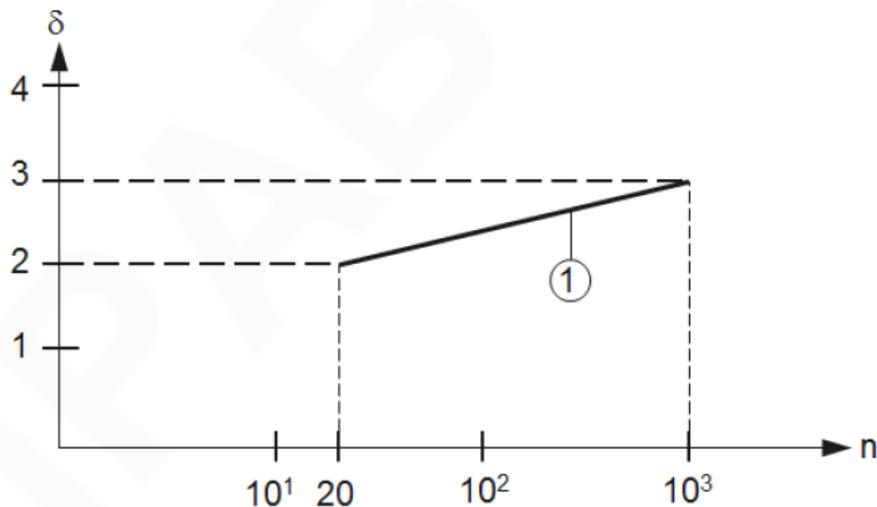


Рисунок 8.2 – Схема проекции призмы выкалывания

После завершения раскрытия трещин, испытание до разрушения следует выполнять с ограничением разрушения основания от выкалывания. Среднее значение прочности должно составлять более 90% от средних значений прочности при испытаниях в серии  $R3$ .

В случае, если указанные выше условия не выполняются, следует уменьшить величину усилия  $N_{p,red}$  и провести испытания повторно, до выполнения указанных условий. При этом следует рассчитать понижающий коэффициент по формуле:

$$\alpha_p = \frac{N_{p,red}}{N_p} \leq 0.9 \quad (8.9)$$

Обработку и оценку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- определить среднее и нормативное значение разрушающей нагрузки по формулам (9.17), (9.15) и выполнить корректировку значений с учетом фактической прочности бетона основания (см. раздел 9.2) и влияния партии бетона (см. Раздел 9.4);
- рассчитать коэффициент вариации по формуле (9.18) и при его значении более 20% - рассчитать коэффициент по формуле (9.14);
- рассчитать коэффициент учета влияния условий установки  $\alpha$  по методике раздела 9.8, сравнивая полученные значения с результатами испытаний серии R3;
- выполнить анализ величины усилия  $N_{u,adh}$  в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания и рассчитать понижающий коэффициент по формуле (9.23);
- рассчитать частные, средние значения и коэффициент вариации перемещений при контрольных нагрузках согласно пп. 9.10 и проверить выполнение условия (9.25).

8.9 Испытания серий B14-B15 следует выполнять с ограничением разрушения основания от выкалывания. Испытания следует выполнять для среднего диаметра анкера 12 мм или наименьшего диаметра, если он больше 12 мм.

Перемещения, полученные по результатам испытаний следует экстраполировать на возраст 50 лет (серия B14) или 10 лет (серия B15) по формуле:

$$\delta_{N,t} = \delta_0 + a \cdot t^b, \quad (8.10)$$

где  $\delta_0$  – начальное перемещение в испытаниях сразу после приложения нагрузки  $N_{sust}$ , определяемой по формуле (6.3);

$t$  – время, (в годах), на которое экстраполируется значение перемещений при определении длительных деформаций и 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 при кратковременном действии нагрузки в контрольных испытаниях серий R6:

$$\delta_{N,0} \geq \delta_{N,t}, \quad (8.11)$$

34 где  $\delta_{N,0}$  – перемещение по результатам испытаний серии R6.

В случае, если условие (8.11) не выполнено, испытание следует выполнить повторно, с уменьшенной величиной усилия  $N_{sust,red}$  до тех пор, пока условие (8.11) не будет выполнено. При этом рассчитывается дополнительный

коэффициент по формуле (9.19).

8.10 Испытания серии *B16* следует выполнять с ограничением разрушения основания от выкалывания. Испытания следует выполнять для среднего диаметра анкера 12 мм или наименьшего диаметра, если он больше 12 мм.

Скорость увеличения перемещения в зависимости от количества циклов замораживания-оттаивания должна уменьшаться до значения, практически равного нулю. Если это условие не выполнено, то усилие  $N_{sust}$  следует уменьшить до величины  $N_{sust,red}$ , при которой приведенный выше критерий оценки будет выполнен.

Результаты испытаний следует сравнивать с результатами испытаний серии *R7*. Методику обработки результатов следует принимать по разделу 6.6. При необходимости выполнить расчет понижающего коэффициента  $\alpha_p$  по формуле:

$$\alpha_p = \frac{N_{sust,red}}{N_{sust}} \leq 0.9 \quad (8.12)$$

где  $N_{sust,red}$  - уменьшенное значение длительной нагрузки по результатам серии испытаний *B16*;

$N_{sust}$  - требуемое значение длительной нагрузки в серии испытаний *B16*, рассчитанное по формуле (6.4).

8.11 Испытания серии *B17* следует выполнять только для анкеров, для которых ИП допускает установку снизу-вверх. Испытания следует выполнять с ограничением разрушения основания от выкалывания для максимального диаметра анкера по ИП.

Результаты испытаний следует сравнивать с результатами испытаний серии *R1*. Методику обработки результатов следует принимать по разделу 6.3. После обработки результатов следует выполнить проверку требований раздела 9.8.

8.12 Испытания серий *B18* и *B19* следует выполнять для среднего диаметра анкера 12 мм или наименьшего диаметра, если он больше 12 мм.

Результаты испытаний следует сравнивать с результатами испытаний серии *R8*. Методику обработки результатов следует принимать по разделу 6.7. После обработки результатов следует выполнить проверку требований раздела 9.8.

По результатам испытаний следует рассчитать понижающий коэффициент по формуле:

$$\alpha_4 = \min \left( \frac{\tau_{Ru,m,B18}}{\tau_{Ru,m,r}}; \frac{\tau_{Ru,m,B19}}{0.9 \cdot \tau_{Ru,m,r}} \right) \leq 1.0 \quad (8.13)$$

где:  $\tau_{Ru,m,r}$  - касательные напряжения, рассчитанные по результатам испытаний

**СТО 05156706-001-2019**

серии *R8* по формуле (9.9), принимая вместо  $h_{ef}$  значение фактической толщины образца  $h_{sl}$ .

$\tau_{Ru,m,B18}$ ,  $\tau_{Ru,m,B19}$  - касательные напряжения, рассчитанные по результатам испытаний серии *R18* и *R19* по формуле (9.9), принимая вместо  $h_{ef}$  значение фактической толщины образца  $h_{sl}$ .

## 9. Нормативное сопротивление

9.1 Обработку результатов испытаний при действии осевой силы следует выполнять согласно требований разделов 9.2 – 9.12. Обработку результатов испытаний при действии поперечной силы следует выполнять согласно требований разделов 9.13 – 9.16.

9.2 Корректировку результатов испытаний с учетом фактической прочности бетона основания и стали следует выполнять в соответствии с формулами (9.1-9.8) в зависимости от механизма разрушения:

Разрушение по бетону основания:	при $\frac{B}{R_m} \leq 1.0$ $F_i = F_{ucn,i} \left( \frac{B}{R_m} \right)^{0.5}$	(9.1)
Разрушение по клеевому составу:	при $\frac{B}{R_m} \leq 1.0$ $F_i = F_{ucn,i} \left( \frac{B}{R_m} \right)^m$	(9.2)
Испытания с ограничением разрушения от выкалывания в основании без трещин:	$m = \frac{\log \left( \frac{N_{u,m,R2}}{N_{u,m,R1}} \right)}{\log \left( \frac{R_{m,R2}}{R_{m,R1}} \right)} \leq 0.5$	(9.3)
Испытания с ограничением разрушения от выкалывания в основании с трещинами:	$m = \frac{\log \left( \frac{N_{u,m,R4}}{N_{u,m,R3}} \right)}{\log \left( \frac{R_{m,R4}}{R_{m,R3}} \right)} \leq 0.5$	(9.4)
Испытания без ограничения разрушения от выкалывания в основании без трещин:	$m = \frac{\log \left( \frac{N_{u,m,A2}}{N_{u,m,A1}} \right)}{\log \left( \frac{R_{m,A2}}{R_{m,A1}} \right)} \leq 0.5$	(9.5)
Испытания без ограничения разрушения от выкалывания в основании с трещинами:	$m = \frac{\log \left( \frac{N_{u,m,A4}}{N_{u,m,A3}} \right)}{\log \left( \frac{R_{m,A4}}{R_{m,A3}} \right)} \leq 0.5$	(9.6)
	$\psi_{c,\phi} = \left( \frac{B_\phi}{B} \right)^m > 1.0^1$	(9.7)
Разрушение по стали анкера:	$F_i = F_{i,ucn} \frac{R_{yn,nom}}{R_{yn}}$	(9.8)

Примечание: <sup>1)</sup> 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 минимальному значению, рассчитанному из уравнений (9.3) - (9.6).

9.3 Корректировку результатов испытаний с учетом фактического диаметра стального элемента следует выполнять в соответствии с формулами (9.9-9.10):

$$\tau_{Ru} = \frac{N_{Ru}}{\pi \cdot d \cdot h_{ef}} \quad (9.9)$$

$$\tau_{u,5\%} = \frac{N_{u,5\%}}{\pi \cdot d \cdot h_{ef}} \quad (9.10)$$

9.4 Корректировку результатов испытаний с учетом влияния различных партий бетона следует выполнять с учетом коэффициента влияния партии бетона в соответствии с формулами (9.11-9.12):

$$F_{u,p} = F_{u,t,l} \cdot \alpha_{ref} \quad (9.11)$$

$$\alpha_{ref} = \frac{\min \tau_{Ru,m,r,12}}{\tau_{Ru,m,i,12}} \leq 1.0 \quad (9.12)$$

9.5 Корректировку результатов испытаний с учетом фактической изменчивости результатов испытаний следует выполнять с учетом коэффициента вариации в отдельных сериях в соответствии с формулами (9.13-9.14):

— для серий испытаний  $R1-R8, A1-V1$  при коэффициенте вариации силы сопротивления  $15\% < \nu < 30\%$  по формуле:

$$\alpha_{\nu} = \frac{1}{1 + (\nu - 15) \cdot 0,03}, \quad (9.13)$$

— для серий испытаний  $B1-B19$  при коэффициенте вариации силы сопротивления  $20\% < \nu < 30\%$  по формуле по формуле:

$$\alpha_{\nu} = \frac{1}{1 + (\nu - 20) \cdot 0,03}, \quad (9.14)$$

где  $\nu$  – коэффициент вариации в процентах.

При коэффициенте вариации силы сопротивления  $\nu > 30\%$  нормирование прочности анкера не допускается.

9.6 Нормативное значение силы сопротивления и прочности анкера в серии испытаний следует вычислять по формулам:

$$N_{u,5\%} = N_m (1 - k\nu) \quad (9.15)$$

$$\tau_{u,5\%} = \tau_m (1 - k\nu) \quad (9.16)$$

- где:  $N_m$  и  $\tau_m$  - среднее значение силы сопротивления и прочности в серии испытаний;
- $k$  – коэффициент обеспеченности разрушающей нагрузки 0,95 при достоверности 90%, принимаемый по таблице 9.1;
- $V$  – коэффициент вариации значения силы сопротивления в серии испытаний.

Таблица 9.1.

Число испытаний	$k$	Число испытаний	$k$
3	5.310	10	2.568
4	3.957	15	2.329
5	3.400	20	2.208
6	3.091	25	2.132
7	2.894	30	2.080
8	2.755	40	2.010
9	2.649	50	1.965

Среднее значение силы сопротивления в серии испытаний рассчитывается по формуле:

$$N_m = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{n}; \quad (9.17)$$

где:  $n$  - количество испытаний в серии;  
 $i$  – номер испытания.

Коэффициент вариации силы сопротивления в серии испытаний рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{1}{N_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_i - N_m)^2}{n-1}} \quad (9.18)$$

Среднее значение и коэффициент вариации прочности рассчитывается по формулам 9.17 и 9.18 с заменой  $N$  на  $t$ .

9.7 В случае, если по результатам испытаний серий *B14-B15* допустимая длительная нагрузка  $N_{p,t}$ , которую выдерживает анкер меньше требуемой величины  $N_p$ , при оценке нормативного сопротивления следует учитывать понижающий коэффициент  $\alpha_p$ , рассчитываемый в соответствии с формулой (9.19):

$$\alpha_p = \frac{N_{p,t}}{N_p} \leq 0.9 \quad (9.19)$$

где  $N_{p,t}$  - наименьшее значение допустимой длительной или максимальной нагрузки по результатам серии испытаний;  
 $N_p$  - требуемое значение допустимой длительной или максимальной нагрузки в серии испытаний *B14-B16*.

9.8 Учет влияния нарушения условия установки по результатам

специальных испытаний серий *B4-B19* следует выполнять с помощью понижающих коэффициентов, определяемых по формулам:

$$\alpha_m = \frac{N_{m,A1-A4}}{N_{m,B4-B19}} \geq [\alpha] \quad (9.20)$$

$$\alpha_n = \frac{N_{n,A1-A4}}{N_{n,B4-B19}} \geq [\alpha] \quad (9.21)$$

где:  $N_{n,A1-A4}$ ,  $N_{m,A1-A4}$  – нормативное и среднее значение силы сопротивления по результатам стандартных испытаний;

$N_{n,B4-B19}$ ,  $N_{m,B4-B19}$  – нормативное и среднее значение силы сопротивления по результатам специальных испытаний;

$\alpha_n$  – коэффициент влияния условий специальных испытаний, определяемый по нормативным значениям;

$\alpha_m$  – коэффициент влияния условий специальных испытаний, определяемый по средним значениям;

$[\alpha]$  – предельно допустимое значение коэффициент влияния условий специальных испытаний в сериях *B4-B19*, значение принимается по таблице 8.1.

Если серии стандартных и специальных испытаний имеют различное количество испытаний, а коэффициент вариации в сериях специальных испытаний не превышает коэффициент вариации в сериях стандартных испытаний и не превышает 15%, допускается не учитывать условие (9.21).

Если условия (9.20) и (9.21) не выполняются, следует определять коэффициент учета результатов специальных испытаний по формуле:

$$\alpha = \frac{(\alpha_n; \alpha_m)_{\min}}{[\alpha]} \quad (9.22)$$

9.9 Учет влияния неконтролируемого скольжения выполняется по формуле:

$$\alpha_1 = \frac{N_{u,adh}}{N_{n,p}^0} \cdot \frac{1.5}{1.3} \cdot \gamma_{Np} \leq 1.0 \quad (9.23)$$

где:

$N_{n,p}^0$  – нормативное значение силы сопротивления для одиночного анкера, определяемое по формуле (6.25) Методического пособия к СП63.13330.2012;

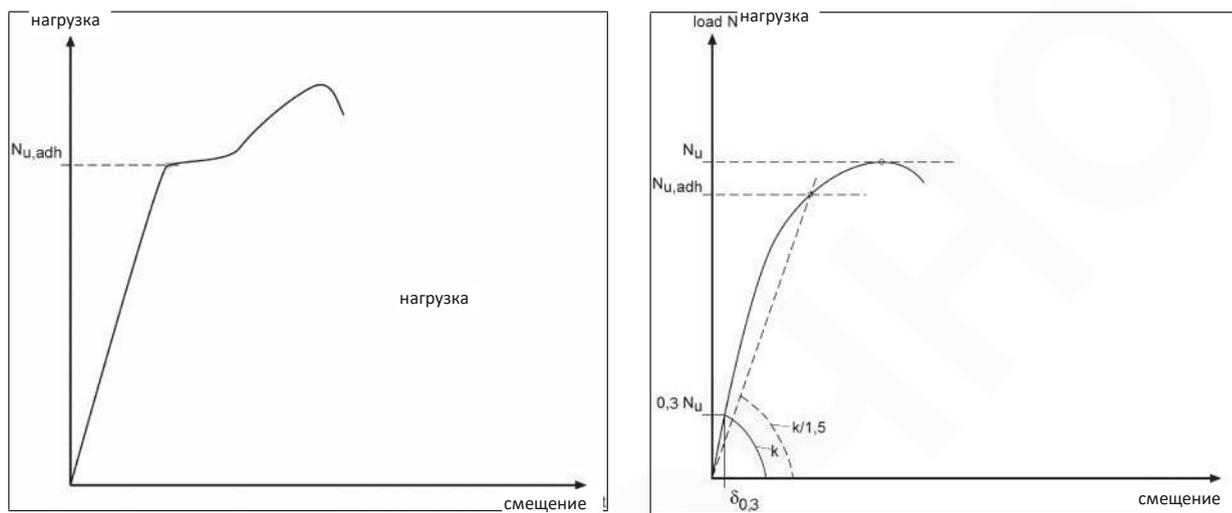
$N_{u,adh}$  - нагрузка в начале неуправляемого скольжения при потере сцепления клеевого состава с бетоном основания, определяемое для каждого испытания по графикам: в случае ступенчатого изменения жесткости принимается по рисунку 9.1а; в случае отсутствия выраженного изменения жесткости определяется по следующей методике:

- вычислить касательную к кривой «нагрузка – перемещение» в точке с ординатой  $0,3 N_u$  ( $N_u$  – максимальная пиковая нагрузка во время проведения испытания). Допускается касательную прямую проводить как секущую между точками  $0/0$  и  $0,3 \cdot N_u / \delta_{0,3}$  ( $\delta_{0,3}$  – смещение при  $N = 0,3 \cdot N_u$ ) на графике «нагрузка-перемещение».
- разделить угол наклона касательной прямой на коэффициент 1,5, провести прямую через точку  $0/0$  под полученным углом к оси X и найти точку ее пересечения с графиком «нагрузка-перемещение»;
- точка пересечения между этой линией и кривой «нагрузки – перемещения» представляет собой нагрузку  $N_{u,adh}$ , где нарушается сцепление и начинается неконтролируемое скольжение (см. рисунок 9.1б).

Если на кривой «нагрузки – перемещение» присутствуют максимумы (пики), с левой стороны этой линии, которая выше точки пересечения нагрузки,  $N_{u,adh}$  принимается равной пиковой максимальной нагрузке (см. рисунок 9.1в).

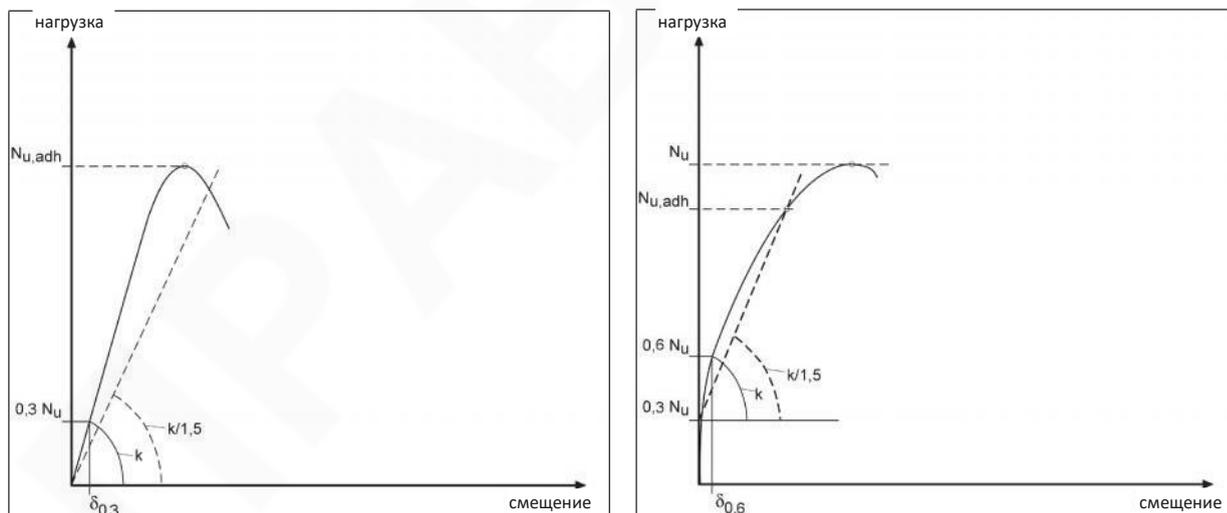
Если на начальном этапе нагружения высокая жесткость (характеризующаяся малыми смещениями  $\delta_{0,3} \leq 0,05$  мм), тогда касательную линию для расчета допускается перенести в точку  $(\delta_{0,3}; 0,3N_u)$  по рисунку 9.1д).

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,  $\alpha_1$  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 9.1 - Примеры кривых «нагрузка – перемещения».

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

— для серий испытаний *R1-R8, A1-A5, B1-B5*:

$$v_{\delta} \leq 0.25 \quad (9.24)$$

42 — для серий испытаний *B4-B17*:

$$v_{\delta} \leq 0.40 \quad (9.25)$$

где:

$\nu_\delta$  – коэффициент вариации перемещений анкеров в серии испытаний, определяемый по формуле:

$$\nu_\delta = \frac{1}{\delta_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i - \delta_m)^2}{n-1}} \quad (9.26)$$

где:  $\delta_i$  – перемещение  $i$ -го анкера при нагрузке, соответствующей  $0,5 \cdot N_m$  в серии испытаний;

$\delta_m$  – среднее перемещение анкеров при нагрузке, соответствующей  $0,5 \cdot N_m$  в серии испытаний.

При расчете коэффициент вариации перемещений анкеров в серии испытаний допускается выполнять корректировку графиков «нагрузка-перемещение» в соответствии с рисунком 9.2

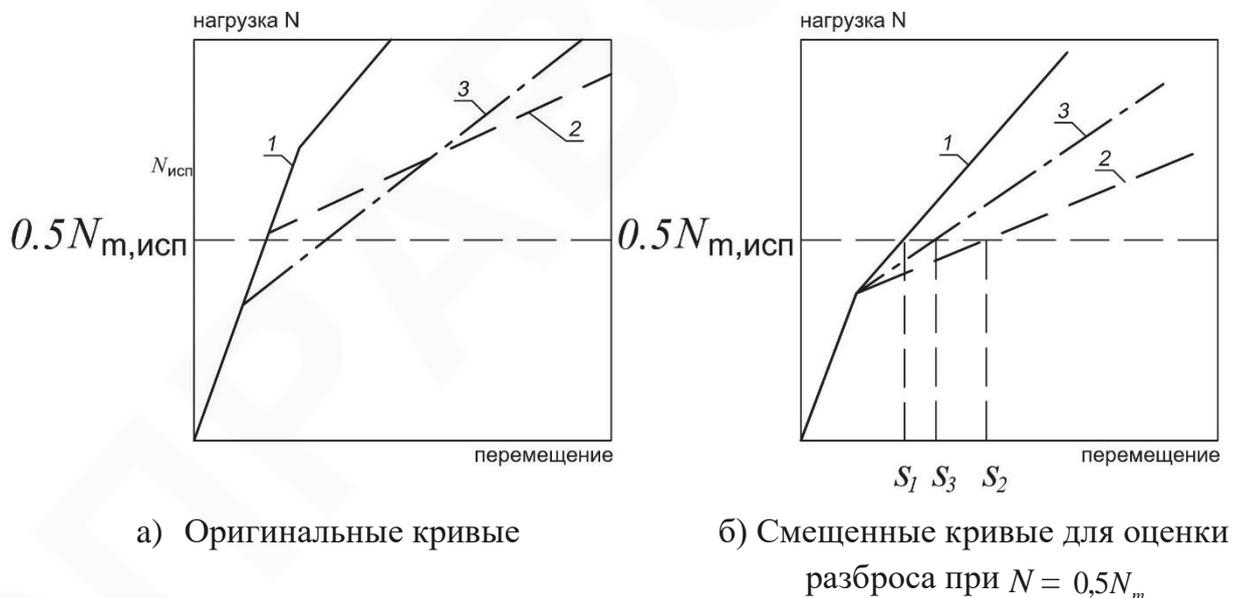


Рисунок 9.2. - Исходные и трансформированные диаграммы испытания анкеров.

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

При нарушении требований (9.24) и (9.25) нормирование работы анкеров в группе не допускается.

9.11 Нормативное значение силы сопротивления анкера при действии осевых сил следует определять по формуле:

$$N_n = N_{5\%} \cdot \alpha_{ref} \cdot \alpha_{v,\min} \cdot \alpha_{p,\min} \cdot \alpha_{\min} \cdot \alpha_{1,\min} \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \quad (9.27)$$

9.12 Нормативное значение максимальных касательных напряжений при

действию осевых сил следует определять по формуле:

$$\tau_n = \tau_{5\%} \cdot \alpha_{setup} \cdot \alpha_{ref} \cdot \alpha_{v,\min} \cdot \alpha_{p,\min} \cdot \min(\alpha_{\min}; \alpha_{1,\min}) \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \quad (9.28)$$

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

$$V_{u,5\%} = V_m (1 - kv) \quad (9.29)$$

где:  $V_m$  - среднее значение силы сопротивления в серии испытаний  $VI$ ;  
 $k$  - коэффициент обеспеченности разрушающей нагрузки 0,95 при достоверности 90%, принимаемый по таблице 9.1;  
 $v$  - коэффициент вариации силы сопротивления в серии испытаний.

Среднее значение силы сопротивления в серии испытаний следует рассчитывать по формуле:

$$V_m = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}; \quad (9.30)$$

где:  $n$  - количество испытаний в серии;  
 $i$  - номер испытания.

$$V_i \geq V_{i,ucn} \cdot \frac{R_{un}}{\sigma_{e,m}} \quad (9.31)$$

где  $V_{i,ucn}$  - результат испытания  $i$ -го анкера на срез;

$\sigma_{e,m}$  - среднее значение временного сопротивления испытанных образцов каждого диаметра, определяемое по формуле:

$$\sigma_{e,m} = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{e,i}}{n}; \quad (9.32)$$

Коэффициент вариации силы сопротивления в серии испытаний рассчитывается по формуле:

$$v = \frac{1}{V_m} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_i - V_m)^2}{n-1}} \quad (9.33)$$

9.14 Допускается не выполнять испытание анкеров на срез при установке анкеров в бетоне классов В25 и более, эффективной глубине установки анкера  $h_{ef} > 4 \cdot d_{nom}$  и постоянном сечении анкера в зоне среза. В этом случае среднее значение силы сопротивления для основания с трещинами и без трещин допускается определять по формуле (9.34), нормативное значение допускается определять по формуле (9.35).

$$V_{m,s} \geq 0.6 \cdot A_{s,nom} \cdot R_{un} \quad (9.34)$$

44 где  $A_{s,nom}$  - номинальная площадь поперечного сечения анкера, принимаемая в зависимости от параметров резьбы. Для метрической резьбы допускается принимать по ГОСТ 1759.4.

$$V_{n,s} \geq 0.5 \cdot A_{s,nom} \cdot R_{un} \quad (9.35)$$

9.15 Коэффициент надежности для разрушения при действии поперечных сил следует определять по формулам:

$$\text{при } R_{un} \leq 800 \text{ МПа и } \frac{R_{yn}}{R_{un}} \geq 0.8 \text{ по формуле: } \gamma_{Vs} = \frac{R_{un}}{R_{yn}} \geq 1.25 \quad (9.36)$$

$$\text{при } R_{un} > 800 \text{ МПа или } \frac{R_{yn}}{R_{un}} < 0.8 \text{ по формуле: } \gamma_{Vs} = 1.5 \quad (9.37)$$

где:  $R_{yn}$  - нормативный предел текучести стали указанный в ИП;

$R_{un}$  – нормативный предел прочности стали указанный в ИП, а также подтвержденный испытаниями серии *NI*.

9.16 Среднее значение силы сопротивления при выкалывании бетона за анкером для основания без трещин определяется по формуле (9.38), для основания с трещинами определяется по формуле (9.39):

$$V_{ult,cp} \geq k \cdot N_{ult,c} \quad (9.38)$$

где  $N_{ult,c}$  – предельное растягивающее усилие из условия прочности при выкалывании бетона основания, определяемое по пп. 5.1.3.1;

$k$  – коэффициент, учитывающий глубину анкеровки, принимаемый равным:

$$k = 1,0 \text{ для } h_{ef} < 60 \text{ мм};$$

$$k = 2,0 \text{ для } h_{ef} \geq 60 \text{ мм}.$$

Примечание: Значения  $k$  могут уточняться по результатам дополнительных испытаний группы из 4-х анкеров на действие поперечных сил по ГОСТ Р 56731. Методика обработки результатов испытаний приведена в разделах 2.2.7 и 2.2.8 EAD 330499-00-0601.

$$V_{ult,cp} \geq 0.7 \cdot k \cdot N_{ult,c} \quad (9.39)$$

9.17 Нормативное значение силы сопротивления анкера при действии поперечных сил следует определять по формуле:

$$V_n = V_{u,5\%} \cdot \alpha_{v,min} \quad (9.40)$$

## 10. Перемещения и жесткость

10.1 Перемещения при кратковременном действии растягивающих и сдвигающих усилий следует определять по формулам (10.1) и (10.2).

$$\delta_{N0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{Ni}}{n} (1 + k\nu); \quad (10.1)$$

где:  $\delta_{Ni}$  - перемещения  $i$ -го анкера при действии контрольного растягивающего усилия с учетом требований пп. 10.2;

$k$  – коэффициент, соответствующий обеспеченности 0,95 при

достоверности 90%, принимаемый по таблице 9.1;

$V$  – коэффициент вариации значений перемещения в серии испытаний, определяемый по формуле (9.26).

$$\delta_{V0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{Vi}}{n} (1 + kV); \quad (10.2)$$

где:  $\delta_{Vi}$  – перемещения  $i$ -го анкера при действии контрольного сдвигающего усилия с учетом требований пп. 10.2.

10.2 Перемещения при кратковременном и длительном воздействии продольных и поперечных усилий следует определять при контрольном усилии, определяемом по формулам (10.3) и (10.4):

$$N_{cont} = \frac{N_{u,5\%}}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}} \quad (10.3)$$

$$V_{cont} = \frac{V_{u,5\%}}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}} \quad (10.4)$$

где  $\gamma_f$  – усредненный коэффициент надежности по нагрузке (постоянной и временной, действующей на анкерное крепление), принимается согласно СП 20.13330.2012 «Нагрузки и воздействия»;

$\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5.

*Примечание:* значение усредненного коэффициента надежности по нагрузке  $\gamma_f$  зависит от действующих нагрузок и определяется расчетом как отношение суммарных расчетных нагрузок к суммарным нормативным нагрузкам. При отсутствии данных для технической оценки допускается принимать значение  $\gamma_f = 1,2$ .

10.3 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.

10.4 Перемещения при длительном воздействии растягивающей нагрузки для анкеров, используемых только в основании из бетона без трещин, следует рассчитывать исходя из результатов испытаний серии B12 по формуле (10.5):

$$\delta_{N\infty} = \frac{\delta_{m2}}{2} \quad (10.5)$$

где  $\delta_{m2}$  – 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 серии *B13* по формуле (10.6):

$$\delta_{N_{\infty}} = \frac{\delta_{m1}}{1,5} \quad (10.6)$$

где  $\delta_{m1}$  - среднее перемещение анкера после 1000 циклов изменения ширины раскрытия трещин в серии испытаний *B13*.

10.5 Перемещения при длительном воздействии сдвигающей нагрузки допускается определять по формуле:

$$\delta_{V_{\infty}} = 1,5 \cdot \delta_{V_0} \quad (10.7)$$

10.6 Коэффициенты жесткости анкера при кратковременном и длительном действии нагрузки следует определять согласно требований пп. 7.9 и 7.10 Методического пособия к СП 63.1330.2012 «По проектированию анкерных креплений строительных конструкций и оборудования».

## 11. Требования к оформлению результатов и составлению технического паспорта

11.1 При оформлении технического паспорта нормативную прочность следует приводить в виде предельно-допустимых касательных напряжений:

- в основании без трещин:

$$\tau_{n,urc} = \tau_{n,A1-A2} \quad (11.1)$$

где:  $\tau_{n,A1-A2}$  - нормативное значение сцепления в основании без трещин, рассчитанное по формуле (9.28) с учетом результатов испытаний серий *A1-A2*;

- в основании с трещинами:

$$\tau_{n,rc} = \tau_{n,A3-A4} \quad (11.2)$$

где:  $\tau_{n,A3-A4}$  - нормативное значение сцепления в основании без трещин, рассчитанное по формуле (9.28) с учетом результатов испытаний серий *A3-A4*.

11.2 Значение нормативной прочности, представленное в Техническом паспорте, должно быть одинаковым для всех диаметров или же подчиняться монотонной зависимости (не более одного экстремума) от диаметра.

Для проверки этого предположения следует построить графики зависимости сил сцепления, приведенных к номинальным классам бетона от диаметра для серий контрольных (*R1-R4*) и стандартных (*A1-A4*) испытаний.

При нарушении указанного требования значение нормативной прочности следует уменьшать до значений, удовлетворяющих указанному требованию.

11.3 Величину нормативной прочности следует назначать с учетом следующих требований:

- при указании нормативных значений, полученные в испытаниях значения нормативной прочности (см. пп. 9.11 и 9.16) следует округлять в меньшую сторону до значений следующего параметрического ряда:

$$\tau_n = 2/2,5/3/3,5/4/5/6/7/8/10/12/14/16/18/20/22/25/30/35/40/45/50/55/60/70/80/90/100/115/130/150/175/200/225/250/300 \text{ Н/мм}^2 \quad (11.3)$$

- при указании нормативных значений сил сопротивления анкера при разрушении по стали следует округлять в меньшую сторону до 0,1 кН;
- Значения коэффициента  $\psi_c$ , учитывающего фактическую прочность бетона основания, определяются для каждого размера анкера отдельно, по формуле (11.3), при этом в Техническом паспорте указывается минимальное значение коэффициента  $\psi_c$  из значений, определенных для оснований с наличием и без наличия трещин;

- в Техническом паспорте указывается нормативное значение силы сопротивления анкера для бетона класса В25. Для других прочностей бетона указывается коэффициент  $\psi_c$ , определяемый по формуле (11.4):

$$\psi_c = \frac{N_{m,R}}{N_{m,B25}} \quad (11.4)$$

где  $N_{m,B25}$  - среднее значение сил сопротивления для прочности бетона В25;

$N_{m,R}$  - среднее значений сил сопротивления для принятой прочности бетона  $R$ .

11.4 Перечень необходимых документов для составления Технического паспорта по настоящему стандарту включает:

- инструкцию по монтажу, в том числе со всеми необходимыми приспособлениями для монтажа, включая информацию по очистке отверстий;
- установочные параметры (размер бура, момент затяжки, максимальная толщина прикрепляемой детали), эффективная глубина анкеровки, минимальная глубина отверстия, и т.д.;

11.5 Типовая форма Технического паспорта представлена в Приложении Б к Методическому пособию к СП 63.1330.2012 «По проектированию анкерных креплений строительных конструкций и оборудования». При выполнении испытаний по сокращенным схемам типовая форма должна быть сокращена путем удаления параметров, для определения которых не были проведены испытания, при сохранении данных, необходимых для расчета.

**Приложение А  
(рекомендуемое)**

**Рекомендации по планированию и обработке результатов испытаний  
химических анкеров с использованием резьбовых шпилек**

А.1 Рекомендации предназначены для применения при выполнении испытаний анкерных креплений, имеющих Европейские свидетельства ЕТА для следующих случаев:

- проверка соответствия представленного изделия ИП;
- проверка соответствия условий хранения изделия ИП;
- проверка качества монтажа и соответствия ИП;
- проверка квалификации монтажников анкерного крепления.

Рекомендации предназначены для проверки или подтверждения основных параметров работы химических анкеров различных типов с использованием резьбовых шпилек при растяжении, приведенных в ЕТА.

Испытания могут выполняться как в лабораторных, так и построечных условиях.

А.2 Глубину анкеровки (заделки) шпильки химического анкера следует назначать таким образом, чтобы гарантированно получить требуемый механизм разрушения: «комбинированное разрушение по контакту с выкалыванием бетона основания».

Для исключения механизма разрушения «выкалывание бетона основания с образованием конуса бетона» испытания следует проводить с ограничением (препятствием выкалыванию бетона основания, устанавливая под опоры прибора диск с отверстием соответствующего диаметра) согласно п. 8.2 ГОСТ Р 58387.

Для исключения механизма разрушения «по стали» следует использовать шпильки повышенной прочности (для резьбовых шпилек класс прочности – не ниже 10.9).

Общую длину заделки анкера в основание, которая должна обеспечить требуемый механизм разрушения крепления, следует рассчитывать по формуле:

$$h_{nom} = \frac{N_{RKs}^* \times 0,6}{\pi \times d_{nom} \times \tau_{RK} \times k}, \text{ (мм)} \quad (\text{А.1})$$

Где:  $N_{RKs}^*$  - нормативное сопротивление стальной шпильки растяжению по ГОСТ ISO 898-1, (Н), но не более максимального усилия, развиваемого установкой;

$d_{nom}$  - номинальный диаметр резьбовой шпильки (мм);

$\tau_{RK}$  - нормативное сопротивление для соответствующего типоразмера шпильки и температурного диапазона при механизме разрушения «комбинированное разрушение по контакту с выкалыванием бетона основания» приведенное в ЕТА (МПа);

$k = 2$  - безразмерный коэффициент.

Окончательную длину заделки  $h_{nom}$  следует принимать с учетом требований ЕТА, но:

- не более  $1,35 \times h_{nom}$ ;
- не менее  $5 \times d_{nom}$  для анкеров со шпильками от М8 до М22 включительно;
- не менее  $4 \times d_{nom}$  для анкеров со шпильками от М24 и более.

А.3 Испытания следует выполнять с учетом следующих дополнительных требований:

- химические анкеры устанавливают в бетонные плиты с характеристиками по ГОСТ 56731, прочностью В25-В35 и влажностью не более 10%;
- установку анкеров каждого типоразмера в бетонное основание производят с соблюдением всех правил установки сериями с количеством анкеров в серии не менее 10шт;
- время выдержки для анкеров разных типоразмеров с одним видом состава с не истекшим сроком годности (от установки до начала проведения испытаний) не должно быть менее рекомендованного для установленной температуры и должно быть приблизительно одинаковым для разных типоразмеров испытываемых анкеров;
- испытания для каждого типоразмера шпилек проводят сериями с количеством испытаний в серии не менее 10шт. Испытания анкеров в серии производят без перерыва, последовательно до окончания серии;
- для анкеров, не требующих момента затяжки при установке допускается применять оборудование с встроенным датчиком перемещения;
- для предотвращения случаев разрушения резьбовых шпилек при испытании, если до этого момента не произошло разрушения анкерного крепления «по контакту», испытания прекращают при достижении испытательной нагрузкой значений, соответствующих предельному состоянию анкерного крепления по прочности стали шпилек, т. е. значений, приведенных в таблице 4 ГОСТ ISO 898-1.

А.4 В качестве единичных результатов испытаний следует принимать (рис. А.1-А.3):

- максимальные значения испытательной нагрузки ( $N_{исп,i} = N_{max}$ ), если резкое изменение «жесткости», горизонтальные участки или локальные максимумы кривой на графике зависимости «нагрузка-перемещение» располагаются выше значений испытательной нагрузки равной  $0,8 \cdot N_{max}$  (рис. А.1);
- значения, рассчитанные по формуле  $N_{исп,i} = 1,2 \cdot N_2$ , где  $N_2$  - усилие, соответствующее потере сцепления и проявляющееся в виде горизонтального участка или локального максимума на графике зависимости «нагрузка-перемещение», если усилие  $N_2$  располагается ниже значений испытательной нагрузки равной  $0,8 \cdot N_{max}$  (рис. А.2);

— значения испытательной нагрузки, соответствующие потере сцепления  $N_{U,adh}$ , если резкое или плавное изменение «жесткости» кривой на графике зависимости «нагрузка-перемещение» наступает при значениях испытательной нагрузки, меньшей, чем  $0,8 \cdot N_{max}$  (рис. А.3). Нагрузку при потере сцепления  $N_{U,adh}$  следует определять следующим образом:

1. Проводят касательную к кривой на участке от  $0/0$  до  $0,3 \cdot N_{max}$ , где  $N_{max}$  – максимальное значение испытательной нагрузки.
2. Измеряют угол между касательной и осью абсцисс и вычисляют тангенс угла.
3. Делят полученное значение на коэффициент 1,5.
4. Определяют угол наклона секущей, как угол, тангенс которого равен вычисленному в п.3 значению.
5. Проводят на графике из точки  $0/0$  секущую под этим углом к оси абсцисс.
6. Точка пересечения секущей и кривой «нагрузка – перемещение» даст значение нагрузки  $N_{U,adh}$ .

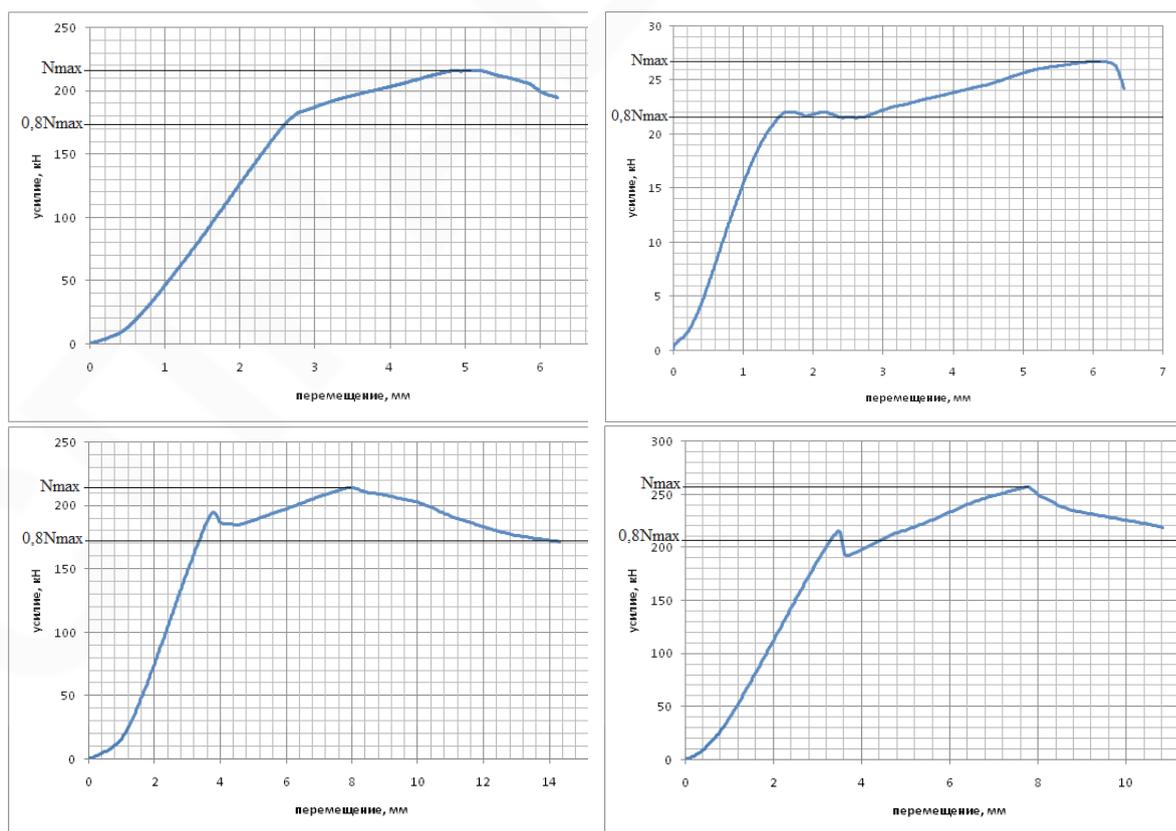


Рисунок А.1

$N_{исп.i} = N_{max}$ , если резкое изменение «жесткости», горизонтальные участки или локальные максимумы кривой на графике зависимости «нагрузка-перемещение» располагаются выше значений испытательной нагрузки равной  $0,8 \cdot N_{max}$ :

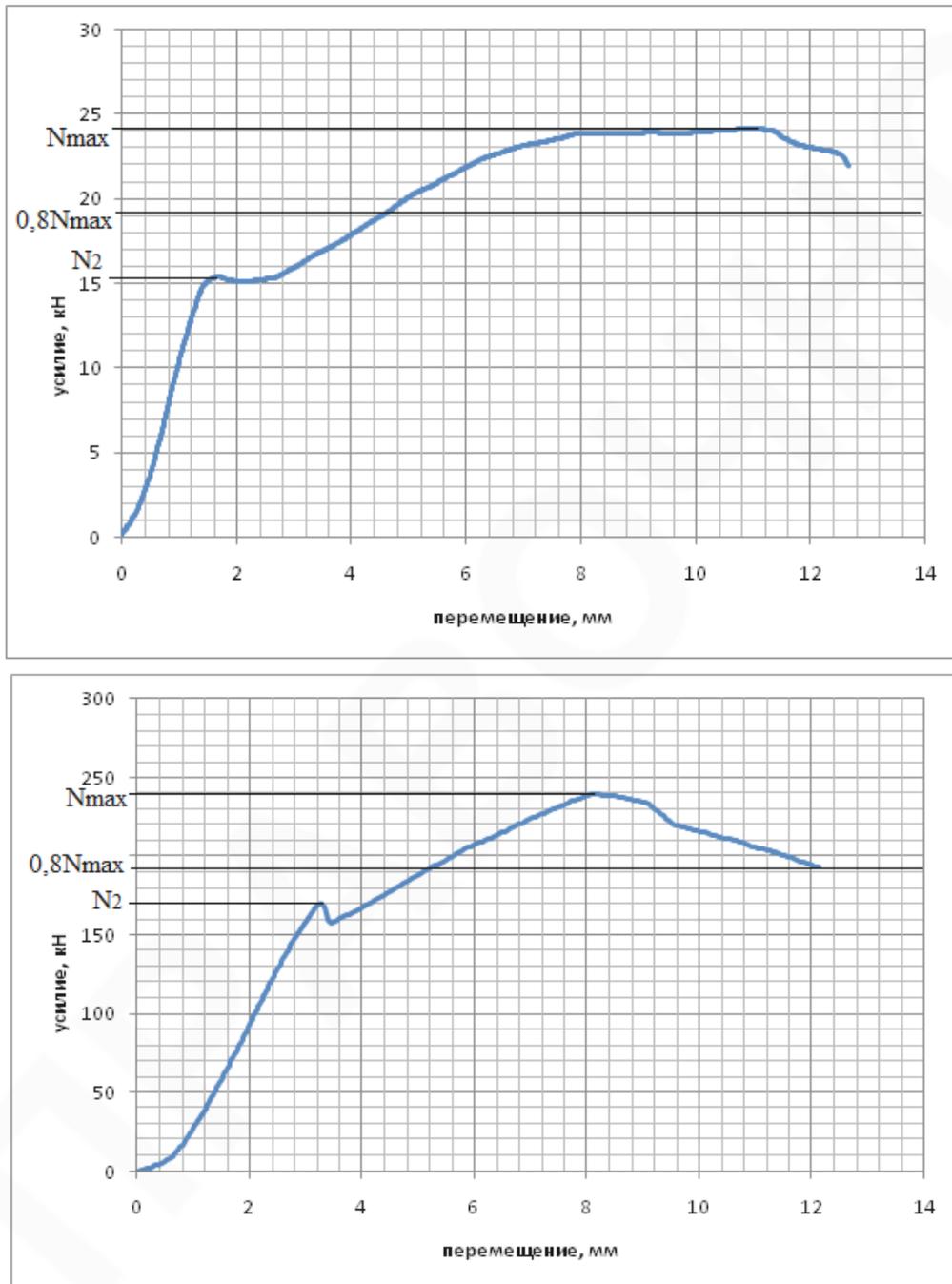


Рисунок А.2

$N_{исп.i} = 1,2 \cdot N_2$ , где  $N_2$  - усилие, соответствующее потере сцепления и проявляющееся в виде горизонтального участка или локального максимума на графике зависимости «нагрузка-перемещение», если усилие  $N_2$  располагается ниже значений испытательной нагрузки равной  $0,8 \cdot N_{max}$  :

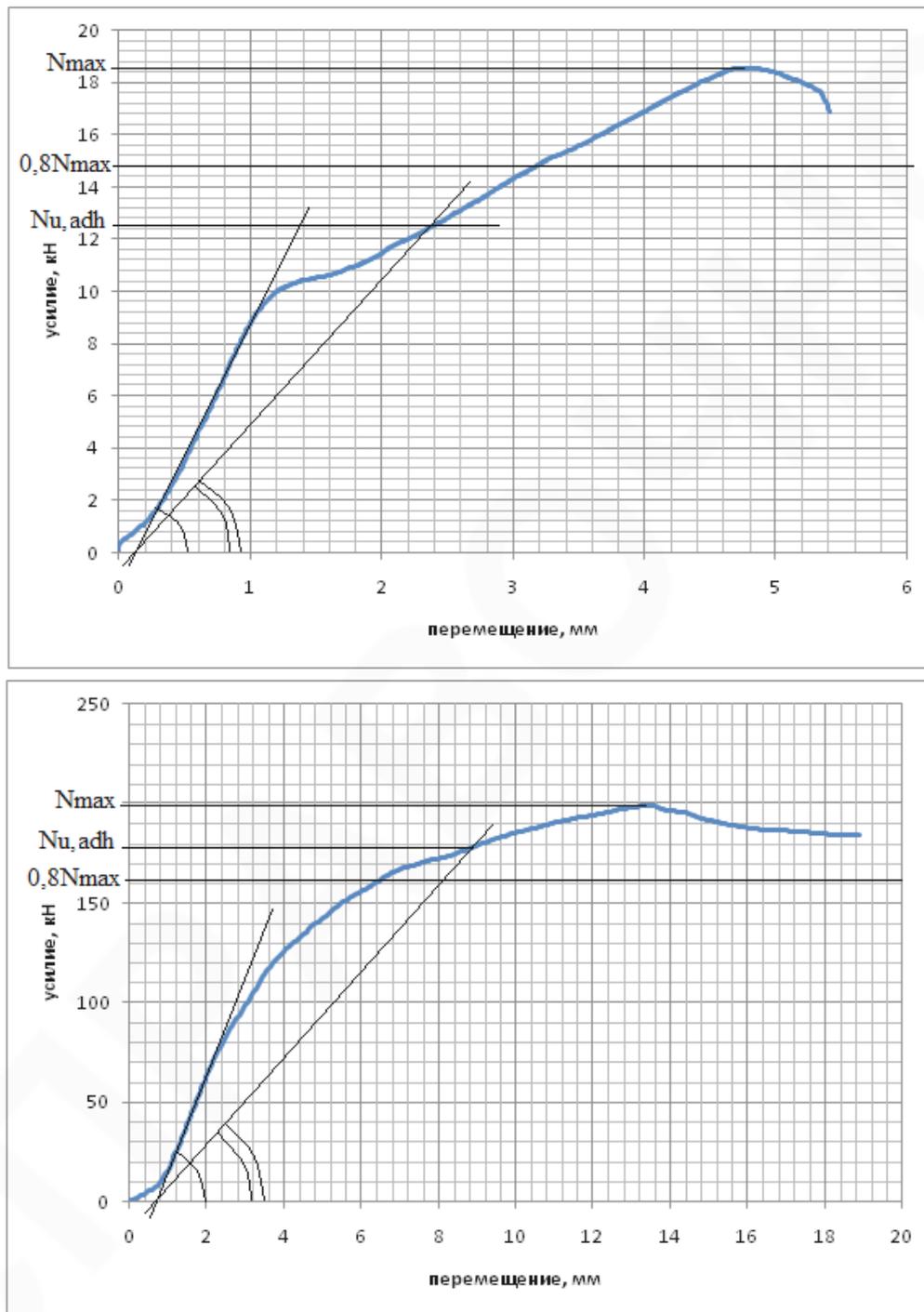


Рисунок А.3

$N_{ucn,i} = N_{U,adh}$ , где  $N_{U,adh}$  - усилие, соответствующие потере сцепления, если резкое или плавное изменение «жесткости» кривой на графике зависимости «нагрузка-перемещение» наступает при значениях испытательной нагрузки, меньшей, чем  $0,8 \cdot N_{max}$ :

### А.5 Обработка результатов испытаний:

Прочность сцепления химического анкера с основанием в каждом испытании серии следует рассчитывать по формуле:

$$\tau_{RU}^i = \lambda_{setup} \times \frac{N_U^i}{\pi \times d_{nom} \times h_{ef}} \quad (A.2)$$

Где:  $N_U^i = N_{ucn.}^i \times \left(\frac{B}{R}\right)^{0,5}$  - значение единичного результата в серии, приведенное к

прочности ближайшего наименьшего класса В, (Н);

$N_{ucn.}^i$  - единичный результат испытаний в серии, (Н);

$R$  - средняя фактическая прочность бетона, (МПа);

$d_{nom}$  - номинальный диаметр резьбовой шпильки, (мм);

$h_{ef}$  - эффективная глубина анкеровки, (мм);

$\lambda_{setup} = 1,0$  для испытаний без ограничения выкалыванию бетона;

$\lambda_{setup} = 0,75$  для испытаний с ограничением выкалыванию бетона в бетоне класса В25 и более без трещин;

$\lambda_{setup} = 0,70$  для испытаний с ограничением выкалыванию бетона в бетоне класса В25 и более с трещинами.

В бетонах класса В20 и менее,  $\lambda_{setup}$  принимается по ЕТА или устанавливается по результатам сравнительных испытаний.

Нормативное значение прочности сцепления химического анкера с основанием в серии  $\tau'_{RK}$  для механизма разрушения «комбинированное разрушение по контакту с выкалыванием бетона основания» для бетона с классом прочности, установленного при испытании химических анкеров, рассчитывают по формуле :

$$\tau'_{RK} = \tau_{RU}^m \left(1 - t \frac{\nu}{100}\right) \quad (A.3)$$

Где:  $\tau_{RU}^m$  - среднее значение прочности сцепления в серии испытаний;

$t$  - коэффициент, зависящий от заданной обеспеченности и числа испытаний;

$\nu$  - коэффициент вариации (не должен превышать 20 % в серии испытаний).

Нормативное значение прочности сцепления химического анкера с основанием в серии  $\tau_{RK}$  для механизма разрушения «комбинированное разрушение по контакту с выкалыванием бетона основания» для бетона с «базовым» классом прочности по ЕТА (т.е. для бетона с  $\psi_c = 1,0$ ), рассчитывают

по формуле:

$$\tau_{RK} = \frac{\tau_{RK}}{\psi_c} \quad (A.4)$$

Где:  $\psi_c$  - коэффициент из ЕТА, соответствующий классу прочности бетона, установленного при испытании химических анкеров.

А.6 Сравнение результатов испытаний с данными ЕТА: В ЕТА нормативные значения прочности (сопротивление растяжению при механизме разрушения «комбинированное разрушение по контакту с выкалыванием бетона основания») могут быть представлены в виде касательных напряжений  $\tau_{RK}$  (МПа) и в виде силы  $N_{RK,0}$  (кН).

В первом случае сравнивают нормативные значения касательных напряжений для одного типоразмера шпилек и состава, полученные по результатам испытаний, с данными в ЕТА, во втором – силовые значения сопротивления.

Нормативное значение силы сопротивления растяжению по результатам испытаний следует вычислять по формуле:

$$N_{RK,0} = \tau_{RK} \times \pi \times d_{nom} \times h_{nom} (H) \quad (A.5)$$

Оценку результатов испытаний следует выполнять с использованием следующих формул:

$$\tau_{RK} \geq 0,95 \times [\tau_{RK}]; \quad (A.6)$$

Где:  $[\tau_{RK}]$  - значение из ЕТА.

$$N_{RK,0} \geq 0,95 \times [N_{RK,0}]; \quad (A.7)$$

Где:  $[N_{RK,0}]$  - значение из ЕТА.

Если условия выполняются, приведенные в ЕТА значения следует считать подтвержденными.