

СПРАВОЧНИК КОНСТРУКТОРА

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АНКЕРНЫХ УЗЛОВ

$$V_{Rk,c} = k \times d_{nom}^{0.5} \times (l_f/d_{nom})^{0.2} \times C^{1.5} / 1000$$

$$N_{Rk,p} = \pi \times d \times h_{ef} \times \tau_{Rk}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_i - \bar{N})^2}{n - 1}}$$

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Справочник конструктора «Расчет и проектирование анкерных узлов» адресован проектировщикам, конструкторам и инженерам строителям. В нем предлагается принципиально новый подход к решению основных проблем, с которыми приходится сталкиваться разработчикам строительной документации и производителям работ. Особенно это актуально в условиях отсутствия в Украине четкой нормативно-технической документации.

В справочнике изложены не только классические методы расчета анкерных креплений согласно ETAG, с подробным разбором приведенных примеров, но и предлагается к рассмотрению и применению новый метод, который основан на определении предельных состояний анкерного крепления сопротивлению нагрузке и деформации с последующей статистической обработкой данных, полученных в результате проведения натурных испытаний непосредственно на объекте. Такой комплексный подход к решению задач, при котором можно проверить правильность теоретических расчетов на каждом конкретном объекте и скорректировать значения с учётом полученных результатов при испытаниях, значительно снижает вероятность ошибки.

Рекомендуем наш справочник всем, кто заинтересован в качественном проектировании и строительстве.



Испытания на сейсмостойкость в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко



Европейский Технический допуск



Предел огнестойкости



Техническое свидетельство Минрегиона Украины



Допуск в растянутую зону бетона



Европейский допуск для не несущих конструкций зданий и сооружений при сейсмической активности до 6 баллов по шкале MSK-64



Европейский допуск для несущих конструкций зданий и сооружений при сейсмической активности до 9 баллов по шкале MSK-64



Тест пригодности применения клеевых анкеров до указанной температуры



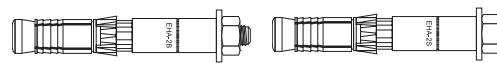
Европейский Технический допуск ETAG 029 для монтажа в кирпичную кладку



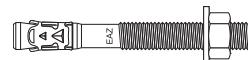
Допуск для анкеровки во влажные отверстия и под водой

1 ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВЫ АНКЕРНОЙ ТЕХНИКИ
3
2 МЕХАНИЧЕСКИЕ АНКЕРЫ

- 2.1** ЕНА-2 — СТАЛЬНОЙ РАСПОРНЫЙ ВТУЛОЧНЫЙ АНКЕР ДЛЯ ВЫСОКИХ НАГРУЗОК


27

- 2.2** ЕАЗ, ЕАЗ А4 — СТАЛЬНЫЕ РАСПОРНЫЕ КЛИНОВЫЕ АНКЕРЫ


37

- 2.3** ERA, ERA А4 — СТАЛЬНЫЕ РАСПОРНЫЕ КЛИНОВЫЕ АНКЕРЫ


48

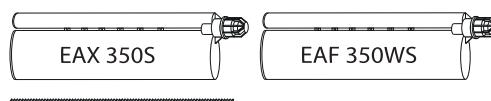
- 2.4** ЕДА — СТАЛЬНОЙ ЗАБИВНОЙ АНКЕР


58
3 ХИМИЧЕСКИЕ КЛЕЕВЫЕ АНКЕРЫ

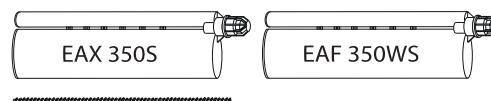
- 3.1** ЕАФ — ХИМИЧЕСКИЙ КЛЕЕВОЙ АНКЕР НА ОСНОВЕ ЭПОКСИАКРИЛАТНОЙ СМОЛЫ СОВМЕСТНО С РЕЗЬБОВЫМИ ШПИЛЬКАМИ


67

- 3.2** ЕАХ, ЕАФ В — ХИМИЧЕСКИЕ КЛЕЕВЫЕ АНКЕРЫ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИАКРИЛАТНОЙ СМОЛЫ СОВМЕСТНО С РЕЗЬБОВЫМИ ШПИЛЬКАМИ


79

- 3.3** ЕАХ, ЕАФ В — ХИМИЧЕСКИЕ КЛЕЕВЫЕ АНКЕРЫ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИАКРИЛАТНОЙ СМОЛЫ СОВМЕСТНО С АРМАТУРНЫМ ПРУТКОМ


92

- 3.4** ЕРФ — ХИМИЧЕСКИЙ КЛЕЕВОЙ АНКЕР НА ОСНОВЕ ПОЛИЭСТЕРОВОЙ СМОЛЫ СОВМЕСТНО С РЕЗЬБОВЫМИ ШПИЛЬКАМИ


101

- 3.5** ЕРХ — ХИМИЧЕСКИЙ КЛЕЕВОЙ АНКЕР НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ СОВМЕСТНО С РЕЗЬБОВЫМИ ШПИЛЬКАМИ


111

- 3.6** ЕРХ — ХИМИЧЕСКИЙ КЛЕЕВОЙ АНКЕР НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ СОВМЕСТНО С АРМАТУРНЫМ ПРУТКОМ


123

- 3.7** УСТАНОВКА АРМАТУРНЫХ СВЯЗОК С ПОМОЩЬЮ КЛЕЕВОГО СОСТАВА ЕАФ

135
4 ФАСАДНЫЕ АНКЕРНЫЕ ДЮБЕЛИ

- 4.1** ЕФА — ФАСАДНЫЕ АНКЕРНЫЕ ДЮБЕЛИ


141
5 ПРИЛОЖЕНИЯ
146



ВВЕДЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВЫ АНКЕРНОЙ ТЕХНИКИ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- **Анкерное крепление** – узел строительной конструкции, в котором посредством анкера соединяются с необходимой прочностью базовое основание и прикрепляемый к основанию элемент.
- **Базовое основание** – несущая или самонесущая составляющая часть здания или сооружения, воспринимающая передаваемые на нее нагрузки от закрепленной анкером (анкерами) конструкции.
- **Анкер** – изделие, предназначенное для закрепления конструктивных элементов различного назначения к базовому основанию.

1.1 БАЗОВОЕ ОСНОВАНИЕ

Базовое основание можно классифицировать по прочностным характеристикам, наличию или отсутствию в нем пустот, толщине, а также по способности восприятия направленных сил.

К пустотелым материалам относятся щелевой кирпич, керамические поризованные блоки, пустотелые панели перекрытий, пустотелые керамзитобетонные блоки и т.д.

К полнотелым материалам относятся монолитные железобетонные конструкции зданий, полнотелый строительный кирпич, бетонные блоки типа ФБС, внутренние стенные перегородки, перекрытия и т.д.

Строительные материалы незначительной толщины: профнастил, металлическая черепица, гипсокартон, плиты ДСП можно отнести к листовым материалам.

1.1.1 Бетон

Бетон, как строительный материал, применяли еще в глубокой древности. При раскопках в Месопотамии были найдены материалы, сходные по своим свойствам с бетоном. С течением времени использование его в строительстве почти прекратилось, и только с XIX столетия после изобретения новых гидравлических вяжущих, в первую очередь портландцемента, бетон снова стали широко применять для строительства различных инженерных сооружений. Начиная с 60-х годов 19 в., после усовершенствования технологии изготовления и повышения прочности цемента, он становится основным вяжущим для бетона и железобетона.

Отечественные ученые уже с конца XIX в. уделяли большое внимание созданию конструкционного бетона и правильному подбору его со-состава. Крупный вклад в науку о бетоне внесли военные инженеры. Ими были изложены результаты исследований зависимости прочности бетона от содержания воды, уплотнения бетонной смеси, крупности песка, щебня или гравия. Заслугой советских ученых является создание способов производства зимних бетонных работ и широкое внедрение их в практику.

Большие успехи имеются также в создании легкого, кислотоупорного и жароупорного бетонов. Технология легких бетонов, разработанная Н. А. Поповым, в настоящее время получила широкое развитие. Все более широко применяют пенобетон и газобетон, обладающие малыми объемной массой и теплопроводностью.

Бетоном называют искусственный камень, получаемый в результате твердения подобранной смеси, которая состоит из вяжущего вещества, воды и заполнителей (песка, щебня или гравия). Смесь этих материалов до затвердевания называют бетонной смесью. В составе бетонной смеси активными составляющими являются вяжущее вещество (цемент, гипс, известь) и вода. В результате химической реакции между ними образуется цементный камень, связующий заполнители в единый монолит. Заполнители (за исключением ячеистых бетонов) в химической реакции участие не принимают, и их называют инертными.

Согласно ДСТУ Б.В.2.7-176:2008 бетоны классифицируются по следующим признакам: основному назначению, стойкости к видам корро-зии, виду вяжущего, виду заполнителей, структуре, условиям твердения, прочности, темпам набора прочности, средней плотности, морозостойкости, водонепроницаемости.

Одним из основных свойств бетона, которое используют в эксплуатационных характеристиках бетонных конструкций, является его способность воспринимать сжимающие усилия. В Украине прочность (класса бетон по прочности на сжатие) определяется путем разрушения бетонных кубиков с гранью 15 см, либо цилиндра с диаметром 10 см и высотой 20 см или с диаметром 15 см и высотой 30 см путем приложения сжимающей нагрузки. В других странах размеры образцов для испытаний могут отличаться. Часто приходится сталкиваться с понятием «марка бетона». Под «маркой» понимают округленное значение средней прочности класса до величины кратной 50. Бетон работает на сжатие в 20 раз лучше, чем на растяжение. Растягивающие нагрузки в железобетонном изделии (ЖБИ) воспринимает арматура, которая устанавливается либо в естественном, либо в предварительно напряженном состоянии. В зависимости от условий работы в ЖБИ помимо сжатых зон могут возникать зоны растяжения, которые характеризуются образованием V-образных трещин. Это нужно учитывать при подборе анкеров.

Другим свойством бетона, на которое следует обратить внимание, является его плотность. По средней плотности бетоны подразделяются на особо легкие (средняя плотность менее D800), легкие (средняя плотность от D800 до D2000), тяжелые (средняя плотность более D2000 до D2500) и особо тяжелые (средняя плотность более D2500). Для тяжелых и особо тяжелых бетонов существует тенденция роста марочной прочности бетона с увеличением его плотности. При производстве легких и особо легких бетонов, в которых немаловажную роль играют теплоизоляционные свойства, эта тенденция может не сохраняться, что следует учитывать при выборе анкера.

1.1.2 Особенности подбора анкеров в бетоне

Осуществляя подбор анкеров для крепления в бетонных или железобетонных изделиях, нужно учитывать как технические характеристики анкеров, так и особенности конструкции, в которую производится анкеровка, а именно: функциональность, наличие зон сжатия и растяжения, состояние бетонного основания (отсутствие или наличие признаков коррозии), прочностные характеристики.

В случае применения анкеров в ячеистые (особо легкие) бетоны, определяющими являются прочностные характеристики базового основания. Исходя из многолетней практики применения анкерной техники в подобных материалах, можно сделать вывод, что фасадные анкерные дюбели работают в ячеистых бетонах класса В2,5 и выше. Если класс бетона ниже В2,5, то следует прибегнуть к клеевым анкерам. Также следует использовать клеевые составы в газо- и пенобетонах, если нагрузки, показанные фасадными анкерными дюбелями при проведении натурных испытаний, ниже проектных.

Применение стальных распорных анкеров в ячеистых бетонах не допускается!

Намного меньше проблем возникает при установке анкеров в конструкционные бетоны класса выше В20. В них возможно использование фасадных анкерных дюбелей, стальных распорных и клеевых анкеров. Применение анкеров может быть ограничено наличием зон растянутого бетона. В этом случае необходимо использовать анкеры, имеющие соответствующий допуск (Европейский Технический допуск, опция 1). Часто возникают проблемы с установкой фасадных анкерных дюбелей в бетоны класса выше В30 (происходит скручивание головки распорного элемента). В данной ситуации рекомендуется использовать фасадный анкерный дюбель с распорным элементом увеличенного класса прочности 8.8 и специальной резьбой ELCON, либо стальные или клеевые анкеры. В остальных случаях выбор анкера нужно производить, исходя из нагрузочных характеристик и установочных размеров.

1.1.3 Кирпич

Строительный кирпич – искусственный камень правильной формы, сформированный из минеральных материалов и приобретающий прочность после обжига или обработки паром. По виду исходного сырья и по способу изготовления различают: силикатный кирпич (известково-песчаный), получаемый автоклавным способом, и глиняный обожженный (обыкновенный и лицевой).

Кирпич является одним из самых древних строительных материалов. Особенно важную роль играл кирпич в зодчестве Древнего Рима, где из него выкладывали сложные конструкции, в том числе арки, своды и т.п. Первое большое кирпичное здание в Украине было построено в Киеве в 1871 году. Наибольший прогресс в области применения керамического кирпича был достигнут в середине 19-го века, когда были изобретены кольцевая обжиговая печь и ленточный пресс, обусловившие переворот в технике производства кирпича. В это же время появились глинообрабатывающие машины: бегуны, вальцы, глиномялки. Прорыв в технологиях изготовления бетона обусловил развитие силикатной промышленности. Одним из ее продуктов стал силикатный кирпич, который имеет отношение к керамическому кирпичу только размерами, в остальном представляет собой продукт близкий к изделиям из силикатного бетона.

Классифицировать кирпич можно по многим признакам. По материалам, из которых он изготовлен (керамический, силикатный), по способам формования (мокрый и полусухой), по плотности тела (полнотелый и с наличием пустот), по размерам (одинарный, двойной), по морозостойкости, по теплотехническим характеристикам, по прочности, плотности и функциональности (облицовочный, огнеупорный, клинкерный, строительный и т.д.)

Согласно ДСТУ Б В.2.7–61–97 керамический кирпич подразделяют на марки по прочности (М100, М125, М150, М175, М200, М250, М300) и по морозостойкости (F25, F35, F50, F75, F100, F200, F300).

По теплотехническим характеристикам изделия подразделяются на следующие группы в зависимости от класса средней плотности (табл. 1.1).

табл. 1.1

Класс средней плотности изделия	Группа изделий по теплотехническим характеристикам
0,7; 0,8	Высокой эффективности
1,0	Повышенной эффективности
1,2	Эффективные
1,4	Условно-эффективные
2,0; 2,4	Малоэффективные

По ДСТУ Б В.2.7–80–98 силикатный кирпич также подразделяют на марки по прочности (М75, М100, М125, М150, М175, М200, М250, М300) и морозостойкости (F15, F25, F35, F50).

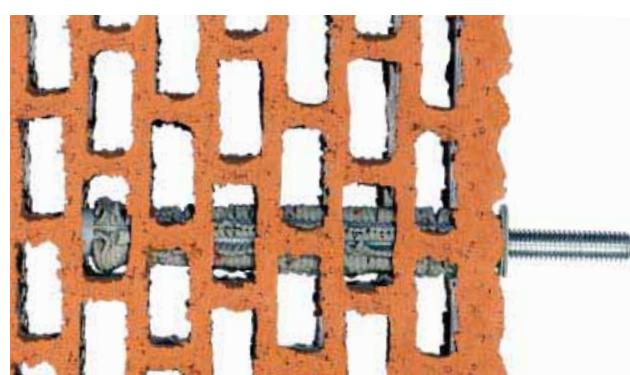
1.1.4 Особенности подбора анкерного крепежа в кирпичную кладку

Для анкеровки в кирпичную кладку необходимо знать из какого кирпича она сложена. Подбор анкеров производится, исходя из прочности кирпича и наличия в нем пустот. При подборе анкеров в кирпичную кладку применяют крепеж «общего назначения», фасадные анкерные дюбели и клеевые химические анкеры. **Применение стальных распорных анкеров не допускается!** Немаловажное значение имеет рядность кладки и ее состояние.

При подборе анкеров в кирпичную кладку с признаками разрушения и старения, следует провести испытания на объекте, чтобы получить объективное представление о несущей способности анкера в каждом конкретном случае.

При анкеровке в полнотелый кирпич (без признаков дефектов) серьезных трудностей, как правило, не возникает. Поэтому можно использовать весь спектр крепежа, допущенный для подобных материалов, ориентируясь на нагрузочные характеристики и сметную стоимость проекта. Нагрузочные характеристики на клеевой анкер в полнотелом кирпиче можно увеличить, изменив глубину анкеровки на большую, предварительно проведя натурные испытания.

Проблемы с подбором анкеров могут возникнуть при их применении в кирпиче с наличием пустот. В этом случае нагрузки на анкер зависят не только от прочностных характеристик материала, из которого изготовлен кирпич, но и от количества и расположения пустот. Как показывают испытания, проводимые инженерами ООО «Элементарная Механика», при подборе фасадных анкеров для кладок из различных видов пустотелого кирпича одной марки, нагрузочные характеристики могут отличаться на 50%. Разница в нагрузках может



быть выявлена и при проведении испытаний в ложковую и тычковую область пустотелого кирпича в одной и той же кладке, а также в горизонтальные швы. В случае получения нестабильных нагрузок при испытаниях фасадных анкерных дюбелей, либо нагрузок, не соответствующих условиям проекта, следует рассмотреть применение клеевых анкеров.

В пустотелом кирпиче клеевые анкеры применяются со специальной сетчатой гильзой, которая позволяет избежать перерасхода клеевого состава. В процессе установки резьбовой шпильки в сетчатую гильзу происходит выдавливание клеевого состава через отверстия гильзы, который после затвердевания приобретает определенную форму (см. рис. 1.1). Такой способ анкеровки позволяет значительно увеличить нагрузочные характеристики анкерного узла в целом, ограничивая их только прочностью самого кирпича.

1.2 КЛАССИФИКАЦИЯ АНКЕРОВ

1.2.1 Назначение

Назначение анкера указывается в документации производителя и подтверждается технической оценкой ГП "БудЦентр". Анкеры являются многофункциональными и могут применяться в строительных конструкциях для закрепления различных элементов.

1.2.2 Материал

Для производства анкеров (анкерных дюбелей) используются различные материалы. Анкеры изготавливаются из сталей, сплавов цветных металлов, полимеров. Клеевые анкеры представляют собой двухкомпонентные составы, в результате химической реакции между которыми образуется полимер высокой прочности. В зависимости от конструкции, составляющие анкера могут изготавливаться из различных материалов. Например, распорная гильза фасадного анкерного дюбеля elementa EFA изготавлена из полиамида высокой степени очистки Ra 6, так же, как и компенсационная вставка стального распорного втулочного анкера elementa EHA-2, а все остальные части этих анкеров выполнены из стали. В стальном распорном анкере elementa EAZ распорный элемент изготовлен из конструкционной углеродистой стали, а распорная гильза из нержавеющей стали класса A4.

В производстве стальных распорных анкеров elementa применяются конструкционные углеродистые и легированные, соответствующие ГОСТ 10702-78, либо автоматные стали, соответствующие ГОСТ 1414-75 с пределом текучести 240-900 МПа. Для изготовления нержавеющего крепежа используются аустенитные хромо-никелево-молибденовые или хромо-никелево-молибденотитановые стали класса A2, A4, A5, предел текучести которых находится в интервале 210-600 МПа.

Распорные элементы анкера с резьбой или резьбовые шпильки часто обозначают согласно ДСТУ ISO 898-1:2003 символами класса прочности, состоящим из двух чисел, разделенных точкой. Число с левой стороны от точки состоит из одной или двух цифр и означает 1/100 номинального предела прочности в мегапаскалях. Число с правой стороны от точки равняется умноженному на 10 отношению номинального значения предела текучести (нижний предел текучести) к номинальному значению предела прочности на растяжение. Например, сталь шпильки класса прочности 5.8 имеет предел прочности на растяжение $R_{m\ nom} = 100 \times 5 = 500 МПа. Номинальный предел (нижний предел) текучести можно определить из отношения $8 = (R_{el\ nom} / R_{m\ nom}) \times 10$, как $R_{el\ nom} = (8 \times 500$ МПа)/10 = 400 МПа.$

1.2.3 Конструкция

Наиболее полное представление об анкере дает его конструкция. Конструктивные особенности, преимущества и недостатки каждого из типов анкеров приведены в табл. 1.2, 1.3

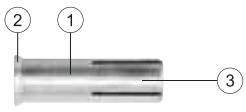
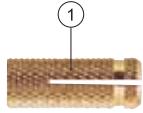
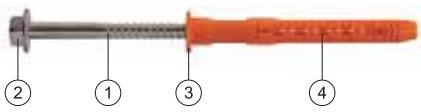
табл. 1.2

Тип анкера	Преимущества	Недостатки
Клиновой	<ul style="list-style-type: none"> ■ Простота конструкции ■ Высокая несущая способность ■ Высокая скорость монтажа ■ Возможность сквозного, предварительного и дистанционного монтажа ■ Возможность использования анкеров с уменьшенной глубиной анкеровки ■ Незначительная стоимость ■ Возможность анкеровки в растянутую зону бетона при наличии соответствующего Европейского Допуска 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Высокая нагрузка на базовое основание при установке ■ Увеличенные краевые и осевые расстояния ■ Возможность установки только в бетоне и камне плотной структуры
Втулочный	<ul style="list-style-type: none"> ■ Меньшая нагрузка на базовое основание по сравнению с клиновым анкером ■ Высокие нагрузочные характеристики ■ Уменьшенные осевые и краевые расстояния по сравнению с клиновым анкером ■ Возможность анкеровки в растянутую зону бетона при наличии соответствующего Европейского Допуска ■ Позволяет устранить перекосы при установке 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Большая глубина анкеровки ■ Возможность установки только в бетоне и камне плотной структуры ■ Только сквозной монтаж ■ Высокая стоимость

табл. 1.2 (продолжение)

Тип анкера	Преимущества	Недостатки
Забивной	<ul style="list-style-type: none"> ■ Небольшая глубина анкеровки ■ Отсутствие выступающих элементов при демонтаже ■ Экономичность ■ Высокая скорость монтажа ■ Возможность применения в растянутую зону бетона при групповом креплении ■ Возможность применения дистанционного монтажа 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Невысокие нагрузки ■ Возможность установки только в бетоне ■ Увеличенные краевые и осевые расстояния
Разжимной	<ul style="list-style-type: none"> ■ Универсальный в применении по базовому основанию ■ Уменьшенные осевые и краевые расстояния ■ Сравнительно не большая глубина анкеровки ■ Низкая стоимость 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Невысокие нагрузки
Фасадный анкерный дюбель	<ul style="list-style-type: none"> ■ Возможность сквозного и предварительного монтажа ■ Универсальны в применении относительно базового основания ■ Различные варианты исполнения ■ Незначительная стоимость 	<ul style="list-style-type: none"> ■ В зимнее время требуют специальных условий хранения ■ Требуют постоянный контроль за состоянием буров
Клеевой химический	<ul style="list-style-type: none"> ■ Универсальны в применении по базовому основанию ■ Высокие нагрузки ■ Минимальные краевые и осевые расстояния ■ Возможность анкеровки арматуры ■ Возможность повышения нагрузочных характеристик за счет увеличение глубины анкеровки ■ Возможность применения резьбовых элементов различного класса прочности 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Требуют тщательной очистки отверстия ■ Ограниченный срок хранения ■ Зависимость времени схватывания и отвердевания от температуры окружающей среды ■ Значительный интервал между установкой и монтажом ■ Высокая стоимость

1
табл. 1.3

Клиновой анкер EAZ		EAZ 1 – Конус 2 – Распорная гильза 3 – Кольцевой упор 4 – Шпилька 5 – Резьбовая накатка 6 – Шайба 7 – Шестигранная гайка
Втулочный анкер EHA-2		EHA-2 1 – Конус 2 – Распорная гильза 3 – Полиамидная втулка 4 – Стальная втулка 5 – Шайба 6 – Болт 7 – Резьбовая шпилька 8 – Шестигранная гайка
Забивной анкер EDA		EDA 1 – Втулка 2 – Бортик 3 – Распорный элемент (внутри)
Разжимной анкер EXA		EXA 1 – Втулка
Фасадный анкерный дюбель EFA		EFA 1 – Стальной распорный элемент 2 – Шестигранник с прессшайбой 3 – Бортик полиамидной гильзы 4 – Распорная зона полиамидной гильзы
Химический клеевой анкер		Химический клеевой анкер 1 – Баллон с клеевым составом 2 – Шпилька для химической анкеровки

1.2.4 Воздействие на базовое основание

Принципиально все анкеры можно разделить на две большие группы: механические и клеевые. В зависимости от передачи напряжения на базовое основание можно выделить две группы анкеров: распорные и нераспорные.

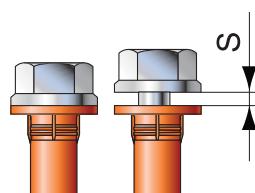
К распорным относятся механические анкеры (EAZ, ERA, EHA-2, EDA, EXA, EFA).

К нераспорным – клеевые и анкерующиеся формой (EAF, EAX, EPF, EPX).

Установка механического анкера в рабочее положение может происходить в результате приложения установленного момента затяжки (анкеры с контролируемым моментом затяжки) либо в результате перемещения распорного элемента (анкеры с контролируемым перемещением). К первой группе относятся втулочные, клиновые, разжимные типы анкеров. Ко второй – забивные. Отдельно нужно отметить фасадный анкерный дюбель. При его установке распор достигается за счет ненормированного момента затяжки. Это объясняется его универсальным применением относительно базового основания. В зависимости от прочностных характеристик материала, в который возможна установка фасадного анкерного дюбеля, изменяется и напряжение, передаваемое на базовое основание, что приводит к изменению значения момента затяжки при его установке. В этом случае сама конструкция анкера контролирует момент затяжки. Анкер считается установленным в том случае, если головка распорного элемента касается бортика распорной гильзы $S = 0$ (см. рис. 1.2).

Клеевой анкер не создает напряжений в базовом основании при его установке. С этим связаны его преимущества, выраженные в минимальных осевых и краевых расстояниях.

рис. 1.2



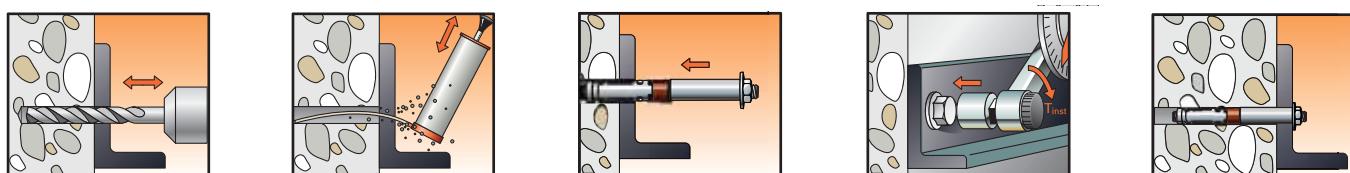
1

1.2.5 Способ (вид) монтажа

Монтаж анкеров осуществляется тремя способами:

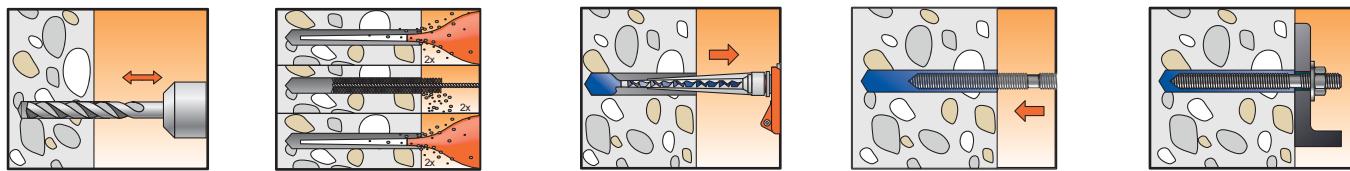
1. Сквозной монтаж (см. рис. 1.3). Производство отверстия и установка анкера ведется через установленную в проектное положение деталь. В этом случае закрепляемая деталь может служить шаблоном, что значительно сокращает время монтажных работ.

рис. 1.3



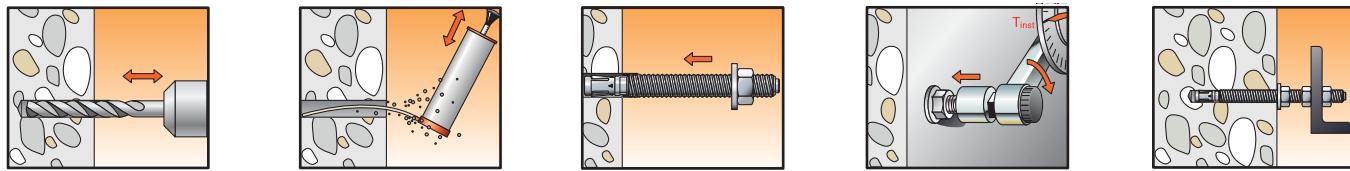
2. Предварительный монтаж (см. рис. 1.4). Монтируемая деталь закрепляется после установки анкера. Такой способ монтажа обусловлен конструктивными особенностями закрепляемой детали или технологическими особенностями установки анкера (клеевые анкеры). По сравнению со сквозным, предварительный монтаж требует разметочных работ в полном объеме, а также доставляет неудобства при монтаже габаритных и тяжелых конструкций, что значительно увеличивает время монтажа.

рис. 1.4



3. Дистанционный монтаж (см. рис. 1.5). Делает возможным установку присоединяемой детали на значительном расстоянии от поверхности базового основания. Это позволяет выставлять в одной плоскости сложные элементы конструкций, не меняя глубины анкеровки, что значительно увеличивает скорость монтажа.

рис. 1.5



В зависимости от конструктивных особенностей, анкеры могут устанавливаться как одним, так и всеми вышеперечисленными способами. При установке стального распорного втулочного анкера EHA-2 применяется только сквозной монтаж. Монтаж фасадного анкерного дюбеля EFA (в разном исполнении EFA-F, EFA-S), в зависимости от диаметра отверстия в закрепляемой детали (кронштейн НФС), может производиться сквозным или предварительным способом. Установка клеевых анкеров EPX, EAX, EAF, EPF с резьбовой шпилькой производится предварительным способом, но при наличии соответствующей длины резьбы, возможен и дистанционный монтаж. Клиновые анкеры ERA, EAZ с большой длиной резьбовой части можно устанавливать всеми перечисленными способами.

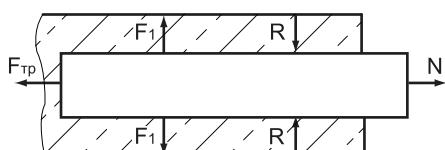
1.2.6 Принципы анкеровки

Существует четыре принципа (вида) анкеровки:

1. За счет сил трения (см. рис. 1.6).

В случае, если анкер установлен в полнотелое основание, при возникновении вырывной осевой нагрузки возникает сила, направленная в противоположном направлении, которая препятствует выходу анкера из основания. Эта сила, зависящая от прочности базового основания, площади контакта распорной зоны гильзы и базового основания, а также от коэффициента трения между ними, называется силой трения. Механизм работы анкера за счет сил трения можно описать физическими формулами:

рис. 1.6



$$N = F_{tp}, \quad (1)$$

где N – вырывная нагрузка, F_{tp} – сила трения.

$$F_{tp} = R\mu, \quad (2)$$

где R – сила реакции поверхности базового основания, μ – коэффициент трения скольжения между базовым основанием и распорной гильзой.

$$R = PS, \quad (3)$$

где P – давление материала на распорную гильзу, S – площадь контакта распорной зоны гильзы и базового основания.

Используя формулы (2) и (3), формула (1) будет выглядеть следующим образом:

$$N = PS\mu.$$

Примером анкеровки за счет сил трения, являются фасадные анкерные дюбели EFA, клиновые анкеры ERA, EAZ, втулочные анкеры EHA-2, забивные анкеры EDA, разжимные анкеры EXA.

2. **Анкеровка формой** (см. рис. 1.7). В этом случае анкер работает за счет геометрического упора, который образуется в результате «подрезки» отверстия, не оказывая большого давления на базовый материал при установке. Как правило, этот принцип анкеровки подразумевает применение специального бура, который формирует отверстие с внутренней полостью в базовом материале.

3. **Анкеровка химическим составом**. При этом виде анкеровки соединяющим материалом между анкерным элементом и базовым основанием является прочный затвердевший полимерный состав, который образуется в результате химической реакции между компонентами клеевого состава.

рис. 1.7

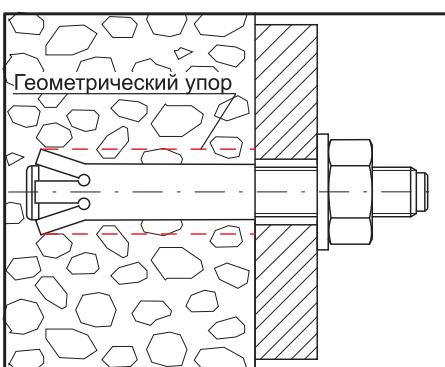


рис. 1.8



рис. 1.9



4. **Комбинированная анкеровка** (см. рис. 1.8). Характерна для универсальных фасадных дюбелей EFA, которые в полнотелых прочных материалах анкеруются за счет сил трения, а в пустотелых материалах формой за счет раскрытия ламелей.

Комбинирование этих двух принципов происходит при неполном раскрытии ламелей в слабых строительных материалах, к которым можно отнести ячеистые бетоны класса ниже B2,5. Также для увеличения нагрузочных характеристик часто используют специальные буры для производства конических отверстий. Коническое отверстие позволяет не только увеличить площадь поверхности между клеевым составом и базовым основанием, но и сформировать геометрический упор, препятствующий выходу анкерного элемента из него (см. рис. 1.9). В этом случае можно также говорить о комбинированном виде анкеровки химическим составом и формой.

1.2.7 Нагрузки

Нагрузки, действующие на элементы конструкции, делятся на статические и динамические (ДБН В.1.2-2:2006).

Статической (в строительной механике) называют нагрузку, если ее величина, направление и точка приложения изменяются столь незначительно, что их принимают независимо от времени и поэтому пре-небрегают влиянием сил инерции, обусловленных такой нагрузкой. К статическим нагрузкам можно отнести вес стационарного оборудования

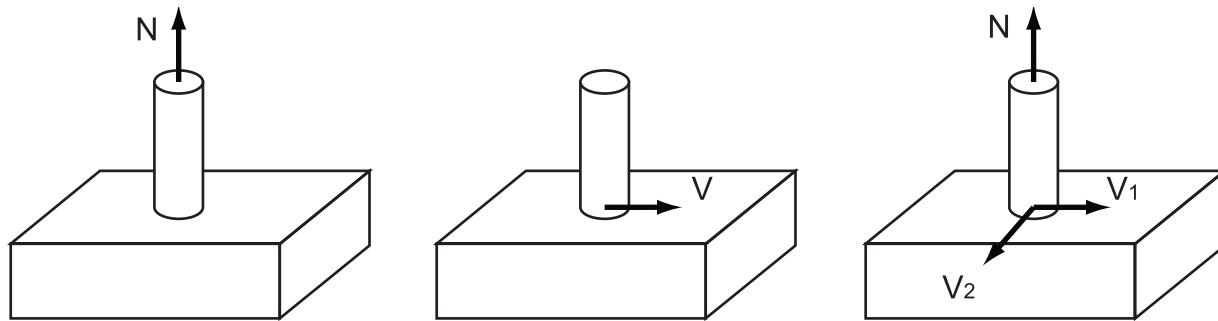
ния, собственный вес здания, нагрузки на перекрытие здания от складируемых материалов, снеговые нагрузки и т.д.

Динамическая нагрузка характеризуется быстрым изменением во времени ее значения, направления и точки приложения (цикл), что вызывает в конструкции значительные силы инерции. К динамическим относят ударные нагрузки, которые характеризуются малой цикличностью приложения нагрузки, и сейсмические нагрузки с большими в тысячи раз циклами нагружения. Примерами динамических воздействий являются нагрузки, действующие на дорожные ограждения, мосты, рельсовые пути и т.д. При выборе анкера следует учитывать его способность воспринимать различные виды нагрузок. **В соответствии с Законом Украины «О технических регламентах и оценки соответствия», новая строительная продукция, разрабатываемая и передаваемая в массовое производство, подлежит обязательной оценке и подтверждению на соответствие требованиям безопасности.** Эти же требования предъявляют к продукции, ввозимой в Украину из других стран. В соответствии с требованиями Федерального Закона, анкеры elementa (ERA, EAZ, EFA, EAF) были испытаны в ЦНИИСК им. Кучеренко с целью определения их пригодности для крепления различных вариантов фасадных конструкций к железобетонным стенам зданий.

возводимых в сейсмических районах с балльностью 7 – 9 по шкале MSK, и получили положительную оценку. Стоит отметить, что все вышеуказанные **анкеры допускаются к использованию в сейсмических районах без ограничения их несущей способности**.

При подборе анкера, используя упрощенную методику расчета согласно ETAG 001 и Технический отчет TR029 в EOTA, необходимо учитывать направление действия нагрузки и ее значение. Схемы нагружения следует приводить к действию осевых, поперечных или комбинированных сил (см. рис. 1.10).

рис. 1.10



1.2.8 Способность восприятия воздействия окружающей среды

При подборе анкера необходимо учитывать условия окружающей среды, в которой эксплуатируется здание или сооружение. В зависимости от степени агрессии следует выбирать различные коррозионностойкие покрытия или стали, способные противостоять коррозии длительное время.

Коррозия – это разрушение металлов вследствие их взаимодействия с окружающей средой. Существует огромное количество видов коррозии, оказывающих негативное влияние на металлы. Одним из параметров, характеризующих коррозию, является ее скорость. Скорость коррозии зависит от ряда факторов, при которых происходит взаимодействие металла с окружающей средой. Отдельные факторы, такие как воздействие агрессии окружающей среды, значительно увеличивают скорость протекания коррозионных процессов. Другие факторы, например, защитные покрытия, значительно ее снижают.

Среда, в которой металл подвергается коррозии, называется коррозионной или агрессивной средой. По степени воздействия коррозионные среды разделяют на:

- **неагрессивные**
- **слабоагрессивные**
- **среднеагрессивные**
- **сильноагрессивные**

Для определения степени агрессивности среды необходимо учитывать условия эксплуатации конструкций и элементов их крепления. Степень агрессивности среды по отношению к конструкциям внутри отапливаемых и не отапливаемых зданий и зданий с незакрытым тепловым контуром определяется конденсатом влаги и наличием вредных веществ, образующихся в процессе производственной деятельности в промышленных помещениях здания и температурно-влажностным режимом. Степень агрессивности среды по отношению к конструкциям и элементам крепления на открытом воздухе определяется климатическим поясом, в которой находится объект (согласно ДСТУ-Н Б.1.1-27:2010 «Строительная климатология»), и наличием вредных веществ в атмосфере.

С учетом влияния метеорологических факторов и наличия вредных веществ в окружающей атмосфере разработана классификация степени агрессивных сред по отношению к строительным металлическим конструкциям (изделиям) и способам их защиты от коррозии.

По природе различают следующие виды коррозии:

- **химическая**
- **электрохимическая**
- **биохимическая**
- **электрокоррозия**

По характеру разрушения различают следующие виды коррозии:

- **сплошная** – охватывающая всю поверхность металла;
- **местная** – распространяющаяся на отдельные участки поверхности металла;
- **точечная** – в виде отдельных точек диаметром до 2-х мм;
- **язвенная** – в виде язв диаметром 2 – 50 мм;
- **пятнами** – в виде пятен диаметром 50 мм и глубиной до 2-х мм;
- **расслаивающаяся** – вызывающая расслоение металла;
- **подопленочная** – протекающая под защитным покрытием металла;
- **межкристаллическая** – возникающая по границам кристаллов (зерен);
- **селективная** – в виде растворения отдельных компонентов сплава;
- **щелевая** – развивающаяся на участке конструкции, находящемся в зазоре (щели)

По сочетанию с другими физическими воздействиями наиболее распространеными в строительстве являются следующие виды коррозионных разрушений:

Разрушение вследствие поверхностной коррозии, возникающее при воздействии агрессивной среды на незащищенную поверхность металлической конструкции

Коррозионное растрескивание, возникающее при воздействии коррозионной среды и внутренних или внешних напряжений в конструкции.

Контактная коррозия, возникающая между разнородными металлами в электролите

Исходя из природы коррозии и возможного характера разрушения, а также условий эксплуатации, при производстве анкерной техники применяют различные методы **коррозионной защиты**, такие как:

Гальваническое покрытие – нанесение слоя цинка толщиной 5 – 12 мкм методом элетролиза. Недостаток метода заключается в незначительной толщине покрытия и возможности его повреждения механическим путем.

Горячее цинкование – нанесение цинкового слоя на поверхность стального элемента путем помещения в расплав цинка. Обычно толщина покрытия составляет 45 – 60 мкм, но в некоторых случаях диапазон может быть расширен и составлять 30 – 100 мкм. Недостатком является возможность повреждения покрытия механическим путем, неравномерность распределения защитного слоя. Относительно большой слой цинка также приводит к «забиванию» мелкой резьбы, что затрудняет применение резьбовых соединений.

Термодиффузионное покрытие HARP – нанесение частиц цинка на нагретое до температуры не выше 460 – 490 градусов тело стального анкера. Преимуществом по отношению к другим цинковым покрытиям является образование на площади контакта взаимного проникновения расплава железо-цинк, связанного на уровне межмолекулярных связей. Такое покрытие, при его незначительной толщине 12 – 25 мкм, стойко к механическим воздействиям.

Коррозионностойкие (нержавеющие) стали – легированные стали, в состав которых входят добавки, позволяющие длительное время сопротивляться коррозии. В зависимости от условий окружающей среды используются стали класса A2, A4, A5. Их отличие заключается в содержании добавок хрома, никеля и молибдена.

При выборе анкера следует учитывать условия эксплуатации здания или сооружения. В Техническом Свидетельстве ФАУ «ФЦС», выданном на анкерную технику, указано соответствие покрытия или коррозионностойкой стали степени агрессии окружающей среды (см. табл. 1.4). Следует отметить, что для разных производителей анкерной техники, допуски на применение покрытий могут отличаться. Это связано с различной толщиной коррозионностойких покрытий, способом производства и наличием экспертизы в отношении каждого конкретного покрытия.

табл. 1.4

Толщина защитного покрытия, мкм	Характеристики среды			
	Наружной		Внутренней	
	Влажностный режим	Степень агрессивности	Влажностный режим	Степень агрессивности
Гальваническое покрытие 5 – 12	–	–	Сухой	Неагрессивная
Горячее цинкование ≥ 45	Сухой, нормальный	Слабоагрессивная	Сухой, нормальный	Неагрессивная, слабоагрессивная
A2, коррозионностойкая сталь	Сухой, нормальный	Слабоагрессивная	Сухой, нормальный	Неагрессивная, слабоагрессивная
A4, коррозионностойкая сталь	Сухой, нормальный, влажный	Слабоагрессивная, среднеагрессивная	Сухой, нормальный, влажный	Неагрессивная, слабоагрессивная, среднеагрессивная
Термодиффузионное покрытие HARP 12 – 25	Сухой, нормальный, влажный	Слабоагрессивная, среднеагрессивная	Сухой, нормальный, влажный	Неагрессивная, слабоагрессивная, среднеагрессивная
A5, коррозионностойкая сталь	Сухой, нормальный, влажный	Слабоагрессивная, среднеагрессивная, сильноагрессивная	Сухой, нормальный, влажный	Слабоагрессивная, среднеагрессивная, сильноагрессивная

В настоящее время на рынке крепежных материалов все чаще появляются изделия, в которых используются новые или усовершенствованные технологии, обеспечивающие надежную защиту от коррозии. В подобных случаях испытания, которые проводятся с целью определения коррозионной стойкости стали или покрытия, занимают значительное время. Покрытия исследуют на соответствие ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов и внешней среды» и ГОСТ 9.301-86 «Покрытия металлические и неметаллические органические». При проведении испытаний используют следующие методики. Методика, позволяющая оценить воздействие промышленной атмосферы на покрытие, основана на проведении ускоренных климатических испытаний (УКИ) в растворах серной и сернистой кислот при влажности 96 – 98%. Ускорителем (катализатором) является двуокись серы. Коррозионная стойкость от воздействия влаги определяется при проведении испытаний в нейтральном соляном тумане (ГОСТ 3.308-85) методом «Прогнозирования по результатам испытаний при двух разных температурах». Испытания проводятся в течение 27 суток, в несколько этапов, но срок проведения может быть значительно увеличен, что дает возможность прогнозировать работу покрытия на более длительное время (свыше 50 лет). На основании результатов испытаний выдается заключение, в котором оценивается пригодность покрытия к использованию в разных по степени агрессивности средах в течение определенного промежутка времени.

При несоблюдении требований по применению защитных покрытий в зависимости от условий окружающей среды, происходит отказ анкерного узла, что может негативно отразиться на долговечности конструкции в целом или привести ее к разрушению. Типичной ошибкой в выборе коррозионностойкой защиты является недостаточное изучение природы коррозии и совокупности внешних воздействий, которые приводят к ускорению коррозионных процессов, а также пренебрежение одним из факторов, характеризующим агрессивность среды. На практике очень часто пренебрегают климатическим поясом, в котором строится объект, не учитывая влажностной режим и используя при этом коррозионностойкие стали и покрытия, не допущенные для этого климатического пояса. Другой крайностью является пренебрежение результатами экспертизы, проведенной с целью определения наличия в атмосфере вредных выбросов для каждого конкретного возводимого объекта в пределах одного территориального образования. Так же не допустима замена коррозионностойкого покрытия или коррозионностойкой стали на менее функциональные, с целью удешевления стоимости проекта без экспертных заключений о состоянии окружающей среды. Особенно внимательно нужно отнестись к выбору коррозионностойкого покрытия анкера при монтаже фасадных конструкций. Часто закрепление элементов конструкции происходит в зоне образования конденсата (точка росы). В этом случае выбирается покрытие, исходя из режима повышенной влажности (см. табл. 1.4). Последствия применения коррозионностойких покрытий, не соответствующих коррозионной среде, показаны на рис. 1.11(а, б).

При проектировании анкерного узла необходимо учитывать материал, из которого изготовлена закрепляемая деталь, и не допускать прямого контакта между разными металлами. В противном случае, при наличии влаги, возможно возникновение контактной коррозии, катализатором которой может послужить вредные примеси в атмосфере (см. рис. 1.12). В анкерных фасадных дюбелях EFA-F бортик распорной гильзы (см. рис. 1.2) предназначен для предотвращения образования контактной коррозии. В остальных случаях необходимо использовать шайбы из диэлектрического материала.

Коррозионное растрескивание происходит при внешних и внутренних деформациях, возникающих в теле анкера, причинами которых могут послужить различные факторы (температура, наличие высоких статических и динамических нагрузок). В этом случае при выборе анкера необходимо учитывать агрессию внешней среды. Коррозию растрескиванием невозможно обнаружить визуально, что создает большие проблемы в борьбе с ней. Распространенными случаями этого типа коррозии является применение нержавеющих сталей A2, A4 в хлорсодержащей среде. С целью недопущения разрушения анкерных узлов необходимо применять специальные кислотоупорные стали A5.

1.2.9 Огнестойкость

Под огнестойкостью анкера понимают его возможность сопротивляться огню в течение определенного промежутка времени. Этот промежуток называют пределом огнестойкости. Класс огнестойкости анкеров обозначают буквой R с указанием временного отрезка. Показатели огнестойкости, согласно европейским методикам, определяются только при установке анкера в бетон и измеряются в ми-нутах, например, R120. При выборе анкера необходимо учитывать требования по огнестойкости к самой конструкции. Согласно ДБН В.1.1.7-2002, огнестойкость узла не должна быть ниже самой конструкции в целом.

При воздействии огня на анкерный узел, температурные нагрузки воспринимает как базовое основание, так и крепежный элемент. При этом анкер может подвергаться различным видам разрушений. Очевидно, что анкеры, изготовленные из конструкционных сталей, способны воспринимать температурные изменения только в интервалах, которые не ведут к изменениям структуры материала. Для разных типов сталей эти параметры различны. Но необходимо отметить, что уже при 500 градусов по Цельсию, большинство конструкционных сталей теряют порядка 60% от первоначального предела текучести. Отсюда можно сделать вывод о том, что огнестойкость анкера зависит от характеристик самой стали, из которой он изготовлен. Аустенитные нержавеющие стали более стойки к воздействию высоких температур, поэтому при креплении систем противопожарного обеспечения зданий и сооружений, целесообразно использовать анкеры из сталей класса A2 и A4. Также необходимо отметить, что лучшие результаты при проведении испытаний, имитирующих пожар, показывают анкеры 1-ой опции Европейского Технического допуска (допуск в растянутую зону бетона). Это объясняется тем, что при развитии трещин в бетоне под воздействием огня, под действием нагрузки, происходит дополнительный распор гильзы, что позволяет анкеру продолжать удерживать закрепляемую деталь почти до разрушения самого базового основания. Критерием разрушения клеевого анкера является «размягчение» затвердевшего полимерного состава под действием высоких температур. В зависимости от типа смол, которые входят в состав клеевого анкера, предел огнестойкости может быть различен, но не менее R90 для полиэстеровых и R120 для эпоксиакрилатных и эпоксидных составов. В таблице 1.5 указана зависимость потери несущей способности анкеров от температурных воздействий.

рис. 1.11а



рис. 1.11б



рис. 1.12



табл. 1.5

Тип анкера	Размер	Максимальная вырывная нагрузка для интервала времени, кН			
		30 мин	60 мин	90 мин	120 мин
EHA-2	10(M6)	2,25	2,25	2,25	1,8
	12(M8)	3,0	3,0	3,0	2,4
	15(M10)	4,0	4,0	4,0	3,2
	18(M12)	6,25	6,25	6,25	5,0
	24(M16)	8,88	8,88	8,88	7,1
EAZ	M8	1,5	1,5	1,5	1,2
	M10	3,0	3,0	3,0	2,4
	M12	4,0	4,0	4,0	3,2
	M16	5,0	5,0	5,0	4,0
EAZ A4	M8	1,3	1,3	1,3	1,0
	M10	2,3	2,3	2,3	1,8
	M12	3,0	3,0	3,0	2,4
	M16	6,3	6,3	6,3	5,0
Клеевой анкер EAX, EAF W + шпилька класс 5.8	M8	0,4	0,3	0,3	0,2
	M10	0,9	0,8	0,6	0,5
	M12	1,7	1,3	1,1	0,6
	M16	3,1	2,4	2,0	1,6
	M20	4,9	3,7	3,2	2,5
	M24	7,1	5,3	4,6	3,5
	M27	9,2	6,9	6,0	4,6
	M30	11,2	8,4	7,3	5,6
Клеевой анкер EPX + шпилька класс 5.8	M10	0,9	0,9	0,6	0,5
	M12	1,7	1,3	1,1	0,8
	M16	3,1	2,4	2,0	1,6
	M20	4,9	3,7	3,2	2,5
	M24	7,1	5,3	4,6	3,5
	M30	11,2	8,4	7,3	5,6
Клеевой анкер EPX + арматура*	Ø 10	1,2	1,0	0,8	0,6
	Ø 12	2,3	1,7	1,5	1,1
	Ø 16	4,0	3,0	2,6	2,0
	Ø 20	6,3	4,7	4,1	3,1
	Ø 25	9,8	7,4	6,4	4,9
	Ø 32	16,1	12,1	10,5	6,0

* В настоящеевремя проведены испытания, подтверждающие огнестойкость R240. Заданными обращаться в Технический отдел ООО «Элементарная Механика».

1.3 ВИДЫ РАЗРУШЕНИЙ АНКЕРНОГО УЗЛА

Анкерный узел может разрушиться при различных условиях. Кроме направления действия и значения нагрузок нужно иметь представление о видах разрушения узла в целом. Это является одним из принципов расчета и выбора анкера.

Под действием осевой нагрузки происходят следующие виды разрушения:

1. **Выход анкера из базового основания** – разрушение, которое происходит в результате воздействия растягивающей силы, превосходящей по значению силу трения, за счет которой анкер удерживается в базовом основании (рис. 1.13).

2. **Разрушение по стали** – разрушение в результате действия растягивающей силы, способной разрушить тело анкера, но не превышающую равнодействующую от всех сил, удерживающих анкер в базовом материале (рис. 1.14).

3. **Выход бетонного конуса из базового основания** – разрушение вследствие отрыва конусной линзы из бетонного монолита. В этом случае анкер отрывает конус, высота которого определяется глубиной анкеровки или внутренним упором (анкеровка формой). Анкеры, установленные близко к краю, могут провоцировать сколы (рис. 1.15).

рис. 1.13

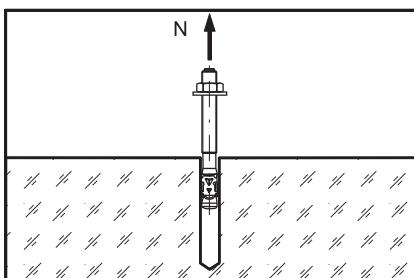


рис. 1.14

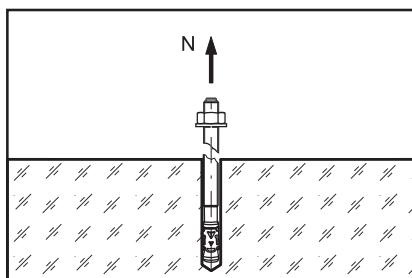
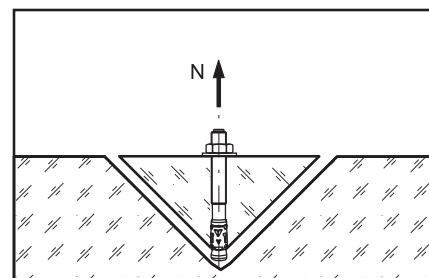


рис. 1.15



4. **Комбинированный выход анкера из бетона** – выход конусной линзы из бетонного монолита совместно с разрушением участка контакта анкера с основанием (для химических kleевых анкеров, рис. 1.16).

5. **Растреcивание** – вид разрушения от растягивающей силы, в случае установки анкеров в незначительное по толщине базовое основание, на небольших расстояниях друг от друга и от края (рис. 1.17, рис. 1.18).

рис. 1.16

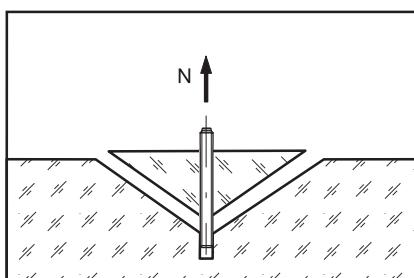


рис. 1.17

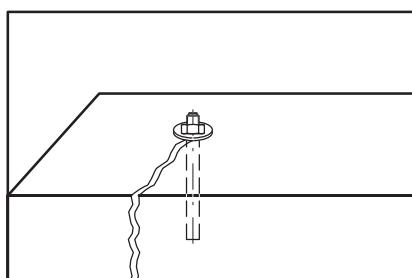
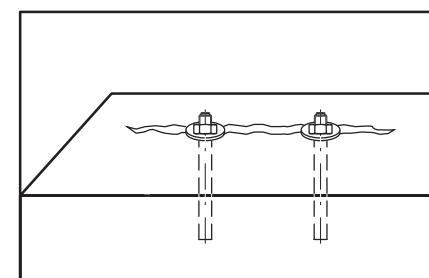


рис. 1.18



При действии срезающей нагрузки, виды разрушения выглядят следующим образом:

1. **Срез по стали** – разрушение от воздействия максимальной поперечной нагрузки, характерное для одиночных или стоящих на значительных расстояниях друг от друга и от края анкеров. Как правило, эти анкеры имеют значительную глубину анкеровки (рис. 1.19).

2. **Рычажное разрушение** – откалывание сегмента бетона со стороны обратной направлению действия поперечной нагрузки. Характерно для анкеров с малой глубиной анкеровки (рис. 1.20).

3. **Разрушение бетонной кромки** – результат воздействия поперечной силы на анкеры, расположенные близко к краю (рис. 1.21).

рис. 1.19

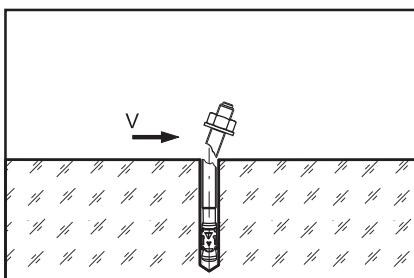


рис. 1.20

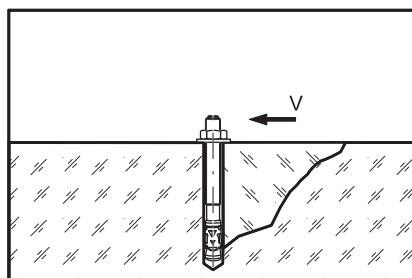
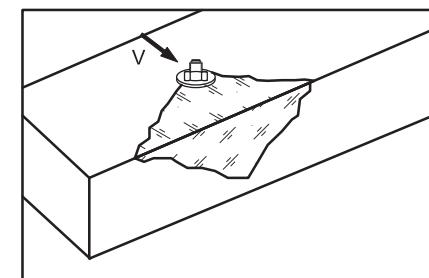


рис. 1.21



1.4 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДЛЯ АНКЕРОВ СО СТАНДАРТНОЙ (ПОСТОЯННОЙ) ГЛУБИНОЙ АНКЕРОВКИ СОГЛАСНО ETAG 001

ПРИНЦИП РАСЧЕТА

Расчет ведется для самого нагруженного анкера. Самым нагруженным считается анкер с наибольшим количеством факторов, понижающих его нагрузочные характеристики.

ВЫРЫВ

$$N_{Sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

N_{Sd}^1 – вырывная нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Rd} – вырывная расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$N_{Rd,s}$ – расчетная нагрузка стали на разрыв, кН

$N_{Rd,p}$ – расчетная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН

$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН

$N_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка растрескивания бетона, кН

1

1. Расчетная нагрузка стали на разрыв

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_s$$

$N_{Rk,s}$ – характерная нагрузка стали на разрыв, кН (указан в допуске ETA)

γ_s – коэффициент безопасности для разрушения стали (указан в допуске ETA)

2. Расчетная нагрузка вырыва анкера из бетона

$$N_{Rd,p} = N_{Rk,p}^0 \times f_B$$

$N_{Rk,p}^0$ – нормативная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН

f_B – фактор влияния прочности бетона

$$N_{Rd,p}^0 = N_{Rk,p} / \gamma_{Mp}$$

$N_{Rk,p}$ – характерная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (указан в допуске ETA)

γ_{Mp} – коэффициент безопасности разрушения бетона (указан в допуске ETA)

$$f_B = (f_{ck.cube} / 25)^{0.5}$$

$f_{ck.cube}$ – прочность на сжатие бетонного кубика с гранью 15 см

3. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

$$N_{Rd,c} = N_{Rk,c}^0 \times f_c \times f_s \times f_b$$

$N_{Rk,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН

$$N_{Rd,c}^0 = N_{Rk,c}^0 / \gamma_{Mc}$$

$N_{Rk,c}^0$ – характерная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН

γ_{Mc} – коэффициент безопасности разрушения бетонного конуса (указан в допуске ETA)

$$N_{Rk,c}^0 = k \times f_{ck.cube}^{0.5} \times h_{ef}^{1.5}$$

k – общий коэффициент вариации, $k = 7,2$ для растянутой зоны бетона, $k = 10,1$ для сжатой зоны бетона

$f_{ck.cube}$ – прочность на сжатие бетонного кубика с гранью 15 см

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм

f_c – фактор влияния краевого расстояния

$$f_c = 0,35 + C/S_{cr,N} + 0,6(C/S_{cr,N})^2 \leq 1$$

$C \geq C_{min}$, C – расстояние от оси анкера до края, C_{min} – минимальное краевое расстояние, мм

$S_{cr,N}$ – характерное осевое расстояние выхода бетонного конуса, мм

f_s – фактор влияния осевого расстояния

$$f_s = (1 + S/S_{cr,N}) \times 0,5$$

S ≥ **S_{min}**, **S** – осевое расстояние между анкерами, **S_{min}** – минимальное осевое расстояние, мм

f_b – фактор влияния прочности бетона

В случае, если анкер (группа анкеров) имеет несколько краевых и осевых расстояний, то в расчете необходимо учитывать коэффициенты **f_c** и **f_s** для каждого из краевых и осевых расстояний.

4. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp} \times f_b \times f_{h,sp}$$

N_{Rd,c}⁰ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН

f_{c,sp} – фактор влияния краевого расстояния при растрескивании бетона

$$f_{c,sp} = 0,35 + C/S_{cr,sp} + 0,6(C/S_{cr,sp}) \leq 1$$

C ≥ **C_{min}**, **C** – расстояние от оси анкера до края, **C_{min}** – минимальное краевое расстояние, мм

S_{cr,sp} – характерное осевое расстояние при растрескивании бетона, мм

f_{s,sp} – фактор влияния осевого расстояния при растрескивании бетона

$$f_{s,sp} = (1 + S/S_{cr,sp}) \times 0,5$$

S ≥ **S_{min}**, **S** – осевое расстояние между анкерами, **S_{min}** – минимальное осевое расстояние, мм

f_b – фактор влияния прочности бетона,

f_{h,sp} – фактор влияния толщины базового материала, мм

$$f_{h,sp} = (h/2h_{ef})^{2/3} \leq 1,5$$

h ≥ **h_{min}**, **h** – толщина базового основания, **h_{min}** – минимальная толщина базового материала, мм

В случае, если анкер (группа анкеров) имеет несколько краевых и осевых расстояний, то в расчете необходимо учитывать коэффициенты **f_{c,sp}** и **f_{s,sp}** для каждого из краевых и осевых расстояний.

CPE3

$$V_{Sd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}; V_{Rd,c})$$

V_{Sd}¹ – срезающая нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

V_{Rd} – срезающая расчетная нагрузка на одиничный анкер, кН

V_{Rd,s} – расчетная срезающая нагрузка по стали, кН

V_{Rd,sp} – расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение), кН

V_{Rd,c} – расчетная нагрузка разрушения кромки бетона, кН

1. Расчетная срезающая нагрузка по стали

$$V_{Rd,s} = V_{Rk,s}/\gamma_s$$

V_{Rk,s} – характерное усилие стали срезу, кН (указан в допуске ETA)

γ_s – коэффициент безопасности для разрушения стали (указан в допуске ETA)

2. Расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение)

$$V_{Rd,sp}^0 = V_{Rd,sp}^0 \times f_c \times f_s \times f_b$$

V_{Rd,sp}⁰ – нормативная нагрузка скальвания бетона, кН

$$V_{Rd,sp}^0 = k \times V_{Rd,c}^0$$

k – коэффициент глубины посадки анкера,

k = 1 для **hef** < 60 мм,

k = 2 для **hef** ≥ 60 мм,

f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. раздел вырыв п. 3),

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. раздел вырыв п. 3),

f_b – фактор влияния прочности бетона (см. раздел вырыв п. 2)

В случае, если анкер (группа анкеров) имеет несколько краевых и осевых расстояний, то в расчете необходимо учитывать коэффициенты **f_c** и **f_s** для каждого из краевых и осевых расстояний.

3. Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,V}$$

$V_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения кромки бетона, кН

f_B – фактор влияния прочности бетона

f_a – фактор влияния направления срезающей нагрузки

$f_a = 1$ для $0^\circ < \alpha \leq 55^\circ$

$$f_a = \frac{1}{\cos \alpha + 0,5 \sin \alpha}$$

для $55^\circ < \alpha \leq 90^\circ$

$f_a = 2$ для $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$

$f_{cs,V}$ – фактор влияния осевого и краевого расстояния

$$V_{Rd,c}^0 = V_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$$

$V_{Rk,c}$ – характеристическая нагрузка разрушения кромки бетона

γ_{Mc} – коэффициент безопасности разрушения кромки бетона (указан в допуске ETA)

1

$$V_{Rk,c} = k \times d_{nom}^{0,5} \times (l_f/d_{nom})^{0,2} \times f_{ck,cube}^{0,5} \times C^{1,5} / 1000$$

k – общий коэффициент, $k = 0,45$ для растянутой зоны бетона, $k = 0,63$ для сжатой зоны бетона,

d_{nom} – номинальный диаметр резьбы анкера, мм

l_f – эффективная длина участка, работающая на срез, мм (указан в допуске ETA)

$f_{ck,cube}$ – прочность на сжатие бетонного кубика с гранью 15 см

C – расстояние от оси анкера до края, мм

Для различных условий установки пары анкеров $f_{cs,V}$ определяется по следующим формулам:

Фактор влияния краевого расстояния для одного анкера

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона
 $h \geq 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{h/1,5}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона
 $h < 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{3 \times c + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S > 3C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{2 \times h + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{6,5 \times h}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S > 4,5C$

Фактор влияния краевого и осевого расстояний на группу анкеров $n > 2$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{3 \times c + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{2 \times h + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

c – расстояние анкера до края, мм

c_{min} – минимальное краевое расстояние, мм

s – осевое расстояние между анкерами, мм

h – глубина анкеровки, мм

n – количество нагруженных анкеров

Проверочное уравнение

В случае расчета анкера или группы анкеров при действии вырывных и срезающих нагрузок необходимо произвести проверочный расчет:

$$\frac{N_{Sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{Sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

N_{Sd}^1, V_{Sd}^1 – вырывная и срезающая нагрузки на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Rd}, V_{Rd} – вырывная и срезающая расчетные нагрузки, кН

1.5 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДЛЯ АНКЕРОВ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ГЛУБИНОЙ АНКЕРОВКИ СОГЛАСНО ТЕХНИЧЕСКОГО ОТЧЕТА TR 029 И ETA

ПРИНЦИП РАСЧЕТА

Расчет ведется для самого нагруженного анкера. Самым нагруженным считается анкер с наибольшим количеством факторов, понижающих его нагрузочные характеристики.

ВЫРЫВ

$$N_{Sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

N_{Sd}^1 – вырывная нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Rd} – вырывная расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$N_{Rd,s}$ – расчетная нагрузка стали на разрыв, кН

$N_{Rd,p}$ – расчетная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН

$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН

$N_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка растрескивания бетона, кН

1. Расчетная нагрузка стали на разрыв

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_s$$

$N_{Rk,s}$ – характерная нагрузка стали на разрыв, кН (указан в допуске ETA)

γ_s – коэффициент безопасности для разрушения стали (указан в допуске ETA)

2. Расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \times f_c \times f_s \times f_{B,p} \times f_h \times f_t \times f_w$$

$N_{Rd,p}^0$ – нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН

$$N_{Rk,p}^0 = N_{Rk,p} / \gamma_{Mp}$$

$N_{Rk,p}$ – характерная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (указан в допуске ETA)

γ_{Mp} – коэффициент безопасности разрушения бетона (указан в допуске ETA)

$$N_{Rk,p} = \pi \times d \times h_{ef} \times \tau_{Rk}$$

d – диаметр анкерного элемента, мм

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм

τ_{Rk} – характерное сопротивление сцепления (указан в допуске ETA)

$$f_{B,p} = (f_{ck,cube} / 25)^n$$

$f_{B,p}$ – фактор влияния комбинированной прочности бетона

$f_{ck,cube}$ – прочность на сжатие бетонного кубика с гранью 15 см

$n = (0,1 \div 0,3)$

f_c – фактор влияния краевого расстояния

$$f_c = 0,35 + C/S_{cr,N} + 0,6(C/S_{cr,N})^2 \leq 1$$

$C \geq C_{min}$, C – расстояние от оси анкера до края, C_{min} – минимальное краевое расстояние, мм

$S_{cr,N}$ – характерное осевое расстояние выхода бетонного конуса и анкерного элемента (комбинированный выход), мм

$$f_s = (1 + S/S_{cr,N}) \times 0,5$$

f_s – фактор влияния осевого расстояния

$S \geq S_{min}$, S – осевое расстояние между анкерами, S_{min} – минимальное осевое расстояние, мм

$$f_h = h_{ef}/h_{nom}$$

f_h – фактор влияния глубины анкеровки на комбинированную нагрузку вырыва анкера из бетона

h_{nom} – номинальная глубина анкеровки, мм

f_t – фактор влияния температуры базового основания

f_w – фактор влияния влажности бетона

В случае если анкер (группа анкеров) имеет несколько краевых и осевых расстояний, то в расчете необходимо учитывать коэффициенты f_c и f_s для каждого из краевых и осевых расстояний.

3. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_c \times f_s \times f_B \times f_{h,N}$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН

$$N_{Rd,c}^0 = N_{Rk,c}^0 / \gamma_{Mc}$$

$N_{Rk,c}^0$ – характерная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН

γ_{Mc} – коэффициент безопасности разрушения бетонного конуса (указан в допуске ETA)

$$N_{Rk,c}^0 = k \times f_{ck.cube}^{0.5} \times h_{ef}^{1.5}$$

k – общий коэффициент вариации, $k = 7,2$ для растянутой зоны бетона, $k = 10,1$ для сжатой зоны бетона

$f_{ck.cube}$ – прочность на сжатие бетонного кубика с гранью 15 см

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм

f_c и f_s – факторы влияния краевого и осевого расстояния (см. раздел вырыв п. 2)

$$f_B = (f_{ck.cube} / 25)^{0.5}$$

f_b – фактор влияния прочности бетона

$f_{ck.cube}$ – прочность на сжатие бетонного кубика с гранью 15 см

$$f_{h,N} = (h_{ef} / h_{nom})^{1.5}$$

$f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса

В случае, если анкер (группа анкеров) имеет несколько краевых и осевых расстояний, то в расчете необходимо учитывать коэффициенты f_c и f_s для каждого из краевых и осевых расстояний.

4. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp} \times f_B \times f_{h,N}$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН

$$f_{c,sp} = 0,35 + C/S_{cr,sp} + 0,6(C/S_{cr,sp})^2 \leq 1$$

$f_{c,sp}$ – фактор влияния краевого расстояния при растрескивании бетона

$C \geq C_{min}$, C – расстояние от оси анкера до края, C_{min} – минимальное краевое расстояние, мм

$S_{cr,sp}$ – характерное осевое расстояние при растрескивании бетона, мм

$$f_{s,sp} = (1 + S/S_{cr,sp}) \times 0,5$$

$f_{s,sp}$ – фактор влияния краевого расстояния при растрескивании бетона

$S \geq S_{min}$, S – осевое расстояние между анкерами, S_{min} – минимальное осевое расстояние, мм

f_B – фактор влияния прочности бетона

$$f_{h,N} = (h_{ef} / h_{nom})^{1.5}$$

$f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса

В случае, если анкер (группа анкеров) имеет несколько краевых и осевых расстояний, то в расчете необходимо учитывать коэффициенты $f_{c,sp}$ и $f_{s,sp}$ для каждого из краевых и осевых расстояний.

CPE3

$$V_{Sd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}; V_{Rd,c})$$

V_{Sd}^1 – срезающая нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

V_{Rd} – срезающая расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$V_{Rd,s}$ – расчетная срезающая нагрузка по стали, кН

$V_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение), кН

$V_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения кромки бетона, кН

1. Расчетная срезающая нагрузка по стали

$$V_{Rd,s} = V_{Rk,s} / \gamma_s$$

$V_{Rk,s}$ – характерная срезающая нагрузка по стали, кН (указан в допуске ETA)

γ_s – коэффициент безопасности для разрушения стали (указан в допуске ETA)

2. Расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение)

$$V_{Rd,sp} = k \times \min (N_{Rd,p}; N_{Rd,c})$$

k – коэффициент глубины посадки анкера, $k = 1$ для $h_{ef} < 60$ мм, $k = 2$ для $h_{ef} \geq 60$ мм

3. Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$$V_{Rd,c}^0 = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,v}$$

$V_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения кромки бетона, кН

f_B – фактор влияния прочности бетона

f_a – фактор влияния направления срезающей нагрузки

$f_a = 1$ для $0^\circ < \alpha \leq 55^\circ$

$$f_a = \frac{1}{\cos \alpha + 0,5 \sin \alpha} \quad \text{для } 55^\circ < \alpha \leq 90^\circ$$

$f_a = 2$ для $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$

$f_{cs,v}$ – фактор влияния осевого и краевого расстояния

$$V_{Rd,c}^0 = V_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$$

$V_{Rk,c}$ – характерная нагрузка разрушения кромки бетона, кН

γ_{Mc} – коэффициент безопасности разрушения кромки бетона (указан в допуске ETA)

$$V_{Rk,c} = k \times d_{nom}^{0,5} \times (l_f/d_{nom})^{0,2} \times f_{ck,cube}^{0,5} \times C^{1,5} / 1000$$

k – общий коэффициент, $k = 0,45$ для растянутой зоны бетона, $k = 0,63$ для сжатой зоны бетона,

d_{nom} – номинальный диаметр резьбы анкера, мм

l_f – эффективная длина участка, работающая на срез, мм (указан в допуске ETA)

$f_{ck,cube}$ – прочность на сжатие бетонного кубика с гранью 15 см

C - расстояние от оси анкера до края, мм

Для различных условий установки пары анкеров $f_{cs,v}$ определяется по следующим формулам:

Фактор влияния краевого расстояния для одного анкера

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона
 $h \geq 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{h/1,5}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона
 $h < 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{3 \times c + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$
и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$
и осевого расстояния $S > 3C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{2 \times h + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h < 1,5C$
и осевого расстояния
 $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{6,5 \times h}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h < 1,5C$ и
осевого расстояния $S > 4,5C$

Фактор влияния краевого и осевого расстояний на группу анкеров $n > 2$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{3 \times c + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{2 \times h + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

C – расстояние анкера до края, мм

C_{min} – минимальное краевое расстояние, мм

S – осевое расстояние между анкерами, мм

h – глубина анкеровки, мм

n – количество нагруженных анкеров

Проверочное уравнение

В случае расчета анкера или группы анкеров при действии вырывных и срезающих нагрузок необходимо произвести проверочный расчет:

$$\frac{N_{Sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{Sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

N_{Sd}^1, V_{Sd}^1 – вырывная и срезающая нагрузки на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Sd}, V_{Sd} – вырывная и срезающая расчетные нагрузки, кН

1.6 МЕТОДИКА РАСЧЕТА АНКЕРОВ СОГЛАСНО ДАННЫХ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Расчет анкеров можно производить исходя из результатов натурных испытаний, в соответствии с методикой определения несущей способности анкеров.

Сущность метода состоит в том, что проводимыми испытаниями анкерных креплений на вытягивающую нагрузку, прикладываемую к анкеру вдоль его оси, определяют сопротивление крепления нагрузке и деформации, соответствующие характерным для него предельным состояниям. Затем обработкой результатов испытаний вычисляют несущую способность анкеров данного типа на вырыв

применительно к реальному основанию из условия обеспечения работы анкерного крепления в упругой стадии.

До начала испытаний в стенах или других конструкциях определяют участки с наименьшей прочностью, на которых в местах по указанию испытательной лаборатории устанавливают необходимое для испытаний число анкеров. Общее число испытываемых анкерных креплений для всех однородных участков основания определяет испытательная организация по согласованию с заказчиком, но не менее 15, а при установке стальных и химических анкеров в основание из тяжелого бетона, не менее 10.

Для проведения испытаний используют устройство, состоящее из домкрата, захвата и измерительных приборов.

Испытательное устройство располагают над смонтированным анкерным креплением, обеспечивая соосность анкера и направления приложения нагрузки. Нагружение производят с постоянной скоростью до разрушения ступенями 1/10 теоретического значения разрушающей нагрузки. На каждой ступени фиксируют максимальное значение нагрузки и соответствующее значение перемещения распорного элемента анкера, по которым затем строится график зависимости нагрузки от перемещения.

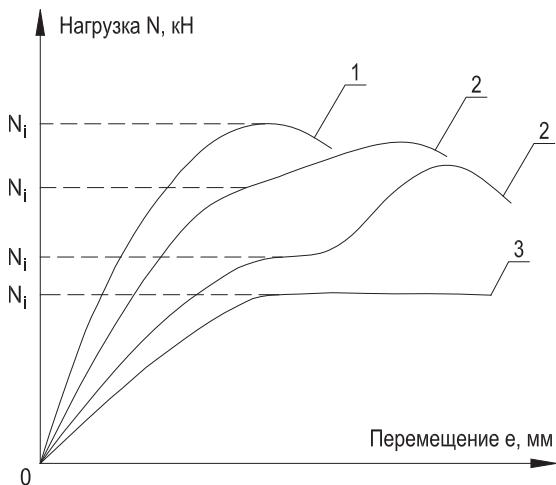
В качестве единичных результатов испытаний анкерного крепления N_i принимают максимальное значение вытягивающей нагрузки на анкер, при котором происходит полное разрушение крепления, вследствие разрушения анкера или основания, или значение нагрузки (перелом кривой), вследствие начала проскальзывания анкера с гильзой по поверхности сопряжения гильзы с основанием или вытягивания распорного элемента из гильзы (см. график зависимости нагрузки от перемещения).



1

Устройство для испытаний

График зависимости нагрузки от перемещения



1 – кривая, характерная для нормального разрушения анкерного крепления. N_i – ордината наивысшей точки на кривой.

2 – кривые, характерные для разрушения анкерного крепления с повышенным проскальзыванием. N_i – ордината первой точки после перелома кривой.

3 – кривая, характерная для разрушения анкерного крепления с неконтролируемым проскальзыванием. N_i – ордината горизонтального участка на кривой.

Полученные при испытаниях единичные результаты значений разрушающей нагрузки N_i обрабатывают в соответствии с требованиями существующего стандарта и вычисляют расчетное проектное значение нагрузки на анкер.

Из общего ряда полученных при испытаниях единичных результатов N_i исключают один или оба крайние значения N_i^* , если они явно выпадают из ряда, резко отличаясь по абсолютному значению и (или) характеру разрушения.

По формулам (1), (2), (3) в серии оставшихся единичных результатов испытаний N_i , рассчитывают среднее значение нагрузки N , кН, среднее квадратическое отклонение единичных значений нагрузки S , кН, и коэффициент вариации v .

* Значение единичных результатов исключаются, в случае если N_i не входят в промежуток значений $N \pm 3S$.

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{n} \quad (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_i - N)^2}{n - 1}} \quad (2)$$

$$v = \frac{S}{N} \cdot 100 \quad (3),$$

где n – число результатов в серии испытаний.

Расчетное сопротивление анкерного крепления R , кН, по результатам натурных испытаний анкерных креплений на данном объекте определяется по формуле:

$$R = \frac{N(1 - tv)}{m},$$

где t – коэффициент, соответствующий нижней границе несущей способности анкера с обеспеченностью 0,95 при достоверности 90%, зависит от количества испытаний n (см. табл. 1.6);

$N(1-tv)$ – нормативное сопротивление анкерного крепления;

m – коэффициент надежности по материалу. Для стальных и kleевых анкеров $m = 3$; для фасадных и тарельчатых дюбелей $m = 5$.

1

табл. 1.6

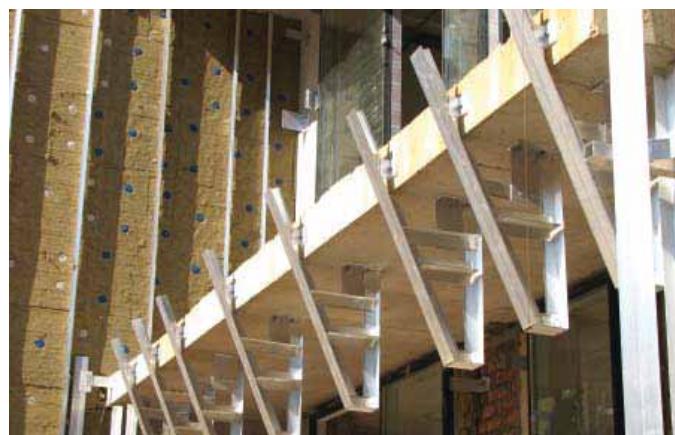
Число результатов испытаний n	Значение коэффициента t
5	3,4
6	3,091
7	2,894
8	2,755
9	2,649
10	2,568
11	2,503
12	2,448
13	2,403
14	2,363
15	2,329
16	2,299
17	2,272
18	2,249
19	2,228
20	2,208

Испытания и расчет по данной методике фасадных, а также других типов анкеров проводят инженеры ООО «Элементарная Механика» по требованию проектных и монтажных организаций.

МОНТАЖ КРОНШТЕЙНОВ НФС ФАСАДНЫМИ АНКЕРНЫМИ ДЮБЕЛЯМИ



1



МОНТАЖ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ СТАЛЬНЫМИ РАСПОРНЫМИ АНКЕРАМИ





МОНТАЖ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ СТАЛЬНЫМИ РАСПОРНЫМИ АНКЕРАМИ



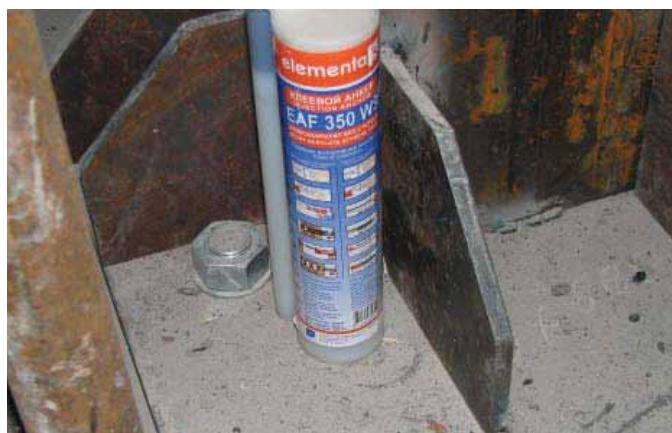
ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ КЛЕЕВЫХ АНКЕРОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ АРМАТУРНЫХ ВЫПУСКОВ



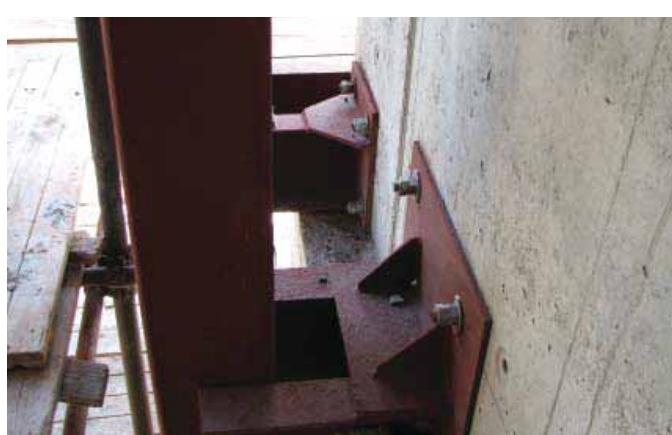
МОНТАЖ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОЛОНН ХИМИЧЕСКИМИ КЛЕЕВЫМИ АНКЕРАМИ



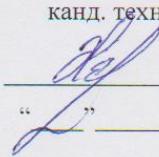
1



МОНТАЖ БАЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ХИМИЧЕСКИМИ КЛЕЕВЫМИ АНКЕРАМИ



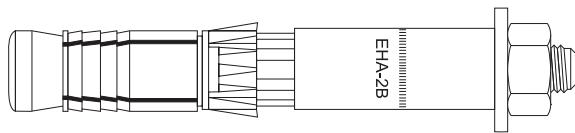
ОБРАЗЕЦ ПРОТОКОЛА НАТУРНИХ ИСПЫТАНИЙ

	Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій" (ДП НДІБК) 03680, м. Київ-37, вул. І. Клименка, 5/2 Випробувальний центр	 ДСТУ 2T799 ISO/IEC 17025:2006
Вид документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ	Позначення ПРВ-221-2433.12-153.13	
	Стор. 1 Всього 5	Дата 04.11.2012
<div style="text-align: center;">  ЗАТВЕРДЖОЮ Керівник ВЦ Тарасюк В.Г. " 11 11 2013р. </div>		
ПРОТОКОЛ №221-153/13 випробувань хімічних анкерів на об'єкті "Гостинний двір" по вул. Контрактова площа, 4, м. Київ		
<p>Виконавець: Відділ досліджень конструкцій будівель та споруд, атестат акредитації № 2T799 від 24.09.2013р., виданий Національним агентством з акредитації України (м. Київ-37, вул. І.Клименка, 5/2, ДП НДІБК)</p> <p>Замовник: ТОВ"Елементарна Механіка" м. Київ, вул.Кулібіна/Стрийська,4/2 (договір №2433 від 05.11.2012р.)</p> <p>Завідувач відділу досліджень конструкцій будівель і споруд ДП НДІБК канд. техн. наук, доцент  Л.О. Жарко " 11 11 2013р.</p>		
Київ 2013		

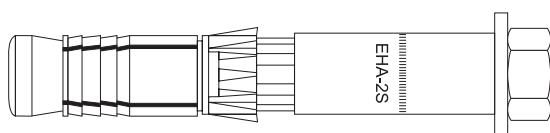


МЕХАНИЧЕСКИЕ АНКЕРЫ

2.1 ЕНА-2 — СТАЛЬНОЙ РАСПОРНЫЙ ВТУЛОЧНЫЙ АНКЕР ДЛЯ ВЫСОКИХ НАГРУЗОК



ЕНА-2В — исполнение с гайкой



ЕНА-2С — исполнение с болтом

НАЗНАЧЕНИЕ

- Для анкеровки в сжатую и растянутую зоны бетона класса С20/25 и выше, в природный камень плотной структуры
- Применяется при монтаже: шумозащитных экранов, рекламных щитов, дорожных ограждений, вспомогательных тоннельных конструкций, колонн, стоек, балок перекрытия, направляющих лифтовых шахт, промышленного оборудования и строительных конструкций, подверженных ветровым и динамическим воздействиям.

СВОЙСТВА

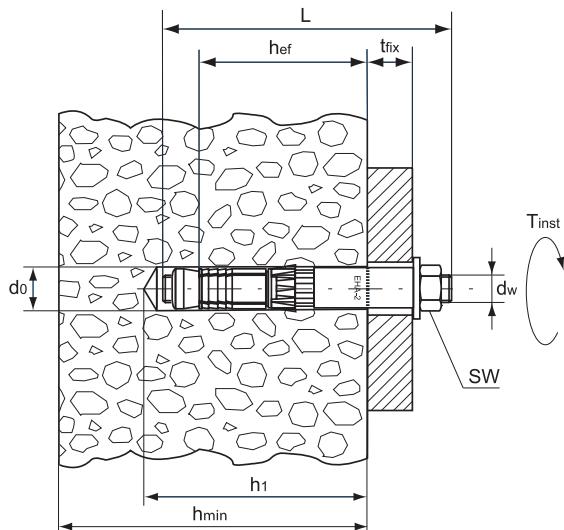
- Для сквозного монтажа
- Имеет техническое свидетельство Минрегиона Украины
- Имеет Европейский Технический допуск для растянутой зоны бетона, высшая опция 1
- Анкер изготовлен из углеродистой стали, соответствует классу 8.8
- Толщина цинкового слоя $\geq 5\text{мкм}$
- Полимерная втулка компенсирует возможные перекосы и зазоры при монтаже
- Производит контролируемое расклинивание в отверстии при затяжке гайки или болта установленным моментом
- Имеет предел огнестойкости R120
- Уменьшенная глубина анкеровки позволяет снизить трудозатраты при производстве работ, путем сокращения времени бурения отверстий и количества расходуемых буров
- Минимальные краевые и осевые расстояния достигаются за счет равномерного распора втулки анкера в отверстии

МАТЕРИАЛ

2.1

табл. 2.1.1

Элемент	Материал	Покрытие (коррозионностойкая сталь)
Конус	Термообработанная сталь	
Распорная гильза, дистанционная втулка	Сталь EN 10025	ISO 4042, гальваническое покрытие толщиной $\geq 5\text{мкм}$
Пластиковая втулка	Ра6 ISO 1874/1	
Шайба	Сталь EN 10139	
Болт	Класс 8.8 ISO 898/1 DIN 931 или 933	ISO 4042, гальваническое покрытие толщиной $\geq 5\text{мкм}$
Гайка	Класс 8 DIN 934	
Резьбовая шпилька	Класс 8.8 EN ISO 898/1	



где d_0 – диаметр бура, мм
 h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм
 t_{fix} – максимальная толщина прикрепляемой детали, мм
 h_1 – минимальная глубина отверстия, мм
 h_{min} – минимальная толщина материала, мм
 L – полная длина анкера, мм
 d_w – диаметр резьбы, мм
 T_{inst} – рекомендованный момент затяжки анкера, Нм
 SW – размер под ключ

2.1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

табл. 2.1.2

Обозначение	Артикул EHA-2S	Артикул EHA-2B	Упаковка, шт.	Макс. толщина прикрепляемой детали t_{fix} , мм	Полная длина анкера L , мм	Резьба d_w
EHA-2 10/10x70	301511	301462	50	10	70	M6
EHA-2 10/20x80	301513	301464	50	20	80	M6
EHA-2 10/50x110	301515	301466	50	50	110	M6
EHA-2 12/10x80	301517	301468	25	10	80	M8
EHA-2 12/20x90	301519	301470	25	20	90	M8
EHA-2 12/50x120	301521	301472	25	50	120	M8
EHA-2 15/10x90	301523	301474	20	10	90	M10
EHA-2 15/20x100	301525	301476	20	20	100	M10
EHA-2 15/50x130	301527	301478	20	50	130	M10
EHA-2 15/100x180	301529	301480	20	100	180	M10
EHA-2 18/10x110	301531	301482	20	10	110	M12
EHA-2 18/25x125	301533	301484	20	25	125	M12
EHA-2 18/50x150	301535	301486	20	50	150	M12
EHA-2 18/100x200	301537	301488	20	100	200	M12
EHA-2 24/10x125	301539	301490	10	10	125	M16
EHA-2 24/25x140	301541	301492	10	25	140	M16
EHA-2 24/50x165	301543	301494	10	50	165	M16
EHA-2 24/100x215	301545	301496	10	100	215	M16
EHA-2 28/10x160	301547	301498	4	10	160	M20
EHA-2 28/30x180	301549	301500	4	30	180	M20
EHA-2 28/60x210	301551	301502	4	60	210	M20
EHA-2 28/100x260	301553	301504	4	100	260	M20
EHA-2 32/10x180	301555	301506	4	10	180	M24
EHA-2 32/30x200	301557	301508	4	30	200	M24
EHA-2 32/60x230	301558	301509	4	60	230	M24

* Для расчета анкеров EHA-2 28(M20), EHA-2 32(M24) обращаться в технический отдел ООО «Простая Механика»

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ

табл. 2.1.3

Параметр	10(M6)	12(M8)	15(M10)	18(M12)	24(M16)	28(M20)	32(M24)
Диаметр бура d_0 , мм	10	12	15	18	24	28	32
Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	75	85	95	115	130	165	185
Эффективная глубина анкеровки h_{ef} , мм	49	59	67	88	99	120	149
Минимальная толщина материала h_{min} , мм	100	120	140	180	200	240	290
Размер под ключ SW	10	13	17	19	24	30	36
Рекомендованный момент затяжки T_{inst} , Нм	10	20	45	80	150	200	280

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

табл. 2.1.4

Расчетные вырывные нагрузки N_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25							
Анкер		Параметр	10(M6)	12(M8)	15(M10)	18(M12)	24(M16)
ЕНА-2	Сжатая зона бетона	N_{Rd} , кН	10,7	15,4	18,6	28,0	33,2
	Растянутая зона бетона	N_{Rd} , кН	6,0	8,0	10,6	16,7	23,5
Расчетные срезающие нагрузки V_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25							
ЕНА-2	Сжатая зона бетона	V_{Rd} , кН	11,2	15,4	33,6	40,0	64,7
	Растянутая зона бетона	V_{Rd} , кН	8,2	10,9	26,4	39,8	47,0

ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ФАКТОРОВ ОСЕВЫХ И КРАЕВЫХ РАССТОЯНИЙ

табл. 2.1.5

Анкер	Параметр	10(M6)	12(M8)	15(M10)	18(M12)	24(M16)
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона	$C_{cr,sp}$, мм	75	90	100	132	149
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона	$S_{cr,sp}$, мм	150	180	200	264	298
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона	$C_{cr,N}$, мм	75	90	100	132	149
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона	$S_{cr,N}$, мм	150	180	200	264	298
Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	50	60	70	80	100
Минимальное осевое расстояние	S_{min} , мм	50	60	70	80	100

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АНКЕРОВ ЕНА-2 ДЛЯ СЖАТОЙ И РАСТЯНУТОЙ ЗОН БЕТОНА

1. Вырыв

Критерий выбора

$$N_{Sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

N_{Sd}^1 – вырывная нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Rd} – вырывная расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$N_{Rd,s}$ – расчетная нагрузка стали на разрыв, кН (раздел 1.1)

$N_{Rd,p}$ – расчетная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

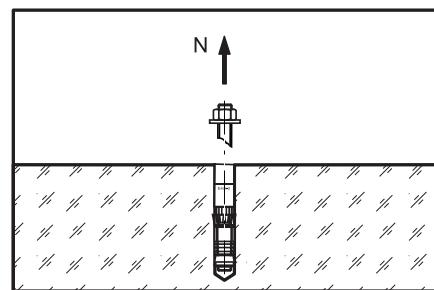
$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$N_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка растрескивания бетона, кН (раздел 1.4)

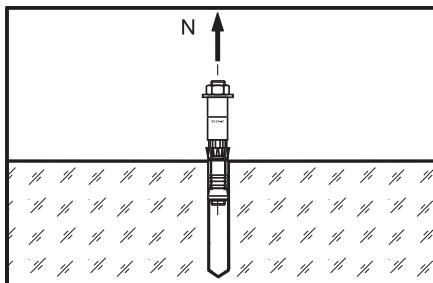
1.1. Расчетная нагрузка стали на разрыв

табл. 2.1.6

Расчетная нагрузка стали на разрыв $N_{Rd,s}$						
Анкер	Параметр	10(M6)	12(M8)	15(M10)	18(M12)	24(M16)
ЕНА-2	$N_{Rd,s}$, кН	10,7	19,3	30,7	44,7	84,0



1.2. Расчетная нагрузка вырыва анкера из бетона



$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \times f_B$$

$N_{Rd,p}^0$ – нормативная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (см. табл. 2.1.7)
 f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.1.8)

табл. 2.1.7

Нормативная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25							
Анкер		Параметр	10(M6)	12(M8)	15(M10)	18(M12)	24(M16)
EHA-2	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	*	*	*	*	*
	Растянутая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	6,0	8,0	10,6	16,7	*

* Разрушению по конусу

2.1

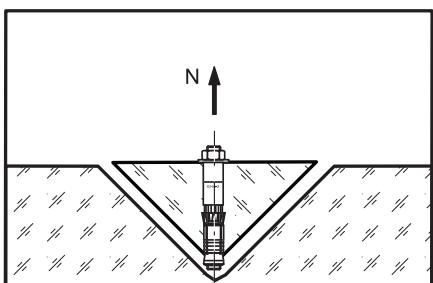
Фактор влияния прочности бетона

$$f_B = (f_{ck,cube} / 25)^{0,5}$$

табл. 2.1.8

Фактор влияния прочности бетона f_B								
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{ck,cyl}$	Н/мм ²	20	25	30	35	40	45	50
$f_{ck,cube}$	Н/мм ²	25	30	37	45	50	55	60
f_B		1	1,1	1,22	1,34	1,41	1,45	1,55

1.3. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса



$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_c \times f_s \times f_B$$

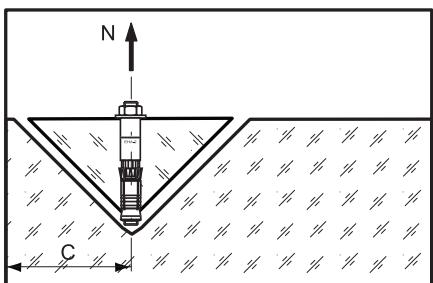
$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 2.1.9),
 f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 2.1.10),
количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона),
влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение
 f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 2.1.11),
количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу
рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение
 f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.1.8)

табл. 2.1.9

Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{Rd,c}^0$, бетон С20/25							
Анкер		Параметр	10(M6)	12(M8)	15(M10)	18(M12)	24(M16)
EHA-2	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,c}^0$, кН	11,5	15,4	18,6	28,0	33,2
	Растянутая зона бетона	$N_{Rd,c}^0$, кН	8,2	10,9	13,2	19,9	23,5

Фактор влияния краевого расстояния

$$f_c = 0,35 + C/S_{cr,N} + 0,6(C/S_{cr,N})^2 \leq 1$$



Фактор влияния краевого расстояния f_c , $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$					
C , мм	10(M6)	12(M8)	15(M10)	18(M12)	24(M16)
50	0,75				
60	0,84	0,75			
70	0,94	0,82	0,77		
75	1	0,87	0,81		
80		0,91	0,85	0,70	
90		1	0,95	0,76	
100			1	0,81	0,75
110				0,86	0,80
120				0,92	0,84
132				1	0,89
140					0,94
149					1
C_{min} , мм	50	60	70	80	100
$C_{cr,N}$, мм	75	90	100	132	149

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния осевого расстояния

$$f_s = (1 + S/S_{cr,N}) \times 0,5$$

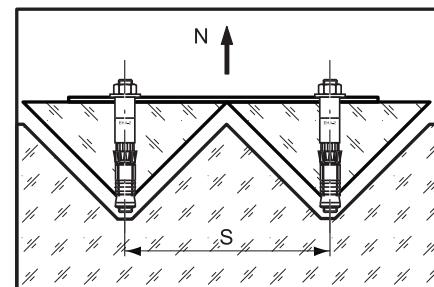


табл. 2.1.11

Фактор влияния осевого расстояния f_s , $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$					
S , мм	10(M6)	12(M8)	15(M10)	18(M12)	24(M16)
50	0,66				
60	0,70	0,66			
70	0,74	0,69	0,67		
80	0,77	0,72	0,70	0,65	
90	0,80	0,75	0,72	0,67	
100	0,83	0,77	0,75	0,69	0,67
120	0,90	0,83	0,80	0,72	0,70
130	0,93	0,86	0,83	0,75	0,72
140	0,96	0,89	0,85	0,77	0,73
150	1	0,91	0,88	0,78	0,75
160		0,94	0,90	0,80	0,77
180		1	0,95	0,84	0,80
200			1	0,88	0,84
220				0,92	0,87
240				0,95	0,90
264				1	0,94
280					0,97
298					1
S_{min} , мм	50	60	70	80	100
$S_{cr,N}$, мм	150	180	200	264	298

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

1.4. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp} \times f_B \times f_{h,sp}$$

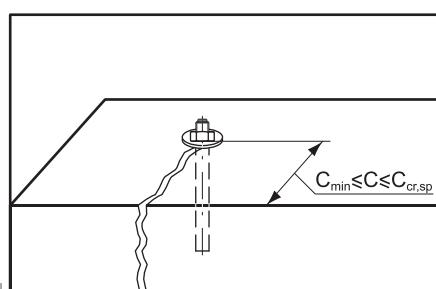
$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 2.1.9)

$f_{c,sp}$ – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 2.1.10), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{s,sp}$ – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 2.1.11), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.1.8)

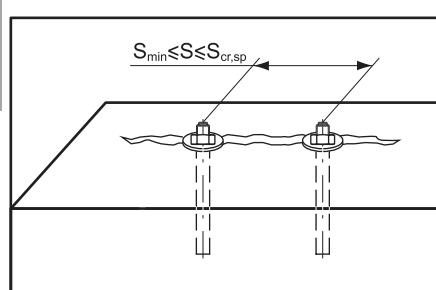
$f_{h,sp}$ – фактор влияния толщины материала (см. табл. 2.1.12)



Фактор влияния краевого расстояния

$$f_{c,sp}^* = 0,35 + C/S_{cr,sp} + 0,6(C/S_{cr,sp})^2 \leq 1$$

* Для анкеров с $S_{cr,sp} = S_{cr,N}$ (см. табл. 2.1.5), $f_{c,sp} = f_c$ (см. табл. 2.1.10)



Фактор влияния осевого расстояния

$$f_{s,sp}^* = (1 + S/S_{cr,sp}) \times 0,5$$

* Для анкеров с $S_{cr,sp} = S_{cr,N}$ (см. табл. 2.1.5), $f_{s,sp} = f_s$ (см. табл. 2.1.11)

2.1

Фактор влияния толщины материала

$$f_{h,sp} = (h/2h_{ef})^{2/3} \leq 1,5$$

табл. 2.1.12

Фактор влияния толщины материала $f_{h,sp}$					
h , мм	10(M6)	12(M8)	15(M10)	18(M12)	24(M16)
100	1,00				
120	1,14	1,00			
130	1,20	1,05			
140	1,26	1,10	1,00		
150	1,32	1,15	1,07		
170	1,43	1,26	1,17		
180	1,5	1,29	1,21	1,00	
200		1,41	1,30	1,08	1,00
220		1,5	1,38	1,16	1,07
250			1,46	1,26	1,16
260			1,5	1,29	1,19
280				1,35	1,26
300				1,42	1,31
325				1,5	1,38
340					1,42
365					1,5
h_{ef} , мм	49	59	67	88	99
h_{min} , мм	100	120	140	180	200

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

2. Срез

Критерий выбора

$$V_{Sd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}; V_{Rd,c})$$

V_{Sd}^1 – срезающая нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

V_{Rd} – срезающая расчетная нагрузка на одиничный анкер, кН

$V_{Rd,s}$ – расчетная срезающая нагрузка по стали, кН (раздел 2.1)

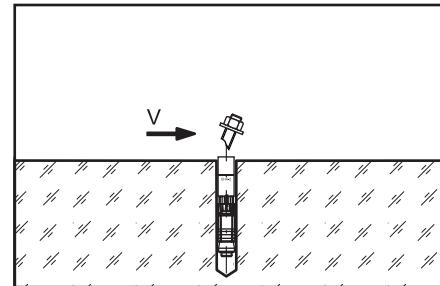
$V_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение), кН (раздел 2.2)

$V_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (раздел 2.3)

2.1. Расчетная срезающая нагрузка по стали

табл. 2.1.13

Расчетная срезающая нагрузка по стали $V_{Rd,s}$						
Анкер	Параметр	10(M6)	12(M8)	15(M10)	18(M12)	24(M16)
EHA-2	$V_{Rd,s}$, кН	11,2	20,8	33,6	40,0	64,7



2.1

2.2. Расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение)

$$V_{Rd,sp} = V_{Rd,sp}^0 \times f_c \times f_s \times f_B$$

$V_{Rd,sp}^0$ – нормативная нагрузка скальвания бетона, кН (см. табл. 2.1.14)

f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 2.1.10),

количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона),

влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 2.1.11), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера,

и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.1.8)

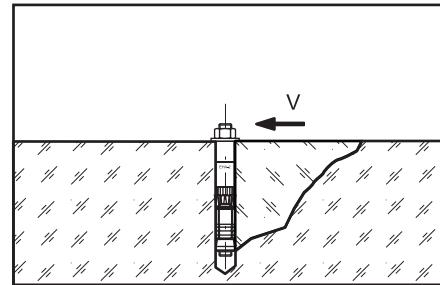


табл. 2.1.14

Нормативная нагрузка скальвания бетона $V_{Rd,sp}^0$, бетон С20/25							
Анкер		Параметр	10(M6)	12(M8)	15(M10)	18(M12)	24(M16)
EHA-2	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,sp}^0$, кН	11,5	15,4	37,2	56,0	66,4
	Растянутая зона бетона	$V_{Rd,sp}^0$, кН	8,2	10,9	26,4	39,8	47,0

2.3 Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,V}$$

$V_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (см. табл. 2.1.15)

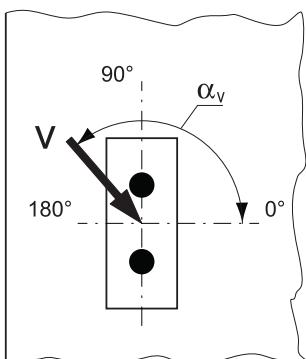
f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.1.8)

f_a – фактор влияния направления срезающей нагрузки (см. табл. 2.1.16)

$f_{cs,V}$ – фактор влияния осевого и краевого расстояния

табл. 2.1.15

Нормативная нагрузка разрушения кромки бетона $V_{Rd,c}^0$ для анкеров с минимальным краевым расстоянием, бетон С20/25							
Анкер		Параметр	10(M6)	12(M8)	15(M10)	18(M12)	24(M16)
EHA-2	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	3,2	4,6	6,4	14,9	13,7
	Растянутая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	2,3	3,3	4,6	6,2	9,8
	Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	50	60	70	80	100



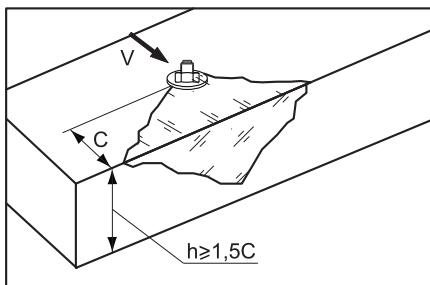
Фактор влияния направления срезающей нагрузки

табл. 2.1.16

Фактор влияния направления срезающей нагрузки f_a

α_v	0°-55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°-180°
f_a	1,0	1,07	1,14	1,23	1,35	1,50	1,71	2,0

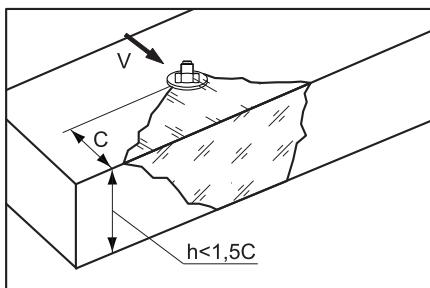
2.1



Фактор влияния краевого расстояния для одного анкера

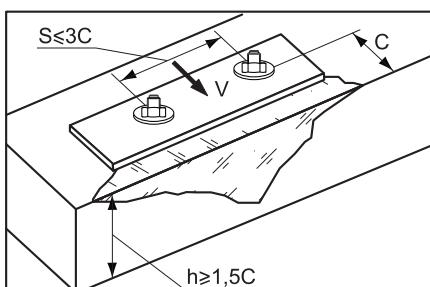
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$

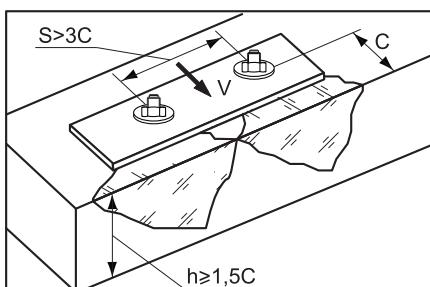
$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{h/1,5}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



Фактор влияния осевого и краевого расстояний для пары анкеров

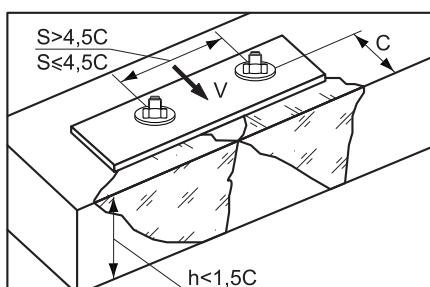
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{3 \times c + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S > 3C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{2 \times h + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

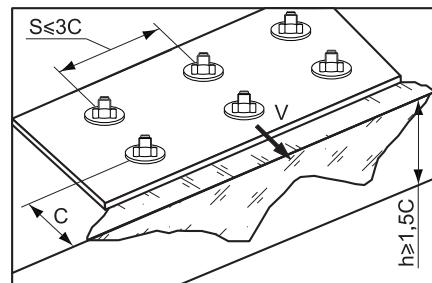
Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S > 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{6,5 \times h}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

Фактор влияния краевого и осевого расстояний на группу анкеров $n > 2$

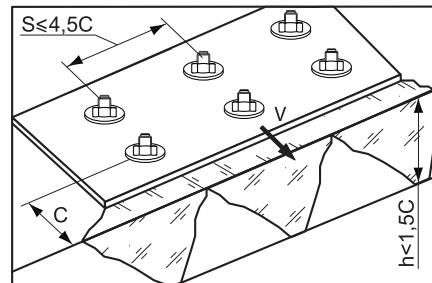
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{3 \times c + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{2 \times h + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



2.4 Комбинация нагрузок. Проверочное уравнение

$$\frac{N_{sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

N_{sd}^1, V_{sd}^1 – вырывная и срезающая нагрузки на анкер (задается проектировщиком), кН
 N_{sd}, V_{sd} – вырывная и срезающая расчетные нагрузки, кН

2.1

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Дано:

Сжатый бетон С40/50,

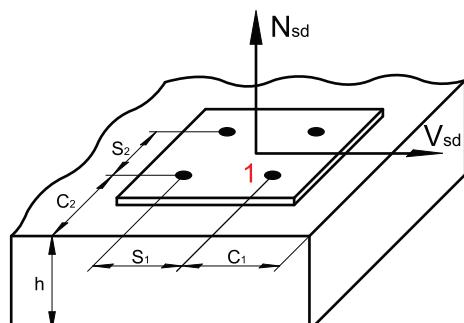
Вырывная нагрузка $N_{sd} = 80$ кН,

Срезающая нагрузка $V_{sd} = 100$ кН,

Оевые расстояния $S_1 = 240$ мм, $S_2 = 220$ мм,

Краевые расстояния $C_1 = 150$ мм, $C_2 = 140$ мм,

Толщина базового основания $h = 300$ мм.



Условие проверки подбора анкера:

$$N_{sd}^1 \leq N_{Rd} = \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

$$V_{sd}^1 \leq V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}; V_{Rd,c})$$

$$\frac{N_{sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

Решение:

Выбираем самый нагруженный анкер 1, т.к. на него влияют 2 соседних анкера и 2 кромки бетона (см. рис. анкер 1)

1. Нагрузка на один анкер

$$N_{sd}^1 = 80/4 = 20 \text{ кН},$$

$$V_{sd}^1 = 100/4 = 25 \text{ кН}$$

Принимаем распорный втулочный анкер ЕНА-2 18/50x150.

2. Расчетная нагрузка стали на разрыв

$N_{Rd,s} = 44,7 \text{ кН}$ (см. табл. 2.1.6) $\geq 20 \text{ кН}$ – условие выполняется.

3. Расчетная нагрузка вырыва анкера из бетона

$N_{Rd,p}$ не учитывается, т.к. происходит разрушение бетонного конуса (см. табл. 2.1.7).

4. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c1} \times f_{c2} \times f_{s1} \times f_{s2} \times f_B$$

$N_{Rd,c}^0 = 28 \text{ кН}$ (см. табл. 2.1.9),

$f_{c1} = f_{c2} = 1$ (см. табл. 2.1.10),

$f_{s1} = 0,95$ (см. табл. 2.1.11),

$f_{s2} = 0,92$,

$f_B = 1,41$ (см. табл. 2.1.8),

$N_{Rd,c} = 28 \times 1 \times 1 \times 0,95 \times 0,92 \times 1,41 = 34,5 \text{ кН} \geq 20 \text{ кН}$ – условие выполняется.

2.1

5. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp1} \times f_{c,sp2} \times f_{c,sp1} \times f_{c,sp2} \times f_B \times f_{h,sp}$$

для анкеров с $C_{cr,sp} = C_{cr,N}$ и $S_{cr,sp} = S_{cr,N}$ принимаем $f_{c,sp1} = f_{c1}$, $f_{s,sp1} = f_{s1}$ и $f_{s,sp2} = f_{s2}$ (см. п. 4),

$f_{h,sp} = 1,42$ (см. табл. 2.1.12),

$N_{Rd,sp} = 28 \times 1 \times 1 \times 0,95 \times 0,92 \times 1,41 \times 1,42 = 49 \text{ кН} \geq 20 \text{ кН}$ – условие выполняется.

6. Проверка:

$$V_{Sd}^1 \leq V_{Rd} = \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp}) = N_{Rd,c}$$

$20 \text{ кН} \leq 34,5 \text{ кН}$ – условие выполняется.

7. Расчетная срезающая нагрузка по стали

$V_{Rd,s} = 40 \text{ кН} \geq 25 \text{ кН}$ (см. табл. 2.1.13) – условие выполняется.

8. Расчетная нагрузка скальвания бетона

$$V_{Rd,sp} = V_{Rd,sp}^0 \times f_{c1} \times f_{c2} \times f_{s1} \times f_{s2} \times f_B$$

$V_{Rd,sp}^0 = 56 \text{ кН}$ (см. табл. 2.1.14),

$f_{c1}, f_{c2}, f_{s1}, f_{s2}$ (см. п. 4),

$V_{Rd,sp} = 56 \times 1 \times 1 \times 0,95 \times 0,92 \times 1,41 = 69 \text{ кН} \geq 25 \text{ кН}$ – условие выполняется.

9. Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

Для определения наихудшего случая нагружения анкеров рассчитаем обе кромки:

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,V}$$

$V_{Rd,c}^0 = 14,9 \text{ кН}$ (см. табл. 2.1.15),

для $C_1 = 150 \text{ мм}$,

$f_a = 1$ (см. табл. 2.1.16),

$f_{cs,V}$ рассчитываем для случая $h \geq 1,5C$ и $S \leq 3C$:

$$f_{cs,V} = (3 \times 150 + 220) / (6 \times 80) \times (150/80)^{0.5} = 1,91$$

$V_{Rd,c} = 14,9 \times 1,41 \times 1 \times 1,91 = 40,1 \text{ кН} \geq 25 \text{ кН}$ – условие выполняется,

для $C_2 = 140 \text{ мм}$,

$f_a = 2$ (см. табл. 2.1.16),

$f_{cs,V}$ для случая $h \geq 1,5C$ и $S \leq 3C$:

$$f_{cs,V} = (3 \times 140 + 240) / (6 \times 80) \times (140/80)^{0.5} = 1,82$$

$V_{Rd,c} = 14,9 \times 1,41 \times 2 \times 1,82 = 76,4 \text{ кН} \geq 25 \text{ кН}$ – условие выполняется

Наихудшим случаем влияние кромки является $C_1 = 150 \text{ мм}$, принимаем $V_{Rd,c} = 40,1 \text{ кН} \geq 25 \text{ кН}$ – условие выполняется

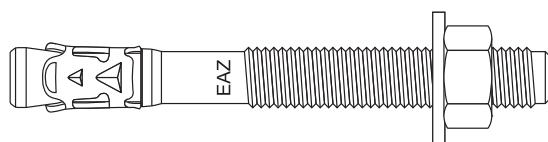
10. Проверка:

$$V_{Sd}^1 \leq V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}; V_{Rd,c}) = V_{Rd,s}$$

$25 \text{ кН} \leq 40 \text{ кН}$ – условие выполняется,

$20/34,5 + 25/40 = 1,2 \leq 1,2$ – условие выполняется. Анкер подобран правильно.

2.2 EAZ, EAZ A4 — СТАЛЬНЫЕ РАСПОРНЫЕ КЛИНОВЫЕ АНКЕРЫ



НАЗНАЧЕНИЕ

- Для анкеровки в сжатую и растянутую зоны бетона класса С20/25 и выше, в природный камень плотной структуры
- Применяется при монтаже витражей, кронштейнов НФС, направляющих лифтовых шахт, перильных ограждений, кабельных лотков, колонн, стоек, железобетонных балок, инженерных коммуникаций, потолочных конструкций и различного оборудования

СВОЙСТВА

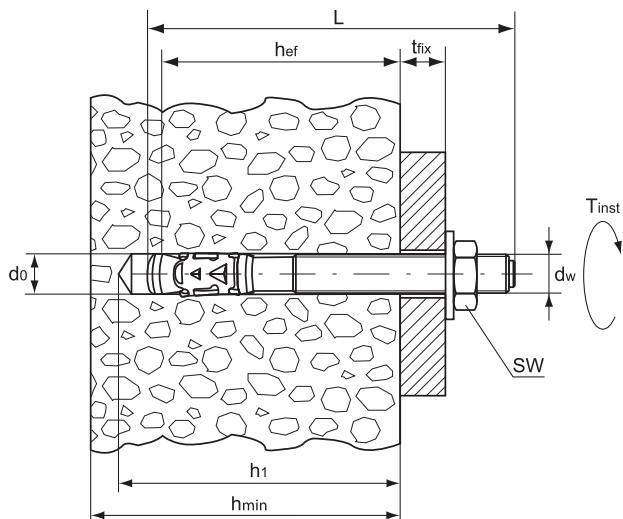
- Для сквозного и предварительного монтажа
- Имеет техническое свидетельство Минрегиона Украины
- Имеет Европейский Технический допуск для растянутой зоны бетона, высшая опция 1
- Успешно прошел испытания на сейсмостойкость в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, допущен для крепления НФС массой до 110 кг/м² (Технический отчет по договору №1160/24-45-12/ск)
- Анкер изготовлен из углеродистой стали, соответствует классу 8.8
- Анкер EAZ-H имеет термодиффузионное коррозионностойкое покрытие HARP. Допущен для применения в среднеагрессивной среде, влажном режиме в течение 50-ти лет (Протокол испытаний № ИКТ-358-2011)
- Анкер EAZ-A4 изготовлен из нержавеющей кислотостойкой стали 1.4404 аналогичной 10X17H13M2T ГОСТ 5949-75 и используется в агрессивных средах и приморской атмосфере
- Распорная гильза, выполненная из нержавеющей стали A4, увеличивает долговечность анкерного узла
- Производит контролируемое расклинивание в отверстии при затяжке гайки установленным моментом
- Имеет предел огнестойкости R120
- Уменьшенная глубина анкеровки позволяет снизить трудозатраты при производстве работ, путем сокращения времени бурения отверстий и количества расходуемых буров
- Минимальные краевые и осевые расстояния достигаются за счет равномерного распора

МАТЕРИАЛ

2.2

табл. 2.2.1

EAZ		
Элемент	Материал	Покрытие (коррозионностойкая сталь)
Болт	M8, M10: 19MnB4 DIN 1654-T4 M12, M16: C30BKD Euronorm 119-74	Специальное термодиффузионное покрытие HARP
Распорная гильза	Нержавеющая сталь X2CrNiMo 17-12-2	EN 10088-2
Шайба	DIN 125/1	Специальное термодиффузионное покрытие HARP
Гайка	EN 24032, класс стали 8	
EAZ A4		
Элемент	Материал	Покрытие (коррозионностойкая сталь)
Болт	Нержавеющая сталь X2CrNiMo17-12-2 (1.4404)	EN 10088-3
Распорная гильза	Нержавеющая сталь X2CrNiMo17-12-2 (1.4404)	EN 10088-2
Шайба	A4-140 Hv Нержавеющая сталь AISI 316 аналог EN 10088-2	DIN 125/1
Гайка	A4-80 Нержавеющая сталь AISI 316 аналог ISO 3506-2	DIN 934



где d_0 – диаметр бура, мм
 h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм
 t_{fix} – максимальная толщина прикрепляемой детали, мм
 h_1 – минимальная глубина отверстия, мм
 h_{min} – минимальная толщина материала, мм
 L – полная длина анкера, мм
 d_w – диаметр резьбы, мм
 T_{inst} – рекомендованный момент затяжки анкера, Нм
 SW – размер под ключ

2.2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

табл. 2.2.2

Обозначение	Артикул, покрытие HARP	Артикул, нержавеющая сталь A4	Упаковка, шт.	Макс. толщина прикрепляемой детали t_{fix} , мм	Полная длина анкера L, мм	Резьба d_w
EAZ 8/3x68	300249	300361	100	3	68	M8
EAZ 8/10x75	300251	300363	100	10	75	M8
EAZ 8/25x90	300253	300365	100	25	90	M8
EAZ 8/50x115	300255	300367	100	50	115	M8
EAZ 8/70x135	300257	300369	100	70	135	M8
EAZ 8/100x165	300259	300371	50	100	165	M8
EAZ 10/10x90	300265	300377	50	10	90	M10
EAZ 10/25x105	300267	300379	50	25	105	M10
EAZ 10/35x115	300269	300381	50	35	115	M10
EAZ 10/55x135	300271	300383	25	55	135	M10
EAZ 10/75x155	300273	300385	25	75	155	M10
EAZ 10/105x185	300275	300387	25	105	185	M10
EAZ 12/10x110	300285	300397	50	10	110	M12
EAZ 12/20x120	300287	300399	50	20	120	M12
EAZ 12/45x145	300289	300401	25	45	145	M12
EAZ 12/70x170	300291	300403	25	70	170	M12
EAZ 12/100x200	300293	300405	25	100	200	M12
EAZ 16/10x130	300307	300419	20	10	130	M16
EAZ 16/30x150	300309	300421	20	30	150	M16
EAZ 16/60x185	300311	300423	20	60	185	M16
EAZ 16/100x220	300313	300425	15	100	220	M16

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ EAZ, EAZ A4

табл. 2.2.3

Параметр	M8	M10	M12	M16
Диаметр бура d_0 , мм	8	10	12	16
Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	70	80	100	115
Эффективная глубина анкеровки h_{ef} , мм	48	60	72	86
Минимальная толщина материала h_{min} , мм	100	120	150	170
Размер под ключ SW	13	17	19	24
Рекомендованный момент затяжки T_{inst} , Нм	20	40	60	120

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

табл. 2.2.4

Расчетные вырывные нагрузки N_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25						
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16
EAZ	Сжатая зона бетона	N_{Rd} , кН	6,0	10,7	13,3	23,3
	Растянутая зона бетона	N_{Rd} , кН	4,0	8,0	10,7	13,3
Расчетные срезающие нагрузки V_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25						
EAZ	Сжатая зона бетона	V_{Rd} , кН	8,6	16,1	22,5	44,2
	Растянутая зона бетона	V_{Rd} , кН	7,9	16,1	22,5	38,2

2.2

табл. 2.2.5

Расчетные вырывные нагрузки N_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25						
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16
EAZ A4	Сжатая зона бетона	N_{Rd} , кН	6,0	10,7	13,3	23,3
	Растянутая зона бетона	N_{Rd} , кН	3,3	6,0	8,0	16,7
Расчетные срезающие нагрузки V_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25						
EAZ A4	Сжатая зона бетона	V_{Rd} , кН	9,2	14,5	21,1	39,2
	Растянутая зона бетона	V_{Rd} , кН	7,9	14,5	21,1	38,2

ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ФАКТОРОВ ОСЕВЫХ И КРАЕВЫХ РАССТОЯНИЙ

табл. 2.2.6

EAZ						
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона		$C_{cr,sp}$, мм	145	180	215	260
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона		$S_{cr,sp}$, мм	290	360	430	520
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона		$C_{cr,N}$, мм	70	90	110	130
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона		$S_{cr,N}$, мм	140	180	220	260
Минимальное краевое расстояние		C_{min} , мм	50	60	70	85
Минимальное осевое расстояние		S_{min} , мм	50	60	70	80

табл. 2.2.7

EAZ A4						
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона		$C_{cr,sp}$, мм	70	90	110	130
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона		$S_{cr,sp}$, мм	140	180	220	260
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона		$C_{cr,N}$, мм	70	90	110	130
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона		$S_{cr,N}$, мм	140	180	220	260
Минимальное краевое расстояние		C_{min} , мм	50	55	60	70
Минимальное осевое расстояние		S_{min} , мм	50	55	60	70

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АНКЕРОВ EAZ, EAZ A4 ДЛЯ СЖАТОЙ И РАСТЯНУТОЙ ЗОН БЕТОНА

1. Вырыв

Критерий выбора

$$N_{Sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

N_{Sd}^1 – вырывная нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Rd} – вырывная расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$N_{Rd,s}$ – расчетная нагрузка стали на разрыв, кН (раздел 1.1)

$N_{Rd,p}$ – расчетная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$N_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка растрескивания бетона, кН (раздел 1.4)

1.1. Расчетная нагрузка стали на разрыв

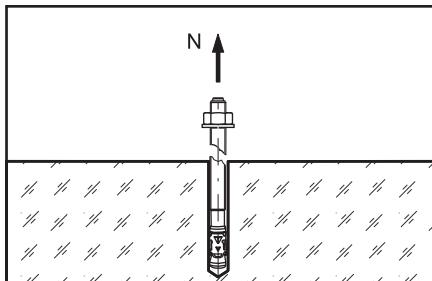
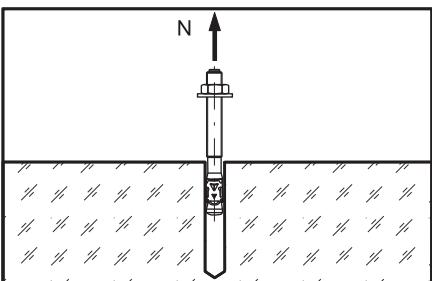


табл. 2.2.8

Расчетная нагрузка стали на разрыв $N_{Rd,s}$					
Анкер	Параметр	M8	M10	M12	M16
EAZ	$N_{Rd,s}$, кН	15,9	25,8	36,5	63,5
EAZ A4	$N_{Rd,s}$, кН	14,0	22,7	32,7	58,7

1.2. Расчетная нагрузка вырыва анкера из бетона



$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \times f_B$$

$N_{Rd,p}^0$ – нормативная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (см. табл. 2.2.9)

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.2.10)

табл. 2.2.9

Нормативная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25					
Анкер		Параметр	M8	M10	M12
EAZ	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	6,0	10,7	13,3
	Растянутая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	4,0	8,0	10,7
EAZ A4	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	6,0	10,7	13,3
	Растянутая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	3,3	6,0	8,0

Фактор влияния прочности бетона

$$f_B = (f_{ck,cube} / 25)^{0,5}$$

табл. 2.2.10

Фактор влияния прочности бетона f_B							
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
$f_{ck,cyl}$	Н/мм ²	20	25	30	35	40	45
$f_{ck,cube}$	Н/мм ²	25	30	37	45	50	55
f_B		1	1,1	1,22	1,34	1,41	1,45
							1,55

1.3. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_c \times f_s \times f_b$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 2.2.11)
 f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 2.2.12, 2.2.13),
 количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона),
 влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение
 f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 2.2.14, 2.2.15),
 количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу
 рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение
 f_b – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.2.10)

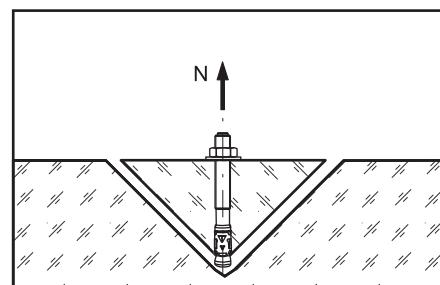


табл. 2.2.11

Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{Rd,c}^0$, бетон С20/25						
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16
EAZ	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,c}^0$, кН	11,1	15,6	20,5	26,8
	Растянутая зона бетона	$N_{Rd,c}^0$, кН	7,9	11,2	14,7	19,1
EAZ A4	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,c}^0$, кН	11,1	15,6	20,5	26,8
	Растянутая зона бетона	$N_{Rd,c}^0$, кН	7,9	11,2	14,7	19,1

2.2

Фактор влияния краевого расстояния

$$f_c = 0,35 + C/S_{cr,N} + 0,6(C/S_{cr,N})^2 \leq 1$$

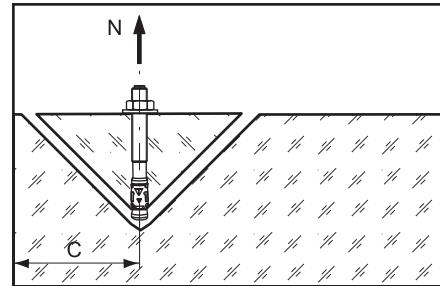
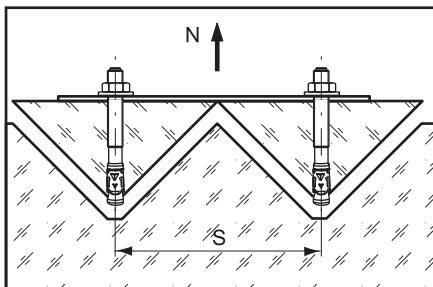


табл. 2.2.12

Фактор влияния краевого расстояния f_c для EAZ, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$				
C, мм	M8	M10	M12	M16
50	0,77			
60	0,87	0,74		
70	1	0,81	0,71	
80		0,90	0,78	
85		0,95	0,81	0,73
90		1	0,84	0,76
100			0,92	0,81
110			1	0,88
120				0,93
130				1
C_{min} , мм	50	60	70	85
$C_{cr,N}$, мм	70	90	110	130

Фактор влияния краевого расстояния f_c для EAZ A4, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$				
C, мм	M8	M10	M12	M16
50	0,77			
55	0,83	0,70		
60	0,87	0,74	0,66	
70	1	0,81	0,71	0,66
80			0,90	0,78
85			0,95	0,81
90			1	0,84
100				0,92
110				1
120				0,93
C_{min} , мм	50	55	60	70
$C_{cr,N}$, мм	70	90	110	130

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции



Фактор влияния осевого расстояния

$$f_s = (1 + S/S_{cr,N}) \times 0,5$$

табл. 2.2.14

Фактор влияния осевого расстояния f_s для EAZ, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$				
S , мм	M8	M10	M12	M16
50	0,67			
60	0,71	0,67		
70	0,75	0,69	0,66	
80	0,79	0,72	0,68	0,65
90	0,82	0,75	0,70	0,67
100	0,85	0,78	0,72	0,69
110	0,89	0,81	0,75	0,71
120	0,92	0,83	0,77	0,73
130	0,96	0,86	0,80	0,75
140	1	0,89	0,82	0,77
150		0,91	0,84	0,79
160		0,94	0,86	0,81
180		1	0,90	0,85
200			0,95	0,88
220			1	0,92
240				0,96
260			1	
S_{min} , мм	50	60	70	80
$S_{cr,N}$, мм	140	180	220	260

табл. 2.2.15

Фактор влияния осевого расстояния f_s для EAZ A4, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$				
S , мм	M8	M10	M12	M16
50	0,67			
55	0,70	0,65		
60	0,71	0,67	0,64	
70	0,75	0,69	0,66	0,63
80	0,79	0,72	0,68	0,65
90	0,82	0,75	0,70	0,67
100	0,85	0,78	0,72	0,69
110	0,89	0,81	0,78	0,72
120	0,92	0,83	0,81	0,75
130	0,96	0,86	0,83	0,77
140	1	0,89	0,86	0,80
150		0,91	0,84	0,84
160		0,94	0,86	0,81
180		1	0,90	0,86
200			1	0,90
220				0,95
240				1
260				0,96
S_{min} , мм	50	55	60	70
$S_{cr,N}$, мм	140	180	220	260

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

1.4. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp} \times f_B \times f_{h,sp}$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 2.2.11)

$f_{c,sp}$ – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 2.2.16), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{s,sp}$ – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 2.2.17), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.2.10)

$f_{h,sp}$ – фактор влияния толщины материала (см. табл. 2.2.18)

Фактор влияния краевого расстояния

$$f_{c,sp}^* = 0,35 + C/S_{cr,sp} + 0,6(C/S_{cr,sp})^2 \leq 1$$

* Для EAZ A4 $C_{cr,sp} = C_{cr,N}$ (см. табл. 2.2.7), $f_{c,sp} = f_c$ (см. табл. 2.2.13)

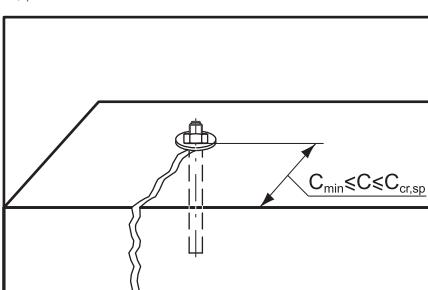


табл. 2.2.16

Фактор влияния краевого расстояния $f_{c,sp}$ для EAZ, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,sp}$				
C, мм	M8	M10	M12	M16
50	0,53			
60	0,57	0,53		
70	0,62	0,56	0,53	
85	0,69	0,61	0,57	0,53
90	0,71	0,64	0,58	0,54
100	0,76	0,66	0,61	0,56
120	0,86	0,76	0,67	0,61
145	1	0,83	0,73	0,66
160		0,91	0,80	0,70
180		1	0,86	0,76
200			0,93	0,81
215			1	0,88
240				0,94
260				1
C_{min} , мм	50	60	70	85
$C_{cr,sp}$, мм	145	180	215	260

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния осевого расстояния

$$f_{s,sp}^* = (1 + S/S_{cr,sp}) \times 0,5$$

* Для EAZ A4 $S_{cr,sp} = S_{cr,N}$ (см. табл. 2.2.7), $f_{s,sp} = f_s$ (см. табл. 2.2.15)

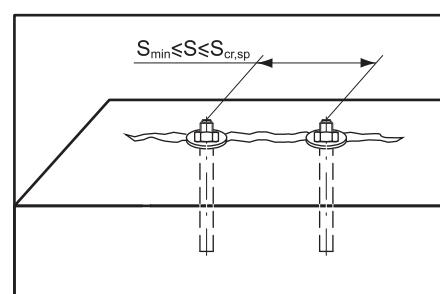


табл. 2.2.17

Фактор влияния осевого расстояния $f_{s,sp}$ для EAZ, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,sp}$				
S, мм	M8	M10	M12	M16
50	0,59			
60	0,60	0,58		
70	0,62	0,60	0,58	
80	0,64	0,61	0,59	0,57
90	0,66	0,63	0,60	0,59
100	0,67	0,64	0,61	0,60
120	0,71	0,67	0,64	0,62
140	0,74	0,69	0,66	0,63
160	0,78	0,72	0,69	0,65
180	0,81	0,75	0,71	0,67
200	0,84	0,78	0,73	0,69
230	0,90	0,81	0,77	0,72
260	0,95	0,86	0,80	0,75
290	1	0,90	0,83	0,79
330		0,95	0,88	0,81
360		1	0,92	0,85
390			0,95	0,88
430			1	0,91
460				0,94
490				0,97
520				1
S_{min} , мм	50	60	70	80
$S_{cr,sp}$, мм	290	360	430	520

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния толщины материала

$$f_{h,sp} = (h/2h_{ef})^{2/3} \leq 1,5$$

табл. 2.2.18

Фактор влияния толщины материала $f_{h,sp}$ для анкеров EAZ, EAZ A4				
h, мм	M8	M10	M12	M16
100	1,02			
120	1,15	1,00		
130	1,22	1,05		
140	1,28	1,10		
150	1,34	1,15	1,02	
170	1,46	1,26	1,11	1,00
180	1,5	1,30	1,16	1,04
200		1,40	1,24	1,08
220		1,5	1,32	1,17
240			1,40	1,23
260			1,47	1,31
270			1,5	1,34
290				1,41
315				1,5
h_{ef} , мм	48	60	72	86
h_{min} , мм	100	120	150	170

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

2.2

2. Срез

Критерий выбора

$$V_{sd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}; V_{Rd,c})$$

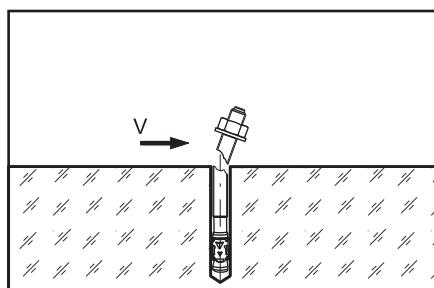
V_{sd}^1 – срезающая нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

V_{Rd} – срезающая расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$V_{Rd,s}$ – расчетная срезающая нагрузка по стали, кН (раздел 2.1)

$V_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение), кН (раздел 2.2)

$V_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (раздел 2.3)

2.1. Расчетная срезающая нагрузка по стали

табл. 2.2.19

Расчетная срезающая нагрузка по стали $V_{Rd,s}$					
Анкер	Параметр	M8	M10	M12	M16
EAZ	$V_{Rd,s}$, кН	8,6	16,1	22,5	44,2
EAZ A4	$V_{Rd,s}$, кН	9,2	14,5	21,1	39,2

2.2. Расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение)

$$V_{Rd,sp} = V_{Rd,sp}^0 \times f_c \times f_s \times f_B$$

$V_{Rd,sp}$ – нормативная нагрузка скальвания бетона, кН (см. табл. 2.2.20)
 f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 2.2.12, 2.2.13),
 количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона),
 влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение
 f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 2.2.14, 2.2.15),
 количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу
 рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение
 f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.2.10)

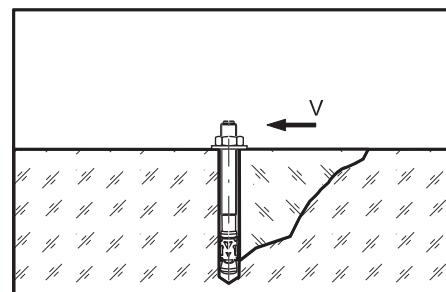


табл. 2.2.20

Нормативная нагрузка скальвания бетона $V_{Rd,sp}^0$, бетон С20/25						
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16
EAZ	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,sp}^0$, кН	11,1	31,1	41,0	53,2
	Растянутая зона бетона	$V_{Rd,sp}^0$, кН	7,9	22,4	29,4	38,2
EAZ A4	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,sp}^0$, кН	11,1	31,1	41,0	53,2
	Растянутая зона бетона	$V_{Rd,sp}^0$, кН	7,9	22,4	29,4	38,2

2.3 Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,V}$$

$V_{Rd,c}$ – нормативная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (см. табл. 2.2.21)

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.2.10)

f_a – фактор влияния направления срезающей нагрузки (см. табл. 2.2.22)

$f_{cs,V}$ – фактор влияния осевого и краевого расстояния

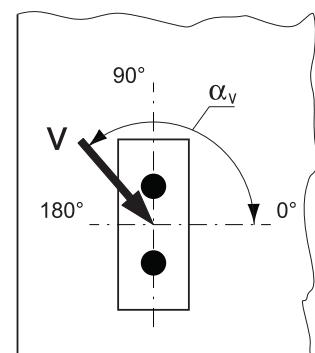
табл. 2.2.21

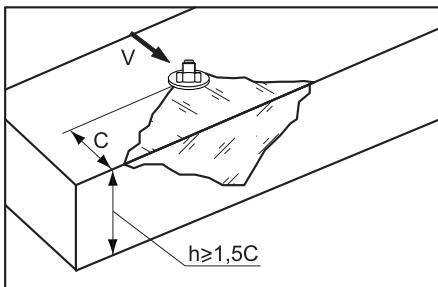
Нормативная нагрузка разрушения кромки бетона $V_{Rd,c}^0$ для анкеров с минимальным краевым расстоянием, бетон С20/25						
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16
EAZ	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	3,0	4,4	5,8	9,2
	Растянутая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	2,1	3,1	4,2	6,6
	Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	50	60	70	85
EAZ A4	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	3,0	3,9	4,8	6,9
	Растянутая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	2,1	2,8	3,4	4,9
	Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	50	55	60	70

Фактор влияния направления срезающей нагрузки

табл. 2.2.22

Фактор влияния направления срезающей нагрузки f_a								
α_v	0°-55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°-180°
f_a	1,0	1,07	1,14	1,23	1,35	1,50	1,71	2,0

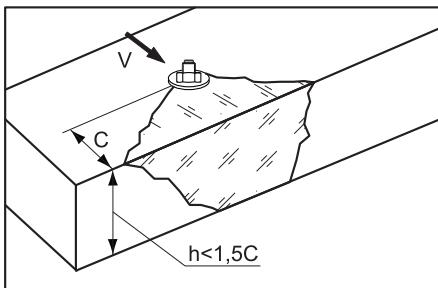




Фактор влияния краевого расстояния для одного анкера

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$

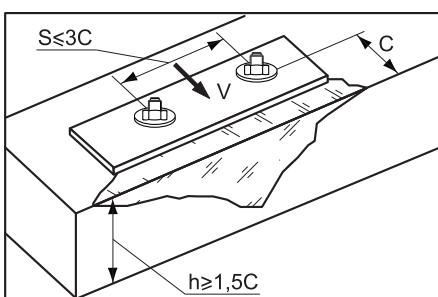
$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{h/1,5}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

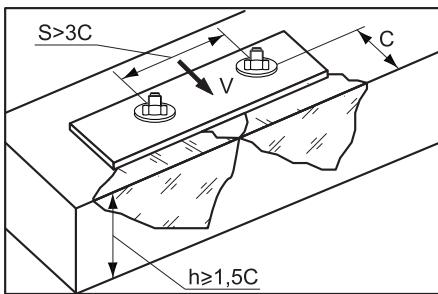
2.2



Фактор влияния осевого и краевого расстояний для пары анкеров

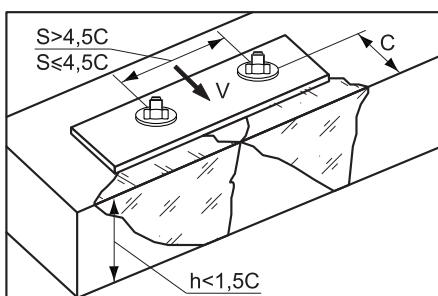
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{3 \times c + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S > 3C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

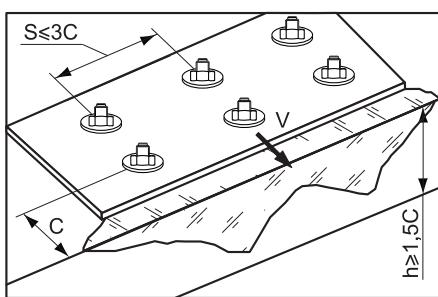


Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{2 \times h + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S > 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{6,5 \times h}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



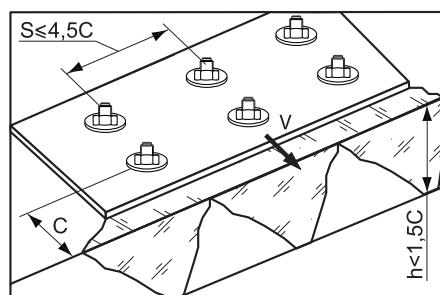
Фактор влияния краевого и осевого расстояний на группу анкеров $n > 2$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{3 \times c + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{2 \times h + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



2.4 Комбинация нагрузок. Проверочное уравнение

$$\frac{N_{sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

N_{sd}^1, V_{sd}^1 – вырывная и срезающая нагрузки на анкер (задается проектировщиком), кН
 N_{sd}, V_{sd} – вырывная и срезающая расчетные нагрузки, кН

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Дано:

Сжатый бетон С50/60,

Срезающая нагрузка $V_{sd} = 72$ кН,

Оевые расстояния $S_1 = 110$ мм, $S_2 = 150$ мм,

Краевые расстояния $C_1 = 100$ мм, $C_2 = 85$ мм,

Толщина базового основания $h = 250$ мм.

Условие проверки подбора анкера:

$$V_{sd}^1 \leq V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}, V_{Rd,sp}, V_{Rd,c})$$

Решение:

Выбираем самый нагруженный анкер (см. рис. анкер 1)

1. Нагрузка на один анкер

$$V_{sd}^1 = 72/4 = 18 \text{ кН}$$

Принимаем механический спорный анкер EAZ 12/45x145

2. Расчетная срезающая нагрузка по стали

$$V_{Rd,s} = 22,5 \text{ кН} \text{ (см. табл. 2.2.19)} \geq 18 \text{ кН} \text{ – условие выполняется.}$$

3. Расчетная нагрузка скальвания бетона

$$V_{Rd,sp} = V_{Rd,sp}^0 \times f_B \times f_{c2} \times f_{s1} \times f_{s2}$$

$$V_{Rd,sp}^0 = 41 \text{ кН} \text{ (см. табл. 2.2.20)}$$

$$f_B = 1,55 \text{ (см. табл. 2.2.10)}$$

$$f_{c2} = 0,81 \text{ (см. табл. 2.2.12)}$$

$$f_{s1} = 0,75 \text{ (см. табл. 2.2.14)}$$

$$f_{s2} = 0,84 \text{ (см. табл. 2.2.14)}$$

$$V_{Rd,sp} = 41 \times 1,55 \times 0,81 \times 0,75 \times 0,84 = 32,4 \text{ кН} \geq 18 \text{ кН} \text{ – условие выполняется.}$$

4. Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,V}$$

$$V_{Rd,c}^0 = 5,8 \text{ кН} \text{ (см. табл. 2.2.21)}$$

$$f_a = 2 \text{ (см. табл. 2.2.22)}$$

$f_{cs,V}$ рассчитываем для пары анкеров с наименьшим краевым расстоянием для случая $h \geq 1,5C$ и $S \leq 3C$ (см. раздел 2.3):

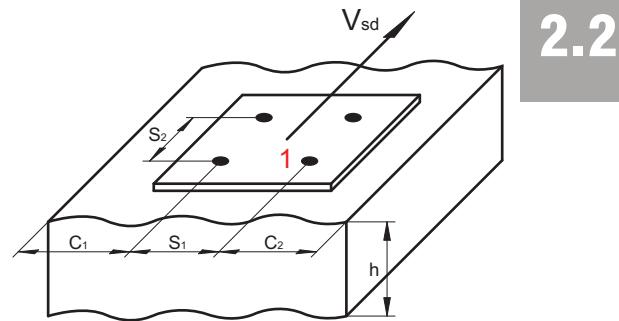
$$f_{cs,V} = (3 \times 85 + 150) / (6 \times 70) \times (85/70)^{0,5} = 1,06$$

$$V_{Rd,c} = 5,8 \times 1,55 \times 2 \times 1,06 = 19,05 \text{ кН} \geq 18 \text{ кН} \text{ – условие выполняется.}$$

5. Проверка:

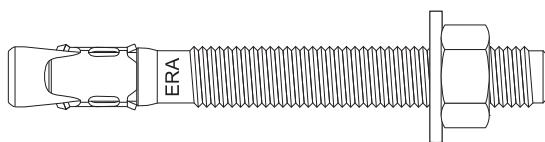
$$V_{sd}^1 \leq V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}, V_{Rd,sp}, V_{Rd,c}) = V_{Rd,c}$$

18 кН ≤ 19,05 кН – условие выполняется. Анкер подобран правильно.



2.2

2.3 ERA, ERA A4 — СТАЛЬНЫЕ РАСПОРНЫЕ КЛИНОВЫЕ АНКЕРЫ



НАЗНАЧЕНИЕ

- Для анкеровки в сжатую зону бетона класса С20/25 и выше, природный камень плотной структуры
- Применяется при монтаже: витражей, кронштейнов навесных фасадных систем (НФС), лифтовых направляющих, перильных ограждений, кабельных лотков, колонн, стоек, балок, стремянок, инженерных коммуникаций, оборудования и прочих конструкций

СВОЙСТВА

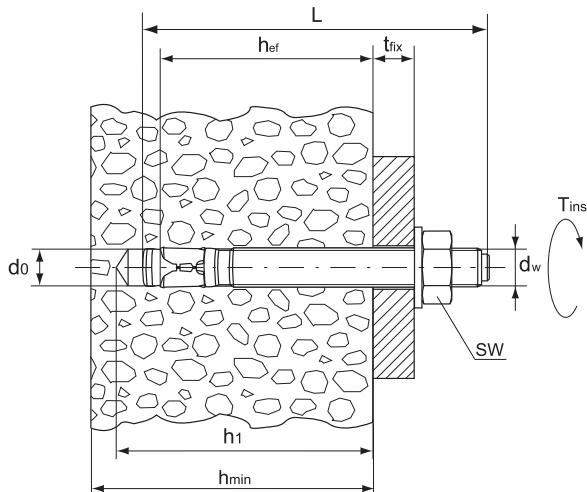
- Для сквозного, предварительного и дистанционного монтажа
- Имеет техническое свидетельство Минрегиона Украины
- Имеет Европейский Технический допуск для сжатой зоны бетона, опция 7
- Успешно прошел испытания на сейсмостойкость в ЦНИИСК им. Кучеренко (Технический отчет по договору №1160/24-45-12/ск)
- Анкер изготовлен из углеродистой стали, соответствует классу 6.8
- Толщина гальванического цинкового слоя не менее 10 мкм
- В исполнении из нержавеющей стали класса A4 допущен для агрессивных сред
- Производит контролируемое расклинивание в отверстии при затяжке гайки установленным моментом
- Предел огнестойкости R120
- Уменьшенная глубина анкеровки позволяет снизить трудозатраты при производстве работ, путем сокращения расхода буров
- Минимальные краевые и осевые расстояния достигаются за счет равномерного распора

2.3

МАТЕРИАЛ

табл. 2.3.1

ERA		
Элемент	Материал	Покрытие (коррозионностойкая сталь)
Болт	M6, M8, M10: 19MnB4 EN 10269, холодно формованный M12, M16: C30 B KD Euronorm 119-74, холодно формованный	ISO 4042, гальваническое покрытие толщиной $\geq 5\text{мкм}$
Распорная гильза	EN 10132-4, холодное формование	ISO 2081, гальваническое покрытие толщиной $\geq 5\text{мкм}$
Шайба	DIN 125/1	
Гайка	Класс 8 EN 24032	ISO 4042, гальваническое покрытие толщиной $\geq 5\text{мкм}$
ERA A4		
Элемент	Материал	
Болт	Нержавеющая сталь AISI 316-L-Cu X3CrNiCuMo 17-11-3-2 Нержавеющая сталь AISI 316-L X2CrNiMo 17-12-2	EN 10088/3
Распорная гильза	Нержавеющая сталь AISI 316-L X2CrNiMo 17-12-2	EN 10088/2
Шайба	A4-140 Hv	DIN 125
Гайка	A4-70	EN 24032



где d_0 – диаметр бура, мм
 h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм
 t_{fix} – максимальная толщина прикрепляемой детали, мм
 h_1 – минимальная глубина отверстия, мм
 h_{min} – минимальная толщина материала, мм
 L – полная длина анкера, мм
 d_w – диаметр резьбы, мм
 T_{inst} – рекомендованный момент затяжки анкера, Нм
 SW – размер под ключ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
табл. 2.3.2

Обозначение	Артикул ERA	Артикул ERA A4	Упаковка, шт.	Макс. толщина прикрепляемой детали t_{fix} , мм	Полная длина анкера L, мм	Резьба d_w
ERA 6/3x45	300931	-	200	3	45	M6
ERA 6/15x65	300933	-	100	15	65	M6
ERA 6/35x85	300935	-	100	35	85	M6
ERA 6/50x100	300937	-	50	50	100	M6
ERA 8/5x50	300939	301109	100	5	50	M8
ERA 8/7x65	300940	-	100	7	65	M8
ERA 8/15x75	300941	301111	100	15	75	M8
ERA 8/30x90	300943	301113	100	30	90	M8
ERA 8/55x115	300945	301115	100	55	115	M8
ERA 8/75x135	300947	301117	100	75	135	M8
ERA 8/105x165	300949	301119	100	105	165	M8
ERA 10/5x60	300951	301121	50	5	60	M10
ERA 10/5x75	300953	301123	50	5	75	M10
ERA 10/20x90	300955	301125	50	20	90	M10
ERA 10/30x100	300957	301127	50	30	100	M10
ERA 10/50x120	300959	301129	50	50	120	M10
ERA 10/75x145	300961	301131	25	75	145	M10
ERA 10/100x170	300963	301133	25	100	170	M10
ERA 10/140x210	300965	301135	25	140	210	M10
ERA 12/7x80	300967	301137	50	7	80	M12
ERA 12/10x100	300969	301139	50	10	100	M12
ERA 12/20x110	300971	301141	50	20	110	M12
ERA 12/45x135	300973	301143	25	45	135	M12
ERA 12/70x160	300975	301145	25	70	160	M12
ERA 12/100x185	300977	301147	25	100	185	M12
ERA 12/115x200	300979	301149	25	115	200	M12
ERA 12/135x220	300981	301151	25	135	220	M12
ERA 12/155x240	300983	301153	25	155	240	M12
ERA 12/170x255	300985	301155	25	170	255	M12
ERA 12/200x285	300987	301157	25	200	285	M12
ERA 12/215x300	300989	301159	25	215	300	M12
ERA 12/240x325	300991	301161	25	240	325	M12
ERA 12/270x335	300993	301163	20	270	335	M12
ERA 16/10x110	301007	301179	20	10	110	M16
ERA 16/15x125	301009	301177	20	15	125	M16
ERA 16/30x145	301011	301181	20	30	145	M16
ERA 16/60x175	301013	301183	20	60	175	M16
ERA 16/100x215	301015	301185	15	100	215	M16
ERA 16/115x230	301017	301187	10	115	230	M16
ERA 16/135x250	301019	301189	10	135	250	M16
ERA 16/155x270	301021	301191	10	155	270	M16
ERA 16/170x285	301023	301193	10	170	285	M16
ERA 16/205x320	301025	301195	10	205	320	M16
ERA 20/30x170	301027	301197	10	30	170	M20
ERA 20/75x215	301029	301199	10	75	215	M20
ERA 24/10x160	301031	301201	10	10	160	M24
ERA 24/10x180	301033	301203	10	10	180	M24
ERA 24/30x200	301035	301205	10	30	200	M24
ERA 24/50x220	301037	301207	10	50	220	M24
ERA 24/90x260	301039	301209	10	90	260	M24
ERA 24/140x310	301041	301211	10	140	310	M24

2.3

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ ERA, ERA A4

табл. 2.3.3

Параметр	M6*	M8	M10	M12	M16	M20	M24**
Диаметр бура d_o , мм	6	8	10	12	16	20	24
Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	50	60	70	85	115	130	165
Эффективная глубина анкеровки h_{ef} , мм	35	40	50	60	85	95	120
Минимальная толщина материала h_{min} , мм	100	100	100	120	170	200	240
Размер под ключ SW	10	13	17	19	24	30	36
Рекомендованный момент затяжки T_{inst} , Нм	6	15	25	50	100	160	200

* Анкер представлен только с оцинкованным покрытием

** Для расчета анкера ERA 24 необходимо обратиться в технический отдел ООО «Элементарная Механика»

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

табл. 2.3.4

Расчетные нагрузки N_{Rd} , V_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25								
Анкер	Нагрузка	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
ERA	Вырывная	N_{Rd} , кН	4,0	6,0	8,0	13,3	23,3	26,6
	Срезающая	V_{Rd} , кН	4,0	6,1	9,8	12,2	28,2	34,3

табл. 2.3.5

Расчетные нагрузки N_{Rd} , V_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25								
Анкер	Нагрузка	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
ERA A4	Вырывная	N_{Rd} , кН	-	5,0	8,0	15,6	23,3	26,6
	Срезающая	V_{Rd} , кН	-	8,5	11,9	20,6	38,3	59,0

ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ФАКТОРОВ ОСЕВЫХ И КРАЕВЫХ РАССТОЯНИЙ

табл. 2.3.6

Клиновые анкеры ERA, ERA A4								
Анкер		Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона		$C_{cr,sp}$, мм	105	120	150	180	255	285
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона		$S_{cr,sp}$, мм	210	240	300	360	510	570
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона		$C_{cr,N}$, мм	50	60	75	90	130	143
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона		$S_{cr,N}$, мм	105	120	150	180	255	285
Минимальное краевое расстояние		C_{min} , мм	50	60	75	90	130	143
Минимальное осевое расстояние		S_{min} , мм	50	60	75	90	130	143

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АНКЕРОВ ERA, ERA A4 ДЛЯ СЖАТОЙ ЗОНЫ БЕТОНА

1. Вырыв

Критерий выбора

$$N_{Sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

N_{Sd}^1 – вырывная нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Rd} – вырывная расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$N_{Rd,s}$ – расчетная нагрузка стали на разрыв, кН (раздел 1.1)

$N_{Rd,p}$ – расчетная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

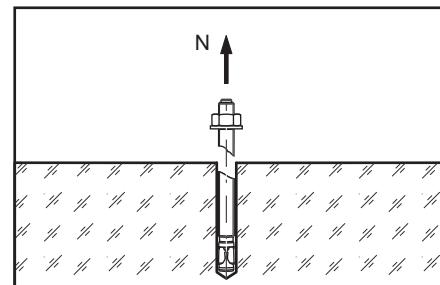
$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$N_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка растрескивания бетона, кН (раздел 1.4)

1.1. Расчетная нагрузка стали на разрыв

табл. 2.3.7

Расчетная нагрузка стали на разрыв $N_{Rd,s}$							
Анкер	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
ERA	$N_{Rd,s}$, кН	7,4	12,2	20,0	22,5	48,8	70,5
ERA A4	$N_{Rd,s}$, кН	-	10,8	17,6	24,8	50,9	85,0

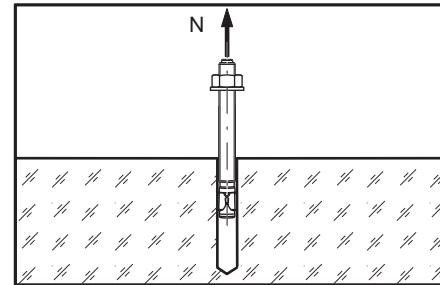


1.2. Расчетная нагрузка вырыва анкера из бетона

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \times f_B$$

$N_{Rd,p}^0$ – нормативная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (см. табл. 2.3.8)

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.3.9)



2.3

табл. 2.3.8

Нормативная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25							
Анкер	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
ERA	$N_{Rd,p}^0$, кН	4,0	6,0	8,0	13,3	23,3	26,6
ERA A4	$N_{Rd,p}^0$, кН	-	5,0	8,0	*	23,3	26,6

* Разрушению по конусу

Фактор влияния прочности бетона

$$f_B = (f_{ck,cube} / 25)^{0.5}$$

табл. 2.3.9

Фактор влияния прочности бетона f_B							
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
$f_{ck,cyl}$	Н/мм ²	20	25	30	35	40	45
$f_{ck,cube}$	Н/мм ²	25	30	37	45	50	55
f_B		1	1,1	1,22	1,34	1,41	1,45
							1,55

1.3. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_c \times f_s \times f_B$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 2.3.10)

f_c – фактор влияния краевого расстояния, количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 2.3.11), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.3.9)

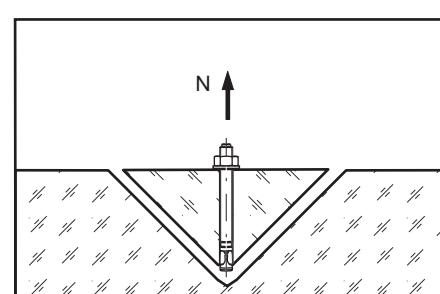
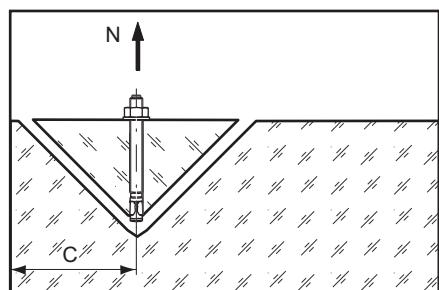


табл. 2.3.10

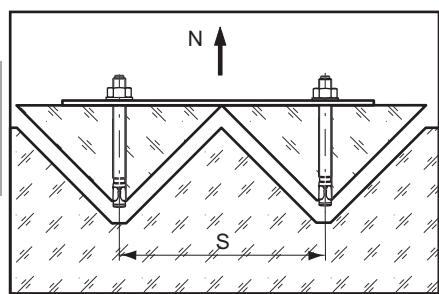
Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{Rd,c}$							
Анкер	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
ERA	$N_{Rd,p}^0, \text{кН}$	6,9	8,5	11,9	15,6	26,3	31,1
ERA A4	$N_{Rd,p}^0, \text{кН}$	-	8,5	11,9	15,6	26,3	31,1



Фактор влияния краевого расстояния

$$f_C^* = 0,35 + C/S_{cr,N} + 0,6(C/S_{cr,N})^2 \leq 1$$

* Для анкеров с $C_{cr,N} = C_{min}$ (см. табл. 2.3.6), $f_c = 1$



Фактор влияния осевого расстояния

$$f_S = (1 + S/S_{cr,N}) \times 0,5$$

2.3

табл. 2.3.11

Фактор влияния осевого расстояния f_s для ERA и ERA A4, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$						
S, мм	M6	M8	M10	M12	M16	M20
50	0,73					
60	0,78	0,75				
75	0,85	0,81	0,75			
90	0,92	0,87	0,80	0,75		
105	1	0,93	0,85	0,79		
120		1	0,90	0,83		
130			0,93	0,86	0,75	
143			0,96	0,88	0,77	0,75
150			1	0,91	0,79	0,76
160				0,94	0,81	0,78
170				0,97	0,83	0,80
180				1	0,85	0,82
200					0,89	0,85
220					0,93	0,89
240					0,97	0,92
255					1	0,95
270						0,97
285						1
S _{min} , мм	50	60	75	90	130	143
S _{cr,N} , мм	105	120	150	180	255	285

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

1.4. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp} \times f_B \times f_{h,sp}$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 2.3.10)

$f_{c,sp}$ – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 2.3.12), количество факторов соответствует

количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{s,sp}$ – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 2.3.13), количество факторов зависит от соседних анкеров,

влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.3.9)

$f_{h,sp}$ – фактор влияния толщины материала (см. табл. 2.3.14)

Фактор влияния краевого расстояния

$$f_{c,sp} = 0,35 + C/S_{cr,sp} + 0,6(C/S_{cr,sp})^2 \leq 1$$

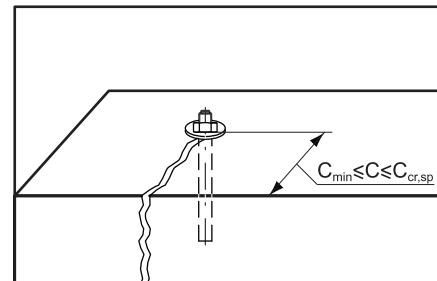


табл. 2.3.12

Фактор влияния краевого расстояния $f_{c,sp}$ для ERA и ERA A4, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,sp}$						
$C, \text{мм}$	M6	M8	M10	M12	M16	M20
50	0,61					
60	0,68	0,63				
75	0,77	0,72	0,63			
90	0,88	0,80	0,70	0,63		
105	1	0,89	0,77	0,69		
120		1	0,84	0,75		
130			0,89	0,78	0,63	
143			0,93	0,82	0,66	0,64
150			1	0,85	0,70	0,65
170				0,95	0,74	0,69
180				1	0,77	0,72
195					0,81	0,76
215					0,87	0,81
230					0,92	0,85
240					0,95	0,88
255					1	0,92
270						0,95
285						1
$C_{min}, \text{мм}$	50	60	75	90	130	143
$C_{cr,sp}, \text{мм}$	105	120	150	180	255	285

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния осевого расстояния

$$f_{s,sp} = (1 + S/S_{cr,sp}) \times 0,5$$

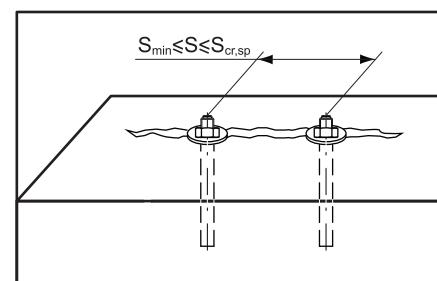


табл. 2.3.13

Фактор влияния осевого расстояния $f_{s,sp}$ для ERA и ERA A4, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,sp}$						
S, мм	M6	M8	M10	M12	M16	M20
50	0,61					
60	0,64	0,63				
75	0,67	0,66	0,63			
90	0,71	0,68	0,65	0,63		
105	0,75	0,72	0,68	0,65		
130	0,80	0,77	0,71	0,68	0,63	
143	0,83	0,79	0,73	0,69	0,64	0,63
160	0,88	0,83	0,77	0,72	0,66	0,64
180	0,92	0,88	0,80	0,75	0,68	0,66
200	0,97	0,91	0,83	0,78	0,70	0,68
210	1	0,94	0,85	0,79	0,71	0,68
220		0,95	0,87	0,81	0,71	0,69
240		1	0,90	0,83	0,73	0,71
255			0,93	0,85	0,75	0,72
280			0,97	0,89	0,77	0,75
300			1	0,91	0,79	0,76
330				0,95	0,82	0,80
360				1	0,85	0,82
390					0,88	0,84
420					0,91	0,87
450					0,94	0,89
480					0,97	0,92
510					1	0,95
540						0,97
570						1
S_{min} , мм	50	60	75	90	130	143
$S_{cr,sp}$, мм	210	240	300	360	510	570

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния толщины материала

$$f_{h,sp} = (h/2h_{ef})^{2/3} \leq 1,5$$

табл. 2.3.14

Фактор влияния толщины материала $f_{h,sp}$ для ERA и ERA A4						
h, мм	M6	M8	M10	M12	M16	M20
100	1,27	1,16	1,00			
120	1,42	1,30	1,12	1,00		
130	1,5	1,37	1,18	1,05		
140		1,45	1,24	1,10		
150		1,5	1,30	1,15		
170			1,41	1,26	1,00	
180			1,47	1,30	1,03	
200			1,5	1,40	1,11	1,00
220				1,5	1,18	1,10
240					1,25	1,17
260					1,33	1,23
280					1,39	1,29
300					1,45	1,35
315					1,5	1,40
330						1,44
350						1,5
h_{ef} , мм	35	40	50	60	85	95
h_{min} , мм	100	100	100	120	170	200

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

2. Срез

Критерий выбора

$$V_{Rd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}; V_{Rd,c})$$

V_{Rd}^1 – срезающая нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

V_{Rd} – срезающая расчетная нагрузка на одиничный анкер, кН

$V_{Rd,s}$ – расчетная срезающая нагрузка по стали, кН (раздел 2.1)

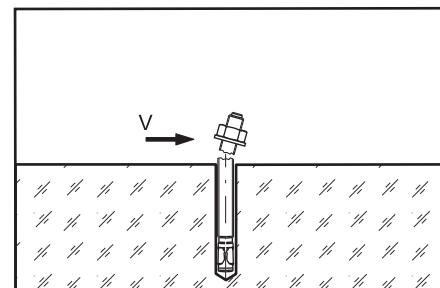
$V_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение), кН (раздел 2.2)

$V_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (раздел 2.3)

2.1. Расчетная срезающая нагрузка по стали

табл. 2.3.15

Расчетная срезающая нагрузка по стали $V_{Rd,s}$							
Анкер	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
ERA	$V_{Rd,s}$, кН	4,0	6,1	9,8	12,2	28,2	34,3
ERA A4	$V_{Rd,s}$, кН	-	8,9	14,2	20,6	38,3	59,0



2.3

2.2. Расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение)

$$V_{Rd,sp} = V_{Rd,sp}^0 \times f_c \times f_s \times f_b$$

$V_{Rd,sp}^0$ – нормативная нагрузка скальвания бетона, кН (см. табл. 2.3.16)

f_c – фактор влияния краевого расстояния, количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение, $f_c=1$ (см. раздел 1.3)

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 2.3.11), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_b – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.3.10)

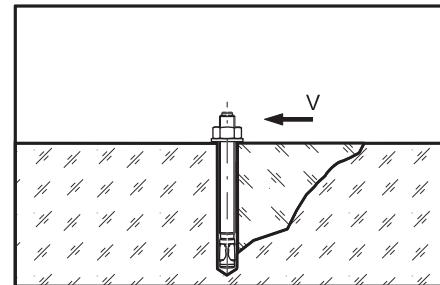


табл. 2.3.16

Нормативная нагрузка скальвания бетона $V_{Rd,sp}^0$, бетон С20/25							
Анкер	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
ERA	$V_{Rd,sp}^0$, кН	6,9	8,5	11,9	31,2	52,6	62,2
ERA A4	$V_{Rd,sp}^0$, кН	-	8,5	11,9	31,2	52,6	62,2

2.3 Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_b \times f_a \times f_{cs,V}$$

$V_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (см. табл. 2.3.17)

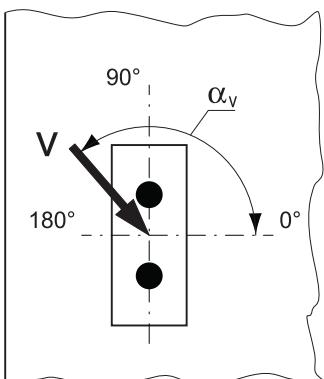
f_b – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.3.10)

f_a – фактор влияния направления срезающей нагрузки (см. табл. 2.3.18)

$f_{cs,V}$ – фактор влияния осевого и краевого расстояния

табл. 2.3.17

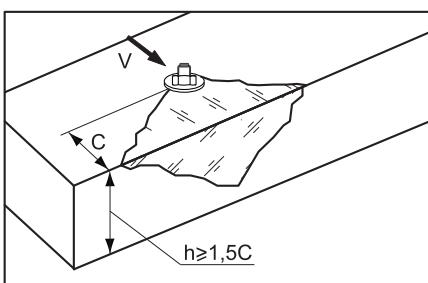
Нормативная нагрузка разрушения кромки бетона $V_{Rd,c}^0$ для анкеров с минимальным краевым расстоянием, бетон С20/25							
Анкер	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
ERA	$V_{Rd,c}^0$, кН	2,4	3,6	5,5	8,0	16,6	21,9
ERA A4	$V_{Rd,c}^0$, кН	-	3,6	5,5	3,6	16,6	21,9
Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	50	60	75	90	130	143



Фактор влияния направления срезающей нагрузки

табл. 2.3.18

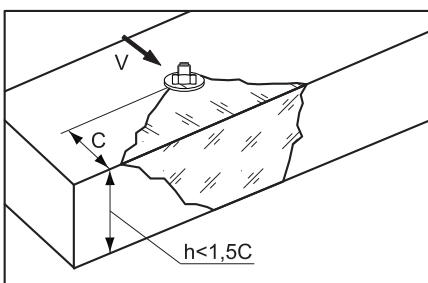
α_v	0°-55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°-180°
f_a	1,0	1,07	1,14	1,23	1,35	1,50	1,71	2,0



Фактор влияния краевого расстояния для одного анкера

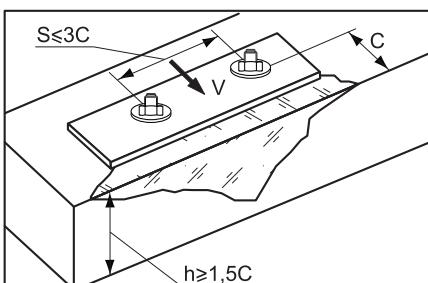
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$

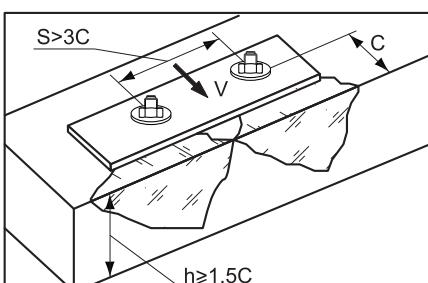
$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{h/1,5}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



Фактор влияния осевого и краевого расстояний для пары анкеров

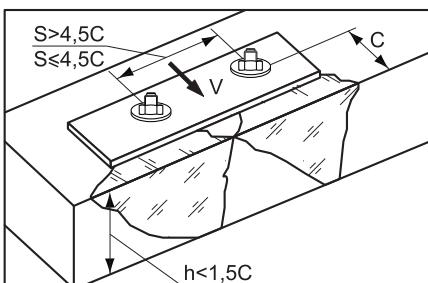
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{3 \times c + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S > 3C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{2 \times h + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

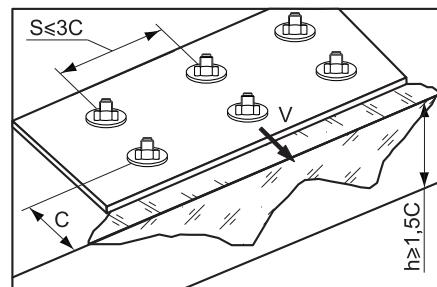
Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S > 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{6,5 \times h}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

Фактор влияния краевого и осевого расстояний на группу анкеров $n > 2$

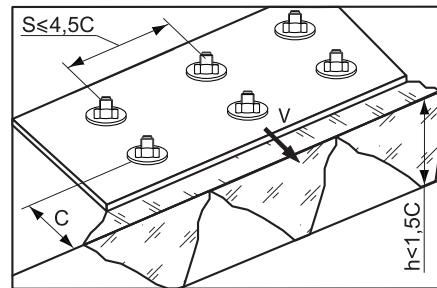
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{3 \times c + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{2 \times h + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



2.4 Комбинация нагрузок. Проверочное уравнение

$$\frac{N_{sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

N_{sd}^1, V_{sd}^1 – вырывная и срезающая нагрузки на анкер (задается проектировщиком), кН
 N_{sd}, V_{sd} – вырывная и срезающая расчетные нагрузки, кН

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Дано:

Сжатый бетон С25/30,
 Вырывная нагрузка $N_{sd} = 10$ кН,
 Осевое расстояние $S = 100$ мм,
 Краевые расстояния $C_1 = 80$ мм, $C_2 = 80$ мм,
 Толщина базового основания $h = \infty$.

Условие проверки подбора анкера:

$$N_{sd}^1 \leq N_{Rd} = \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

Решение:

1. Нагрузка на один анкер

$$N_{sd}^1 = 10/2 = 5 \text{ кН.}$$

Принимаем механический распорный анкер ERA 8/30x90

2. Расчетная нагрузка стали на разрыв

$$N_{Rd,s} = 12,2 \text{ кН (см.табл. 2.3.7)} \geq 5 \text{ кН} - \text{условие выполняется.}$$

3. Расчетная нагрузка вырыва анкера из бетона

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,c}^0 \times f_B$$

$$N_{Rd,p}^0 = 6 \text{ кН (см. табл. 2.3.8)}$$

$$f_B = 1,1 \text{ (см. табл. 2.3.9)}$$

$$N_{Rd,p} = 6 \times 1,1 = 6,6 \text{ кН} \geq 5 \text{ кН} - \text{условие выполняется.}$$

4. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c1} \times f_{c2} \times f_s \times f_B$$

$$N_{Rd,c}^0 = 8,5 \text{ кН (см. табл. 2.3.10)}$$

$$f_{c1} = f_{c2} = 1, \text{ для анкеров } C_{cr,N} = C_{min} \text{ (см. раздел 1.3),}$$

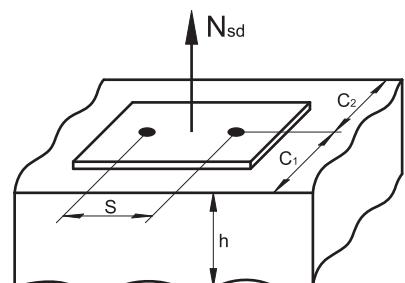
f_s выбираем путем линейной интерполяции из табл. 2.3.11:

Вычисление производится с помощью крайних значений, обозначенных через x и y .

Соответственно $f_s = y_1 + (S-x_1)(y_2-y_1)/(x_2-x_1)$,

$$f_s = 0,87 + (100-90)(0,93-0,87)/(105-90) = 0,91$$

$N_{Rd,c} = 8,5 \times 1 \times 1 \times 0,91 \times 1,1 = 8,5 \text{ кН} \geq 5 \text{ кН} - \text{условие выполняется.}$



5. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp1} \times f_{c,sp2} \times f_{c,sp} \times f_B \times f_{h,sp}$$

$f_{c,sp1}, f_{c,sp2}, f_{c,sp}$ выбираем путем линейной интерполяции (см. пример в п. 4),

$$f_{c,sp1} = f_{c,sp2} = 0,86 \text{ (см. табл. 2.3.12),}$$

$$f_{c,sp} = 0,7 \text{ (см. табл. 2.3.13),}$$

$$f_{h,sp} = 1,5 \text{ (см. табл. 2.3.14),}$$

$$N_{Rd,sp} = 8,5 \times 0,86 \times 0,86 \times 0,7 \times 1,5 = 6,6 \text{ кН} \geq 5 \text{ кН} - \text{условие выполняется.}$$

6. Проверка:

$$N_{sd}^1 \leq N_{Rd} = \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,c}; N_{Rd,p}; N_{Rd,sp}) = N_{Rd,sp}$$

5 кН ≤ 6,6 кН – условие выполняется. Анкер подобран правильно.

S, мм	f _s
x1 = 90	y1 = 0,87
x2 = 105	y2 = 0,93

2.4 EDA – СТАЛЬНОЙ ЗАБИВНОЙ АНКЕР



НАЗНАЧЕНИЕ

- Для анкеровки в сжатую зону бетона класса С20/25 и выше, природный камень плотной структуры
- Применяется при монтаже легких потолочных конструкций, щитовой опалубки, опорных плит установок алмазного бурения, инженерных коммуникаций

СВОЙСТВА

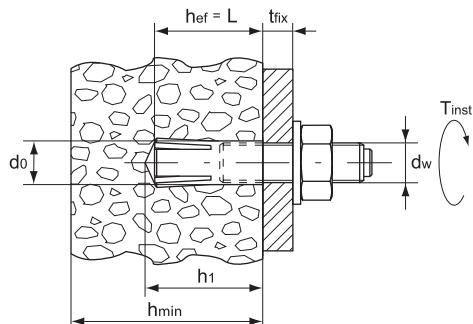
- Для предварительного монтажа
- Толщина цинкового слоя $\geq 5\text{мкм}$
- Имеет бортик для предотвращения провала анкера в отверстие
- Посадка анкера производится установочным инструментом EDA-T, который производит контролируемое расклинивание анкера внутри отверстия
- Уменьшенная глубина анкеровки позволяет снизить трудозатраты при производстве работ, путем сокращения времени бурения отверстий и количества расходуемых буров
- Позволяет производить регулировку после монтажа

2.4

МАТЕРИАЛ

табл. 2.4.1

Элемент	Материал	Покрытие (коррозионностойкая сталь)
Тело анкера	Класс 5 EN 10084	ISO 4042, гальваническое покрытие толщиной $\geq 5\text{мкм}$
Распорный элемент	EN 10084	ISO 4042, гальваническое покрытие толщиной $\geq 5\text{мкм}$



где d_0 – диаметр бура, мм
 h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм
 t_{fix} – максимальная толщина прикрепляемой детали, мм
 h_1 – минимальная глубина отверстия, мм
 h_{min} – минимальная толщина материала, мм
 L – полная длина анкера, мм
 d_w – диаметр резьбы, мм
 T_{inst} – рекомендованный момент затяжки анкера, Нм

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

табл. 2.4.2

Обозначение	Артикул	Упаковка, шт.	Полная длина анкера L, мм	Резьба d_w
EDA 6x25	300879	100	25	M6
EDA 8x30	300881	100	30	M8
EDA 10x40	300883	100	40	M10
EDA 12x50	300885	100	50	M12
EDA 16x65	300887	50	65	M16
EDA 20x80	300889	25	80	M20

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ

табл. 2.4.3

Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
Диаметр бура d_0 , мм	8	10	12	15	20	25
Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	28	33	43	53	68	83
Эффективная глубина анкеровки h_{ef} , мм	25	30	40	50	65	80
Минимальная толщина материала h_{min} , мм	100	100	100	110	140	170
Рекомендованный момент затяжки T_{inst} , Нм	4	8	15	35	60	120

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

табл. 2.4.4

Расчетные нагрузки N_{Rd} , V_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25								
Анкер	Нагрузка	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
EDA	Вырывная	N_{Rd} , кН	3,5	4,6	7,1	9,9	17,6	24,0
EDA+шпилька(болт) 4.6	Срезающая	V_{Rd} , кН	2,0	4,4	6,4	10,2	17,5	27,8
EDA+шпилька(болт) 5.8	Срезающая	V_{Rd} , кН	2,8	5,2	8,1	11,8	20,2	36,5

ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ФАКТОРОВ ОСЕВЫХ И КРАЕВЫХ РАССТОЯНИЙ

табл. 2.4.5

Забивной анкер EDA								
Анкер	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20	
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона	$C_{cr,sp}$, мм	90	105	140	175	230	280	
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона	$S_{cr,sp}$, мм	125	150	200	250	325	400	
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона	$C_{cr,N}$, мм	90	105	140	175	230	280	
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона	$S_{cr,N}$, мм	125	150	200	250	325	400	
Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	90	105	140	175	230	280	
Минимальное осевое расстояние	S_{min} , мм	50	60	80	100	130	160	

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АНКЕРА EDA ДЛЯ СЖАТОЙ ЗОНЫ БЕТОНА

1. Вырыв

Критерий выбора

$$N_{Sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

N_{Sd}^1 – вырывная нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Rd} – вырывная расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$N_{Rd,s}$ – расчетная нагрузка стали на разрыв, кН (раздел 1.1)

$N_{Rd,p}$ – расчетная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

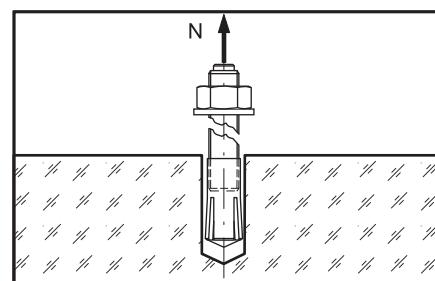
$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$N_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка растрескивания бетона, кН (раздел 1.4)

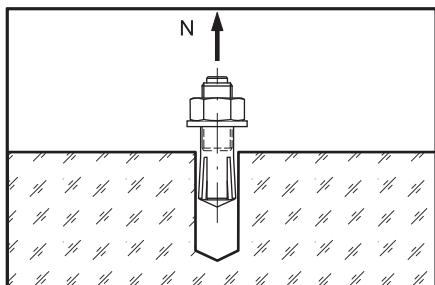
1.1. Расчетная нагрузка стали на разрыв

Расчетная нагрузка стали на разрыв $N_{Rd,s}$						
Шпилька(болт)	Параметр	M6	M8	M10	M12	M20
4.6	$N_{Rd,s}$, кН	4,0	7,3	11,6	16,5	30,1
5.8	$N_{Rd,s}$, кН	6,7	11,5	12,3	23,5	36,4

табл. 2.4.6



1.2. Расчетная нагрузка вырыва анкера из бетона



$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \times f_B$$

$N_{Rd,p}^0$ – нормативная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (см. табл. 2.4.7)
 f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.4.8)

табл. 2.4.7

Нормативная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25							
Анкер	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
EDA	$N_{Rd,p}^0$, кН	*	5,1	*	*	*	*

* Разрушение по конусу

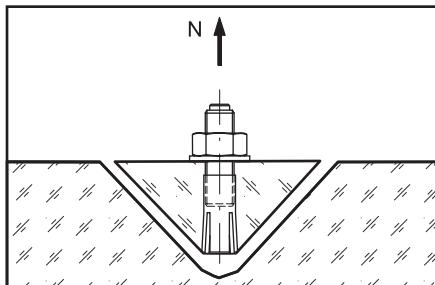
Фактор влияния прочности бетона

$$f_B = (f_{ck,cube} / 25)^{0,5}$$

табл. 2.4.8

Фактор влияния прочности бетона f_B								
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{ck,cyl}$	Н/мм ²	20	25	30	35	40	45	50
$f_{ck,cube}$	Н/мм ²	25	30	37	45	50	55	60
f_B		1	1,1	1,22	1,34	1,41	1,45	1,55

1.3. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

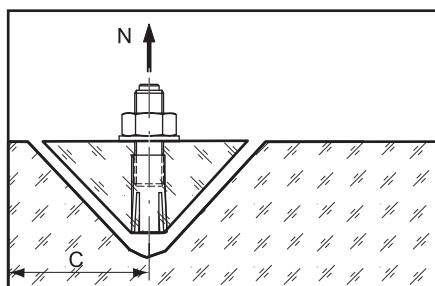


$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_c \times f_s \times f_B$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 2.4.9)
 f_c – фактор влияния краевого расстояния, количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение
 f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 2.4.10), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение
 f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.4.8)

табл. 2.4.9

Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{Rd,c}^0$, бетон С20/25							
Анкер	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
EDA	$N_{Rd,c}^0$, кН	3,5	4,6	7,1	9,9	17,6	24,0



Фактор влияния краевого расстояния

$$f_c^* = 0,35 + C/S_{cr,N} + 0,6(C/S_{cr,N})^2 \leq 1$$

* Для анкеров с $C_{cr,N} = C_{min}$ (см. табл. 2.4.5), $f_c = 1$

Фактор влияния осевого расстояния

$$f_s = (1 + S/S_{cr,N}) \times 0,5$$

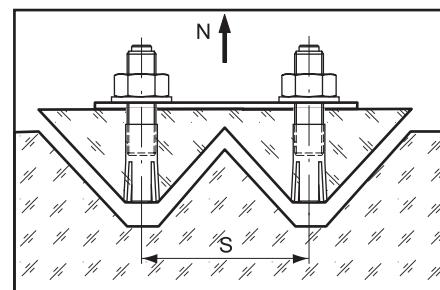


табл. 2.4.10

2.4

Фактор влияния осевого расстояния f_s , $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$						
S , мм	M6	M8	M10	M12	M16	M20
50	0,70					
60	0,74	0,70				
70	0,78	0,73				
80	0,82	0,76	0,70			
90	0,86	0,80	0,73			
100	0,90	0,83	0,75	0,70		
120	0,98	0,90	0,80	0,74		
125	1	0,92	0,81	0,75		
130		0,93	0,83	0,76	0,70	
140		0,97	0,85	0,78	0,72	
150		1	0,87	0,80	0,73	
160			0,90	0,82	0,75	0,70
180			0,95	0,86	0,78	0,73
200			1	0,90	0,81	0,75
220				0,94	0,84	0,78
240				0,98	0,87	0,80
250				1	0,88	0,81
280					0,93	0,85
300					0,96	0,88
325					1	0,90
350						0,93
375						0,97
400						1
S_{min} , мм	50	60	80	100	130	160
$S_{cr,N}$, мм	125	150	200	250	325	400

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

1.4. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp} \times f_b \times f_{h,sp}$$

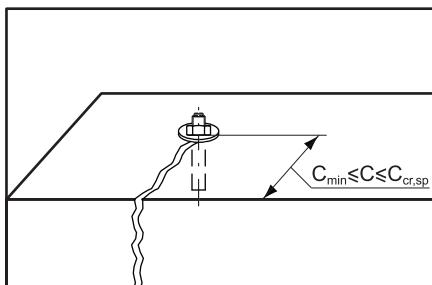
$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 2.4.9)

$f_{c,sp}$ – фактор влияния краевого расстояния (см. раздел 1.3), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{s,sp}$ – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 2.4.10), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

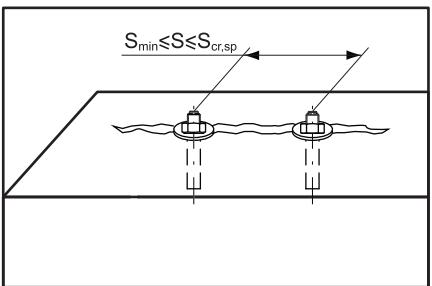
f_b – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.4.8)

$f_{h,sp}$ – фактор влияния толщины материала (см. табл. 2.4.11)


Фактор влияния краевого расстояния

$$f_{c,sp}^* = 0,35 + C/S_{cr,sp} + 0,6(C/S_{cr,sp})^2 \leq 1$$

* Для анкеров с $C_{cr,sp} = S_{cr,N}$ (см. табл. 2.4.5), $f_{c,sp} = f_c = 1$ (см. раздел 1.3)


Фактор влияния осевого расстояния

$$f_{s,sp}^* = (1 + S/S_{cr,sp}) \times 0,5$$

* Для анкеров с $S_{cr,sp} = S_{cr,N}$ (см. табл. 2.4.5), $f_{s,sp} = f_s$ (см. табл. 2.4.10)

2.4

Фактор влияния толщины материала

$$f_{h,sp} = (h/2h_{ef})^{2/3} \leq 1,5$$

табл. 2.4.11

Фактор влияния толщины материала $f_{h,sp}$						
h, мм	M6	M8	M10	M12	M16	M20
100	1,5	1,4	1,15			
110		1,5	1,23	1,10		
130			1,38	1,19		
140			1,45	1,25	1,05	
150			1,5	1,30	1,10	
170				1,41	1,20	1,04
180				1,47	1,23	1,08
190				1,5	1,28	1,12
200					1,32	1,15
220					1,41	1,23
240					1,5	1,30
260						1,38
280						1,45
300						1,5
h_{ef} , мм	25	30	40	50	65	80
h_{min} , мм	100	100	100	110	140	170

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

2. Срез

Критерий выбора

$$V_{Sd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}; V_{Rd,c})$$

V_{Sd}^1 – срезающая нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

V_{Rd} – срезающая расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$V_{Rd,s}$ – расчетная срезающая нагрузка по стали, кН (раздел 2.1)

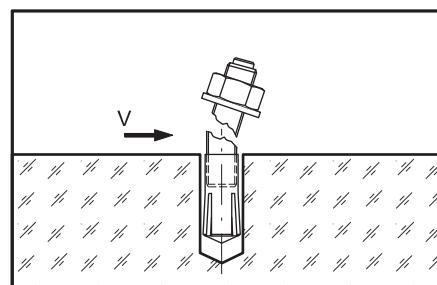
$V_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение), кН (раздел 2.2)

$V_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (раздел 2.3)

2.1. Расчетная срезающая нагрузка по стали

табл. 2.4.12

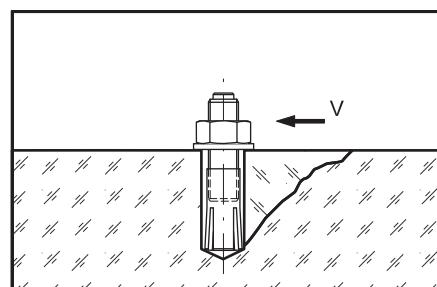
Расчетная срезающая нагрузка по стали $V_{Rd,s}$							
Шпилька	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
4,6	$V_{Rd,s}$, кН	2,0	4,4	6,4	10,2	17,5	27,8
5,8	$V_{Rd,s}$, кН	2,8	5,2	8,1	11,8	20,2	36,5



2.2. Расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение)

$$V_{Rd,sp} = V_{Rd,sp}^0 \times f_c \times f_s \times f_B$$

$V_{Rd,sp}^0$ – нормативная нагрузка скальвания бетона, кН (см. табл. 2.4.13),
 f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. раздел 1.3),
количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона),
влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение
 f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 2.4.10), количество факторов
зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера,
и определяется как их произведение
 f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.4.8)



2.4

табл. 2.4.13

Нормативная нагрузка скальвания бетона $V_{Rd,sp}^0$, бетон С20/25							
Анкер	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
EDA	$V_{Rd,sp}^0$, кН	7,0	9,2	14,2	19,8	35,2	48,0

2.3 Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,V}$$

$V_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (см. табл. 2.4.14)
 f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 2.4.8)
 f_a – фактор влияния направления срезающей нагрузки (см. табл. 2.4.15)
 $f_{cs,V}$ – фактор влияния осевого и краевого расстояния

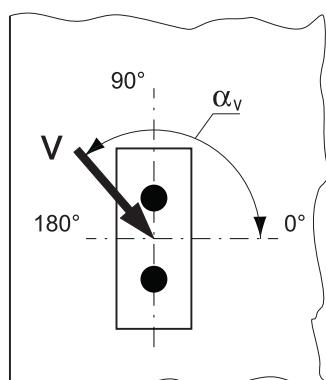
табл. 2.4.14

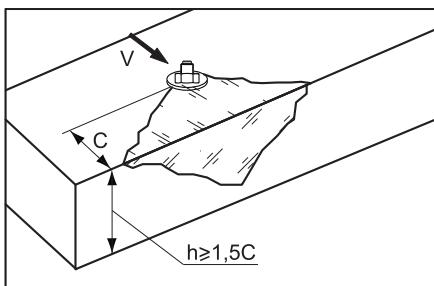
Нормативная нагрузка разрушения кромки бетона $V_{Rd,c}^0$ для анкеров с минимальным краевым расстоянием, бетон С20/25							
Анкер	Параметр	M6	M8	M10	M12	M16	M20
EDA	$V_{Rd,c}^0$, кН	6,4	8,9	15,3	23,7	41,1	60,9
Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	90	105	140	175	230	280

Фактор влияния направления срезающей нагрузки

табл. 2.4.15

Фактор влияния направления срезающей нагрузки f_a								
α_v	0°-55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°-180°
f_a	1,0	1,07	1,14	1,23	1,35	1,50	1,71	2,0

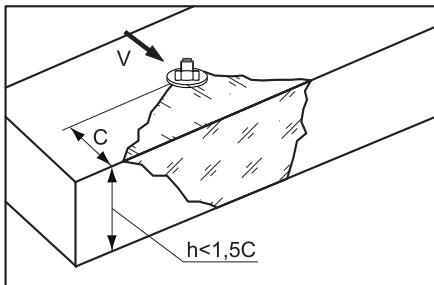




Фактор влияния краевого расстояния для одного анкера

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$

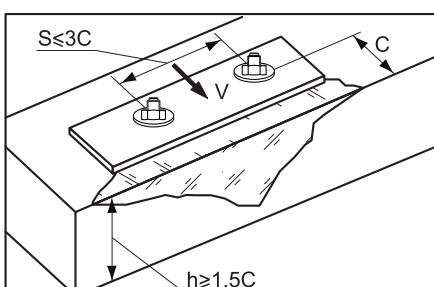
$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{h/1,5}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

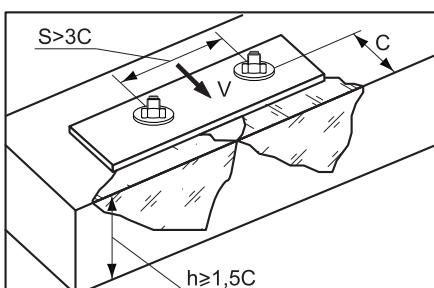
2.4



Фактор влияния осевого и краевого расстояний для пары анкеров

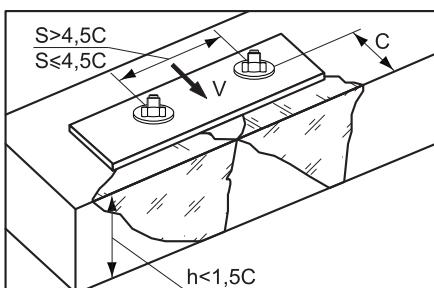
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{3 \times c + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S > 3C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

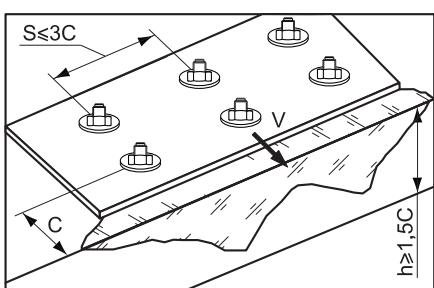


Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{2 \times h + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S > 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{6,5 \times h}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



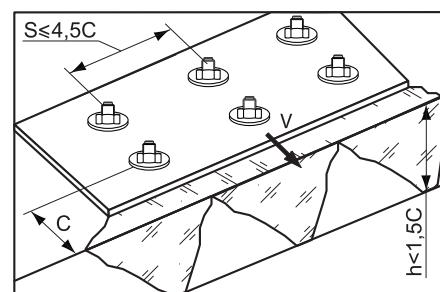
Фактор влияния краевого и осевого расстояний на группу анкеров $n > 2$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{3 \times c + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{2 \times h + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



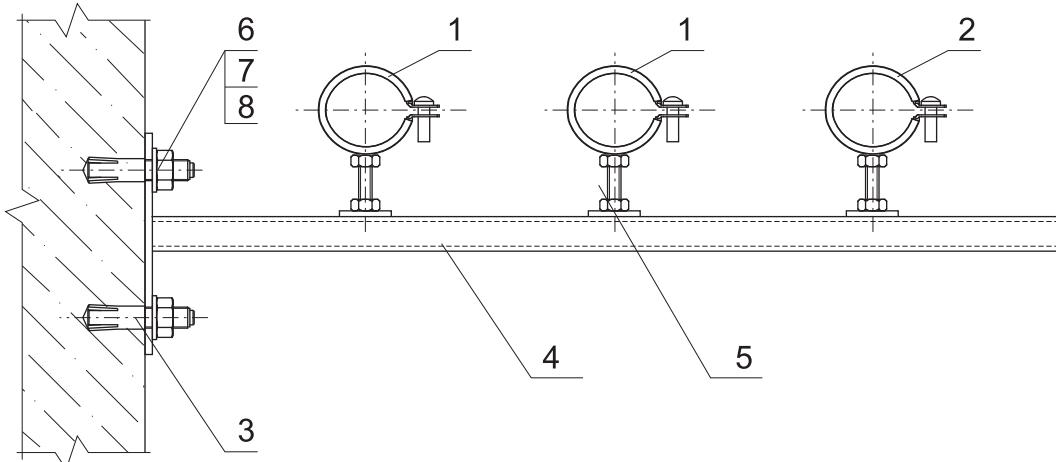
2.4 Комбинация нагрузок. Проверочное уравнение

$$\frac{N_{Sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{Sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

N_{Sd}^1, V_{Sd}^1 – вырывная и срезающая нагрузки на анкер (задается проектировщиком), кН
 N_{Sd}, V_{Sd} – вырывная и срезающая расчетные нагрузки, кН

КРЕПЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ К СТЕНЕ

2.4

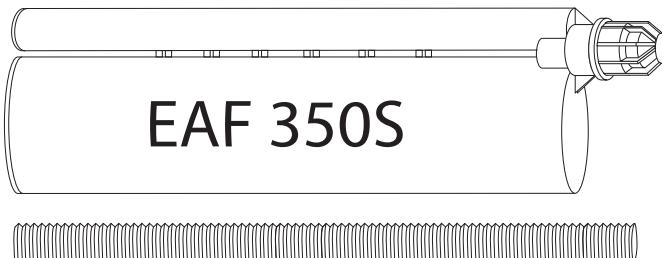


Поз.	Наименование	Шт.	Артикул
1	Хомут для труб elementa ESS plus 25-30	2	500017
2	Хомут для труб elementa ESS plus 20-24	1	500015
3	Анкер забивной elementa EDA 8x30	2	300881
4	Консоль elementa ECA 28/30x750	1	500544
5	Болт Т-образный elementa ESB M8x30	3	500663
6	Шпилька резьбовая elementa ESR M8x1000	1	800013
7	Гайка шестигранная M8	2	
8	Шайба плоская M8	2	



ХИМИЧЕСКИЕ КЛЕЕВЫЕ АНКЕРЫ

3.1 EAF — ХИМИЧЕСКИЙ КЛЕЕВОЙ АНКЕР НА ОСНОВЕ ЭПОКСИАКРИЛАТНОЙ СМОЛЫ СОВМЕСТНО С РЕЗЬБОВЫМИ ШПИЛЬКАМИ



НАЗНАЧЕНИЕ

- Для анкеровки в сжатую зону бетона, в природный камень, ячеистый бетон, керамзитобетон, кирпич
- Применяется при монтаже шумозащитных экранов, дорожных ограждений, мачт освещения, рекламных щитов, колонн, балок, стоек, лестниц, направляющих лифтовых шахт, оборудования, устройства арматурных выпусков, кронштейнов НФС, светопрозрачных конструкций

СВОЙСТВА

- Не содержат стирола
- Имеет техническое свидетельство Минрегиона Украины
- Имеет Европейский Технический допуск для растянутой зоны бетона, опция 1
- Успешно прошел испытания на сейсмостойкость в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (Технический отчет по договору №1160/24-45-12/ск)
- Имеет предел огнестойкости R120
- Применяется при монтаже во влажные отверстия
- Используются совместно с резьбовыми шпильками или арматурой
- При установке не создает напряжений в базовом материале
- Минимальные осевые и краевые расстояния
- Малые усилия выпрессовки состава из картриджа
- Система многоразового использования
- Возможно применение для отверстий выполненных установкой алмазного бурения
- Применим как для наружных, так и внутренних работ

где d_0 – диаметр бура, мм

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм

t_{fix} – максимальная толщина прикрепляемой детали, мм

h_1 – минимальная глубина отверстия, мм

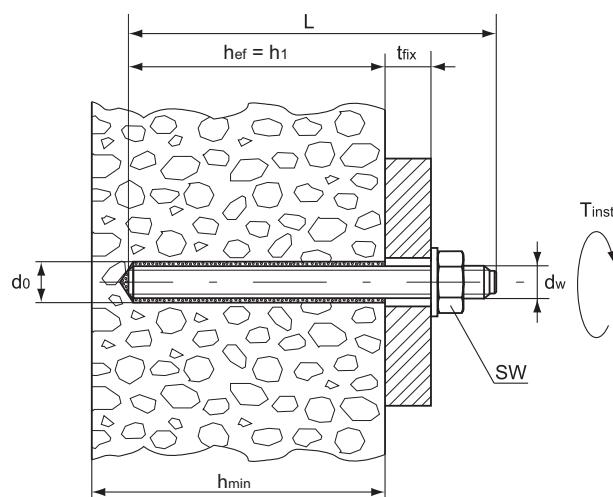
h_{min} – минимальная толщина материала, мм

L – полная длина анкера, мм

d_w – диаметр резьбы, мм

T_{inst} – рекомендованный момент затяжки анкера, Нм

SW – размер под ключ



3.1

ВРЕМЯ СХВАТЫВАНИЯ И ПОЛНОГО ОТВЕРДЕВАНИЯ СОСТАВА

табл. 3.1.1

Температура базового основания	-10°C до -5°C	-5°C до 0°C	0°C до +5°C	+5°C до +10°C	+10°C до +20°C	+20°C до +30°C
Время схватывания	90 мин	60 мин	26 мин	15 мин	8 мин	4 мин
Время полного отвердевания	36 ч	24 ч	3 ч	90 мин	55 мин	40 мин

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

табл. 3.1.2

Обозначение	Артикул	Упаковка, шт.	Объем, мл	Дозатор	Срок годности, месяцев
EAF 350S	400013	12	350	EGU-1, EGUA-1	12
EAF 410C	400014	12	410	EGU-2, EGUA-2	12

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ

табл. 3.1.3

Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Диаметр бура d_o , мм	10	12	14	20	24	28
Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	64/96	80/120	96/144	128/192	160/240	192/288
Эффективная глубина анкеровки h_{ef} , мм	64/96	80/120	96/144	128/192	160/240	192/288
Минимальная толщина материала h_{min} , мм			$h_{ef} + 30$ мм			$h_{ef} + 2d_o$
Размер под ключ SW	13	17	19	24	30	36
Рекомендованный момент затяжки T_{inst} , Нм	10	20	40	80	150	200

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

табл. 3.1.4

Расчетные вырывные нагрузки N_{rd} на одиничный анкер, бетон С20/25								
$h_{nom} = 8d$								
Анкер	Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
EAF, сжатая зона бетона	4.6	N_{rd} , кН	7,5	11,5	17,0	31,5	41,7	63,9
	5.8		8,9	13,8	22,2	33,3	41,7	63,9
	8.8		8,9	13,8	22,2	33,3	41,7	63,9
	10.9		8,9	13,8	22,2	33,3	41,7	63,9
	A4-70		8,9	13,8	22,2	33,3	41,7	63,9
	A4-80		8,9	13,8	22,2	33,3	41,7	63,9

табл. 3.1.5

Расчетные вырывные нагрузки N_{rd} на одиничный анкер, бетон С20/25								
$h_{nom} = 12d$								
Анкер	Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
EAF, сжатая зона бетона	4.6	N_{rd} , кН	7,5	11,5	17,0	31,5	49,0	70,5
	5.8		12,0	19,3	28,0	52,6	63,9	94,4
	8.8		13,9	22,2	33,3	57,8	63,9	94,4
	10.9		13,9	22,2	33,3	57,8	63,9	94,4
	A4-70		13,0	21,6	31,1	57,8	63,9	94,4
	A4-80		13,9	22,2	33,3	57,8	63,9	94,4

табл. 3.1.6

Расчетные срезающие нагрузки V_{Rd} на одиничный анкер, бетон С20/25								
Анкер	Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
EAF, сжатая зона бетона	4.6	V_{Rd} , кН	4,2	7,2	10,2	18,6	29,3	42,5
	5.8		7,2	12,0	16,4	31,2	48,8	70,4
	8.8		12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8
	10.9		12,0	19,3	28,0	52,7	82,0	118,0
	A4-70		8,3	12,8	19,2	35,6	56,4	79,5
	A4-80		10,4	16,0	24,0	44,0	68,8	99,2

ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ФАКТОРОВ ОСЕВЫХ И КРАЕВЫХ РАССТОЯНИЙ

табл. 3.1.7

$h_{nom} = 8d$								
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона		$C_{cr,sp}$, мм	96	120	144	192	240	288
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона		$S_{cr,sp}$, мм	192	240	288	384	480	576
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона		$C_{cr,N}$, мм	64	80	96	128	160	192
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона		$S_{cr,N}$, мм	128	160	192	256	320	384
Минимальное краевое расстояние		C_{min} , мм	35	40	50	64	80	96
Минимальное осевое расстояние		S_{min} , мм	35	40	50	64	80	96

табл. 3.1.8

$h_{nom} = 12d$								
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона		$C_{cr,sp}$, мм	144	180	216	288	360	432
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона		$S_{cr,sp}$, мм	288	360	432	576	720	864
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона		$C_{cr,N}$, мм	96	120	144	192	240	288
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона		$S_{cr,N}$, мм	192	240	288	384	480	576
Минимальное краевое расстояние		C_{min} , мм	48	60	70	96	120	144
Минимальное осевое расстояние		S_{min} , мм	48	60	70	96	120	144

3.1

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ХИМИЧЕСКОГО КЛЕЕВОГО АНКЕРА EAF ДЛЯ СЖАТОЙ ЗОНЫ БЕТОНА

1. Вырыв

Критерий выбора

$$N_{Sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

N_{Sd}^1 – вырывная нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Rd} – вырывная расчетная нагрузка на одиничный анкер, кН

$N_{Rd,s}$ – расчетная нагрузка стали на разрыв, кН (раздел 1.1)

$N_{Rd,p}$ – расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

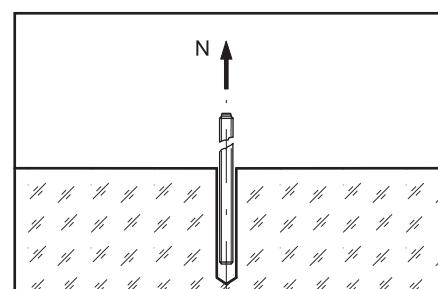
$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$N_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка растрескивания бетона, кН (раздел 1.4)

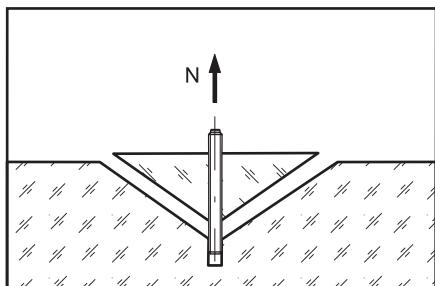
1.1. Расчетная нагрузка стали на разрыв

табл. 3.1.9

Расчетная нагрузка стали на разрыв $N_{Rd,s}$						
Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M24
4.6	$N_{Rd,s}$, кН	7,5	11,5	17,0	31,5	49,0
5.8		12,0	19,3	28,0	52,6	82,0
8.8		19,3	30,7	44,7	84,0	130,7
10.9		26,4	41,4	60,0	112,1	175,0
A4-70		13,7	21,6	31,1	57,9	90,5
A4-80		18,1	28,8	41,9	78,8	122,5



1.2. Расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона



$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \times f_c \times f_s \times f_{B,p} \times f_h \times f_t \times f_w$$

$N_{Rd,p}^0$ – нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (см. табл. 3.1.10, 3.1.11)

f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.1.12, 3.1.13), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.1.14, 3.1.15), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{B,p}$ – фактор влияния комбинированной прочности бетона (см. табл. 3.1.16)

f_h – фактор влияния глубины анкеровки на комбинированную нагрузку вырыва анкера из бетона

f_t – фактор влияния температуры базового основания, $f_t = 1$

f_w – фактор влияния влажности бетона

табл. 3.1.10

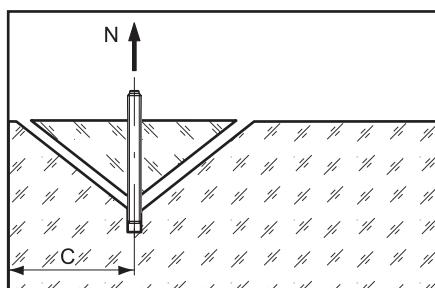
Нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25

Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
EAF	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	8,9	13,8	22,2	33,3	41,7	63,9

табл. 3.1.11

Нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25

Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
EAF	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	13,9	22,2	33,3	57,8	63,9	94,4



Фактор влияния краевого расстояния

$$f_c = 0,35 + C/S_{cr,N} + 0,6(C/S_{cr,N})^2 \leq 1$$

$$S_{cr,N} = 2h_{ef}$$

$$C_{cr,N} = h_{ef}$$

табл. 3.1.12

Фактор влияния краевого расстояния f_c , $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$

$h_{nom} = 8d$						
C , мм	M8	M10	M12	M16	M20	M24
35	0,66					
40	0,72	0,64				
50	0,93	0,72	0,65			
64	1	0,85	0,75	0,64		
80		1	0,85	0,72	0,64	
96			1	0,81	0,70	0,64
105				0,86	0,73	0,66
115				0,91	0,76	0,70
128				1	0,85	0,76
140					0,89	0,79
150					0,94	0,83
160					1	0,90
185						0,97
192						1
C_{min} , мм	35	40	50	65	80	96
$C_{cr,N}$, мм	64	80	96	128	160	192

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

табл. 3.1.13

Фактор влияния краевого расстояния f_c , $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$						
C, мм	$h_{nom} = 12d$					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
48	0,64					
60	0,72	0,64				
70	0,79	0,70	0,62			
85	0,90	0,77	0,70			
96	1	0,85	0,75	0,64		
110		0,92	0,83	0,68		
120		1	0,87	0,72	0,64	
135			0,94	0,77	0,68	
144			1	0,81	0,70	0,64
160				0,86	0,75	0,67
180				0,94	0,81	0,72
192				1	0,85	0,75
220					0,92	0,82
240					1	0,87
270						0,95
288						1
C_{min} , мм	48	60	70	96	120	144
$C_{cr,N}$, мм	96	120	144	192	240	288

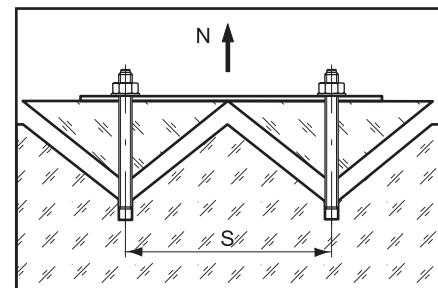
Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния осевого расстояния

$$f_s = (1 + S/S_{cr,N}) \times 0,5$$

$$S_{cr,N} = 2h_{ef}$$

$$S_{cr,N} = h_{ef}$$



3.1

табл. 3.1.14

Фактор влияния осевого расстояния f_s , $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$						
S, мм	$h_{nom} = 8d$					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
35	0,64					
40	0,66	0,63				
50	0,70	0,66	0,63			
64	0,75	0,70	0,67	0,63		
80	0,81	0,75	0,71	0,66	0,63	
90	0,85	0,78	0,73	0,68	0,64	0,63
96	0,88	0,80	0,75	0,69	0,65	0,64
110	0,93	0,84	0,79	0,71	0,67	0,65
128	1	0,90	0,83	0,75	0,70	0,67
140		0,94	0,86	0,77	0,72	0,68
160		1	0,91	0,81	0,75	0,71
192			1	0,88	0,80	0,75
230				0,95	0,86	0,80
256				1	0,90	0,83
280					0,94	0,86
320					1	0,92
350						0,96
384						1
S_{min} , мм	35	40	50	64	80	96
$S_{cr,N}$, мм	128	160	192	256	320	384

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

табл. 3.1.15

Фактор влияния осевого расстояния f_s , $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$						
$h_{nom} = 12d$						
$S, \text{мм}$	M8	M10	M12	M16	M20	M24
48	0,63					
60	0,66	0,63				
70	0,68	0,64	0,63			
96	0,75	0,70	0,67	0,63		
120	0,81	0,75	0,71	0,66	0,63	
144	0,88	0,80	0,75	0,69	0,65	0,63
165	0,93	0,84	0,79	0,71	0,67	0,64
192	1	0,90	0,83	0,75	0,70	0,67
220		0,95	0,88	0,79	0,73	0,69
240		1	0,92	0,81	0,75	0,71
288			1	0,88	0,80	0,75
330				0,93	0,84	0,79
384				1	0,90	0,83
430					0,95	0,87
480					1	0,92
576						1
$S_{min}, \text{мм}$	48	60	70	96	120	144
$S_{cr,N}, \text{мм}$	192	240	288	384	480	576

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния комбинированной прочности бетона

$$f_{B,p} = (f_{ck,cube} / 25)^{0,1}$$

табл. 3.1.16

Фактор влияния комбинированной прочности бетона $f_{B,p}$							
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
$f_{ck,cyl}$	Н/мм^2	20	25	30	35	40	45
$f_{ck,cube}$	Н/мм^2	25	30	37	45	50	55
$f_{B,p}$		1,0	1,02	1,04	1,06	1,07	1,08

Фактор влияния глубины анкеровки на комбинированную нагрузку вырыва анкера из бетона

$$f_h = h_{ef}/h_{nom}$$

$1 \leq f_h \leq 1,5$

Фактор влияния влажности бетона

$f_w = 1$ для сухого и влажного бетона

1.3. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_c \times f_s \times f_B \times f_{h,N}$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 3.1.17, 3.1.18)
 f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.1.12, 3.1.13), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.1.14, 3.1.15), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.1.19)

$f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса

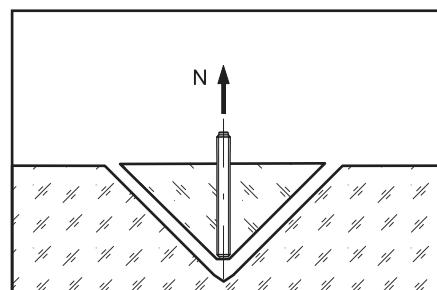


табл. 3.1.17

Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{Rd,c}^0$, бетон С20/25							
$h_{nom} = 8d$							
Анкер	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
EAF	Сжатая зона бетона $N_{Rd,c}^0$ кН	14,4	20,1	26,4	40,6	56,8	74,6

табл. 3.1.18

Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{Rd,c}^0$, бетон С20/25							
$h_{nom} = 12d$							
Анкер	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
EAF	Сжатая зона бетона $N_{Rd,c}^0$ кН	26,4	36,9	48,4	74,6	104,3	137,1

Фактор влияния прочности бетона

$$f_B = (f_{ck,cube} / 25)^{0.5}$$

табл. 3.1.19

Фактор влияния прочности бетона f_B							
Бетон	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{ck,cyl}$	H/mm ²	20	25	30	40	45	50
$f_{ck,cube}$	H/mm ²	25	30	37	50	55	60
f_B		1,0	1,1	1,22	1,41	1,45	1,55

Фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса

$$f_{h,N} = (h_{ef}/h_{nom})^{1.5}$$

1.4. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp} \times f_B \times f_{h,N}$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 3.1.17, 3.1.18)

$f_{c,sp}$ – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.1.20, 3.1.21), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{s,sp}$ – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.1.22, 3.1.23), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.1.19)

$f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса (см. раздел 1.3)

Фактор влияния краевого расстояния

$$f_{c,sp} = 0,35 + C/S_{cr,sp} + 0,6(C/S_{cr,sp})^2 \leq 1$$

$$S_{cr,sp} = 3h_{ef}$$

$$C_{cr,sp} = 1,5h_{ef}$$

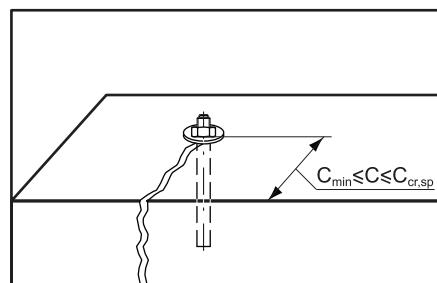


табл. 3.1.20

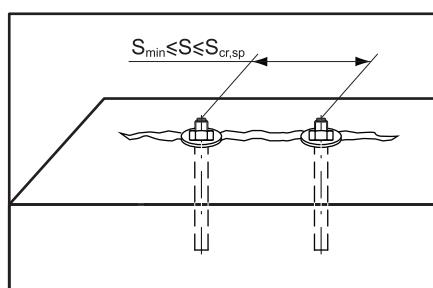
Фактор влияния краевого расстояния $f_{c,sp}$, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,sp}$						
C , мм	$h_{nom} = 8d$					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
35	0,55					
40	0,57	0,55				
50	0,65	0,57	0,55			
64	0,74	0,66	0,60	0,55		
80	0,86	0,76	0,66	0,57	0,55	
96	1	0,85	0,74	0,64	0,57	0,55
120		1	0,90	0,72	0,64	0,57
144			1	0,81	0,70	0,64
160				0,86	0,76	0,66
192				1	0,85	0,75
240					1	0,86
288						1
C_{min} , мм	35	40	50	64	80	96
$C_{cr,sp}$, мм	96	120	144	192	240	288

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

3.1
табл. 3.1.21

Фактор влияния краевого расстояния $f_{c,sp}$, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,sp}$						
C , мм	$h_{nom} = 12d$					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
48	0,55					
60	0,57	0,55				
70	0,62	0,56	0,55			
96	0,75	0,65	0,60	0,55		
120	0,87	0,75	0,67	0,57	0,55	
144	1	0,84	0,75	0,64	0,57	0,55
165		0,92	0,82	0,68	0,61	0,56
180		1	0,87	0,72	0,64	0,57
216			1	0,81	0,70	0,64
240				0,87	0,75	0,67
288				1	0,85	0,75
330					0,93	0,82
360					1	0,87
400						0,94
432						1
C_{min} , мм	48	60	70	96	120	144
$C_{cr,sp}$, мм	144	180	216	288	360	432

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции


Фактор влияния осевого расстояния

$$f_{s,sp} = (1 + S/S_{cr,sp}) \times 0,5$$

$$S_{cr,sp} = 3h_{ef}$$

$$C_{cr,sp} = 1,5h_{ef}$$

табл. 3.1.22

Фактор влияния осевого расстояния $f_{s,sp}$, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,sp}$						
S , мм	$h_{nom} = 8d$					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
35	0,59					
40	0,60	0,58				
50	0,63	0,60	0,58			
64	0,66	0,64	0,61	0,58		
80	0,70	0,67	0,64	0,60	0,58	
90	0,73	0,69	0,66	0,62	0,59	
96	0,75	0,70	0,67	0,63	0,60	0,59
120	0,81	0,75	0,71	0,66	0,63	0,60
150	0,89	0,81	0,76	0,70	0,66	0,63
180	0,97	0,88	0,82	0,73	0,69	0,66
192	1	0,90	0,83	0,75	0,70	0,67
220		0,96	0,88	0,79	0,73	0,70
240		1	0,92	0,81	0,75	0,71
288			1	0,88	0,80	0,75
330				0,93	0,84	0,79
384				1	0,90	0,83
430					0,95	0,87
480					1	0,92
550						0,97
576						1
S_{min} , мм	35	40	50	64	80	96
$S_{cr,sp}$, мм	192	240	288	384	480	576

3.1

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

табл. 3.1.23

Фактор влияния осевого расстояния $f_{s,sp}$, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,sp}$						
S , мм	$h_{nom} = 12d$					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
48	0,58					
60	0,60	0,58				
70	0,62	0,60	0,58			
96	0,67	0,63	0,61	0,58		
120	0,71	0,67	0,64	0,60	0,58	
144	0,75	0,70	0,66	0,63	0,60	0,58
180	0,81	0,75	0,71	0,66	0,63	0,60
240	0,92	0,83	0,78	0,71	0,67	0,64
288	1	0,90	0,83	0,75	0,70	0,67
320		0,94	0,87	0,78	0,72	0,69
360		1	0,92	0,81	0,75	0,71
400			0,96	0,85	0,78	0,73
432			1	0,89	0,80	0,75
500				0,93	0,84	0,79
576				1	0,90	0,83
640					0,94	0,87
720					1	0,92
800						0,96
864						1
S_{min} , мм	48	60	70	96	120	144
$S_{cr,sp}$, мм	288	360	432	576	720	864

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

2. Срез

Критерий выбора

$$V_{sd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}; V_{Rd,c})$$

V_{sd}^1 – срезающая нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

V_{Rd} – срезающая расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

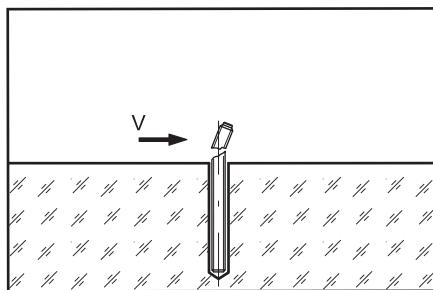
$V_{Rd,s}$ – расчетная срезающая нагрузка по стали, кН (раздел 2.1)

$V_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение), кН (раздел 2.2)

$V_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (раздел 2.3)

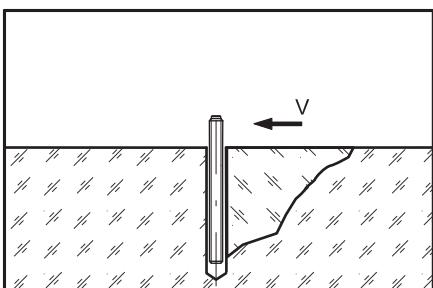
2.1. Расчетная срезающая нагрузка по стали

табл. 3.1.24



Расчетная срезающая нагрузка по стали $V_{Rd,s}$							
Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
$V_{Rd,s}$, кН	4,6	4,2	7,2	10,2	18,6	29,3	42,5
	5,8	7,2	12,0	16,4	31,2	48,8	70,4
	8,8	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8
	10,9	12,0	19,3	28,0	52,7	82,0	118,0
	A4-70	8,3	12,8	19,2	35,6	56,4	79,5
	A4-80	10,4	16,0	24,0	44,0	68,8	99,2

2.2. Расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение)



$$V_{Rd,sp} = k \times \min (N_{Rd,p}; N_{Rd,c})$$

$N_{Rd,p}$ – расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$k = 1$ для $h_{ef} < 60$ мм

$k = 2$ для $h_{ef} \geq 60$ мм

2.3 Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,V}$$

$V_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (см. табл. 3.1.25, 3.1.26)

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.1.19)

f_a – фактор влияния направления срезающей нагрузки (см. табл. 3.1.27)

$f_{cs,V}$ – фактор влияния осевого и краевого расстояния

табл. 3.1.25

Нормативная нагрузка разрушения кромки бетона $V_{Rd,c}^0$ для анкеров с минимальным краевым расстоянием, бетон С20/25								
$h_{nom} = 8d$								
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
EAF	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	1,8	2,7	4,1	6,9	10,1	14,7
	Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	35	40	50	64	80	96

табл. 3.1.26

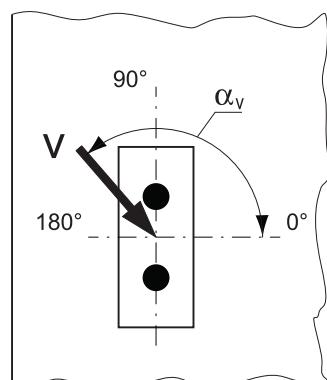
Нормативная нагрузка разрушения кромки бетона $V_{Rd,c}^0$ для анкеров с минимальным краевым расстоянием, бетон С20/25								
$h_{nom} = 12d$								
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
EAF	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	3,2	5,0	7,0	12,8	20,2	29,5
	Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	48	60	70	96	120	144

Фактор влияния направления срезающей нагрузки

табл. 3.1.27

Фактор влияния направления срезающей нагрузки f_a

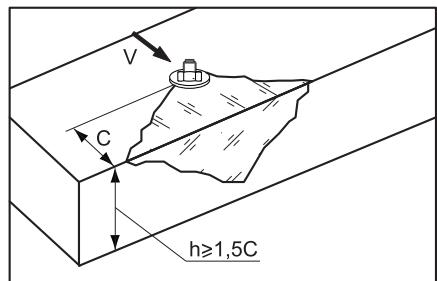
α_v	0°-55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°-180°
f_a	1,0	1,07	1,14	1,23	1,35	1,50	1,71	2,0



Фактор влияния краевого расстояния для одного анкера

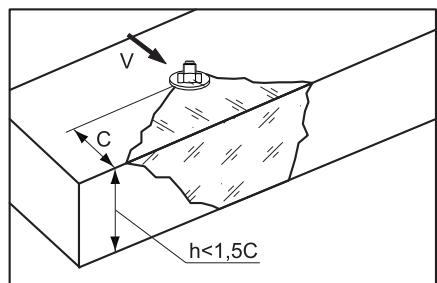
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{h/1,5}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

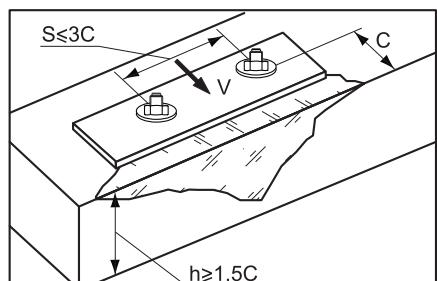


3.1

Фактор влияния осевого и краевого расстояний для пары анкеров

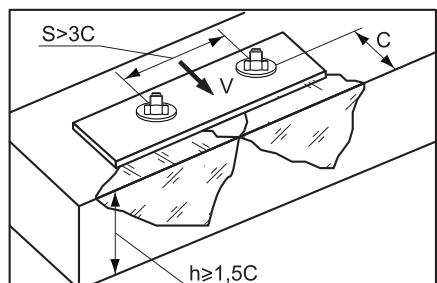
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{3 \times c + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



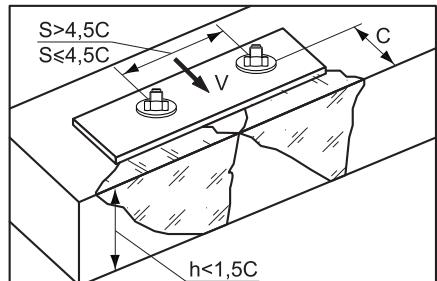
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S > 3C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



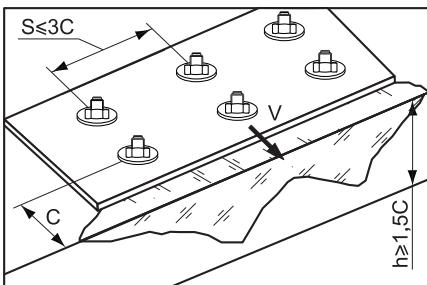
Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{2 \times h + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S > 4,5C$

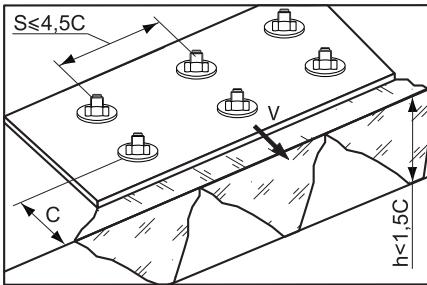
$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{6,5 \times h}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



Фактор влияния краевого и осевого расстояний на группу анкеров $n > 2$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{3 \times c + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{2 \times h + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

2.4 Комбинация нагрузок. Проверочное уравнение

$$\frac{N_{sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

3.1

N_{sd}^1, V_{sd}^1 – вырывная и срезающая нагрузки на анкер (задается проектировщиком), кН
 N_{sd}, V_{sd} – вырывная и срезающая расчетные нагрузки, кН

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Дано:

Сжатый сухой бетон С20/25,
Вырывная нагрузка $N_{sd} = 28$ кН,
Осьное расстояние $S = 64$ мм,
Краевое расстояние $C = 64$ мм,
Толщина базового основания $h = 250$ мм.

Решение:

1. Нагрузка на один анкер

$$N_{sd}^1 = 28/2 = 14 \text{ кН.}$$

Принимаем химический анкер ЕАФ со шпилькой М16,
класс стали 5.8, $h_{ef} = 128$ мм.

2. Расчетная нагрузка стали на разрыв

$$N_{Rd,s} = 52,6 \text{ кН (см. табл. 3.1.9)} \geq 14 \text{ кН} – \text{условие выполняется.}$$

3. Расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \times f_{B,p} \times f_c \times f_s \times f_h \times f_t \times f_w$$

$$N_{Rd,p}^0 = 33,3 \text{ кН (см. табл. 3.1.10),}$$

$$f_{B,p} = 1 \text{ (см. табл. 3.1.16),}$$

$$f_c = 0,64 \text{ (см. табл. 3.1.12),}$$

$$f_s = 0,63 \text{ (см. табл. 3.1.14),}$$

$$f_h = 128/128 = 1 \text{ (см. раздел 1.2),}$$

$$f_t = 1 \text{ (см. раздел 1.2),}$$

$$f_w = 1 \text{ (см. раздел 1.2),}$$

$$N_{Rd,p} = 33,3 \times 1 \times 0,64 \times 0,63 \times 1 \times 1 \times 1 = 13,43 \text{ кН} \leq 14 \text{ кН} – \text{условие не выполняется.}$$

**Перед тем как перейти к другому анкеру,
увеличим глубину анкеровки выбранного.**

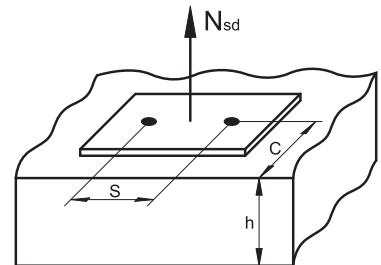
Принимаем $h_{ef} = 170$ мм.

$$f_h = 170/128 = 1,33.$$

**Пересчитываем факторы влияния краевого и осевого
расстояний f_c и f_s , исходя из новой глубины анкеровки.**

Условие проверки подбора анкера:

$$N_{sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$



$$f_c = 0,35 + 64/(2 \times 170) + 0,6(64/(2 \times 170))^2 = 0,56$$

(см. формулы раздела 1.2),

$$f_s = (1 + 64/(2 \times 170)) \times 0,5 = 0,59 \text{ (см. формулы раздела 1.2),}$$

$N_{Rd,p} = 33,3 \times 1 \times 0,56 \times 0,59 \times 1,33 \times 1 \times 1 = 14,6 \text{ кН} \geq 14 \text{ кН} – \text{условие выполняется.}$

4. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_c \times f_s \times f_B \times f_{h,N}$$

$$N_{Rd,c}^0 = 40,6 \text{ кН (см. табл. 3.1.17),}$$

f_c и f_s аналогично расчету $N_{Rd,p}$ (см. п. 3),

$$f_B = 1 \text{ (см. табл. 3.1.19),}$$

$$f_{h,N} = (170/128)^{1,5} = 1,53 \text{ (см. раздел 1.3),}$$

$$N_{Rd,c} = 40,6 \times 0,56 \times 0,59 \times 1 \times 1,53 = 20,5 \text{ кН} \geq 14 \text{ кН} – \text{условие выполняется.}$$

5. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp} \times f_B \times f_{h,N}$$

$$f_{c,sp} = 0,35 + 64/(3 \times 170) + 0,6(64/(3 \times 170))^2 = 0,48$$

(см. формулы раздела 1.4),

$$f_{s,sp} = (1 + 64/(3 \times 170)) \times 0,5 = 0,56 \text{ (см. формулы раздела 1.4),}$$

$$N_{Rd,sp} = 40,6 \times 0,48 \times 0,56 \times 1 \times 1,53 = 16,7 \text{ кН} \geq 14 \text{ кН} – \text{условие выполняется.}$$

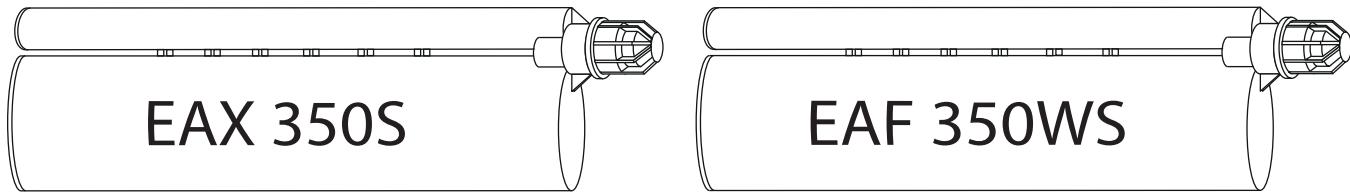
6. Проверка:

$$N_{sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp}) = N_{Rd,p}$$

14 кН ≤ 14,6 кН – условие выполняется.

Анкер подобран правильно.

3.2 EAX, EAF W — ХИМИЧЕСКИЕ КЛЕЕВЫЕ АНКЕРЫ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИАКРИЛАТНОЙ СМОЛЫ СОВМЕСТНО С РЕЗЬБОВЫМИ ШПИЛЬКАМИ



НАЗНАЧЕНИЕ

- Для анкеровки в сжатую и растянутую зоны бетона, в природный камень, ячеистый бетон, керамзитобетон, кирпич
- Применяется при монтаже шумозащитных экранов, дорожных ограждений, мачт освещения, рекламных щитов, колонн, балок, стоек, лестниц, направляющих лифтовых шахт, оборудования, устройства арматурных выпусков, кронштейнов НФС, светопрозрачных конструкций

СВОЙСТВА

- Не содержат стирола
- Имеют техническое свидетельство Минрегиона Украины
- Имеют Европейский Технический допуск для растянутой зоны бетона, опция 1
- EAF W успешно прошел испытание на сейсмостойкость в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (Технический отчет по договору №1160/24-45-12/ск)
- Имеют предел огнестойкости R120
- Применяются при монтаже во влажные отверстия и под водой
- Используются совместно с резьбовыми шпильками или арматурой
- При установке не создают напряжений в базовом материале
- Минимальные осевые и краевые расстояния
- Малые усилия выпрессовки состава из картриджа
- Система многоразового использования
- Возможно применение для отверстий, выполненных установкой алмазного бурения
- Применяются как для наружных, так и внутренних работ
- EAF W используется для наружных работ при отрицательных температурах до -26°C

где d_0 – диаметр бура, мм

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм

t_{fix} – максимальная толщина прикрепляемой детали, мм

h_1 – минимальная глубина отверстия, мм

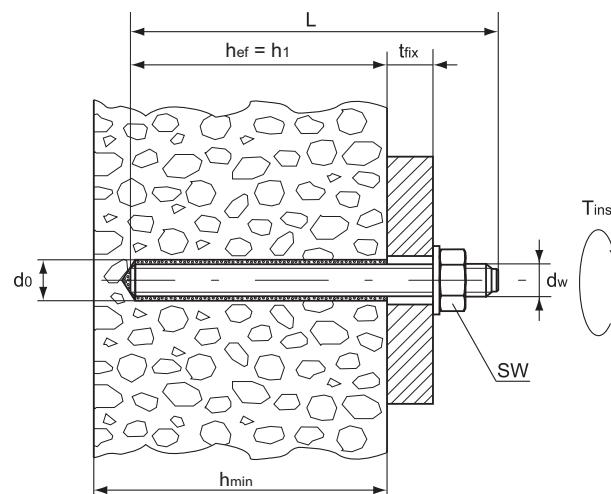
h_{min} – минимальная толщина материала, мм

L – полная длина анкера, мм

d_w – диаметр резьбы, мм

T_{inst} – рекомендованный момент затяжки анкера, Нм

SW – размер под ключ



ВРЕМЯ СХВАТЫВАНИЯ И ПОЛНОГО ОТВЕРДЕВАНИЯ СОСТАВА ЕАХ

табл. 3.2.1

Температура базового основания	0°C до +5°C	+5°C до +10°C	+10°C до +15°C	+15°C до +20°C	+20°C до +25°C	+25°C до +30°C
Время схватывания	25 мин	10 мин	8 мин	6 мин	5 мин	4 мин
Время полного отвердевания	3 ч	145 мин	85 мин	75 мин	50 мин	40 мин

ВРЕМЯ СХВАТЫВАНИЯ И ПОЛНОГО ОТВЕРДЕВАНИЯ СОСТАВА EAF W

табл. 3.2.2

Температура базового основания	-26°C до -18°C	-18°C до -10°C	-10°C до 0°C	0°C до +5°C	+5°C до +10°C	+10°C до +15°C
Время схватывания	2 часа	90 мин	45 мин	12 мин	7 мин	3 мин
Время полного отвердевания	48 ч	24 ч	3 ч	90 мин	60 мин	40 мин

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

табл. 3.2.3

Обозначение	Артикул	Упаковка, шт.	Объем, мл	Дозатор	Срок годности, месяцев
EAX 350S	400018	12	350	EGU-1, EGUA-1	12
EAX 410C	400019	12	410	EGU-2, EGUA-2	12
EAF 350WS	400015	12	350	EGU-1, EGUA-1	12
EAF 410WC	400016	12	410	EGU-2, EGUA-2	12

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ

табл. 3.2.4

Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Диаметр бура d_o , мм	10	12	14	20	24	28	32	35
Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	64/160	80/200	96/240	128/320	160/400	192/480	216/540	240/600
Эффективная глубина анкеровки h_{ef} , мм	64/160	80/200	96/240	128/320	160/400	192/480	216/540	240/600
Минимальная толщина материала h_{min} , мм	$h_{ef} + 30$ мм					$h_{ef} + 2d_o$		
Размер под ключ SW	13	17	19	24	30	36	41	46
Рекомендованный момент затяжки T_{inst} , Нм	10	20	40	80	150	200	240	275

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

табл. 3.2.5

Расчетные вырывные нагрузки N_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25										
$h_{nom} = 8d$										
Анкер	Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
EAX, EAF W, сжатая зона бетона	4.6	N_{Rd} , кН	7,5	11,5	17,0	31,5	47,4	64,3	66,1	69,0
	5.8		9,8	14,0	19,1	32,2	47,4	64,3	66,1	69,0
	8.8		9,8	14,0	19,1	32,2	47,4	64,3	66,1	69,0
	10.9		9,8	14,0	19,1	32,2	47,4	64,3	66,1	69,0
	A4-70		9,8	14,0	19,1	32,2	47,4	64,3	66,1	69,0
	A4-80		9,8	14,0	19,1	32,2	47,4	64,3	66,1	69,0

табл. 3.2.6

Расчетные вырывные нагрузки N_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25										
$h_{nom} = 8d$										
Анкер	Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
EAX, EAF W, растянутая зона бетона	4.6	N_{Rd} , кН	4,5	7,0	10,0	17,9	25,1	36,2	-	-
	5.8		4,5	7,0	10,0	17,9	25,1	36,2	-	-
	8.8		4,5	7,0	10,0	17,9	25,1	36,2	-	-
	10.9		4,5	7,0	10,0	17,9	25,1	36,2	-	-
	A4-70		4,5	7,0	10,0	17,9	25,1	36,2	-	-
	A4-80		4,5	7,0	10,0	17,9	25,1	36,2	-	-

табл. 3.2.7

Расчетные вырывные нагрузки N_{rd} на одиночный анкер, бетон С20/25										
$h_{nom} = 20d$										
Анкер	Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
EAX, EAF W, сжатая зона бетона	4.6	N_{rd} , кН	7,5	11,5	17,0	31,5	49,0	70,5	92,0	112,0
	5.8		12,0	19,3	28,0	52,6	82,0	118,0	153,3	172,7
	8.8		19,3	30,7	44,7	80,3	118,6	160,7	165,3	172,7
	10.9		24,6	34,9	47,7	80,3	118,6	160,7	165,3	172,7
	A4-70		13,7	21,6	31,1	57,9	90,5	130,0	165,3	172,7
	A4-80		18,1	28,8	41,9	78,8	118,6	160,7	165,3	172,7

табл. 3.2.8

Расчетные вырывные нагрузки N_{rd} на одиночный анкер, бетон С20/25										
$h_{nom} = 20d$										
Анкер	Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
EAX, EAF W, растянутая зона бетона	4.6	N_{rd} , кН	7,5	11,5	17,0	31,5	49,0	70,5	-	-
	5.8		11,2	17,5	26,5	47,2	66,7	90,4	-	-
	8.8		11,2	17,5	26,5	47,2	66,7	90,4	-	-
	10.9		11,2	17,5	26,5	47,2	66,7	90,4	-	-
	A4-70		11,2	17,5	26,5	47,2	66,7	90,4	-	-
	A4-80		11,2	17,5	26,5	47,2	66,7	90,4	-	-

3.2

табл. 3.2.9

Расчетные срезающие нагрузки V_{rd} на одиночный анкер, бетон С20/25										
Анкер	Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
EAX, EAF W, сжатая и растянутая зоны бетона	4.6	V_{rd} , кН	4,2	7,2	10,2	18,6	29,3	42,5	55,1	67,1
	5.8		7,2	12,0	16,4	31,2	48,8	70,4	92,0	112,0
	8.8		12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8	147,2	179,2
	10.9		12,0	19,3	28,0	52,7	82,0	118,0	153,3	187,3
	A4-70		8,3	12,8	19,2	35,6	56,4	79,5	103,2	125,6
	A4-80		10,4	16,0	24,0	44,0	68,8	99,2	128,8	156,8

ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ФАКТОРОВ ОСЕВЫХ И КРАЕВЫХ РАССТОЯНИЙ

табл. 3.2.10

EAX, EAF W $h_{nom} = 8d$											
Анкер			Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона	$C_{cr,sp}$, мм		96	120	144	192	240	288	324	360	
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона	$S_{cr,sp}$, мм		192	240	288	384	480	576	648	720	
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона	$C_{cr,N}$, мм		96	120	144	192	240	288	324	360	
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона	$S_{cr,N}$, мм		192	240	288	384	480	576	648	720	
Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм		35	40	50	65	80	96	110	120	
Минимальное осевое расстояние	S_{min} , мм		35	40	50	65	80	96	110	120	

табл. 3.2.11

EAX, EAF W $h_{nom} = 20d$											
Анкер			Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона	$C_{cr,sp}$, мм		240	300	360	480	600	720	810	900	
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона	$S_{cr,sp}$, мм		480	600	720	960	1200	1440	1620	1800	
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона	$C_{cr,N}$, мм		240	300	360	480	600	720	810	900	
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона	$S_{cr,N}$, мм		480	600	720	960	1200	1440	1620	1800	
Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм		80	100	120	160	200	240	270	300	
Минимальное осевое расстояние	S_{min} , мм		80	100	120	160	200	240	270	300	

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ КЛЕЕВЫХ АНКЕРОВ ЕАХ, ЕАФ В ДЛЯ СЖАТОЙ И РАСТЯНУТОЙ ЗОН БЕТОНА

1. Вырыв

Критерий выбора

$$N_{Sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

N_{Sd}^1 – вырывная нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Rd} – вырывная расчетная нагрузка на одиничный анкер, кН

$N_{Rd,s}$ – расчетная нагрузка стали на разрыв, кН (раздел 1.1)

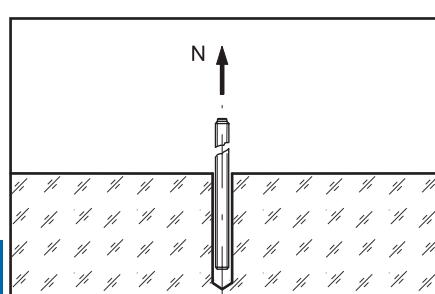
$N_{Rd,p}$ – расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$N_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка растрескивания бетона, кН (раздел 1.4)

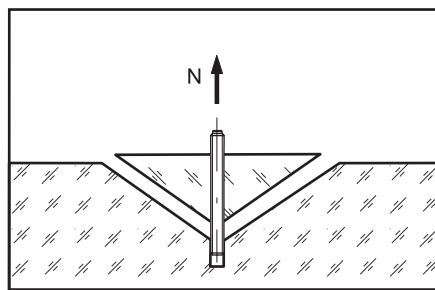
1.1. Расчетная нагрузка стали на разрыв

табл. 3.2.12



Расчетная нагрузка стали на разрыв $N_{Rd,s}$									
Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
4.6	$N_{Rd,s}$, кН	7,5	11,5	17,0	31,5	49,0	70,5	92,0	112,0
		12,0	19,3	28,0	52,6	82,0	118,0	153,3	187,3
		19,3	30,7	44,7	84,0	130,7	188,0	244,7	299,3
		26,4	41,4	60,0	112,1	175,0	252,1	327,9	400,7
		13,7	21,6	31,1	57,9	90,5	130,0	168,9	206,8
		18,1	28,8	41,9	78,8	122,5	176,2	229,3	280,6

1.2. Расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона



$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \times f_c \times f_s \times f_{B,p} \times f_h \times f_t \times f_w$$

$N_{Rd,p}^0$ – нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (см. табл. 3.2.13, 3.2.14)

f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.2.15, 3.2.16), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.2.17, 3.2.18), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{B,p}$ – фактор влияния комбинированной прочности бетона (см. табл. 3.2.19)

f_h – фактор влияния глубины анкеровки на комбинированную нагрузку вырыва анкера из бетона

f_t – фактор влияния температуры базового основания, $f_t = 1$

f_w – фактор влияния влажности бетона

табл. 3.2.13

Нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25										
$h_{nom} = 8d$										
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
EAX, EAF W	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	9,8	14,0	19,1	32,2	47,4	64,3	66,1	69,0
	Растянутая зона бетона		4,5	7,0	10,0	17,9	25,1	36,2	-	-

табл. 3.2.14

Нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25										
$h_{nom} = 20d$										
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
EAX, EAF W	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	24,6	34,9	47,7	80,3	118,6	160,7	165,3	172,7
	Растянутая зона бетона		11,2	17,5	26,5	47,2	66,7	90,4	-	-

Фактор влияния краевого расстояния

$$f_c = 0,35 + C/S_{cr,N} + 0,6(C/S_{cr,N})^2 \leq 1$$

$$S_{cr,N} = 3h_{ef}$$

$$C_{cr,N} = 1,5h_{ef}$$

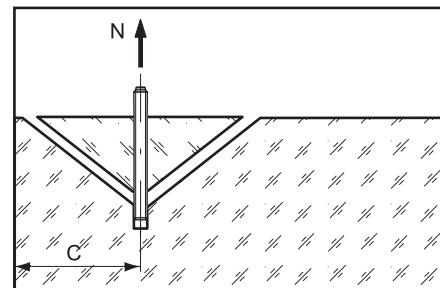


табл. 3.2.15

Фактор влияния краевого расстояния f_c для ЕАХ, ЕАФ В, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$

$h_{nom} = 8d$

$C, \text{мм}$	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
35	0,55							
40	0,57	0,53						
50	0,62	0,57	0,54					
60	0,71	0,63	0,57					
65	0,74	0,66	0,60	0,53				
80	0,86	0,75	0,67	0,57	0,53			
90	0,93	0,81	0,72	0,61	0,55			
96	1	0,85	0,76	0,64	0,57	0,53		
110		0,94	0,82	0,68	0,61	0,56	0,53	
120		1	0,86	0,72	0,64	0,57	0,56	0,53
130			0,92	0,75	0,66	0,58	0,57	0,55
144			1	0,81	0,70	0,60	0,60	0,57
155				0,85	0,73	0,63	0,61	0,59
165				0,88	0,76	0,69	0,64	0,60
180				0,94	0,80	0,72	0,68	0,64
192				1	0,85	0,75	0,70	0,65
205					0,88	0,78	0,72	0,68
220					0,92	0,81	0,74	0,70
230					0,96	0,85	0,77	0,73
240					1	0,87	0,80	0,75
265						0,93	0,85	0,80
288						1	0,91	0,85
300							0,94	0,87
324							1	0,92
340								0,95
360								1
$C_{min}, \text{мм}$	35	40	50	65	80	96	110	120
$C_{cr,N}, \text{мм}$	96	120	144	192	240	288	324	360

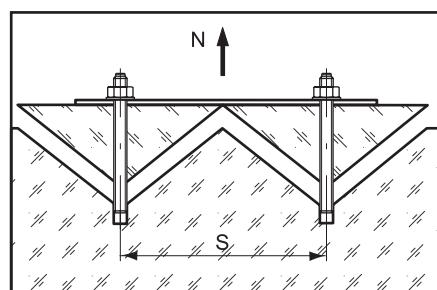
Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

3.2

табл. 3.2.16

Фактор влияния краевого расстояния f_c для ЕАХ, ЕАФ В, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$								
C, мм	$h_{nom} = 20d$							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
80	0,53							
100	0,57	0,53						
120	0,64	0,57	0,53					
140	0,69	0,61	0,56					
160	0,74	0,65	0,60	0,53				
180	0,80	0,70	0,64	0,55				
200	0,86	0,74	0,66	0,57	0,53			
220	0,92	0,78	0,70	0,60	0,55			
240	1	0,84	0,75	0,64	0,57	0,53		
260		0,89	0,79	0,66	0,59	0,54		
270		0,92	0,81	0,68	0,61	0,56	0,53	
300		1	0,86	0,72	0,64	0,57	0,55	0,53
320			0,91	0,75	0,65	0,60	0,56	0,55
340			0,95	0,77	0,68	0,61	0,58	0,56
360			1	0,80	0,70	0,63	0,60	0,57
390				0,85	0,74	0,66	0,62	0,59
420				0,89	0,77	0,69	0,64	0,62
450				0,94	0,81	0,72	0,66	0,64
480				1	0,85	0,75	0,69	0,66
520					0,89	0,79	0,73	0,68
560					0,94	0,83	0,76	0,71
600					1	0,86	0,80	0,75
640						0,91	0,83	0,78
680						0,95	0,86	0,81
720						1	0,91	0,85
760							0,95	0,88
810							1	0,92
850								0,96
900								1
C_{min} , мм	80	100	120	160	200	240	270	300
$C_{cr,N}$, мм	240	300	360	480	600	720	810	900

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции



Фактор влияния осевого расстояния

$$f_S = (1 + S/S_{cr,N}) \times 0,5$$

$$S_{cr,N} = 3h_{ef}$$

$$C_{cr,N} = 1,5h_{ef}$$

табл. 3.2.17

Фактор влияния осевого расстояния f_s для EAX, EAF W, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$								
$S, \text{мм}$	$h_{nom} = 8d$							
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
35	0,59							
40	0,60	0,58						
50	0,63	0,60	0,59					
60	0,66	0,63	0,60					
65	0,67	0,64	0,61	0,58				
80	0,70	0,67	0,64	0,60	0,58			
90	0,73	0,68	0,66	0,62	0,59			
96	0,75	0,70	0,67	0,63	0,60	0,58		
110	0,79	0,73	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	
120	0,81	0,75	0,70	0,65	0,63	0,60	0,59	0,58
140	0,86	0,79	0,74	0,68	0,66	0,62	0,61	0,60
170	0,94	0,85	0,80	0,72	0,68	0,65	0,63	0,62
192	1	0,90	0,83	0,75	0,70	0,67	0,65	0,63
220		0,96	0,88	0,79	0,73	0,69	0,67	0,65
240		1	0,92	0,81	0,75	0,71	0,69	0,67
288			1	0,88	0,80	0,75	0,73	0,70
320				0,92	0,83	0,78	0,75	0,72
350				0,95	0,86	0,80	0,77	0,74
384				1	0,90	0,83	0,80	0,77
420					0,93	0,86	0,83	0,79
450					0,97	0,89	0,85	0,81
480					1	0,92	0,88	0,83
520						0,95	0,91	0,86
576						1	0,95	0,90
648							1	0,95
720								1
$S_{min}, \text{мм}$	35	40	50	65	80	96	110	120
$S_{cr,N}, \text{мм}$	192	240	288	384	480	576	648	720

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

табл. 3.2.18

Фактор влияния осевого расстояния f_s для EAX, EAF W, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$								
$h_{nom} = 20d$								
S, мм	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
80	0,58							
100	0,60	0,58						
120	0,63	0,60	0,58					
160	0,67	0,63	0,61	0,58				
200	0,71	0,67	0,64	0,60	0,58			
240	0,75	0,70	0,67	0,63	0,60	0,58		
270	0,78	0,73	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	
300	0,81	0,75	0,71	0,66	0,63	0,62	0,59	0,58
360	0,88	0,80	0,75	0,69	0,65	0,65	0,61	0,60
420	0,94	0,85	0,79	0,72	0,68	0,66	0,63	0,61
480	1	0,90	0,83	0,75	0,70	0,67	0,65	0,63
540		0,95	0,88	0,78	0,73	0,69	0,67	0,65
600		1	0,92	0,81	0,75	0,71	0,69	0,67
660			0,96	0,84	0,78	0,73	0,70	0,68
720			1	0,88	0,82	0,75	0,72	0,70
780				0,90	0,83	0,77	0,74	0,72
840					0,94	0,85	0,79	0,76
900					0,97	0,88	0,81	0,78
960					1	0,90	0,83	0,80
1040						0,93	0,86	0,82
1120						0,97	0,89	0,85
1200						1	0,92	0,87
1320							0,96	0,90
1440							1	0,94
1620								1
1800								1
S_{min} , мм	80	100	120	160	200	240	270	300
$S_{cr,N}$, мм	480	600	720	960	1200	1440	1620	1800

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния комбинированной прочности бетона

$$f_{B,p} = (f_{ck,cube} / 25)^{0,3}$$

табл. 3.2.19

Фактор влияния комбинированной прочности бетона $f_{B,p}$							
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
$f_{ck,cyl}$	Н/мм ²	20	25	30	35	40	45
$f_{ck,cube}$	Н/мм ²	25	30	37	45	50	55
$f_{B,p}$		1,0	1,06	1,12	1,19	1,23	1,27
							1,3

Фактор влияния глубины анкеровки на комбинированную нагрузку вырыва анкера из бетона

$$f_h = h_{ef}/h_{nom}$$

$1 \leq f_h \leq 2,2$

Фактор влияния влажности бетона

$f_w = 1$ для сухого бетона и влажного бетона

$f_w = 0,8$ для анкеровки в заполненное водой отверстие, сжатая зона бетона

$f_w = 1$ для анкеровки в заполненное водой отверстие, растянутая зона бетона

1.3. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_c \times f_s \times f_B \times f_{h,N}$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 3.2.20, 3.2.21)
 f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.2.15, 3.2.16), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.2.17, 3.2.18), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.2.22)

$f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса

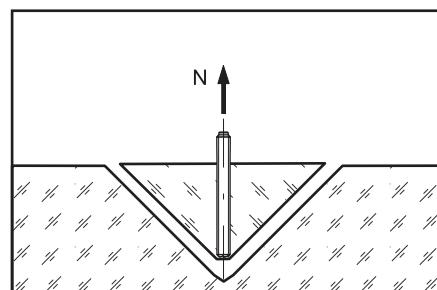


табл. 3.2.20

Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{Rd,c}^0$, бетон С20/25										
$h_{nom} = 8d$										
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
EAX, EAF W	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,c}^0$, кН	14,4	20,1	26,4	40,6	56,8	74,6	76,2	89,2
	Растянутая зона бетона		10,3	14,3	18,8	29,0	40,5	53,3	-	-

табл. 3.2.21

Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{Rd,c}^0$, бетон С20/25										
$h_{nom} = 20d$										
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
EAX, EAF W	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,c}^0$, кН	56,8	79,2	104,0	159,7	223,9	295,0	301,0	353,4
	Растянутая зона бетона		40,6	56,6	74,3	114,1	159,3	210,7	-	-

3.2

Фактор влияния прочности бетона

$$f_B = (f_{ck,cube} / 25)^{0.5}$$

табл. 3.2.22

Фактор влияния прочности бетона f_B							
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
$f_{ck,cyl}$	Н/мм ²	20	25	30	35	40	45
$f_{ck,cube}$	Н/мм ²	25	30	37	45	50	55
f_B		1	1,1	1,22	1,34	1,41	1,45
							1,55

Фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса

$$f_{h,N} = (h_{ef}/h_{nom})^{1.5}$$

1.4. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp} \times f_B \times f_{h,N}$$

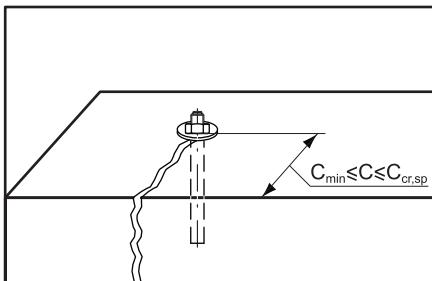
$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 3.2.20, табл. 3.2.21)

$f_{c,sp}$ – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.2.15, табл. 3.2.16), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{s,sp}$ – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.2.17, табл. 3.2.18), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.2.22)

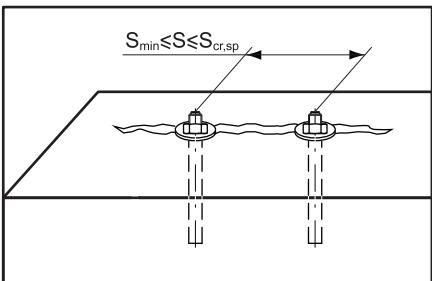
$f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса (см. раздел 1.3)



Фактор влияния краевого расстояния

$$f_{c,sp}^* = 0,35 + C/C_{cr,sp} + 0,6(C/C_{cr,sp})^2 \leq 1$$

* Для анкеров с $C_{cr,sp} = C_{cr,N}$ (см. табл. 3.2.10, 3.2.11),
 $f_{c,sp} = f_c$ (см. табл. 3.2.15, 3.2.16)



Фактор влияния осевого расстояния

$$f_{s,sp}^* = (1 + S/S_{cr,sp}) \times 0,5$$

* Для анкеров с $S_{cr,sp} = S_{cr,N}$ (см. табл. 3.2.10, 3.2.11),
 $f_{s,sp} = f_s$ (см. табл. 3.2.17, 3.2.18)

2. Срез

Критерий выбора

$$V_{Rd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}; V_{Rd,c})$$

V_{Rd}^1 – срезающая нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

V_{Rd} – срезающая расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$V_{Rd,s}$ – расчетная срезающая нагрузка по стали, кН (раздел 2.1)

$V_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение), кН (раздел 2.2)

$V_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (раздел 2.3)

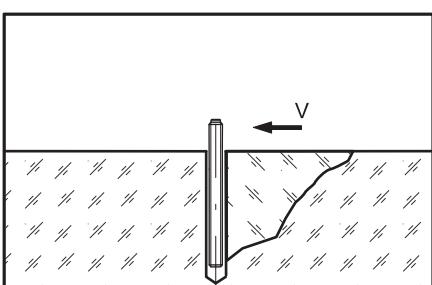
3.2

2.1. Расчетная срезающая нагрузка по стали

табл. 3.2.23

Расчетная срезающая нагрузка по стали $V_{Rd,s}$									
Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
4.6	$V_{Rd,s}$, кН	4,2	7,2	10,2	18,6	29,3	42,5	55,1	67,1
5.8		7,2	12,0	16,4	31,2	48,8	70,4	92,0	112,0
8.8		12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8	147,2	179,2
10.9		12,0	19,3	28,0	52,7	82,0	118,0	153,3	187,3
A4-70		8,3	12,8	19,2	35,6	56,4	79,5	103,2	125,6
A4-80		10,4	16,0	24,0	44,0	68,8	99,2	128,8	156,8

2.2. Расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение)



$$V_{Rd,sp} = k \times \min (N_{Rd,p}; N_{Rd,c})$$

$N_{Rd,p}$ – расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$k = 1$ для $h_{ef} < 60$ мм

$k = 2$ для $h_{ef} \geq 60$ мм

2.3 Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,v}$$

$V_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (см. табл. 3.2.24)

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.2.22)

f_a – фактор влияния направления срезающей нагрузки (см. табл. 3.2.26)

$f_{cs,v}$ – фактор влияния осевого и краевого расстояния

табл. 3.2.24

Нормативное сопротивление разрушению кромки бетона $V_{Rd,c}^0$ для анкеров EAX, EAF W с минимальным краевым расстоянием, бетон С20/25										
$h_{nom} = 8d$										
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
EAX, EAF W	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	1,8	2,7	4,1	6,9	10,1	14,7	19,0	22,8
	Растянутая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	1,3	1,9	2,9	4,9	7,2	10,5	13,6	16,3
	Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	35	40	50	65	80	96	110	120

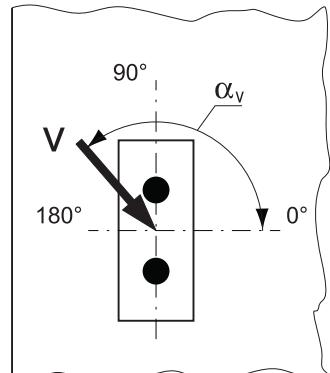
табл. 3.2.25

Нормативное сопротивление разрушению кромки бетона $V_{Rd,c}^0$ для анкеров EAX, EAF W с минимальным краевым расстоянием, бетон С20/25										
$h_{nom} = 20d$										
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
EAX, EAF W	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	1,9	3,0	4,3	7,7	12,0	17,2	21,9	27,1
	Растянутая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	1,3	2,2	3,0	5,0	8,5	12,2	15,5	12,7
	Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	80	100	120	160	200	240	270	300

Фактор влияния направления срезающей нагрузки

табл. 3.2.26

Фактор влияния направления срезающей нагрузки f_a								
α_v	0°-55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°-180°
f_a	1,0	1,07	1,14	1,23	1,35	1,50	1,71	2,0

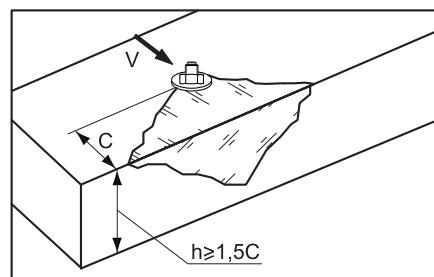


3.2

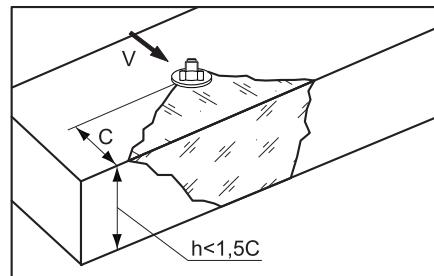
Фактор влияния краевого расстояния для одного анкера

 Для толщины бетона $h \geq 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

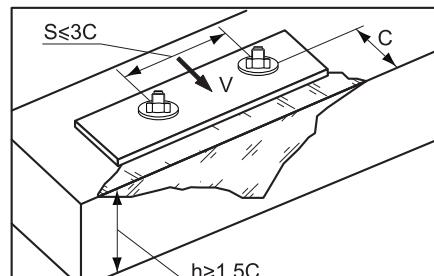

 Для толщины бетона $h < 1,5C$

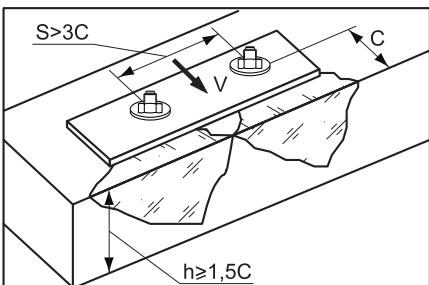
$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{h/1,5}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$


Фактор влияния осевого и краевого расстояний для пары анкеров

 Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

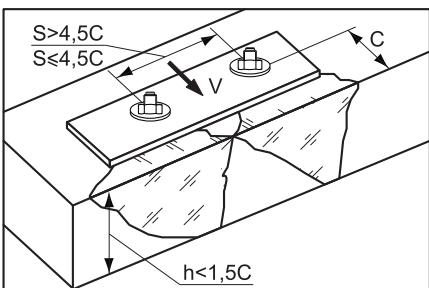
$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{3 \times c + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$





Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S > 3C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

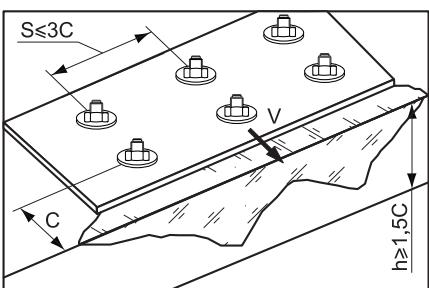


Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{2 \times h + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S > 4,5C$

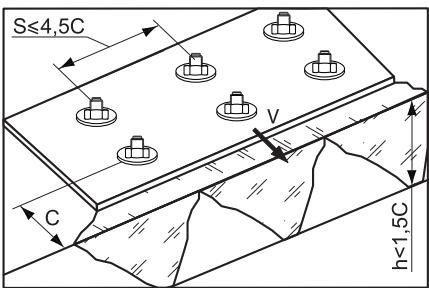
$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{6,5 \times h}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



Фактор влияния краевого и осевого расстояний на группу анкеров $n > 2$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{3 \times c + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{2 \times h + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

2.4 Комбинация нагрузок. Проверочное уравнение

$$\frac{N_{Sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{Sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

N_{Sd}^1, V_{Sd}^1 – вырывная и срезающая нагрузки на анкер (задается проектировщиком), кН
 N_{Sd}, V_{Sd} – вырывная и срезающая расчетные нагрузки, кН

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Дано:

Сжатый бетон С25/30, заполненное водой отверстие

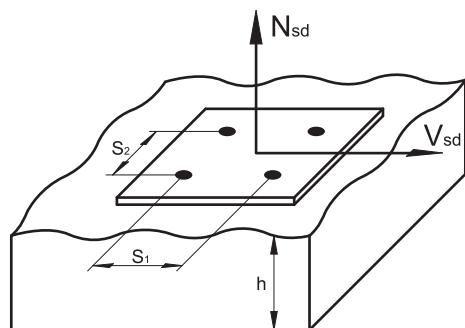
Вырывная нагрузка $N_{sd}^1 = 100 \text{ кН}$,

Срезающая нагрузка $V_{sd}^1 = 30 \text{ кН}$,

Оевые расстояния $S_1 = 400 \text{ мм}$, $S_2 = 350 \text{ мм}$,

Краевых расстояний нет,

Толщина базового основания $h = \infty$



Условие проверки подбора анкера:

$$N_{sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

$$V_{sd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,p}; V_{Rd,c})$$

$$\frac{N_{sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

Решение:

1. Нагрузка на один анкер

$$N_{sd}^1 = 100/4 = 25 \text{ кН},$$

$$V_{sd}^1 = 30/4 = 7,5 \text{ кН}$$

Принимаем химический анкер ЕАХ со шпилькой М20, класс стали 4.6, $h_{ef} = 160 \text{ мм}$ (8d).

2. Расчетная нагрузка стали на разрыв

$$N_{Rd,s} = 49 \text{ кН} \text{ (см. табл. 3.2.12)} \geq 25 \text{ кН} \text{ – условие выполняется.}$$

3. Расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_c \times f_{s1} \times f_{s2} \times f_h \times f_t \times f_w$$

$$N_{Rd,p}^0 = 47,4 \text{ кН} \text{ (см. табл. 3.2.13)},$$

$$f_{B,p} = 1,06 \text{ (см. табл. 3.2.19)},$$

$$f_c = 1 \text{ (без краевых расстояний)},$$

$$f_{s1} = 0,91 \text{ (см. табл. 3.2.17, находим путем линейной интерполяции, см. пример расчета на стр. 57)},$$

$$f_{s2} = 0,86,$$

$$f_h = 160/160 = 1 \text{ (см. раздел 1.2)},$$

$$f_t = 1 \text{ (см. раздел 1.2)},$$

$$f_w = 0,8 \text{ (см. раздел 1.2)},$$

$$N_{Rd,p} = 47,4 \times 1,06 \times 1 \times 0,91 \times 0,86 \times 1 \times 1 \times 0,8 = 31,5 \text{ кН} \geq 25 \text{ кН} \text{ – условие выполняется.}$$

4. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_c \times f_{s1} \times f_{s2} \times f_B \times f_{h,N}$$

$$N_{Rd,c}^0 = 56,8 \text{ кН} \text{ (см. табл. 3.2.20)},$$

$$f_c, f_{s1} \text{ и } f_{s2} \text{ аналогично расчету } N_{Rd,p} \text{ (см. п. 3)},$$

$$f_B = 1,1 \text{ (см. табл. 3.2.22)},$$

$$f_{h,N} = (160/160)^{1,5} = 1 \text{ (см. раздел 1.3)},$$

$$N_{Rd,c} = 56,8 \times 1 \times 0,91 \times 0,86 \times 1,1 \times 1 = 48,9 \text{ кН} \geq 25 \text{ кН} \text{ – условие выполняется.}$$

5. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp1} \times f_{s,sp2} \times f_B \times f_{h,N}$$

$$\text{для анкеров с } C_{cr,sp} = C_{cr,N} \text{ и } S_{cr,sp} = S_{cr,N}$$

$$\text{принимаем } f_{c,sp} = f_c, f_{s,sp1} = f_{s1} \text{ и } f_{s,sp2} = f_{s2} \text{ (см. п. 3)}$$

$$N_{Rd,sp} = 56,8 \times 1 \times 0,91 \times 0,86 \times 1,1 \times 1 = 48,9 \text{ кН} \geq 25 \text{ кН} \text{ – условие выполняется.}$$

3.2

6. Проверка:

$$N_{sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp}) = N_{Rd,p}$$

$$25 \text{ кН} \leq 31,5 \text{ кН} \text{ – условие выполняется.}$$

7. Расчетная срезающая нагрузка по стали

$$V_{Rd,s} = 29,3 \text{ кН} \text{ (см. табл. 3.2.23)} \geq 7,5 \text{ кН} \text{ – условие выполняется.}$$

8. Расчетная нагрузка скальвания бетона

$$V_{Rd,sp} = k \times \min (N_{Rd,p}; N_{Rd,c})$$

$$k = 2 \text{ для } h_{ef} = 160 \text{ мм},$$

$$V_{Rd,sp} = 2 \times 31,5 = 63 \text{ кН} \geq 7,5 \text{ кН} \text{ – условие выполняется.}$$

9. Расчетную нагрузку разрушения кромки бетона не рассчитываем, т. к. краевые расстояния отсутствуют.

10. Проверка:

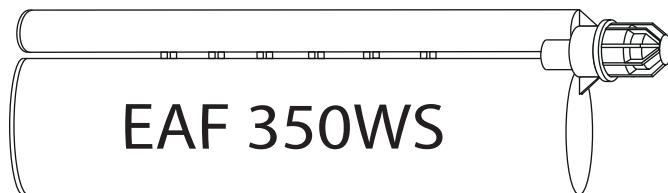
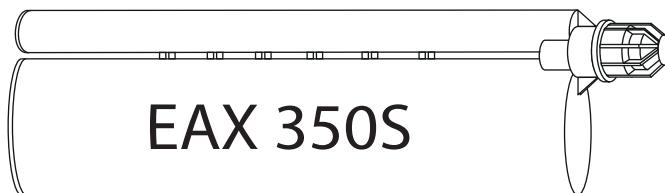
$$V_{sd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}) = V_{Rd,s}$$

$$7,5 \text{ кН} \leq 29,3 \text{ кН} \text{ – условие выполняется,}$$

$$25/31,5 + 7,5/29,3 = 1,05 \leq 1,2 \text{ – условие выполняется.}$$

Анкер подобран правильно.

3.3 ЕАХ, ЕАФ В — ХИМИЧЕСКИЕ КЛЕЕВЫЕ АНКЕРЫ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИАКРИЛЯТНОЙ СМОЛЫ СОВМЕСТНО С АРМАТУРНЫМ ПРУТКОМ

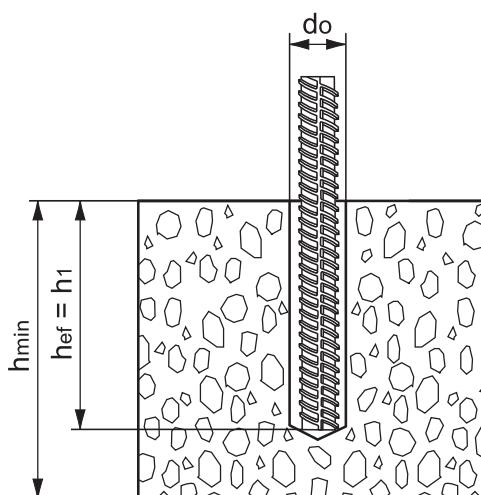


НАЗНАЧЕНИЕ

- Для анкеровки в сжатую зону бетона
- Применяется для создания арматурных выпусков, доливки фундаментов, ремонта консолей железобетонных плит, армирования проемов

СВОЙСТВА

- Не содержат стирола
- Имеют техническое свидетельство Минрегиона Украины
- Совместно с арматурным прутком допущены только в сжатую зону бетона
- ЕАФ В успешно прошел испытания на сейсмостойкость в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (Технический отчет по договору №1160/24-45-12/ск)
- Имеют предел огнестойкости R120
- Применяется при монтаже во влажные отверстия и под водой
- Используются совместно с резьбовыми шпильками или арматурой
- При установке не создают напряжений в базовом материале
- Минимальные осевые и краевые расстояния
- Малые усилия выпрессовки состава из картриджа
- Система многоразового использования
- Возможно применение для отверстий выполненных установкой алмазного бурения
- Применяются как для наружных, так и внутренних работ
- ЕАФ В используется для наружных работ при отрицательных температурах до -26°C



где d_0 – диаметр бура, мм
 h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм
 h_1 – минимальная глубина отверстия, мм
 h_{min} – минимальная толщина материала, мм

ВРЕМЯ СХВАТЫВАНИЯ И ПОЛНОГО ОТВЕРДЕВАНИЯ СОСТАВА ЕАХ

табл. 3.3.1

Температура базового основания	0°C до +5°C	+5°C до +10°C	+10°C до +15°C	+15°C до +20°C	+20°C до +25°C	+25°C до +30°C
Время схватывания	25 мин	10 мин	8 мин	6 мин	5 мин	4 мин
Время полного отвердевания	3 ч	145 мин	85 мин	75 мин	50 мин	40 мин

ВРЕМЯ СХВАТЫВАНИЯ И ПОЛНОГО ОТВЕРДЕВАНИЯ СОСТАВА EAF W

табл. 3.3.2

Температура базового основания	-18°C до -12°C	-12°C до -7°C	-7°C до 0°C	0°C до +5°C	+5°C до +10°C	+10°C до +15°C
Время схватывания	90 мин	60 мин	25 мин	12 мин	7 мин	3 мин
Время полного отвердевания	24 ч	12 ч	3 ч	90 мин	60 мин	40 мин

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

табл. 3.3.3

Обозначение	Артикул	Упаковка, шт.	Объем, мл	Дозатор	Срок годности, месяцев
EAX 350S	400018	12	350	EGU-1, EGUA-1	12
EAX 410C	400019	12	410	EGU-2, EGUA-2	12
EAF 350WS	400015	12	350	EGU-1, EGUA-1	12
EAF 410WC	400016	12	410	EGU-2, EGUA-2	12

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ

табл. 3.3.4

Параметр	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
Диаметр бура d_0 , мм	12	14	16	20	25	32	40
Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	64/160	80/200	96/240	128/320	160/400	200/500	256/640
Эффективная глубина анкеровки h_{ef} , мм	64/160	80/200	96/240	128/320	160/400	200/500	256/640
Минимальная толщина материала h_{min} , мм				$h_{ef} + 30$ мм			$h_{ef} + 2d_0$

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

табл. 3.3.5

Расчетные вырывные нагрузки N_{rd} на одиночный анкер, бетон С20/25									
$h_{nom} = 8\varnothing$									
Анкер	Арматура	Параметр	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
EAX, EAF W, сжатая зона бетона	A500C	N_{rd} , кН	10,7	16,7	20,1	32,1	50,2	78,5	78,5

табл. 3.3.6

Расчетные вырывные нагрузки N_{rd} на одиночный анкер, бетон С20/25									
$h_{nom} = 20\varnothing$									
Анкер	Арматура	Параметр	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
EAX, EAF W, сжатая зона бетона	A500C	N_{rd} , кН	20,0	30,7	44,3	79,3	123,6	192,9	196,2

табл. 3.3.7

Расчетные срезающие нагрузки V_{rd} на одиночный анкер, бетон С20/25									
Анкер	Арматура	Параметр	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
EAX, EAF W, сжатая зона бетона	A500C	V_{rd} , кН	9,3	14,6	20,7	36,7	57,3	90,0	147,3

3.3

ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ФАКТОРОВ ОСЕВЫХ И КРАЕВЫХ РАССТОЯНИЙ

табл. 3.3.8

EAX, EAF W $h_{nom} = 8\varnothing$								
Анкер	Параметр	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона	$C_{cr,sp}$, мм	96	120	144	192	240	300	384
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона	$S_{cr,sp}$, мм	192	240	288	384	480	600	768
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона	$C_{cr,N}$, мм	96	120	144	192	240	300	384
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона	$S_{cr,N}$, мм	192	240	288	384	480	600	768
Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	35	40	50	65	80	100	130
Минимальное осевое расстояние	S_{min} , мм	35	40	50	65	80	100	130

табл. 3.3.9

EAX, EAF W $h_{nom} = 20\varnothing$								
Анкер	Параметр	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона	$C_{cr,sp}$, мм	240	300	360	480	600	750	960
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона	$S_{cr,sp}$, мм	480	600	720	960	1200	1500	1920
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона	$C_{cr,N}$, мм	240	300	360	480	600	750	960
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона	$S_{cr,N}$, мм	480	600	720	960	1200	1500	1920
Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	80	100	120	160	200	250	320
Минимальное осевое расстояние	S_{min} , мм	80	100	120	160	200	250	320

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ КЛЕЕВЫХ АНКЕРОВ EAX, EAF W СОВМЕСТНО С АРМАТУРНЫМ ПРУТКОМ ДЛЯ СЖАТОЙ ЗОНЫ БЕТОНА

3.3

1. Вырыв

Критерий выбора

$$N_{Sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

N_{Sd}^1 – вырывная нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Rd} – вырывная расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$N_{Rd,s}$ – расчетная нагрузка стали на разрыв, кН (раздел 1.1)

$N_{Rd,p}$ – расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$N_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка растрескивания бетона, кН (раздел 1.4)

1.1. Расчетная нагрузка стали на разрыв

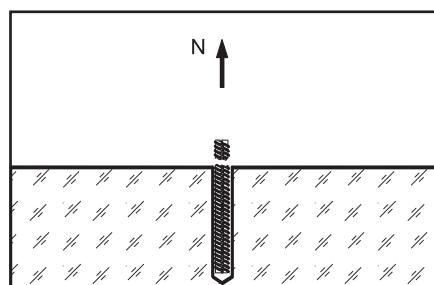
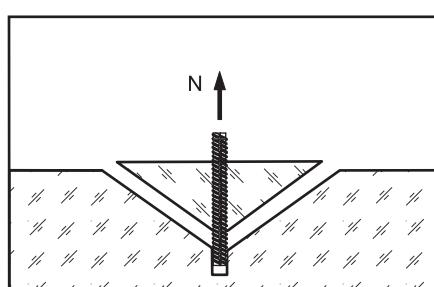


табл. 3.3.10

Расчетная нагрузка стали на разрыв $N_{Rd,s}$								
Арматура	Параметр	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
A500C	$N_{Rd,s}$, кН	20,0	30,7	44,3	79,3	123,6	192,9	315,7

1.2. Расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона



$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \times f_c \times f_s \times f_{B,p} \times f_h \times f_t \times f_w$$

$N_{Rd,p}^0$ – нормативная комбинированная нагрузка

вырыва анкера из бетона, кН (см. табл. 3.3.11, 3.3.12)

f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.3.13, 3.3.14), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.3.15, 3.3.16), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{B,p}$ – фактор влияния комбинированной прочности бетона (см. табл. 3.3.17)

f_h – фактор влияния глубины анкеровки на комбинированную нагрузку

вырыва анкера из бетона

f_t – фактор влияния температуры базового основания, $f_t = 1$

f_w – фактор влияния влажности бетона

табл. 3.3.11

Нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25									
$h_{nom} = 8\varnothing$									
Анкер		Параметр	$\varnothing 8$	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
EAX, EAF W	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	10,7	16,7	20,1	32,1	50,2	78,5	78,5

табл. 3.3.12

Нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25									
$h_{nom} = 20\varnothing$									
Анкер		Параметр	$\varnothing 8$	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
EAX, EAF W	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	26,8	34,9	50,2	80,4	125,6	196,2	196,2

Фактор влияния краевого расстояния

$$f_c = 0,35 + C/S_{cr,N} + 0,6(C/S_{cr,N})^2 \leq 1$$

$$S_{cr,N} = 3h_{ef}$$

$$C_{cr,N} = 1,5h_{ef}$$

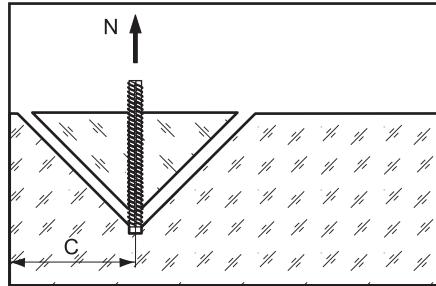


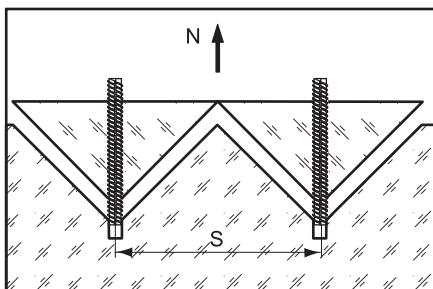
табл. 3.3.13

Фактор влияния краевого расстояния f_c для EAX, EAF W, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$								
$h_{nom} = 8\varnothing$								
C , мм	$\varnothing 8$	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$	
35	0,55							
40	0,57	0,53						
50	0,62	0,57	0,54					
60	0,71	0,63	0,57					
65	0,74	0,66	0,60	0,53				
80	0,86	0,75	0,67	0,57	0,53			
90	0,93	0,81	0,72	0,61	0,55			
96	1	0,85	0,76	0,64	0,57			
100		0,86	0,80	0,66	0,59	0,53		
120		1	0,86	0,72	0,64	0,57		
130			0,92	0,75	0,66	0,59	0,53	
144			1	0,81	0,70	0,62	0,55	
155				0,85	0,73	0,65	0,57	
165				0,88	0,76	0,67	0,60	
180				0,94	0,80	0,71	0,62	
192				1	0,85	0,73	0,65	
205					0,88	0,76	0,67	
220					0,92	0,81	0,70	
230					0,96	0,82	0,73	
240					1	0,85	0,74	
265						0,91	0,80	
290						0,95	0,77	
300						0,99	0,77	
340						1	0,80	
360							0,70	
384							0,62	
C_{min} , мм	35	40	50	65	80	100	130	0,64
$C_{cr,N}$, мм	96	120	144	192	240	300	384	1

Фактор влияния краевого расстояния f_c для EAX, EAF W, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$								
$h_{nom} = 20\varnothing$								
C , мм	$\varnothing 8$	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$	
80	0,53							
100	0,57	0,53						
120	0,64	0,57	0,53					
140	0,69	0,61	0,56					
160	0,74	0,65	0,60	0,53				
180	0,80	0,70	0,64	0,55				
200	0,86	0,74	0,66	0,57	0,53			
220	0,92	0,78	0,70	0,60	0,55			
240	1	0,84	0,75	0,64	0,57			
250		0,90	0,78	0,65	0,58	0,53		
270			0,92	0,81	0,68	0,61	0,55	
300			1	0,86	0,72	0,64	0,57	
320				0,91	0,75	0,65	0,58	
340					0,95	0,77	0,68	
360					1	0,80	0,70	
390						0,85	0,74	
420						0,89	0,77	
450						0,94	0,81	
480						1	0,85	
520							0,89	
560							0,94	
600						1	0,85	
640							0,89	
690							0,94	
750							1	
820							0,88	
890							0,94	
960							1	
C_{min} , мм	80	100	120	160	200	250	320	
$C_{cr,N}$, мм	240	300	360	480	600	750	960	

3.3

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции



Фактор влияния осевого расстояния

$$f_s = (1 + S/S_{cr,N}) \times 0,5$$

$$S_{cr,N} = 3h_{ef}$$

$$C_{cr,N} = 1,5h_{ef}$$

табл. 3.3.15

Фактор влияния краевого расстояния f_s для EAX, EAF W, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$							
$h_{nom} = 8\varnothing$							
$S, \text{мм}$	$\varnothing 8$	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
35	0,59						
40	0,60	0,58					
50	0,63	0,60	0,59				
60	0,66	0,63	0,60				
65	0,67	0,64	0,61	0,58			
80	0,70	0,67	0,64	0,60	0,58		
90	0,73	0,68	0,66	0,62	0,59		
100	0,77	0,72	0,68	0,64	0,61	0,58	
120	0,81	0,75	0,70	0,65	0,63	0,60	
130	0,85	0,78	0,72	0,67	0,65	0,61	0,58
170	0,94	0,85	0,80	0,72	0,68	0,64	0,61
192	1	0,90	0,83	0,75	0,70	0,66	0,63
220		0,96	0,88	0,79	0,73	0,68	0,64
240		1	0,92	0,81	0,75	0,70	0,66
288			1	0,88	0,80	0,74	0,69
320				0,92	0,83	0,77	0,71
350					0,95	0,86	0,79
384					1	0,90	0,82
420						0,93	0,85
450						0,97	0,88
480						0,99	0,90
550						1,00	0,92
600						1,02	0,94
680						1,05	0,97
768						1	0,99
$S_{min}, \text{мм}$	35	40	50	65	80	100	130
$S_{cr,N}, \text{мм}$	192	240	288	384	480	600	768

3.3

табл. 3.3.16

Фактор влияния краевого расстояния f_s для EAX, EAF W, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$							
$h_{nom} = 20\varnothing$							
$S, \text{мм}$	$\varnothing 8$	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
80	0,58						
100	0,60	0,58					
120	0,63	0,60	0,58				
160	0,67	0,63	0,61	0,58			
200	0,71	0,67	0,64	0,60	0,58		
250	0,76	0,70	0,68	0,63	0,60	0,58	
270	0,78	0,73	0,69	0,64	0,61	0,59	
300	0,81	0,75	0,71	0,66	0,62	0,60	
320	0,83	0,77	0,72	0,67	0,63	0,61	0,58
360	0,88	0,80	0,75	0,69	0,65	0,62	0,59
420	0,94	0,85	0,79	0,72	0,68	0,64	0,61
480	1	0,90	0,83	0,75	0,70	0,66	0,63
540		0,95	0,88	0,78	0,73	0,68	0,64
600		1	0,92	0,81	0,75	0,70	0,66
660			0,96	0,84	0,78	0,72	0,67
720			1	0,88	0,82	0,74	0,69
780				0,90	0,83	0,76	0,70
840					0,94	0,85	0,78
900					0,97	0,88	0,80
960					1	0,90	0,82
1040						0,93	0,85
1120						0,97	0,87
1200						1	0,90
1400							0,97
1500							1
1650							0,92
1800							0,97
1920							1
$S_{min}, \text{мм}$	80	100	120	160	200	250	320
$S_{cr,N}, \text{мм}$	480	600	720	960	1200	1500	1920

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния комбинированной прочности бетона

$$f_{B,p} = (f_{ck,cube} / 25)^{0,3}$$

табл. 3.3.17

Фактор влияния комбинированной прочности бетона $f_{B,p}$								
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{ck,cyl}$	Н/мм^2	20	25	30	35	40	45	50
$f_{ck,cube}$	Н/мм^2	25	30	37	45	50	55	60
$f_{B,p}$		1,0	1,06	1,12	1,19	1,23	1,27	1,30

Фактор влияния глубины анкеровки

$$f_h = h_{ef}/h_{nom}$$

$1 \leq f_h \leq 2,2$

Фактор влияния влажности бетона

$f_w = 1$ для сухого бетона и влажного бетона

$f_w = 1$ для анкеровки в заполненное водой отверстие

1.3. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_c \times f_s \times f_B \times f_{h,N}$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 3.3.18, 3.3.19)
 f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.3.13, 3.3.14), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.3.15, 3.3.16), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.3.20)

$f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса

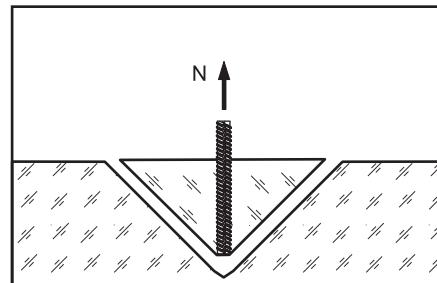


табл. 3.3.18

Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{Rd,c}^0$, бетон С20/25									
$h_{nom} = 8\varnothing$									
Анкер	Параметр	$\varnothing 8$	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$	
EAX, EAF W	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,c}^0, \text{ кН}$	14,3	20,0	26,4	40,6	56,8	79,4	114,9

3.3

табл. 3.3.19

Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{Rd,c}^0$, бетон С20/25									
$h_{nom} = 20\varnothing$									
Анкер	Параметр	$\varnothing 8$	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$	
EAX, EAF W	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,c}^0, \text{ кН}$	56,8	79,3	104,3	160,5	224,4	313,6	452,4

Фактор влияния прочности бетона

$$f_B = (f_{ck,cube}/25)^{0.5}$$

табл. 3.3.20

Фактор влияния прочности бетона f_B							
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
$f_{ck,cyl}$	$\text{Н}/\text{мм}^2$	20	25	30	35	40	45
$f_{ck,cube}$	$\text{Н}/\text{мм}^2$	25	30	37	45	50	55
f_B		1,0	1,1	1,22	1,34	1,41	1,45
							1,55

Фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса

$$f_{h,N} = (h_{ef}/h_{nom})^{1.5}$$

1.4. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp} \times f_B \times f_{h,N}$$

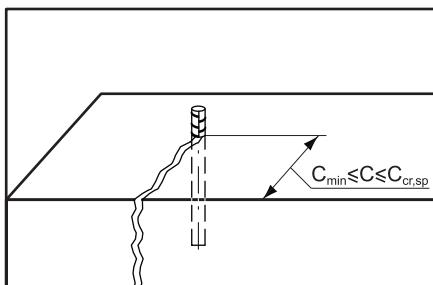
$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 3.3.18, 3.3.19)

$f_{c,sp}$ – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.3.13, 3.3.14), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{s,sp}$ – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.3.15, 3.3.16), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.3.20)

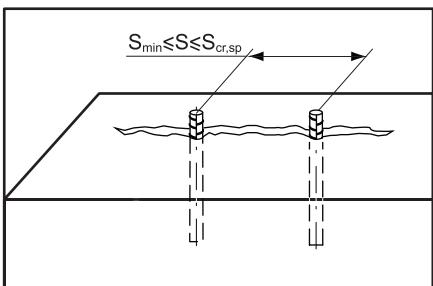
$f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса (см. раздел 1.3)



Фактор влияния краевого расстояния

$$f_{c,sp}^* = 0,35 + C/S_{cr,sp} + 0,6(C/S_{cr,sp})^2 \leq 1$$

* Для анкеров с $C_{cr,sp} = C_{cr,N}$ (см. табл. 3.3.8, 3.3.9),
 $f_{c,sp} = f_c$ (см. табл. 3.3.13, 3.3.14)



Фактор влияния осевого расстояния

$$f_{s,sp}^* = (1 + S/S_{cr,sp}) \times 0,5$$

* Для анкеров с $S_{cr,sp} = S_{cr,N}$ (см. табл. 3.3.8, 3.3.9),
 $f_{s,sp} = f_s$ (см. табл. 3.3.15, 3.3.16)

2. Срез

Критерий выбора

$$V_{Rd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}; V_{Rd,c})$$

3.3

V_{Rd}^1 – срезающая нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

V_{Rd} – срезающая расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$V_{Rd,s}$ – расчетная срезающая нагрузка по стали, кН (раздел 2.1)

$V_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение), кН (раздел 2.2)

$V_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (раздел 2.3)

2.1. Расчетная срезающая нагрузка по стали

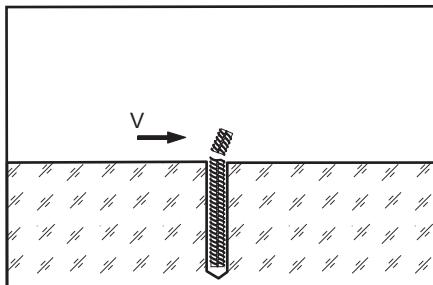
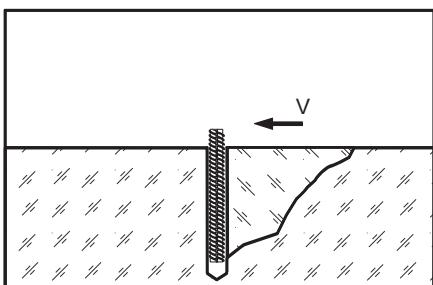


табл. 3.3.21

Расчетная срезающая нагрузка по стали $V_{Rd,s}$							
Арматура	Параметр	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25
A500C	$V_{Rd,s}$, кН	9,3	14,6	20,7	36,7	57,3	90,0

2.2. Расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение)



$$V_{Rd,sp} = k \times \min (N_{Rd,p}; N_{Rd,c})$$

$N_{Rd,p}$ – расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$k = 1$ для $h_{ef} < 60$ мм

$k = 2$ для $h_{ef} \geq 60$ мм

2.3 Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,V}$$

$V_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (см. табл. 3.3.22)

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.3.20)

f_a – фактор влияния направления срезающей нагрузки (см. табл. 3.3.24)

$f_{cs,V}$ – фактор влияния осевого и краевого расстояния

табл. 3.3.22

Нормативное сопротивление разрушению кромки бетона $V_{Rd,c}^0$ для анкеров EAX, EAF W с минимальным краевым расстоянием, бетон С20/25									
$h_{nom} = 8\varnothing$									
Анкер		Параметр	$\varnothing 8$	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
EAX, EAF W	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	1,8	2,7	4,1	6,9	10,1	14,7	19,0
	Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	35	40	50	65	80	100	130

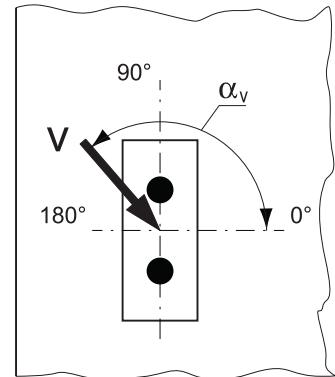
табл. 3.3.23

Нормативное сопротивление разрушению кромки бетона $V_{Rd,c}^0$ для анкеров EAX, EAF W с минимальным краевым расстоянием, бетон С20/25									
$h_{nom} = 20\varnothing$									
Анкер		Параметр	$\varnothing 8$	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
EAX, EAF W	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	1,9	3,0	4,3	7,7	12,0	18,7	26,6
	Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	80	100	120	160	200	250	320

Фактор влияния направления срезающей нагрузки

табл. 3.3.24

Фактор влияния направления срезающей нагрузки f_a								
α_v	$0^\circ-55^\circ$	60°	65°	70°	75°	80°	85°	$90^\circ-180^\circ$
f_a	1,0	1,07	1,14	1,23	1,35	1,50	1,71	2,0

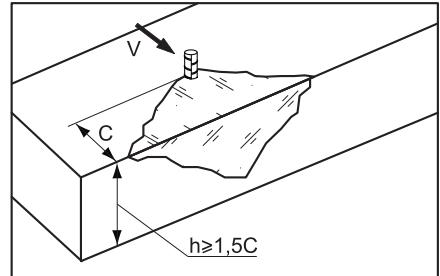


3.3

Фактор влияния краевого расстояния для одного анкера

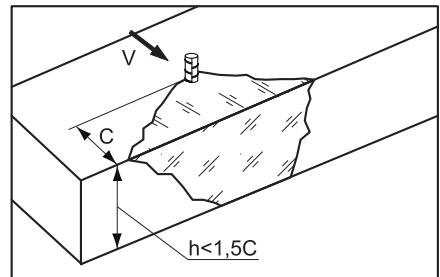
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$

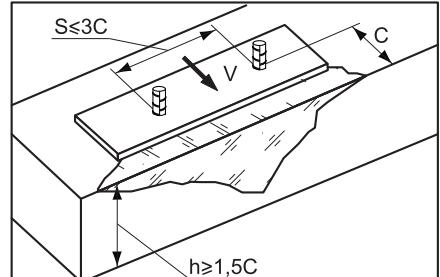
$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{h/1,5}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

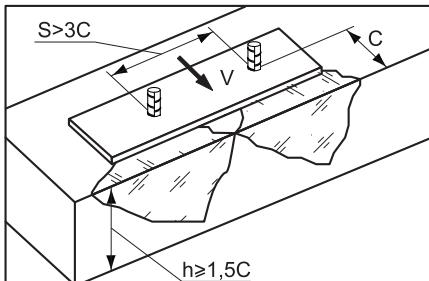


Фактор влияния осевого и краевого расстояний для пары анкеров

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

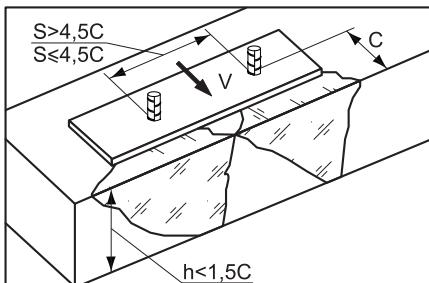
$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{3 \times c + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$





Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S > 3C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

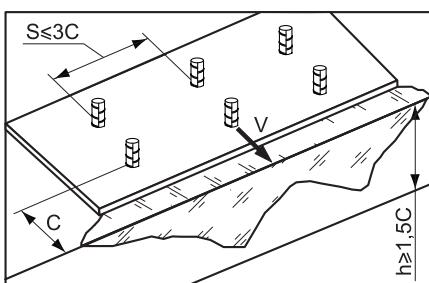


Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{2 \times h + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S > 4,5C$

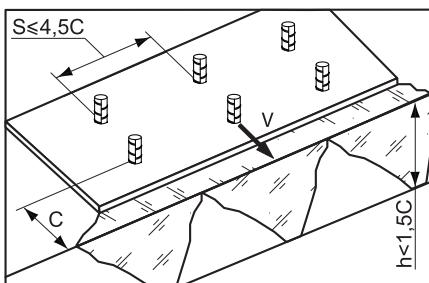
$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{6,5 \times h}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



Фактор влияния краевого и осевого расстояний на группу анкеров $n > 2$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{3 \times c + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

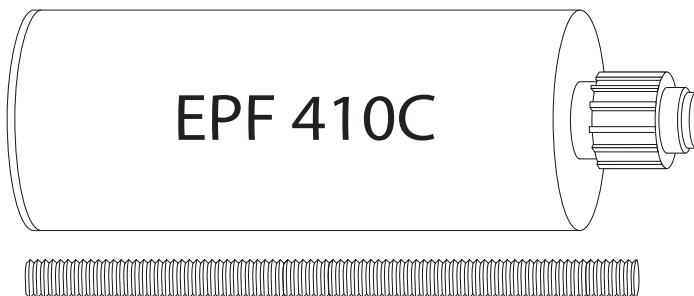
$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{2 \times h + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

2.4 Комбинация нагрузок. Проверочное уравнение

$$\frac{N_{Sd}^1 + V_{Sd}^1}{N_{Rd} + V_{Rd}} \leq 1,2$$

N_{Sd}^1, V_{Sd}^1 – вырывная и срезающая нагрузки на анкер (задается проектировщиком), кН
 N_{Sd}, V_{Sd} – вырывная и срезающая расчетные нагрузки, кН

3.4 EPF — ХИМИЧЕСКИЙ КЛЕЕВОЙ АНКЕР НА ОСНОВЕ ПОЛИЭСТЕРОВОЙ СМОЛЫ СОВМЕСТНО С РЕЗЬБОВЫМИ ШПИЛЬКАМИ



НАЗНАЧЕНИЕ

- Для анкеровки в силикатный и керамический кирпич, в ячеистый бетон, конструкционный бетон
- Применяется при монтаже ограждающих конструкций, элементов фасада зданий, кронштейнов НФС, светопрозрачных конструкций, кабельных лотков, стоек, инженерных коммуникаций, прочих строительных конструкций

СВОЙСТВА

- Не содержит стирола
- Имеет техническое свидетельство Минрегиона Украины
- Имеет Европейский Технический допуск для сжатой зоны бетона, опция 7
- Согласно Технического отчета TR029 допущена для монтажа в кирпичную кладку
- Имеет предел огнестойкости R120
- Применим как для наружных, так и внутренних работ
- Используется совместно с резьбовыми шпильками
- При установке не создает напряжений в базовом материале
- Минимальные осевые и краевые расстояния
- Малые усилия выпрессовки состава из картриджа
- Система многоразового использования
- Отверстия, выполненные установкой алмазного бурения, требуют увеличения шероховатости поверхности

3.4

где d_0 – диаметр бура, мм

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм

t_{fix} – максимальная толщина прикрепляемой детали, мм

h_1 – минимальная глубина отверстия, мм

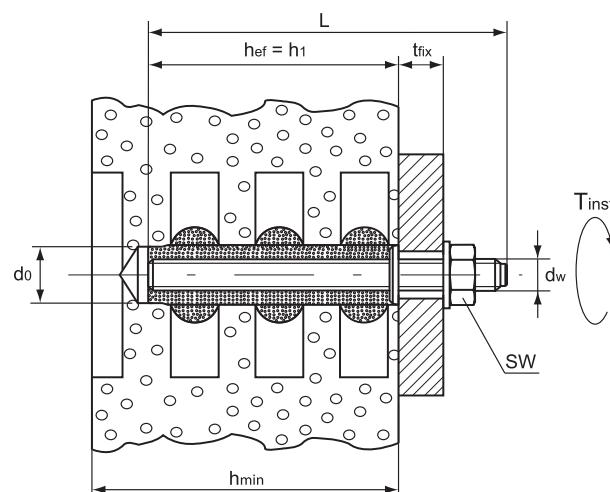
h_{min} – минимальная толщина материала, мм

L – полная длина анкера, мм

d_w – диаметр резьбы, мм

T_{inst} – рекомендованный момент затяжки анкера, Нм

SW – размер под ключ



ВРЕМЯ СХВАТЫВАНИЯ И ПОЛНОГО ОТВЕРДЕВАНИЯ СОСТАВА

табл. 3.4.1

Температура базового основания	0°C	+5°C до +10°C	+10°C до +20°C	+20°C до +25°C	+25°C до 30°C	свыше +30°C
Время схватывания	30 мин	18 мин	10 мин	6 мин	4 мин	2 мин
Время полного отвердевания	180 мин	145 мин	85 мин	45 мин	35 мин	25 мин

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

табл. 3.4.2

Обозначение	Артикул	Упаковка, шт.	Объем, мл	Дозатор	Срок годности, месяцев
EPF 410C	400010	12	410	EGU-2, EGUA-2	12
EPF 350S	400008	12	350	EGU-1, EGUA-1	12

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ В БЕТОНЕ С20/25

табл. 3.4.3

Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Диаметр бура d_0 , мм	10	12	14	20	24	28
Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	64	80	96	128	160	192
Эффективная глубина анкеровки h_{eff} , мм	64	80	96	128	160	192
Минимальная толщина материала h_{min} , мм			$h_{\text{eff}} + 30$ мм			$h_{\text{eff}} + 2d_0$
Размер под ключ SW	13	17	19	24	30	36
Рекомендованный момент затяжки T_{inst} , Нм	10	20	40	80	150	200

ДОПУСКАЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ВЫРЫВАЮЩЕЙ И СРЕЗАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ

N_{rec}^* , V_{rec}^* в различных материалах на одиночный анкер

табл. 3.4.4

Параметр	M6	M8	M10	M12
Полнотелый глиняный кирпич, не менее 12,5 МПа	$N_{\text{rec}}, V_{\text{rec}}, \text{kH}$	1,0	1,4	2,4
Полнотелый силикатный кирпич, не менее 12,5 МПа		1,0	1,4	2,4
Глиняный щелевой кирпич, не менее 12,5 МПа		0,6	0,8	0,8
Силикатный щелевой кирпич, не менее 12,5 МПа		0,6	0,8	0,8
Пустотелый блок из легкого бетона		0,6	0,6	0,6
Блок из ячеистого бетона B2,5 D500	0,9	1,1	1,1	1,1
Эффективная глубина анкеровки h_{eff} , мм	50	85	85	85
Минимальное осевое расстояние S_{min} , мм	50	50	50	50
Минимальное краевое расстояние C_{min} , мм	50	50	50	50

* $N_{\text{rec}} = N_{\text{Rd}}/\gamma_f$, $V_{\text{rec}} = V_{\text{Rd}}/\gamma_f$, $\gamma_f = 1,4$ – коэффициент запаса прочности воздействия, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между анкерами. Допускаемые нагрузки подтверждены методикой СТО ФЦС-44416204-010-2010

ДОПУСКАЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ВЫРЫВАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ N_{rec}^*

В ЯЧЕИСТОМ БЕТОНЕ В 3,5; D600 ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КОНИЧЕСКОГО СВЕРЛА РВВ НА ОДИНОЧНЫЙ АНКЕР

табл. 3.4.5

Параметр	M8	M10	M12	M8	M10	M12
Эффективная глубина анкеровки h_{eff} , мм	75	75	75	95	95	95
Допускаемая вырывающая нагрузка N_{rec} , кН	1,6	1,6	1,6	2,1	2,1	2,1

* $N_{\text{rec}} = N_{\text{Rd}}/\gamma_f$, $V_{\text{rec}} = V_{\text{Rd}}/\gamma_f$, $\gamma_f = 1,4$ – коэффициент запаса прочности воздействия, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между анкерами. Допускаемые нагрузки подтверждены методикой СТО ФЦС-44416204-010-2010

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

табл. 3.4.6

Расчетные вырывные нагрузки N_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25								
Анкер	Шпилька	Параметр	$h_{nom} = 8d$					
			M8	M10	M12	M16	M20	M24
EPF, сжатая зона бетона	4.6	N_{Rd} , кН	7,5	11,2	17,0	31,5	47,2	63,8
	5.8		8,0	11,2	18,1	33,8	47,2	63,8
	A4-70		8,0	11,2	18,1	33,8	47,2	63,8

табл. 3.4.7

Расчетные срезающие нагрузки V_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25								
Анкер	Шпилька	Параметр	$h_{nom} = 8d$					
			M8	M10	M12	M16	M20	M24
EPF, сжатая зона бетона	4.6	V_{Rd} , кН	4,2	7,2	10,2	18,6	29,3	42,5
	5.8		7,2	12,0	16,4	31,2	48,8	70,4
	A4-70		8,3	12,8	19,2	35,6	56,4	79,5

ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ФАКТОРОВ ОСЕВЫХ И КРАЕВЫХ РАССТОЯНИЙ В БЕТОННОМ ОСНОВАНИИ

табл. 3.4.8

Анкер	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона	$C_{cr,sp}$, мм	128	160	192	192	240	288
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона	$S_{cr,sp}$, мм	256	320	384	384	480	576
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона	$C_{cr,N}$, мм	88	103	131	180	213	248
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона	$S_{cr,N}$, мм	175	207	263	360	426	496
Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	35	40	50	65	80	96
Минимальное осевое расстояние	S_{min} , мм	35	40	50	65	80	96

3.4

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ХИМИЧЕСКОГО КЛЕЕВОГО АНКЕРА EPF ДЛЯ СЖАТОЙ ЗОНЫ БЕТОНА

1. Вырыв

Критерий выбора

$$N_{Sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

N_{Sd}^1 – вырывная нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Rd} – вырывная расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$N_{Rd,s}$ – расчетная нагрузка стали на разрыв, кН (раздел 1.1)

$N_{Rd,p}$ – расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

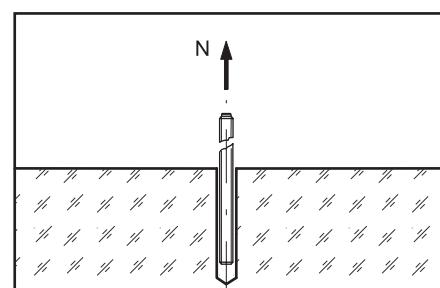
$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$N_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка растрескивания бетона, кН (раздел 1.4)

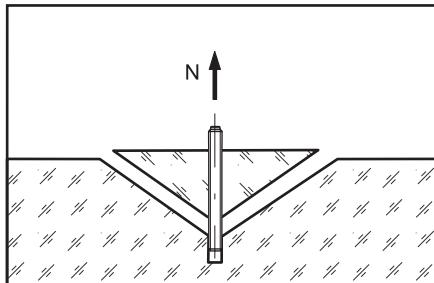
1.1. Расчетная нагрузка стали на разрыв

табл. 3.4.9

Расчетная нагрузка стали на разрыв $N_{Rd,s}$							
Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
4.6	$N_{Rd,s}$, кН	7,5	11,5	17,0	31,5	49,0	70,5
5.8		12,0	19,3	28,0	52,6	82,0	118,0
A4-70		13,7	21,6	31,1	57,9	90,5	130,0



1.2. Расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона



$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \times f_c \times f_s \times f_{B,p} \times f_h \times f_t \times f_w$$

$N_{Rd,p}^0$ – нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (см. табл. 3.4.10)

f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.4.11), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.4.12), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{B,p}$ – фактор влияния комбинированной прочности бетона (см. табл. 3.4.13)

f_h – фактор влияния глубины анкеровки на комбинированную нагрузку вырыва анкера из бетона

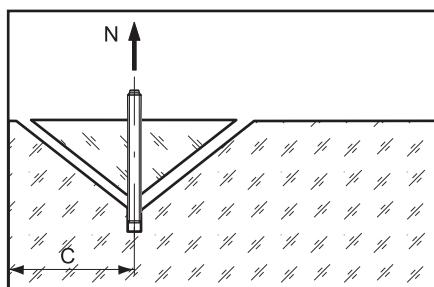
f_t – фактор влияния температуры базового основания, $f_t = 1$

f_w – фактор влияния влажности бетона

табл. 3.4.10

Нормативное комбинированное сопротивление вырыву из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25

Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
EPF	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	8,0	11,2	18,1	33,8	47,2	63,8



Фактор влияния краевого расстояния

$$f_c = 0,35 + C/S_{cr,N} + 0,6(C/S_{cr,N})^2 \leq 1$$

3.4

табл. 3.4.11

Фактор влияния краевого расстояния f_c , $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$

C, мм	$h_{nom} = 8d$						
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	
35	0,57						
40	0,61	0,57					
50	0,68	0,63	0,56				
60	0,76	0,69	0,61				
65	0,80	0,72	0,63	0,55			
70	0,85	0,76	0,66	0,57			
80	0,93	0,83	0,71	0,60	0,56		
88	1	0,88	0,75	0,63	0,58		
90		0,90	0,76	0,64	0,59		
96		0,94	0,80	0,66	0,61	0,57	
100		0,97	0,82	0,67	0,62	0,58	
103		1	0,83	0,69	0,63	0,58	
110			0,87	0,71	0,65	0,60	
120			0,93	0,75	0,68	0,63	
131			1	0,79	0,71	0,66	
140				0,83	0,75	0,68	
150				0,87	0,78	0,71	
160				0,91	0,81	0,74	
170				0,96	0,84	0,76	
180				1	0,88	0,79	
190					0,92	0,82	
200					0,95	0,85	
210					0,99	0,88	
213					1	0,89	
220						0,91	
230						0,94	
240						0,97	
248						1	
C_{min} , мм	35	40	50	65	80	96	
$C_{cr,N}$, мм	88	103	131	180	213	248	

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния осевого расстояния

$$f_s = (1 + S/S_{cr,N}) \times 0,5$$

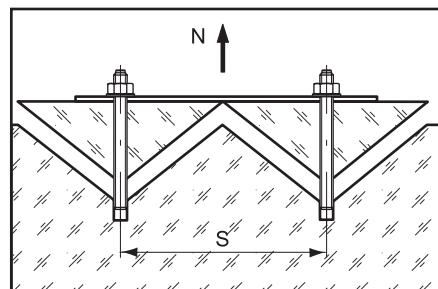


табл. 3.4.12

Фактор влияния осевого расстояния f_s , $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$						
S , мм	M8	M10	M12	M16	M20	M24
35	0,60					
40	0,61	0,60				
50	0,64	0,62	0,60			
60	0,67	0,64	0,61			
65	0,68	0,66	0,62	0,59		
70	0,70	0,67	0,63	0,60		
80	0,73	0,69	0,65	0,61	0,59	
90	0,76	0,72	0,67	0,63	0,61	
96	0,77	0,73	0,68	0,63	0,61	0,59
100	0,79	0,74	0,69	0,64	0,62	0,60
120	0,84	0,79	0,73	0,67	0,64	0,62
140	0,90	0,84	0,76	0,69	0,66	0,64
160	0,96	0,89	0,80	0,72	0,69	0,66
175	1	0,92	0,83	0,74	0,71	0,68
180		0,93	0,84	0,75	0,71	0,68
200		0,98	0,88	0,78	0,73	0,70
207		1	0,89	0,79	0,74	0,71
220			0,92	0,81	0,75	0,72
240			0,96	0,83	0,78	0,74
263			1	0,87	0,80	0,77
280				0,89	0,83	0,78
300				0,92	0,85	0,80
320				0,94	0,88	0,82
340				0,97	0,89	0,84
360				1	0,92	0,86
380					0,95	0,88
400					0,97	0,90
426					1	0,93
450						0,95
496						1
S_{min} , мм	35	40	50	65	80	96
$S_{cr,N}$, мм	175	207	263	360	426	496

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния комбинированной прочности бетона

$$f_{B,p} = (f_{ck,cube}/25)^{0.3}$$

табл. 3.4.13

Фактор влияния комбинированной прочности бетона $f_{B,p}$							
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
$f_{ck,cyl}$	H/mm ²	20	25	30	35	40	45
$f_{ck,cube}$	H/mm ²	25	30	37	45	50	55
$f_{B,p}$		1,0	1,06	1,12	1,19	1,23	1,27
							1,3

Фактор влияния глубины анкеровки на комбинированную нагрузку вырыва анкера из бетона

$$f_h = h_{ef}/h_{nom}$$

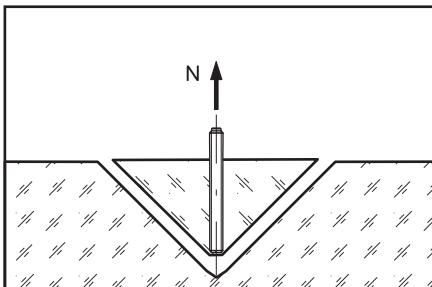
$$f_h = 1$$

Фактор влияния влажности бетона

$$f_w = 1 \text{ для сухого и влажного бетона}$$

3.4

1.3. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса



$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_c \times f_s \times f_B \times f_{h,N}$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 3.4.14)

f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.4.11), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.4.12), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.4.15)

$f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса

табл. 3.4.14

Нормативное сопротивление разрушению бетонного конуса $N_{Rd,c}^0$, бетон С20/25								
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
EPF	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,c}^0$, кН	14,3	20,0	26,3	40,6	56,8	74,6

Фактор влияния прочности бетона

$$f_B = (f_{ck,cube} / 25)^{0,5}$$

табл. 3.4.15

Фактор влияния прочности бетона f_B								
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{ck,cyl}$	Н/мм ²	20	25	30	35	40	45	50
$f_{ck,cube}$	Н/мм ²	25	30	37	45	50	55	60
f_B		1	1,1	1,22	1,34	1,41	1,45	1,55

Фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса

$$f_{h,N} = (h_{ef}/h_{nom})^{1,5}$$

$f_{h,N} = 1$

1.4. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp} \times f_B \times f_{h,N}$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 3.4.14)

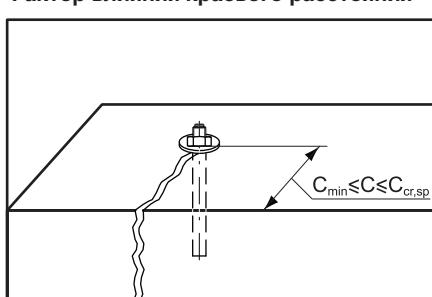
$f_{c,sp}$ – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.4.16), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{s,sp}$ – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.4.17), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.4.15)

$f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса (см. раздел 1.3)

Фактор влияния краевого расстояния



$$f_{c,sp} = 0,35 + C/S_{cr,sp} + 0,6(C/S_{cr,sp})^2 \leq 1$$

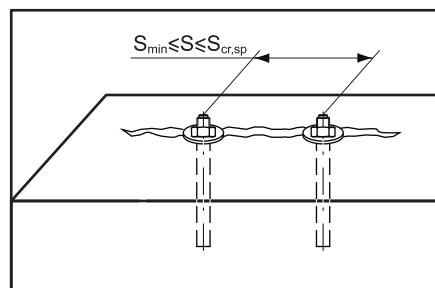
табл. 3.4.16

Фактор влияния краевого расстояния $f_{c,sp}$, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,sp}$						
C, мм	M8	M10	M12	M16	M20	M24
35	0,49					
40	0,51	0,48				
50	0,56	0,52	0,49			
65	0,64	0,57	0,53	0,53		
75	0,69	0,61	0,56	0,56		
80	0,72	0,64	0,57	0,57	0,53	
96	0,80	0,70	0,64	0,64	0,57	0,53
110	0,89	0,76	0,69	0,69	0,61	0,56
120	0,94	0,81	0,72	0,72	0,64	0,57
128	1	0,85	0,75	0,75	0,66	0,60
140		0,89	0,79	0,79	0,69	0,62
150		0,94	0,83	0,83	0,72	0,65
160		1	0,86	0,87	0,75	0,66
175			0,92	0,92	0,79	0,70
192			1	1	0,85	0,75
210					0,89	0,78
225					0,94	0,83
240					1	0,86
260						0,92
275						0,95
288						1
C_{min}, мм	35	40	50	65	80	96
C_{cr,sp}, мм	128	160	192	192	240	288

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния осевого расстояния

$$f_{s,sp} = (1 + S/S_{cr,sp}) \times 0,5$$

3.4

табл. 3.4.17

Фактор влияния осевого расстояния $f_{s,sp}$, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,sp}$						
S, мм	M8	M10	M12	M16	M20	M24
35	0,56					
40	0,58	0,56				
50	0,60	0,58	0,57			
65	0,63	0,60	0,58	0,58		
80	0,66	0,62	0,60	0,60	0,58	
96	0,69	0,65	0,63	0,63	0,60	0,58
110	0,71	0,67	0,64	0,64	0,61	0,59
140	0,77	0,72	0,68	0,68	0,64	0,62
160	0,81	0,75	0,71	0,71	0,66	0,64
180	0,85	0,78	0,73	0,73	0,69	0,66
210	0,91	0,83	0,77	0,77	0,72	0,68
235	0,96	0,87	0,81	0,81	0,74	0,70
256	1	0,90	0,83	0,83	0,77	0,72
285		0,95	0,87	0,87	0,80	0,75
320		1	0,92	0,92	0,83	0,78
350			0,96	0,96	0,86	0,80
384			1	1	0,90	0,83
420					0,94	0,86
450					0,97	0,89
480					1	0,92
525						0,96
576						1
S_{min}, мм	35	40	50	65	80	96
S_{cr,sp}, мм	256	320	384	384	480	576

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

2. Срез

Критерий выбора

$$V_{sd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,cp}; V_{Rd,c})$$

V_{sd}^1 – срезающая нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

V_{Rd} – срезающая расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$V_{Rd,s}$ – расчетная срезающая нагрузка по стали, кН (раздел 2.1)

$V_{Rd,cp}$ – расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение), кН (раздел 2.2)

$V_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (раздел 2.3)

2.1. Расчетная срезающая нагрузка по стали

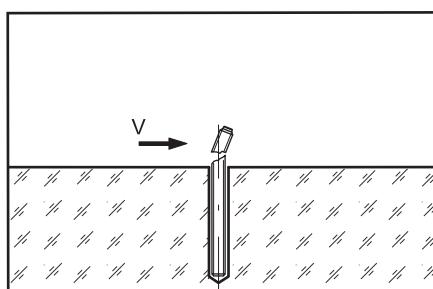
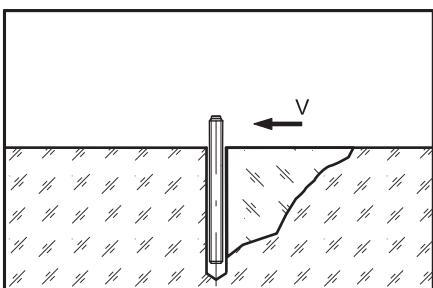


табл. 3.4.18

Расчетная срезающая нагрузка по стали $V_{Rd,s}$							
Шпилька	Параметр	M8	M10	M12	M16	M20	M24
4.6	$V_{Rd,s}$, кН	4,2	7,2	10,2	18,6	29,3	42,5
		7,2	12,0	16,4	31,2	48,8	70,4
		8,3	12,8	19,2	35,6	56,4	79,5

2.2. Расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение)



$$V_{Rd,cp} = k \times \min (N_{Rd,p}; N_{Rd,c})$$

$N_{Rd,p}$ – расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$k = 1$ для $h_{ef} < 60$ мм

$k = 2$ для $h_{ef} \geq 60$ мм

2.3 Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,V}$$

$V_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (см. табл. 3.4.19)

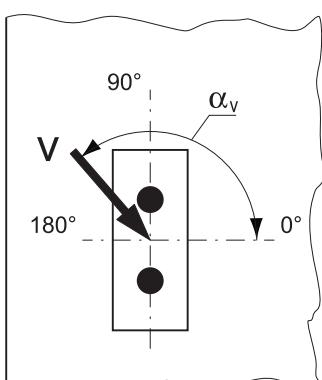
f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.4.15)

f_a – фактор влияния направления срезающей нагрузки (см. табл. 3.4.20)

$f_{cs,V}$ – фактор влияния осевого и краевого расстояния

табл. 3.4.19

Нормативное сопротивление разрушению кромки $V_{Rd,c}^0$ для анкеров с минимальным краевым расстоянием, бетон С20/25							
Анкер		Параметр	M8	M10	M12	M16	M20
EPF	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	1,5	2,1	3,2	5,5	8,4
	Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	35	40	50	65	80



Фактор влияния направления срезающей нагрузки

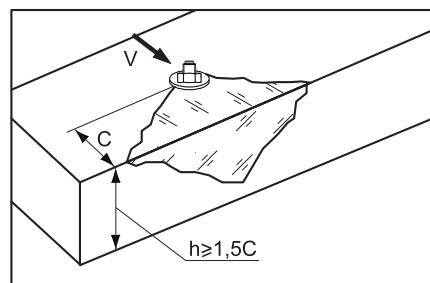
табл. 3.4.20

Фактор влияния направления срезающей нагрузки f_a								
α_v	0°-55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°-180°
f_a	1,0	1,07	1,14	1,23	1,35	1,50	1,71	2,0

Фактор влияния краевого расстояния для одного анкера

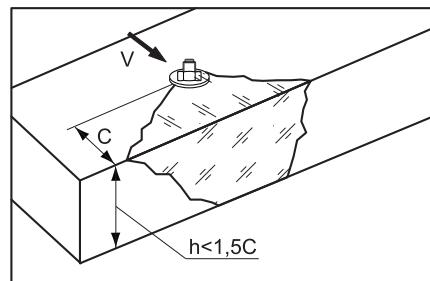
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$

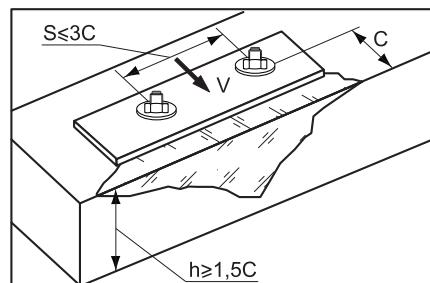
$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{h/1,5}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



Фактор влияния осевого и краевого расстояний для пары анкеров

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

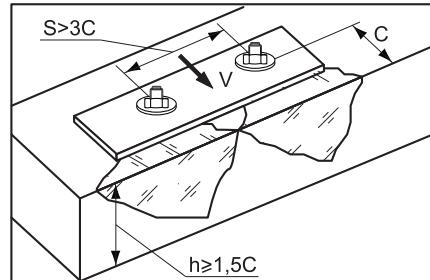
$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{3 \times c + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



3.4

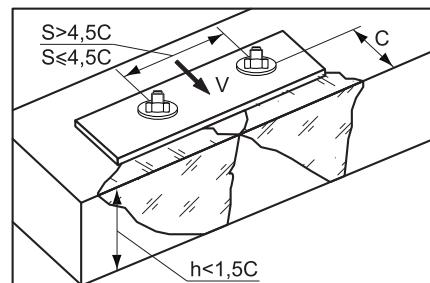
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S > 3C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



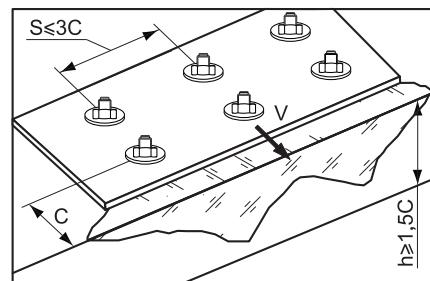
Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{2 \times h + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S > 4,5C$

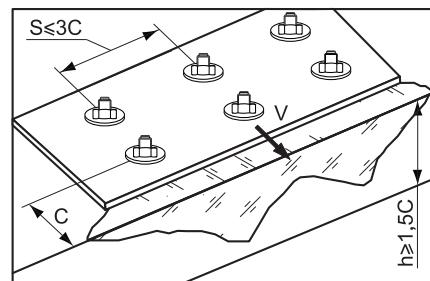
$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{6,5 \times h}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

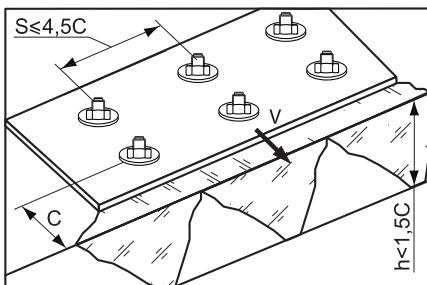


Фактор влияния краевого и осевого расстояний на группу анкеров $n > 2$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{3 \times c + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$





Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{2 \times h + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

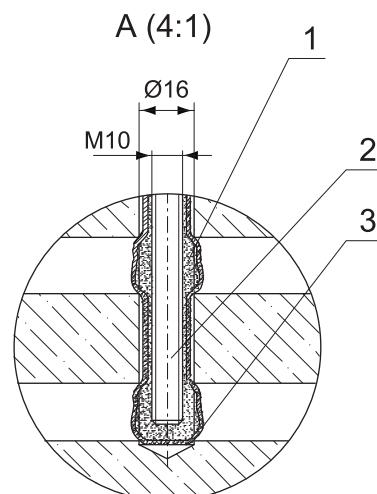
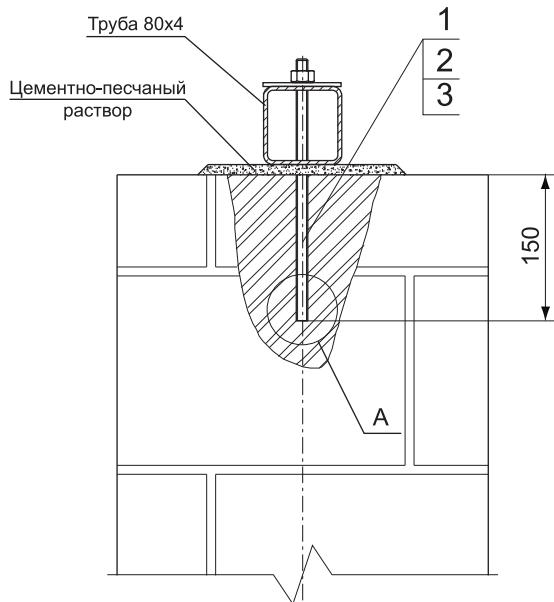
2.4 Комбинация нагрузок. Проверочное уравнение

$$\frac{N_{sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

N_{sd}^1, V_{sd}^1 – вырывная и срезающая нагрузки на анкер (задается проектировщиком), кН
 N_{sd}, V_{sd} – вырывная и срезающая расчетные нагрузки, кН

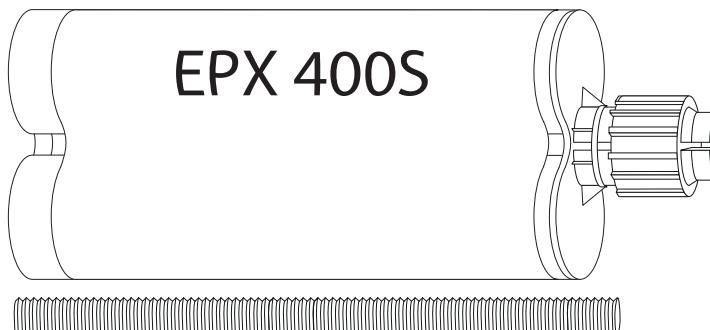
КРЕПЛЕНИЕ БАЛКИ К РОСТВЕРКУ

3.4



Поз.	Наименование	Шт.	Артикул
1	Анкер химический клеевой elementa EPF 350S	1	400008
2	Шпилька резьбовая elementa ESR M10x1000	1	800015
3	Гильза сетчатая elementa EPS 16x130	1	400049

3.5 EPX — ХИМИЧЕСКИЙ КЛЕЕВОЙ АНКЕР НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ СОВМЕСТНО С РЕЗЬБОВЫМИ ШПИЛЬКАМИ



НАЗНАЧЕНИЕ

- Для анкеровки в сжатую и растянутую зоны бетона класса С20/25 и выше, природный камень плотной структуры
- Применяется при монтаже колонн, стоек, балок, лестниц, поручней, мачт освещения, дорожных ограждений, рекламных щитов и шумозащитных экранов, устройства арматурных выпусков, технологического оборудования

СВОЙСТВА

- Не содержит стирола
- Имеет техническое свидетельство Минрегиона Украины
- Имеет Европейский Технический допуск для растянутой зоны бетона, высшая опция 1
- Имеет предел огнестойкости R120
- Применяется при монтаже во влажные отверстия и под водой
- Возможно использование со шпильками диаметром выше М30 и тяжелой арматурой
- Применяется совместно с «гладкой арматурой» (Al)
- При установке не создает напряжений в базовом материале
- Минимальные осевые и краевые расстояния
- Малые усилия выпрессовки состава из картриджа
- Система многоразового использования
- Применяется для отверстий, выполненных установкой алмазного бурения
- Применим как для наружных, так и внутренних работ

где d_0 – диаметр бура, мм

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм

t_{fix} – максимальная толщина прикрепляемой детали, мм

h_1 – минимальная глубина отверстия, мм

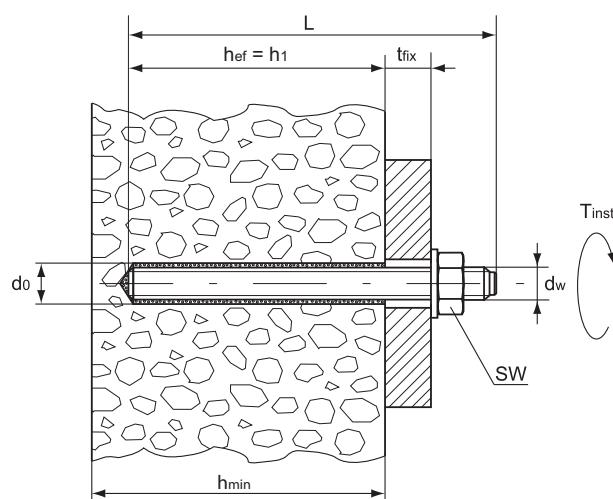
h_{min} – минимальная толщина материала, мм

L – полная длина анкера, мм

d_w – диаметр резьбы, мм

T_{inst} – рекомендованный момент затяжки анкера, Нм

SW – размер под ключ



ВРЕМЯ СХВАТЫВАНИЯ И ПОЛНОГО ОТВЕРДЕВАНИЯ СОСТАВА

табл. 3.5.1

Температура базового основания	0°C до +5°C	+5°C до +10°C	+10°C до +20°C	+20°C до +30°C	+30°C до +40°C
Время схватывания	60 мин	24 мин	15 мин	8 мин	4 мин
Время полного отвердевания	24 ч	3 ч	1,5 ч	55 мин	40 мин

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

табл. 3.5.2

Обозначение	Артикул	Упаковка, шт.	Объем, мл	Дозатор	Срок годности, месяцев
EPX 400S	400020	12	400	EGU-3	12

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ

табл. 3.5.3

Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	M30
Диаметр бура d_o , мм	12	14	20	24	28	35
Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	60/200	70/240	80/320	90/400	96/480	120/600
Эффективная глубина анкеровки h_{ef} , мм	60/200	70/240	80/320	90/400	96/480	120/600
Минимальная толщина материала h_{min} , мм	100/224	100/268	115/336	130/444	160/532	200/670
Размер под ключ SW	17	19	24	30	36	46
Рекомендованный момент затяжки T_{inst} , Нм	20	40	80	135	200	270

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

табл. 3.5.4

Расчетные вырывные нагрузки N_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25								
$h_{nom} = h_{ef min}$								
Анкер	Шпилька	Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	M30
EPX, сжатая зона бетона	5.8	N_{Rd} , кН	12,5	16,4	20,1	24,0	26,4	36,9
	8.8		12,5	16,4	20,1	24,0	26,4	36,9
	10.9		12,5	16,4	20,1	24,0	26,4	36,9
	A4-70		12,5	16,4	20,1	24,0	26,4	36,9
	A4-80		12,5	16,4	20,1	24,0	26,4	36,9
	A5 (1.4529)		12,5	16,4	20,1	24,0	26,4	36,9

табл. 3.5.5

Расчетные вырывные нагрузки N_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25								
$h_{nom} = h_{ef min}$								
Анкер	Шпилька	Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	M30
EPX, растянутая зона бетона	5.8	N_{Rd} , кН	9,4	11,7	14,1	17,1	18,9	26,4
	8.8		9,4	11,7	14,1	17,1	18,9	26,4
	10.9		9,4	11,7	14,1	17,1	18,9	26,4
	A4-70		9,4	11,7	14,1	17,1	18,9	26,4
	A4-80		9,4	11,7	14,1	17,1	18,9	26,4
	A5 (1.4529)		9,4	11,7	14,1	17,1	18,9	26,4

табл. 3.5.6

Расчетные вырывные нагрузки N_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25								
$h_{nom} = 20d$								
Анкер	Шпилька	Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	M30
EPX, сжатая зона бетона	5.8	N_{Rd} , кН	19,3	28,0	52,6	82,0	118,0	187,3
	8.8		30,7	44,7	84,0	130,7	188,0	299,3
	10.9		41,4	60,0	107,2	167,5	252,1	345,0
	A4-70		21,6	31,1	57,9	90,5	130,0	206,8
	A4-80		28,8	41,9	78,8	122,5	176,2	280,6
	A5 (1.4529)		27,3	39,3	73,3	114,7	164,7	262,0

табл. 3.5.7

Расчетные вырывные нагрузки N_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25								
Анкер	Шпилька	Параметр	$h_{nom} = 20d$					
			M10	M12	M16	M20	M24	M30
EPX, растянутая зона бетона	5.8	N_{Rd} , кН	19,3	28,0	52,6	82,0	118,0	187,3
	8.8		30,7	44,7	80,4	111,6	160,8	204,1
	10.9		31,4	45,2	80,4	111,6	160,8	204,1
	A4-70		21,6	31,1	57,9	90,5	130,0	204,1
	A4-80		28,8	41,9	78,8	111,6	160,8	204,1
	A5 (1.4529)		27,3	39,3	73,3	111,6	160,8	204,1

табл. 3.5.8

Расчетная срезающая нагрузка V_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25								
Анкер	Шпилька	Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	M30
EPX, сжатая и растянутая зона бетона	5.8	V_{Rd} , кН	12,0	16,4	31,2	48,8	70,4	112,0
	8.8		18,4	27,2	50,4	78,4	112,8	179,2
	10.9		19,3	28,0	52,7	82,0	118,0	187,3
	A4-70		12,8	19,2	35,6	56,4	79,5	125,6
	A4-80		17,3	25,6	47,4	73,7	106,0	168,4
	A5 (1.4529)		16,0	24,0	44,0	68,8	99,2	156,8

3.5
ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ФАКТОРОВ ОСЕВЫХ И КРАЕВЫХ РАССТОЯНИЙ
табл. 3.5.9

EPX $h_{nom} = h_{ef\ min}$							
Анкер	Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	M30
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона	$C_{cr,sp}$, мм	100	150	170	190	160	200
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона	$S_{cr,sp}$, мм	200	300	340	380	320	400
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона	$C_{cr,N}$, мм	90	105	120	135	144	180
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона	$S_{cr,N}$, мм	180	210	240	270	288	360
Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
Минимальное осевое расстояние	S_{min} , мм	40	40	45	50	55	65

табл. 3.5.10

EPX $h_{nom} = 20d$							
Анкер	Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	M30
Характерное краевое расстояние при растрескивании бетона	$C_{cr,sp}$, мм	480	576	768	960	1152	1440
Характерное осевое расстояние при растрескивании бетона	$S_{cr,sp}$, мм	960	1152	1536	1920	2304	2880
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона	$C_{cr,N}$, мм	300	360	480	600	720	900
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона	$S_{cr,N}$, мм	600	720	960	1200	1440	1800
Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
Минимальное осевое расстояние	S_{min} , мм	40	40	45	50	55	65

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ХИМИЧЕСКОГО КЛЕЕВОГО АНКЕРА EPX ДЛЯ СЖАТОЙ И РАСТЯНУТОЙ ЗОН БЕТОНА

1. Вырыв

Критерий выбора

$$N_{Sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

N_{Sd}^1 – вырывная нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Rd} – вырывная расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$N_{Rd,s}$ – расчетная нагрузка стали на разрыв, кН (раздел 1.1)

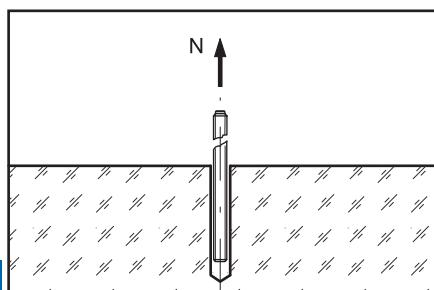
$N_{Rd,p}$ – расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$N_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка растрескивания бетона, кН (раздел 1.4)

1.1. Расчетная нагрузка стали на разрыв

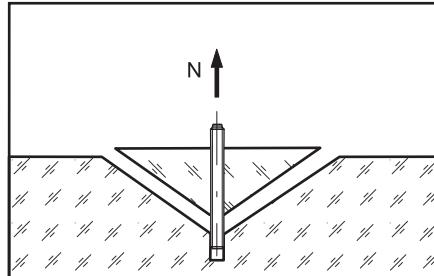
табл. 3.5.11



Расчетная нагрузка стали на разрыв $N_{Rd,s}$							
Шпилька	Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	M30
N _{Rd,s} , кН	5,8	19,3	28,0	52,6	82,0	118,0	187,3
	8,8	30,7	44,7	84,0	130,7	188,0	299,3
	10,9	41,4	60,0	112,1	175,0	252,1	400,7
	A4-70	21,6	31,1	57,9	90,5	130,0	206,8
	A4-80	28,8	41,9	78,8	122,5	176,2	280,6
	A5 (1.4529)	27,3	39,3	73,3	114,7	164,7	262,0

3.5

1.2. Расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона



$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \times f_c \times f_s \times f_{B,p} \times f_h \times f_t \times f_w$$

$N_{Rd,p}^0$ – нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (см. табл. 3.5.12, 3.5.13)

f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.5.14, 3.5.15), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.5.16, 3.5.17), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{B,p}$ – фактор влияния комбинированной прочности бетона (см. табл. 3.5.18)

f_h – фактор влияния глубины анкеровки на комбинированную нагрузку вырыва анкера из бетона (см. табл. 3.5.19)

f_t – фактор влияния температуры базового основания (см. табл. 3.5.20)

f_w – фактор влияния влажности бетона

табл. 3.5.12

Нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25

$h_{nom} = h_{ef\ min}$								
Анкер		Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	
EPX	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	12,5	17,6	26,8	37,6	52,2	
	Растянутая зона бетона		9,4	13,2	20,1	25,1	32,2	
M30								
69,0								
40,8								

табл. 3.5.13

Нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25

$h_{nom} = 20d$								
Анкер		Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	
EPX	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	41,9	60,3	107,2	167,5	261,2	
	Растянутая зона бетона		31,4	45,2	80,4	111,6	160,8	
M30								
345,0								
204,1								

Фактор влияния краевого расстояния

$$f_c = 0,35 + C/S_{cr,N} + 0,6(C/S_{cr,N})^2 \leq 1$$

$$S_{cr,N} = 3h_{ef}$$

$$C_{cr,N} = 1,5h_{ef}$$

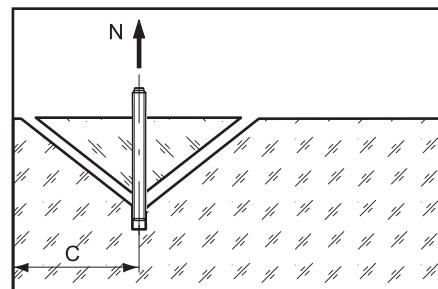


табл. 3.5.14

Фактор влияния краевого расстояния f_c , $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$						
$h_{nom} = h_{ef \ min}$						
C , мм	M10	M12	M16	M20	M24	M30
40	0,60	0,56				
45	0,64	0,59	0,56			
50	0,67	0,62	0,58	0,56		
55	0,71	0,65	0,61	0,58	0,56	
65	0,79	0,72	0,66	0,63	0,61	0,55
70	0,83	0,75	0,69	0,65	0,63	0,57
80	0,91	0,82	0,75	0,70	0,67	0,60
90	1	0,89	0,81	0,75	0,72	0,64
105		1	0,90	0,83	0,79	0,69
120			1	0,91	0,87	0,75
135				1	0,95	0,81
144					1	0,85
150						0,87
160						0,91
170						0,96
180						1
C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$C_{cr,N}$, мм	90	105	120	135	144	180

Фактор влияния краевого расстояния f_c , $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$

$$h_{nom} = 20d$$

C , мм	M10	M12	M16	M20	M24	M30
40	0,42	0,41				
45	0,43	0,41	0,40			
50	0,44	0,42	0,40	0,39		
55	0,45	0,43	0,41	0,40	0,39	
65	0,47	0,45	0,42	0,41	0,40	0,39
70	0,47	0,45	0,43	0,41	0,40	0,39
80	0,49	0,47	0,44	0,42	0,41	0,40
90	0,51	0,48	0,45	0,43	0,41	0,40
100	0,53	0,50	0,46	0,44	0,42	0,41
150	0,64	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44
200	0,75	0,67	0,58	0,53	0,50	0,47
250	0,87	0,77	0,65	0,58	0,54	0,50
300	1	0,87	0,72	0,64	0,58	0,53
360			1	0,81	0,70	0,64
400				0,87	0,75	0,67
450					0,95	0,81
480						1
550						0,85
600						0,75
650						0,92
720						0,79
800						0,91
900						1
C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$C_{cr,N}$, мм	300	360	480	600	720	900

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния осевого расстояния

$$f_s = (1 + S/S_{cr,N}) \times 0,5$$

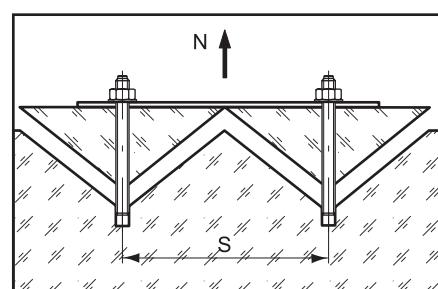


табл. 3.5.16

Фактор влияния осевого расстояния f_s , $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$						
$h_{nom} = h_{ef\ min}$						
S , мм	M10	M12	M16	M20	M24	M30
40	0,61	0,60				
45	0,63	0,61	0,59			
50	0,64	0,62	0,60	0,59		
55	0,65	0,63	0,61	0,60	0,60	
65	0,68	0,65	0,64	0,62	0,61	0,59
70	0,69	0,67	0,65	0,63	0,62	0,60
80	0,72	0,69	0,67	0,65	0,64	0,61
100	0,78	0,74	0,71	0,69	0,67	0,64
150	0,92	0,86	0,81	0,78	0,76	0,71
180	1	0,93	0,88	0,83	0,81	0,75
210		1	0,94	0,89	0,86	0,79
240			1	0,94	0,92	0,83
270				1	0,97	0,88
288					1	0,90
360						1
S_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$S_{cr,N}$, мм	180	210	240	270	288	360

табл. 3.5.17

Фактор влияния осевого расстояния f_s , $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$						
$h_{nom} = 20d$						
S , мм	M10	M12	M16	M20	M24	M30
40	0,53	0,53				
45	0,54	0,53	0,52			
50	0,54	0,53	0,53	0,52		
55	0,55	0,54	0,53	0,52	0,52	
65	0,55	0,55	0,53	0,53	0,52	0,52
100	0,58	0,57	0,55	0,54	0,53	0,53
200	0,67	0,64	0,60	0,58	0,57	0,56
300	0,75	0,71	0,66	0,63	0,60	0,58
400	0,83	0,78	0,71	0,67	0,64	0,61
500	0,92	0,85	0,76	0,71	0,67	0,64
600	1	0,92	0,81	0,75	0,71	0,67
720		1	0,88	0,80	0,75	0,70
800			0,92	0,83	0,78	0,72
960				1	0,90	0,83
1100					0,96	0,88
1200					1	0,92
1440						1
1600						0,94
1800						1
S_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$S_{cr,N}$, мм	600	720	960	1200	1440	1800

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния комбинированной прочности бетона

Для сжатой зоны бетона:

Для растянутой зоны бетона:

$$f_{B,p} = (f_{ck,cube} / 25)^{0,3}$$

$$f_{B,p} = (f_{ck,cube} / 25)^{0,08}$$

табл. 3.5.18

Фактор влияния комбинированной прочности бетона $f_{B,p}$						
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C40/50	C45/55
$f_{ck,cyl}$	H/mm^2	20	25	30	40	45
$f_{ck,cube}$	H/mm^2	25	30	37	50	55
$f_{B,p}$	Сжатая зона бетона	1	1,06	1,12	1,23	1,27
$f_{B,p}$	Растянутая зона бетона	1	1,01	1,03	1,06	1,07

Фактор влияния глубины анкеровки на комбинированную нагрузку вырыва анкера из бетона

$$f_h = h_{ef}/h_{nom}$$

табл. 3.5.19

	M10	M12	M16	M20	M24	M30
f_h	1÷3,3	1÷3,4	1÷4,0	1÷4,4	1÷5,0	1÷5,0

табл. 3.5.20

Влияние температуры базового основания f_{temp}							
Параметр		M10	M12	M16	M20	M24	M30
Сжатая зона бетона							
Температура базового основания	-40°C - +40°C				1		
	+40°C - +70°C				0,46		
	+70°C - +80°C	0,44	0,42	0,4	0,4	0,37	0,38
Растянутая зона бетона							
Температура базового основания	-40°C - +40°C				1		
	+40°C - +70°C	0,44	0,44	0,43	0,44	0,4	0,5
	+70°C - +80°C	0,39	0,39	0,36	0,37	0,4	0,42

Фактор влияния влажности бетона
 $f_w = 1$ для сухого и влажного бетона

1.3. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

$$N_{\text{Rd},c} = N_{\text{Rd},c}^0 \times f_c \times f_s \times f_b \times f_{h,N}$$

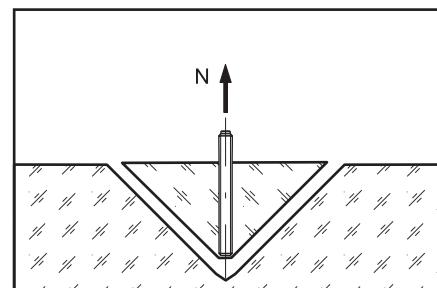
$N_{\text{Rd},c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 3.5.21, 3.5.22)

f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.5.14, 3.5.15), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.5.16, 3.5.17), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_b – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.5.23)

$f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса


3.5
табл. 3.5.21

Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{\text{Rd},c}^0$, бетон С20/25								
$h_{\text{nom}} = h_{\text{ef min}}$								
Анкер		Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	M30
EPX	Сжатая зона бетона	$N_{\text{Rd},c}^0$, кН	13,1	16,4	20,1	24,0	26,4	36,9
	Растянутая зона бетона		9,6	11,7	14,4	17,1	18,9	26,4

табл. 3.5.22

Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{\text{Rd},c}^0$, бетон С20/25								
$h_{\text{nom}} = 20d$								
Анкер		Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	M30
EPX	Сжатая зона бетона	$N_{\text{Rd},c}^0$, кН	79,4	104,3	160,6	224,4	295,0	412,0
	Растянутая зона бетона		56,7	74,5	114,7	160,3	210,7	294,3

Фактор влияния прочности бетона

$$f_b = (f_{ck,cube} / 25)^{0.5}$$

табл. 3.5.23

Фактор влияния прочности бетона f_b						
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C40/50	C45/55
$f_{ck,cyl}$	H/mm ²	20	25	30	40	45
$f_{ck,cube}$	H/mm ²	25	30	37	50	55
f_b		1	1,1	1,22	1,41	1,45
						1,55

Фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса

$$f_{h,N} = (h_{ef}/h_{nom})^{1.5}$$

1.4. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp} \times f_B \times f_{h,N}$$

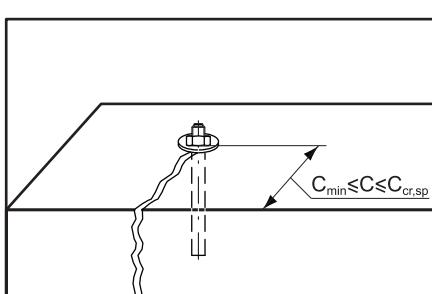
$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 3.5.21, 3.5.22)

$f_{c,sp}$ – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.5.24, 3.5.25), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{s,sp}$ – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.5.26, 3.5.27), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.5.23)

$f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса (см. раздел 1.3)



Фактор влияния краевого расстояния

$$f_{c,sp} = 0,35 + C/S_{cr,sp} + 0,6(C/S_{cr,sp})^2 \leq 1$$

$$C_{cr,sp} = h_{ef} \leq 2h_{ef} \times (2,5 - h/h_{ef}) \leq 2,4h_{ef}$$

$$S_{cr,sp} = 2C_{cr,sp}$$

h – фактическая толщина базового основания

3.5

табл. 3.5.24

C, мм	Фактор влияния краевого расстояния $f_{c,sp}$, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,sp}$					
	$h_{nom} = h_{ef, min}$					
M10	M12	M16	M20	M24	M30	
40	0,57	0,49				
45	0,61	0,51	0,49			
50	0,64	0,53	0,51	0,49		
55	0,67	0,55	0,53	0,51	0,54	
65	0,74	0,59	0,56	0,54	0,58	0,53
80	0,85	0,66	0,62	0,59	0,64	0,57
90	0,92	0,70	0,66	0,62	0,68	0,61
100	1	0,75	0,70	0,65	0,72	0,64
120		0,85	0,78	0,73	0,81	0,70
140		0,95	0,86	0,80	0,90	0,77
150		1	0,91	0,84	0,95	0,81
160			0,95	0,88	1	0,85
170				1	0,92	0,88
190					1	0,96
200						1
C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$C_{cr,sp}$, мм	100	150	170	190	160	200

табл. 3.5.25

C, мм	Фактор влияния краевого расстояния $f_{c,sp}$, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,sp}$					
	$h_{nom} = 20d$					
M10	M12	M16	M20	M24	M30	
40	0,39	0,39				
45	0,40	0,39	0,38			
50	0,40	0,39	0,38	0,38		
55	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	
65	0,42	0,41	0,39	0,38	0,38	0,37
80	0,44	0,42	0,40	0,39	0,39	0,38
100	0,46	0,44	0,42	0,40	0,39	0,39
200	0,58	0,54	0,49	0,46	0,44	0,42
400	0,87	0,77	0,65	0,58	0,54	0,50
480	1	0,87	0,72	0,64	0,58	0,53
576		1	0,81	0,70	0,64	0,57
700			0,93	0,79	0,71	0,63
768				1	0,85	0,75
960					1	0,87
1152						1
1200						0,87
1300						0,92
1400						0,98
1440						1
C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$C_{cr,sp}$, мм	480	576	768	960	1152	1440

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

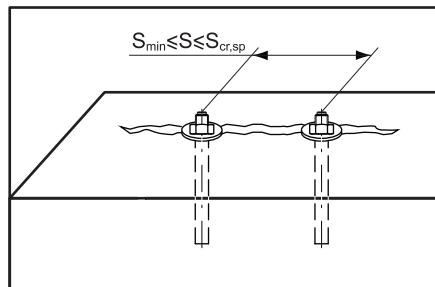
Фактор влияния осевого расстояния

$$f_s = (1 + S/S_{cr,sp}) \times 0,5$$

$$C_{cr,sp} = h_{ef} \leq 2h_{ef} \times (2,5 - h/h_{ef}) \leq 2,4h_{ef}$$

$$S_{cr,sp} = 2C_{cr,sp}$$

h – фактическая толщина базового основания


табл. 3.5.26

Фактор влияния осевого расстояния $f_{s,sp}$, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,sp}$						
$h_{nom} = h_{ef \ min}$						
S , мм	M10	M12	M16	M20	M24	M30
40	0,60	0,57				
45	0,61	0,58	0,57			
50	0,63	0,58	0,57	0,57		
55	0,64	0,59	0,58	0,57	0,59	
65	0,66	0,61	0,60	0,59	0,60	0,58
80	0,70	0,63	0,62	0,61	0,63	0,60
90	0,73	0,65	0,63	0,62	0,64	0,61
100	0,75	0,67	0,65	0,63	0,66	0,63
200	1	0,83	0,79	0,76	0,81	0,75
250		0,92	0,87	0,83	0,89	0,81
300			1	0,94	0,89	0,97
320				0,97	0,92	1
340					1	0,95
380						1
400						1
S_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$S_{cr,sp}$, мм	200	300	340	380	320	400

табл. 3.5.27

Фактор влияния осевого расстояния $f_{s,sp}$, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,sp}$						
$h_{nom} = 20d$						
S , мм	M10	M12	M16	M20	M24	M30
40	0,52	0,52				
45	0,52	0,52	0,51			
50	0,53	0,52	0,52	0,51		
55	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51	
65	0,53	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51
100	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52
200	0,60	0,59	0,57	0,55	0,54	0,53
400	0,71	0,67	0,63	0,60	0,59	0,57
600	0,81	0,76	0,70	0,66	0,63	0,60
800	0,92	0,85	0,76	0,71	0,67	0,64
960	1	0,92	0,81	0,75	0,71	0,67
1000		0,93	0,83	0,76	0,72	0,67
1152			1	0,88	0,80	0,75
1330				0,93	0,85	0,79
1400					0,96	0,86
1536					1	0,90
1800						0,97
1920						1
2304						1
2600						
2700						
2800						
2880						1
S_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$S_{cr,sp}$, мм	960	1152	1536	1920	2304	2880

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

2. Срез

Критерий выбора

$$V_{Sd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}; V_{Rd,c})$$

V_{Sd}^1 – срезающая нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

V_{Rd} – срезающая расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$V_{Rd,s}$ – расчетная срезающая нагрузка по стали, кН (раздел 2.1)

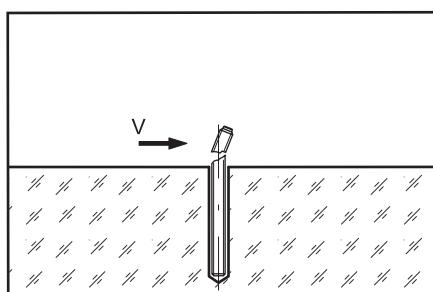
$V_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение), кН (раздел 2.2)

$V_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (раздел 2.3)

3.5

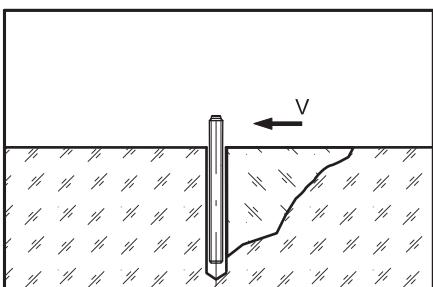
2.1. Расчетная срезающая нагрузка по стали

табл. 3.5.28



Расчетная срезающая нагрузка по стали $V_{Rd,s}$							
Шпилька	Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	M30
$V_{Rd,s}$, кН	5,8	12,0	16,4	31,2	48,8	70,4	112,0
	8,8	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8	179,2
	10,9	19,3	28,0	52,7	82,0	118,0	187,3
	A4-70	12,8	19,2	35,6	56,4	79,5	125,6
	A4-80	17,3	25,6	47,4	73,7	106,0	168,4
	A5 (1,4529)	16,0	24,0	44,0	68,8	99,2	156,8

2.2. Расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение)



$$V_{Rd,sp} = k \times \min (N_{Rd,p}; N_{Rd,c})$$

$N_{Rd,p}$ – расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$k = 1$ для $h_{ef} < 60$ мм

$k = 2$ для $h_{ef} \geq 60$ мм

3.5

2.3 Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,V}$$

$V_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (см. табл. 3.5.29)

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.5.23)

f_a – фактор влияния направления срезающей нагрузки (см. табл. 3.5.30)

$f_{cs,V}$ – фактор влияния осевого и краевого расстояния

табл. 3.5.29

Нормативная нагрузка разрушения кромки бетона $V_{Rd,c}^0$ для анкеров с минимальным краевым расстоянием, бетон С20/25								
Анкер		Параметр	M10	M12	M16	M20	M24	M30
EPX	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	2,5	2,8	3,8	5,0	6,4	9,1
	Растянутая зона бетона		1,8	2,0	2,7	3,6	4,5	6,5
	Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65

Фактор влияния направления срезающей нагрузки

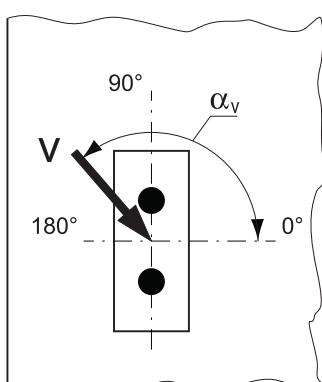


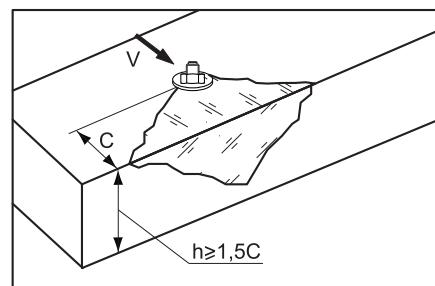
табл. 3.5.30

Фактор влияния направления срезающей нагрузки f_a								
α_v	0°-55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°-180°
f_a	1,0	1,07	1,14	1,23	1,35	1,50	1,71	2,0

Фактор влияния краевого расстояния для одного анкера

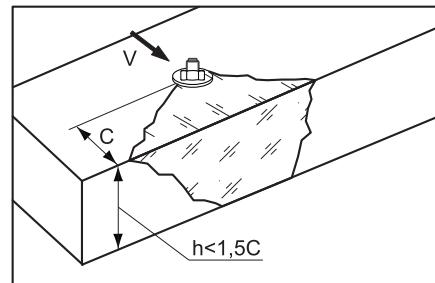
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$

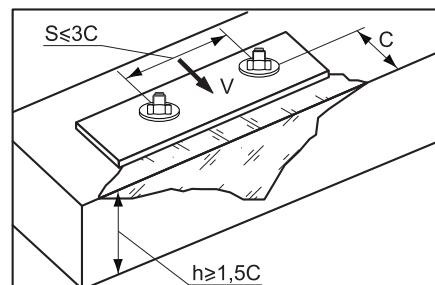
$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{h/1,5}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



Фактор влияния осевого и краевого расстояний для пары анкеров

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

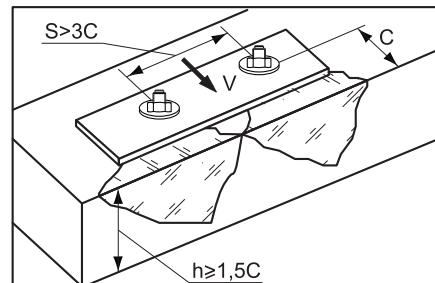
$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{3 \times c + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



3.5

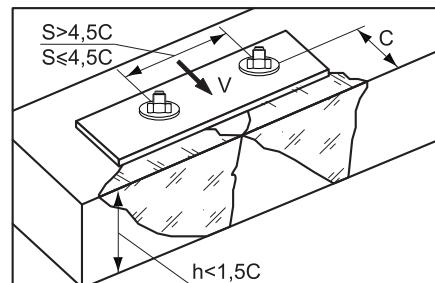
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S > 3C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



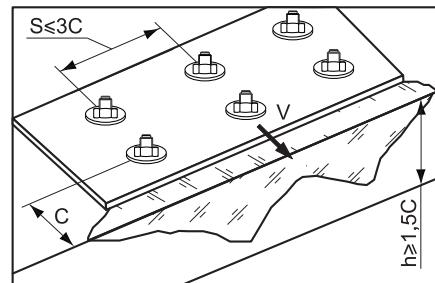
Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{2 \times h + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S > 4,5C$

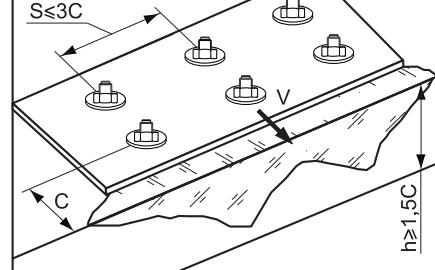
$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{6,5 \times h}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

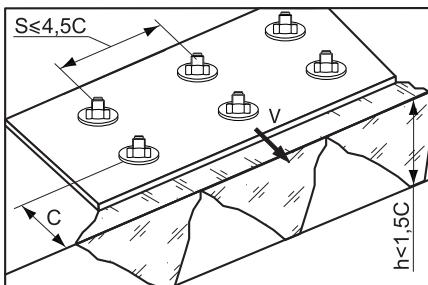


Фактор влияния краевого и осевого расстояний на группу анкеров $n > 2$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{3 \times c + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$





Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{2 \times h + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

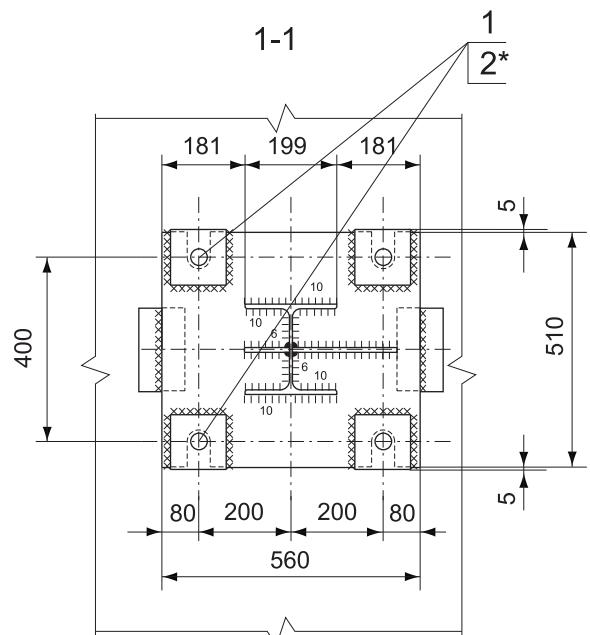
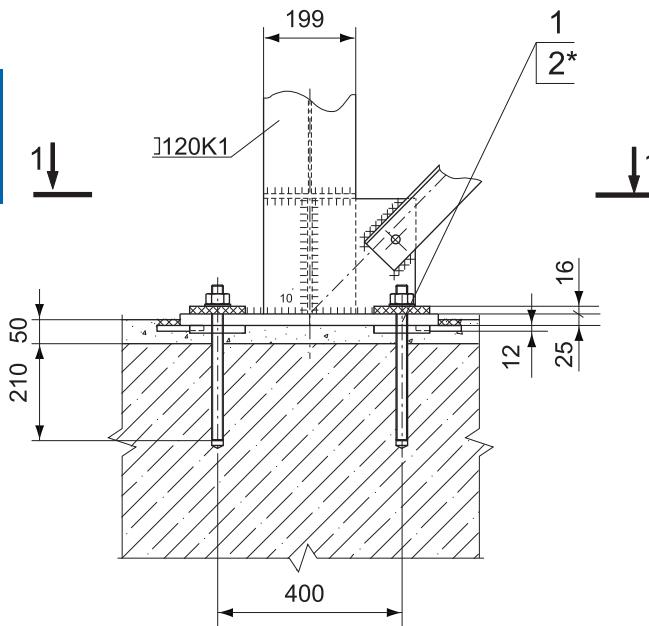
2.4 Комбинация нагрузок. Проверочное уравнение

$$\frac{N_{sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

N_{sd}^1, V_{sd}^1 – вырывная и срезающая нагрузки на анкер (задается проектировщиком), кН
 N_{sd}, V_{sd} – вырывная и срезающая расчетные нагрузки, кН

КРЕПЛЕНИЕ ФЛАНЦА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОЛОННЫ

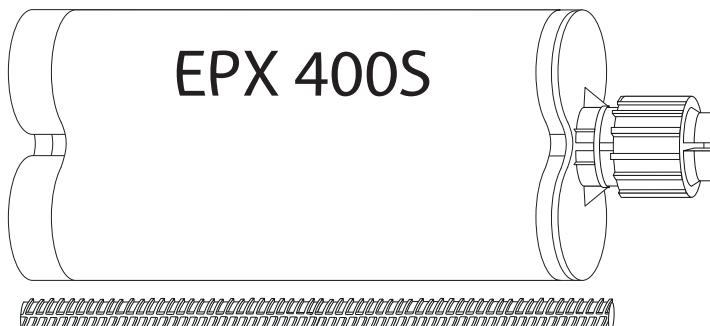
3.5



Поз.	Наименование	Шт.	Артикул
1	Анкер химический клеевой elementa EPX 400S	1	400020
2*	Шпилька резьбовая elementa FTR 24x300	4	45814

*Отверстие Ø28 мм

3.6 EPX — ХИМИЧЕСКИЙ КЛЕЕВОЙ АНКЕР НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ СОВМЕСТНО С АРМАТУРНЫМ ПРУТКОМ



НАЗНАЧЕНИЕ

- Для анкеровки в сжатую и растянутую зоны бетона класса С20/25 и выше, природный камень плотной структуры
- Применяется при монтаже колонн, стоек, балок, лестниц, поручней, мачт освещения, дорожных ограждений, рекламных щитов и шумозащитных экранов, устройства арматурных выпусков, технологического оборудования

СВОЙСТВА

- Не содержит стирола
- Имеет техническое свидетельство Минрегиона Украины
- Имеет Европейский Технический допуск для растянутой зоны бетона, высшая опция 1
- Имеет предел огнестойкости R240
- Применяется при монтаже во влажные отверстия и под водой
- Возможно использование со шпильками диаметром выше М30 и тяжелой арматурой
- Применяется совместно с «гладкой арматурой» (Al)
- При установке не создает напряжений в базовом материале
- Минимальные осевые и краевые расстояния
- Малые усилия выпрессовки состава из картриджа
- Система многоразового использования
- Применяется для отверстий, выполненных установкой алмазного бурения
- Применим как для наружных, так и внутренних работ

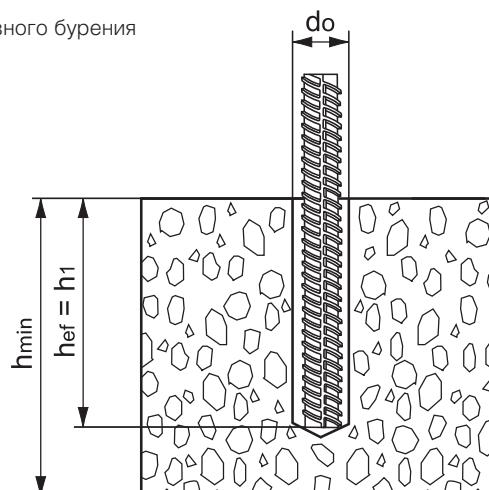
3.6

где d_0 – диаметр бура, мм

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм

h_1 – минимальная глубина отверстия, мм

h_{min} – минимальная толщина материала, мм



ВРЕМЯ СХВАТЫВАНИЯ И ПОЛНОГО ОТВЕРДЕВАНИЯ СОСТАВА

табл. 3.6.1

Температура базового основания	0°C до +5°C	+5°C до +10°C	+10°C до +20°C	+20°C до +30°C	+30°C до +40°C
Время схватывания	60 мин	24 мин	15 мин	8 мин	4 мин
Время полного отвердевания	24 ч	3 ч	1,5 ч	55 мин	40 мин

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

табл. 3.6.2

Обозначение	Артикул	Упаковка, шт.	Объем, мл	Дозатор	Срок годности, месяцев
EPX 400S	400020	12	400	EGU-3	12

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ

табл. 3.6.3

Параметр	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
Диаметр бура d_o , мм	14	16	20	25	32	40
Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	60/200	70/240	80/320	90/400	100/500	128/640
Эффективная глубина анкеровки h_{ef} , мм	60/200	70/240	80/320	90/400	100/500	128/640
Минимальная толщина материала h_{min} , мм	100/228	100/272	120/360	140/450	164/564	208/720

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

табл. 3.6.4

Расчетные вырывные нагрузки N_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25									
$h_{nom} = h_{ef\ min}$									
Анкер		Арматура	Параметр	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
EPX	Сжатая зона бетона	A500C	N_{Rd} , кН	13,1	16,4	20,1	24,0	30,6	40,6
	Растянутая зона бетона			9,4	11,7	14,4	17,1	21,9	29,0

табл. 3.6.5

Расчетные вырывные нагрузки N_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25									
$h_{nom} = 20d$									
Анкер		Арматура	Параметр	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
EPX	Сжатая зона бетона	A500C	N_{Rd} , кН	30,7	44,3	79,3	123,6	192,8	315,7
	Растянутая зона бетона			30,7	44,3	71,3	111,6	130,7	214,3

табл. 3.6.6

Расчетные срезающие нагрузки V_{Rd} на одиночный анкер, бетон С20/25									
Анкер		Арматура	Параметр	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
EPX, сжатая и растянутая зоны бетона	A500C	V_{Rd} , кН		14,7	20,7	36,7	57,3	90,0	147,3

ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ФАКТОРОВ ОСЕВЫХ И КРАЕВЫХ РАССТОЯНИЙ

табл. 3.6.7

$EPX\ h_{nom} = h_{ef\ min}$								
Анкер		Параметр	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
Характерное краевое расстояние при растягивании бетона	$C_{cr,sp}$, мм	100	150	160	170	172	224	
Характерное осевое расстояние при растягивании бетона	$S_{cr,sp}$, мм	200	300	320	340	344	448	
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона	$C_{cr,N}$, мм	90	105	120	135	150	192	
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона	$S_{cr,N}$, мм	180	210	240	270	300	384	
Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65	
Минимальное осевое расстояние	S_{min} , мм	40	40	45	50	55	65	

табл. 3.6.8

$EPX\ h_{nom} = 20d$								
Анкер		Параметр	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
Характерное краевое расстояние при растягивании бетона	$C_{cr,sp}$, мм	480	576	768	960	1200	1536	
Характерное осевое расстояние при растягивании бетона	$S_{cr,sp}$, мм	960	1152	1536	1920	2400	3072	
Характерное краевое расстояние выхода конуса из бетона	$C_{cr,N}$, мм	300	360	480	600	750	960	
Характерное осевое расстояние выхода конуса из бетона	$S_{cr,N}$, мм	600	720	960	1200	1500	1920	
Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65	
Минимальное осевое расстояние	S_{min} , мм	40	40	45	50	55	65	

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ХИМИЧЕСКОГО КЛЕЕВОГО АНКЕРА ЕРХ ДЛЯ СЖАТОЙ И РАСТЯНУТОЙ ЗОН БЕТОНА

1. Вырыв

Критерий выбора

$$N_{Sd}^1 \leq N_{Rd} = \min (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

N_{Sd}^1 – вырывная нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

N_{Rd} – вырывная расчетная нагрузка на одиничный анкер, кН

$N_{Rd,s}$ – расчетная нагрузка стали на разрыв, кН (раздел 1.1)

$N_{Rd,p}$ – расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

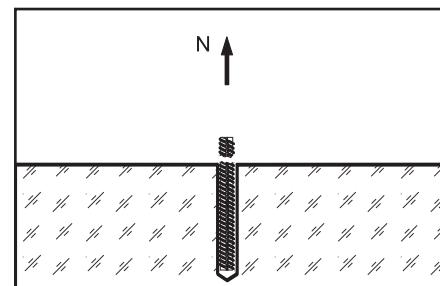
$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$N_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка растрескивания бетона, кН (раздел 1.4)

1.1. Расчетная нагрузка стали на разрыв

табл. 3.6.9

Расчетная нагрузка стали на разрыв $N_{Rd,s}$							
Арматура	Параметр	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
A500C	$N_{Rd,s}$, кН	30,7	44,3	79,3	123,6	192,8	315,7



3.6

1.2. Расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \times f_c \times f_s \times f_{B,p} \times f_h \times f_t \times f_w$$

$N_{Rd,p}^0$ – нормативная комбинированная нагрузка

вырыва анкера из бетона, кН (см. табл. 3.6.10, 3.6.11)

f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.6.12, 3.6.13), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.6.14, 3.6.15), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{B,p}$ – фактор влияния комбинированной прочности бетона (см. табл. 3.6.16)

f_h – фактор влияния глубины анкеровки на комбинированную нагрузку вырыва анкера из бетона

f_t – фактор влияния температуры базового основания (см. табл. 3.6.18)

f_w – фактор влияния влажности бетона

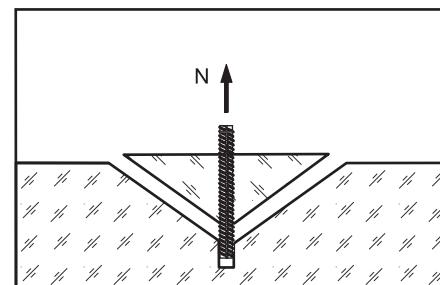
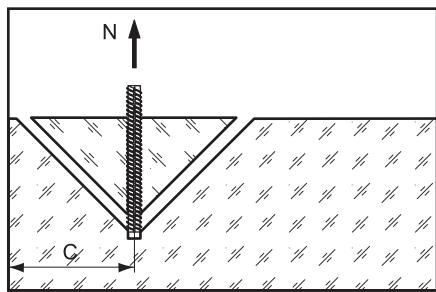


табл. 3.6.10

Нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25								
		$h_{nom} = h_{ef \ min}$						
Анкер		Параметр	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
ЕРХ	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	15,7	21,9	33,3	47,1	65,4	92,9
	Растянутая зона бетона		9,4	15,4	17,8	25,1	26,1	42,4

табл. 3.6.11

Нормативная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона $N_{Rd,p}^0$, бетон С20/25								
		$h_{nom} = 20d$						
Анкер		Параметр	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
ЕРХ	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,p}^0$, кН	62,0	75,3	133,0	209,0	326,5	464,3
	Растянутая зона бетона		31,4	45,0	71,3	111,6	130,7	214,3



Фактор влияния краевого расстояния

$$f_C = 0,35 + C/S_{cr,N} + 0,6(C/S_{cr,N})^2 \leq 1$$

$$S_{cr,N} = 3h_{ef}$$

$$C_{cr,N} = 1,5h_{ef}$$

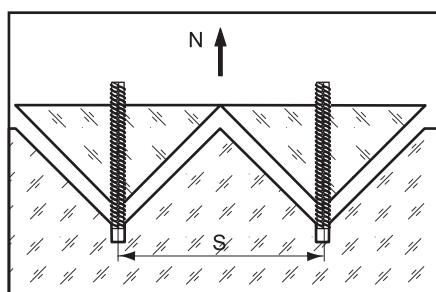
табл. 3.6.12

Фактор влияния краевого расстояния f_c , $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$						
C , мм	$h_{nom} = h_{ef\ min}$					
	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
40	0,60	0,56				
45	0,64	0,59	0,56			
50	0,67	0,62	0,58	0,56		
55	0,71	0,65	0,61	0,58	0,55	
65	0,79	0,72	0,66	0,63	0,59	0,54
70	0,83	0,75	0,69	0,65	0,62	0,55
80	0,91	0,82	0,75	0,70	0,66	0,58
90	1	0,89	0,81	0,75	0,70	0,62
105		1	0,90	0,83	0,77	0,67
120			1	0,91	0,85	0,72
135				1	0,92	0,78
144					0,97	0,81
150					1	0,83
160						0,87
170						0,91
180						0,95
192						1
C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$C_{cr,N}$, мм	90	105	120	135	150	192

табл. 3.6.13

Фактор влияния краевого расстояния f_c , $C_{min} \leq C \leq C_{cr,N}$						
C , мм	$h_{nom} = 20d$					
	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
40	0,42	0,41				
45	0,43	0,41	0,40			
50	0,44	0,42	0,40	0,39		
55	0,45	0,43	0,41	0,40	0,39	
65	0,47	0,45	0,42	0,41	0,39	0,38
70	0,47	0,45	0,43	0,41	0,40	0,39
80	0,49	0,47	0,44	0,42	0,41	0,39
90	0,51	0,48	0,45	0,43	0,41	0,40
100	0,53	0,50	0,46	0,44	0,42	0,40
150	0,64	0,58	0,52	0,48	0,46	0,43
200	0,75	0,67	0,58	0,53	0,49	0,46
250	0,87	0,77	0,65	0,58	0,53	0,49
300	1	0,87	0,72	0,64	0,57	0,52
360		1	0,81	0,70	0,62	0,56
400			0,87	0,75	0,66	0,58
450			0,95	0,81	0,70	0,62
480				1	0,85	0,73
550					0,93	0,80
600						1
650						0,90
750						1
800						0,87
960						1
C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$C_{cr,N}$, мм	300	360	480	600	750	960

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции



Фактор влияния осевого расстояния

$$f_S = (1 + S/S_{cr,N}) \times 0,5$$

$$S_{cr,N} = 3h_{ef}$$

$$C_{cr,N} = 1,5h_{ef}$$

табл. 3.6.14

Фактор влияния осевого расстояния f_s , $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$						
S , мм	$h_{nom} = h_{ef\ min}$					
	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
40	0,61	0,60				
45	0,63	0,61	0,59			
50	0,64	0,62	0,60	0,59		
55	0,65	0,63	0,61	0,60	0,59	
65	0,68	0,65	0,64	0,62	0,61	0,58
70	0,69	0,67	0,65	0,63	0,62	0,59
80	0,72	0,69	0,67	0,65	0,63	0,60
100	0,78	0,74	0,71	0,69	0,67	0,63
150	0,92	0,86	0,81	0,78	0,75	0,70
180	1	0,93	0,88	0,83	0,80	0,73
210		1	0,94	0,89	0,85	0,77
240			1	0,94	0,90	0,81
270				1	0,95	0,85
280					0,97	0,86
300					1	0,89
320						0,92
340						0,94
360						0,97
384						1
S_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$S_{cr,N}$, мм	180	210	240	270	300	384

Фактор влияния осевого расстояния f_s , $S_{min} \leq S \leq S_{cr,N}$

$h_{nom} = 20d$						
S , мм	$h_{nom} = 20d$					
	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
40	0,53	0,53				
45	0,54	0,53	0,52			
50	0,54	0,53	0,53	0,52		
55	0,55	0,54	0,53	0,52	0,52	
65	0,55	0,55	0,53	0,53	0,52	0,52
100	0,58	0,57	0,55	0,54	0,53	0,53
200	0,67	0,64	0,60	0,58	0,57	0,55
300	0,75	0,71	0,66	0,63	0,60	0,58
400	0,83	0,78	0,71	0,67	0,63	0,60
500	0,92	0,85	0,76	0,71	0,67	0,63
600	1	0,92	0,81	0,75	0,70	0,66
720		1	0,88	0,80	0,74	0,69
800			0,92	0,83	0,77	0,71
960				1	0,90	0,82
1100					0,96	0,87
1200					1	0,90
1500						1
1600						0,92
1800						0,97
1920						1
S_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$S_{cr,N}$, мм	600	720	960	1200	1500	1920

3.6

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

Фактор влияния комбинированной прочности бетона

Для сжатой зоны бетона: Для растянутой зоны бетона:

$$f_{B,p} = (f_{ck,cube} / 25)^{0,15}$$

$$f_{B,p} = (f_{ck,cube} / 25)^{0,1}$$

табл. 3.6.16

Фактор влияния комбинированной прочности бетона $f_{B,p}$						
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C40/50	C45/55
$f_{ck,cyl}$	H/mm^2	20	25	30	40	45
$f_{ck,cube}$	H/mm^2	25	30	37	50	55
$f_{B,p}$	Сжатая зона бетона	1	1,03	1,06	1,11	1,12
$f_{B,p}$	Растянутая зона бетона	1	1,02	1,04	1,07	1,08
						1,14

Фактор влияния глубины анкеровки на комбинированную нагрузку вырыва анкера из бетона

$$f_h = h_{ef}/h_{nom}$$

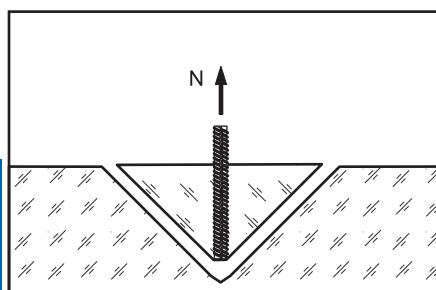
табл. 3.6.17

	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
f_h	1÷3,3	1÷3,4	1÷4,0	1÷4,4	1÷5,0	1÷5,0

табл. 3.6.18

Фактор влияния температуры базового основания f_{temp}							
Параметр		Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
Сжатая зона бетона							
Температура базового основания	-40°C - +40°C			1			
	+40°C - +70°C			0,46			
	+70°C - +80°C	0,44	0,42	0,4	0,4	0,37	0,38
Растянутая зона бетона							
Температура базового основания	-40°C - +40°C			1			
	+40°C - +70°C	0,44	0,44	0,43	0,44	0,4	0,5
	+70°C - +80°C	0,39	0,39	0,36	0,37	0,4	0,42

Фактор влияния влажности бетона
 $f_w = 1$ для сухого и влажного бетона

1.3. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса


$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_c \times f_s \times f_B \times f_{h,N}$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 3.6.19, 3.6.20)
 f_c – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.6.12, 3.6.13), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_s – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.6.14, 3.6.15), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение
 f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.6.21)
 $f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса

3.6
табл. 3.6.19

Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{Rd,c}^0$, бетон С20/25								
$h_{nom} = h_{ef\ min}$								
Анкер		Параметр	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
EPX	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,c}^0$, кН	13,1	16,4	20,1	24,0	30,6	40,6
	Растянутая зона бетона		9,6	11,7	14,4	17,1	21,9	29,0

табл. 3.6.20

Нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса $N_{Rd,c}^0$, бетон С20/25								
$h_{nom} = 20d$								
Анкер		Параметр	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
EPX	Сжатая зона бетона	$N_{Rd,c}^0$, кН	79,4	104,3	160,6	224,4	313,7	454,2
	Растянутая зона бетона		56,7	74,5	114,7	160,3	224,1	324,5

Фактор влияния прочности бетона

$$f_B = (f_{ck,cube} / 25)^{0,5}$$

табл. 3.6.21

Фактор влияния прочности бетона f_B							
Бетон		C20/25	C25/30	C30/37	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{ck,cyl}$	Н/мм ²	20	25	30	40	45	50
$f_{ck,cube}$	Н/мм ²	25	30	37	50	55	60
f_B		1,0	1,1	1,22	1,41	1,45	1,55

Фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса

$$f_{h,N} = (h_{ef}/h_{nom})^{1.5}$$

1.4. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp} \times f_B \times f_{h,N}$$

$N_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (см. табл. 3.6.19, 3.6.20)

$f_{c,sp}$ – фактор влияния краевого расстояния (см. табл. 3.6.22, 3.6.23), количество факторов соответствует количеству кромок (край бетона), влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

$f_{s,sp}$ – фактор влияния осевого расстояния (см. табл. 3.6.24, 3.6.25), количество факторов зависит от соседних анкеров, влияющих на работу рассчитываемого анкера, и определяется как их произведение

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.6.21)

$f_{h,N}$ – фактор влияния глубины анкеровки на нагрузку разрушения бетонного конуса (см. раздел 1.3)

Фактор влияния краевого расстояния

$$f_{c,sp} = 0,35 + C/S_{cr,sp} + 0,6(C/S_{cr,sp})^2 \leq 1$$

$$S_{cr,sp} = h_{ef} \leq 2h_{ef} \times (2,5 - h/h_{ef}) \leq 2,4h_{ef}$$

$$S_{cr,sp} = 2C_{cr,sp}$$

h – фактическая толщина базового основания

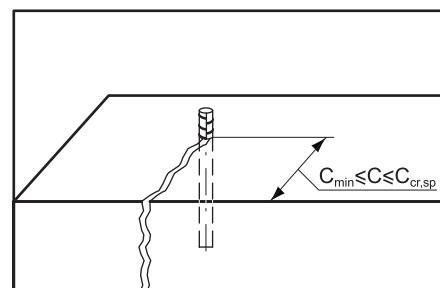


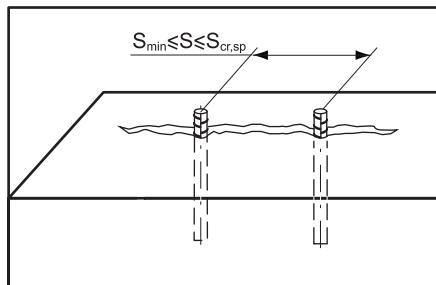
табл. 3.6.22

Фактор влияния краевого расстояния $f_{c,sp}$, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,sp}$						
$h_{nom} = h_{ef \min}$						
C , мм	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
40	0,57	0,49				
45	0,61	0,51	0,50			
50	0,64	0,53	0,52	0,51		
55	0,67	0,55	0,54	0,53	0,53	
65	0,74	0,59	0,58	0,56	0,56	0,51
80	0,85	0,66	0,64	0,62	0,62	0,55
90	0,92	0,70	0,68	0,66	0,65	0,58
100	1	0,75	0,72	0,70	0,69	0,60
120		0,85	0,81	0,78	0,77	0,66
140		0,95	0,90	0,86	0,86	0,72
150			1	0,95	0,91	0,75
160				1	0,95	0,78
170					1	0,99
172						1
180						0,85
190						0,88
200						0,92
224						1
C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$C_{cr,sp}$, мм	100	150	160	170	172	224

табл. 3.6.23

Фактор влияния краевого расстояния $f_{c,sp}$, $C_{min} \leq C \leq C_{cr,sp}$						
$h_{nom} = 20d$						
C , мм	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
40	0,39	0,39				
45	0,40	0,39	0,38			
50	0,40	0,39	0,38	0,38		
55	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	
65	0,42	0,41	0,39	0,38	0,38	0,37
80	0,44	0,42	0,40	0,39	0,38	0,38
100	0,46	0,44	0,42	0,40	0,39	0,38
200	0,58	0,54	0,49	0,46	0,44	0,42
400	0,87	0,77	0,65	0,58	0,53	0,49
480	1	0,87	0,72	0,64	0,57	0,52
576			1	0,81	0,70	0,56
768				1	0,85	0,73
800					0,87	0,75
960						1
1100						0,93
1200						1
1300						0,88
1400						0,93
1536						1
C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$C_{cr,sp}$, мм	480	576	576	768	960	1200
						1536

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции


Фактор влияния осевого расстояния

$$f_{s,sp} = (1 + S/S_{cr,sp}) \times 0,5$$

$$C_{cr,sp} = h_{ef} \leq 2h_{ef} \times (2,5 - h/h_{ef}) \leq 2,4h_{ef}$$

$$S_{cr,sp} = 2C_{cr,sp}$$

h – фактическая толщина базового основания

табл. 3.6.24

Фактор влияния осевого расстояния $f_{s,sp}$, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,sp}$						
$h_{nom} = h_{ef min}$						
S , мм	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
40	0,60	0,57				
45	0,61	0,58	0,57			
50	0,63	0,58	0,58	0,57		
55	0,64	0,59	0,59	0,58	0,58	
65	0,66	0,61	0,60	0,60	0,59	0,57
80	0,70	0,63	0,63	0,62	0,62	0,59
90	0,73	0,65	0,64	0,63	0,63	0,60
100	0,75	0,67	0,66	0,65	0,65	0,61
200	1	0,83	0,81	0,79	0,79	0,72
250		0,92	0,89	0,87	0,86	0,78
300		1	0,97	0,94	0,94	0,83
320			1	0,97	0,97	0,86
340				1	0,99	0,88
344					1	0,88
400						0,95
448						1
S_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$S_{cr,sp}$, мм	200	300	320	340	344	448

табл. 3.6.25

Фактор влияния осевого расстояния $f_{s,sp}$, $S_{min} \leq S \leq S_{cr,sp}$						
$h_{nom} = 20d$						
S , мм	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
40	0,52	0,52				
45	0,52	0,52	0,51			
50	0,53	0,52	0,52	0,51		
55	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51	
65	0,53	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51
100	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52
200	0,60	0,59	0,57	0,55	0,54	0,53
400	0,71	0,67	0,63	0,60	0,58	0,57
600	0,81	0,76	0,70	0,66	0,63	0,60
800	0,92	0,85	0,76	0,71	0,67	0,63
960	1	0,92	0,81	0,75	0,70	0,66
1100		0,98	0,86	0,79	0,73	0,68
1152		1	0,88	0,80	0,74	0,69
1300			0,92	0,84	0,77	0,71
1400				0,96	0,86	0,79
1536				1	0,90	0,82
1700					0,94	0,85
1800					0,97	0,88
1920					1	0,90
2200						0,96
2400						1
2600						0,92
2800						0,96
3072						1
S_{min} , мм	40	40	45	50	55	65
$S_{cr,sp}$, мм	960	1152	1536	1920	2400	3072

Промежуточные значения получают методом линейной интерполяции

2. Срез

Критерий выбора

$$V_{Sd}^1 \leq V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}, V_{Rd,sp}, V_{Rd,c})$$

V_{Sd}^1 – срезающая нагрузка на анкер (задается проектировщиком), кН

V_{Rd} – срезающая расчетная нагрузка на одиночный анкер, кН

$V_{Rd,s}$ – расчетная срезающая нагрузка по стали, кН (раздел 2.1)

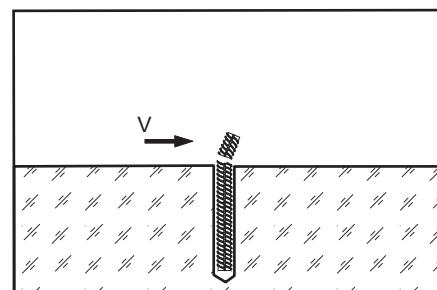
$V_{Rd,sp}$ – расчетная нагрузка скалывания бетона (рычажное разрушение), кН (раздел 2.2)

$V_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (раздел 2.3)

2.1. Расчетная срезающая нагрузка по стали

табл. 3.6.26

Расчетная срезающая нагрузка по стали $V_{Rd,s}$							
Арматура	Параметр	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
A500C	$V_{Rd,s}$, кН	14,7	20,7	36,7	57,3	90,0	147,3



2.2. Расчетная нагрузка скальвания бетона (рычажное разрушение)

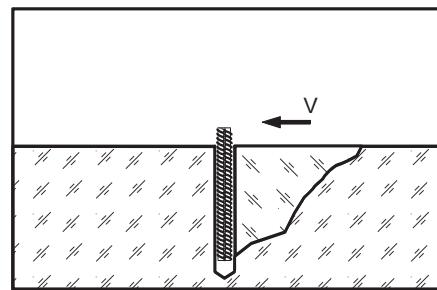
$$V_{Rd,sp} = k \times \min (N_{Rd,p}; N_{Rd,c})$$

$N_{Rd,p}$ – расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона, кН (раздел 1.2)

$N_{Rd,c}$ – расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса, кН (раздел 1.3)

$k = 1$ для $h_{ef} < 60$ мм

$k = 2$ для $h_{ef} \geq 60$ мм



2.3 Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,V}$$

$V_{Rd,c}^0$ – нормативная нагрузка разрушения кромки бетона, кН (см. табл. 3.6.27)

f_B – фактор влияния прочности бетона (см. табл. 3.6.21)

f_a – фактор влияния направления срезающей нагрузки (см. табл. 3.6.28)

$f_{cs,V}$ – фактор влияния осевого и краевого расстояния

3.6

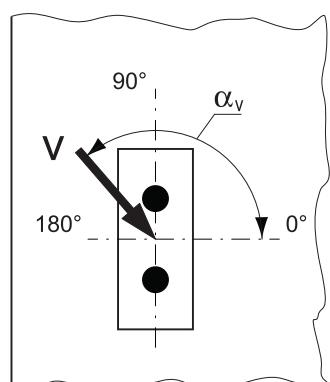
табл. 3.6.27

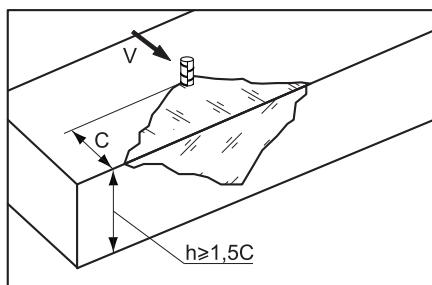
Нормативная нагрузка разрушения кромки бетона $V_{Rd,c}^0$ для анкеров с минимальным краевым расстоянием, бетон С20/25								
Анкер		Параметр	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 16$	$\varnothing 20$	$\varnothing 25$	$\varnothing 32$
EPX	Сжатая зона бетона	$V_{Rd,c}^0$, кН	2,4	2,6	3,5	4,5	5,7	8,2
	Растянутая зона бетона		1,7	1,9	2,5	3,2	4,0	5,9
	Минимальное краевое расстояние	C_{min} , мм	40	40	45	50	55	65

Фактор влияния направления срезающей нагрузки

табл. 3.6.28

Фактор влияния направления срезающей нагрузки f_a								
α_v	$0^\circ-55^\circ$	60°	65°	70°	75°	80°	85°	$90^\circ-180^\circ$
f_a	1,0	1,07	1,14	1,23	1,35	1,50	1,71	2,0

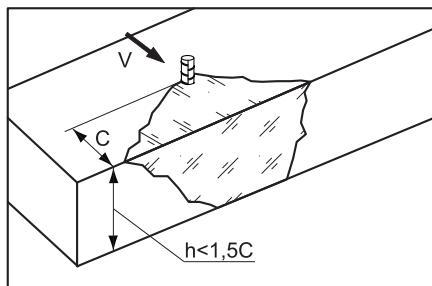




Фактор влияния краевого расстояния для одного анкера

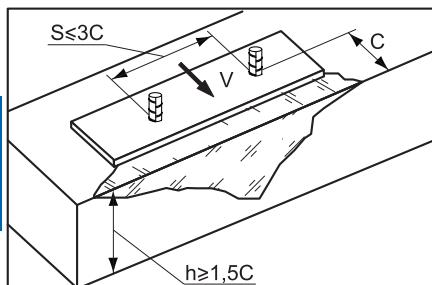
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$

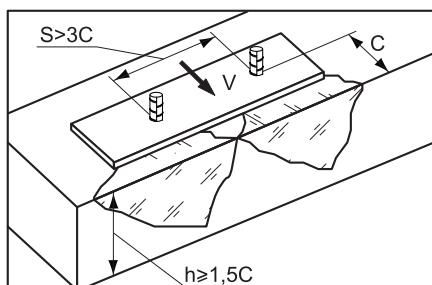
$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{h/1,5}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



Фактор влияния осевого и краевого расстояний для пары анкеров

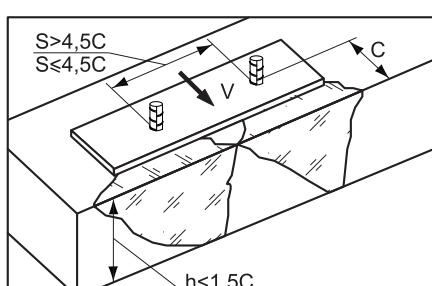
Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{3 \times c + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S > 3C$

$$f_{cs,V}^{n=1} = \frac{c}{c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$

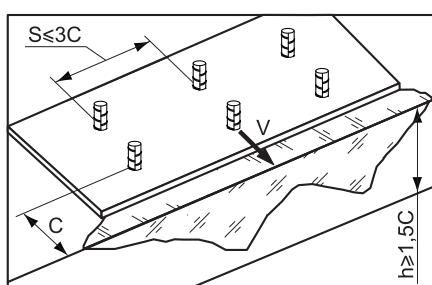


Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{2 \times h + s}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S > 4,5C$

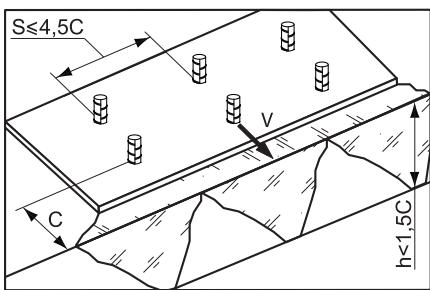
$$f_{cs,V}^{n=2} = \frac{6,5 \times h}{6 \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$



Фактор влияния краевого и осевого расстояний на группу анкеров $n > 2$

Для толщины бетона $h \geq 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 3C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{3 \times c + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{c}{c_{min}}}$$



Для толщины бетона $h < 1,5C$ и осевого расстояния $S \leq 4,5C$

$$f_{cs,V}^{n>2} = \frac{2 \times h + s_1 + s_2 + \dots + s_n}{3 \times n \times c_{min}} \times \sqrt{\frac{h/1,5}{c_{min}}}$$

2.4 Комбинация нагрузок. Проверочное уравнение

$$\frac{N_{sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

N_{sd}^1, V_{sd}^1 – вырывная и срезающая нагрузки на анкер (задается проектировщиком), кН
 N_{sd}, V_{sd} – вырывная и срезающая расчетные нагрузки, кН

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Дано:

Монтаж арматурных выпусков А500С,
Сжатый сухой бетон С30/37,
Эксплуатационный интервал температур $-40^{\circ}\text{C} - +40^{\circ}\text{C}$
Вырывная нагрузка $N_{sd} = 200$ кН,
Срезающая нагрузка $V_{sd} = 100$ кН,
Оевые расстояния $S_1 = S_3 = S_4 = 300$ мм, $S_2 = 250$ мм,
Краевое расстояние $C = 300$ мм,
Толщина базового основания $h = 400$ мм

Условие проверки подбора анкера:

$$N_{sd}^1 \leq N_{Rd} = \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

$$V_{sd}^1 \leq V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,p}; V_{Rd,c})$$

$$\frac{N_{sd}^1}{N_{Rd}} + \frac{V_{sd}^1}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

Решение:

Выбираем самый нагруженный арматурный пруток
(см. рис. арматурный пруток 1)

1. Нагрузка на один анкер

$$N_{sd}^1 = 200/8 = 25 \text{ кН},$$

$$V_{sd}^1 = 100/8 = 12,5 \text{ кН}$$

Принимаем химический анкер ЕРХ с арматурным прутком $\varnothing 20$, $h_{ef} = 250$ мм.

2. Расчетная нагрузка стали на разрыв

$$N_{Rd,s} = 123,6 \text{ кН (см. табл. 3.6.9)} \geq 25 \text{ кН} - \text{условие выполняется.}$$

3. Расчетная комбинированная нагрузка вырыва анкера из бетона

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \times f_{B,p} \times f_c \times f_{s1} \times f_{s2} \times f_{s3} \times f_h \times f_t \times f_w$$

$$N_{Rd,p}^0 = 47,1 \text{ кН (см. табл. 3.6.10),}$$

$$f_{B,p} = 1,06 \text{ (см. табл. 3.6.16),}$$

$$f_h = 250/90 = 2,77 \text{ (см. раздел 1.2.),}$$

$$f_t = 1 \text{ (см. табл. 3.6.18),}$$

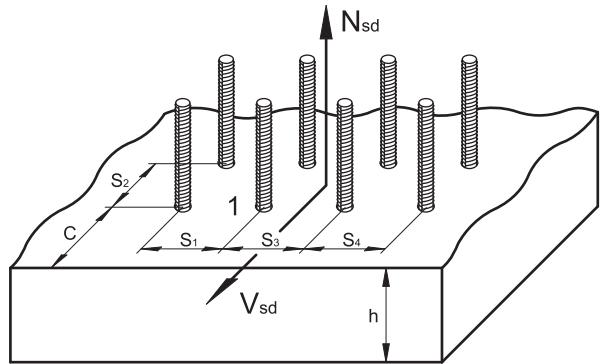
$$f_w = 1 \text{ (см. раздел 1.2.).}$$

При увеличении глубины анкеровки относительно номинальной, необходимо определить фактические f_c ; f_s ; $f_{c,sp}$ и $f_{s,sp}$:

$$C_{cr,N} = 1,5 \times 250 = 375 \text{ мм (см. формулы раздела 1.2),}$$

$$S_{cr,N} = 3 \times 250 = 750 \text{ мм (см. формулы раздела 1.2),}$$

$$C_{cr,sp} = 1 \times 250 \leq 2 \times 250(2,5 - 400/250) \leq 2,4 \times 250 \text{ (см. формулы раздела 1.2),}$$



3.6

$C_{cr,sp} = 450 \text{ мм},$
 $S_{cr,sp} = 2 \times 450 = 900 \text{ мм},$
 $f_c = 0,35 + 300/750 + 0,6(300/750)^2 = 0,85$ (см. формулы раздела 1.2),
 $f_{s1} = f_{s3} = (1 + 300/750) \times 0,5 = 0,7$ (см. формулы раздела 1.2),
 $f_{s2} = (1 + 250/750) \times 0,5 = 0,67$ (см. формулы раздела 1.2),
 $f_{c,sp} = 0,35 + 300/900 + 0,6(300/900)^2 = 0,75$ (см. формулы раздела 1.4),
 $f_{s,sp1} = f_{s,sp3} = (1 + 300/900) \times 0,5 = 0,67$ (см. формулы раздела 1.4),
 $f_{s,sp2} = (1 + 250/900) \times 0,5 = 0,64$ (см. формулы раздела 1.4),
 $N_{Rd,p} = 47,1 \times 1,06 \times 0,85 \times 0,7 \times 0,67 \times 1 \times 2,77 \times 1 \times 1 = 38,6 \text{ кН} \geq 25 \text{ кН}$ – условие выполняется.

4. Расчетная нагрузка разрушения бетонного конуса

$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \times f_c \times f_{s1} \times f_{s2} \times f_{s3} \times f_B \times f_{h,N}$
 $N_{Rd,c}^0 = 24,0 \text{ кН}$ (см. табл. 3.6.19),
 f_c, f_{s1}, f_{s2} и f_{s3} аналогично расчету $N_{Rd,p}$ (см. п. 3),
 $f_B = 1,22$ (см. табл. 3.6.21),
 $f_{h,N} = (250/90)^{1.5} = 4,63$ (см. раздел 1.3),
 $N_{Rd,c} = 24,0 \times 0,85 \times 0,7 \times 0,7 \times 0,67 \times 1,22 \times 4,63 = 37,8 \text{ кН} \geq 25 \text{ кН}$ – условие выполняется.

5. Расчетная нагрузка растрескивания бетона

$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \times f_{c,sp} \times f_{s,sp1} \times f_{s,sp2} \times f_{s,sp3} \times f_B \times f_{h,N}$
 $f_{c,sp} = 0,75$ (см. п. 3),
 $f_{s,sp1} = f_{s,sp3} = 0,67$ (см. п. 3),
 $f_{s,sp2} = 0,64$ (см. п. 3),
 $N_{Rd,sp} = 24,0 \times 0,75 \times 0,67 \times 0,67 \times 0,64 \times 1,22 \times 4,63 = 29,2 \text{ кН} \geq 25 \text{ кН}$ – условие выполняется.

6. Проверка:

$N_{Sd}^1 \leq N_{Rd} = \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp}) = N_{Rd,sp}$
 $25 \text{ кН} \leq 29,2 \text{ кН}$ – условие выполняется.

7. Расчетная срезающая нагрузка по стали

$V_{Rd,s} = 57,3 \text{ кН}$ (см. табл. 3.6.26) $\geq 12,5 \text{ кН}$ – условие выполняется.

8. Расчетная нагрузка скальвания бетона

$V_{Rd,sp} = k \times \min(N_{Rd,p}; N_{Rd,c})$
для $h_{ef} = 250 \text{ мм}$, $k = 2$,
 $V_{Rd,sp} = 2 \times N_{Rd,c} = 2 \times 37,8 = 76,4 \text{ кН} \geq 12,5 \text{ кН}$ – условие выполняется.

9. Расчетная нагрузка разрушения кромки бетона

$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \times f_B \times f_a \times f_{cs,V}$
 $V_{Rd,c}^0 = 4,5 \text{ кН}$ (см. табл. 3.6.27),
 $f_a = 1$ (см. табл. 3.6.28),
 $f_{cs,V}$ рассчитываем для случая $h \geq 1,5C$ и $S \leq 3C$:
 $f_{cs,V} = (3 \times 300 + 300 \times 3)/(3 \times 4 \times 50) \times (300/50)^{0.5} = 7,35$,
 $V_{Rd,c} = 4,5 \times 1,22 \times 1 \times 7,35 = 40,3 \text{ кН} \geq 12,5 \text{ кН}$ – условие выполняется.

10. Проверка:

$V_{Sd}^1 \leq V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,sp}; V_{Rd,c}) = V_{Rd,c}$
 $12,5 \text{ кН} \leq 40,3 \text{ кН}$ – условие выполняется,
 $25/29,2 + 12,5/40,3 = 1,17 \leq 1,2$ – условие выполняется. Анкер подобран правильно.

3.7 УСТАНОВКА АРМАТУРНЫХ СВЯЗОК С ПОМОЩЬЮ КЛЕЕВОГО СОСТАВА ЕАФ

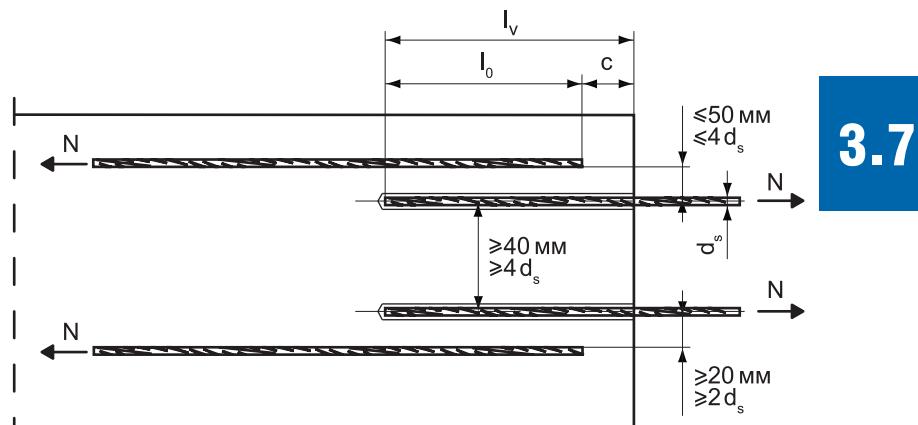
НАЗНАЧЕНИЕ

- Для анкеровки в сухой и влажный бетон
- Применяется для удлинения консолей плит, устройства арматурных выпусков для бетонирования проемов и колонн, доливки фундаментов, для закрепления плит и балок, имеющих свободно опертую конструкцию

СВОЙСТВА

- Не содержит стирола
- Имеет техническое свидетельство Минрегиона Украины
- Имеет Европейский Технический допуск для установки арматурных связок
- Успешно прошел испытания на сейсмостойкость в ЦНИИСК им. Кучеренко (Технический отчет по договору №1160/24-45-12/ск)
- При установке не создает напряжений в базовом основании
- Малые усилия выпрессовки состава из картриджа
- Система многоразового использования
- Возможно применение для отверстий выполненных установкой алмазного бурения,
- Применим, как для наружных, так и для внутренних работ

d_s – диаметр арматуры, мм
 l_0 – расчетная длина анкеровки
 для соединения внахлест, мм
 c – толщина защитного слоя, мм
 $c = 30 \text{ мм} + 0,06 l_v \geq 2d_s$,
 где l_v – эффективная глубина анкеровки, мм



3.7

ВРЕМЯ СХВАТЫВАНИЯ И ПОЛНОГО ОТВЕРДЕВАНИЯ СОСТАВА

табл. 3.7.1

Температура базового основания	-5°C до 0°C	0°C до +5°C	+5°C до +10°C	+10°C до +20°C	+20°C до +30°C	+30°C до +40°C
Время схватывания	60 мин	24 мин	15 мин	8 мин	4 мин	2 мин
Время полного отвердевания	24 ч	3 ч	1,5 ч	55 мин	40 мин	15 мин

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

табл. 3.7.2

Обозначение	Артикул	Упаковка, шт.	Объем, мл	Дозатор	Срок годности, месяцев
EAF 350S	400013	12	350	EGU-1, EGUA-1	12
EAF 410C	400014	12	410	EGU-2, EGUA-2	12

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ

табл. 3.7.3

Диаметр арматуры d_s , мм	8	10	12	14	16	20	25	28	32
Номинальный диаметр сверления d_{cut} , мм	12	14	16	18	20	25	32	35	40
Максимальный наружный диаметр прутка $d_{max} = d_s + 0,2d_s$ (арматура периодического профиля)	9,6	12	14,4	16,8	19,2	24	30	33,6	38,4

1. Расчет глубины анкеровки при вклейке арматуры

Критерий выбора при растяжении

$$l_{bd} = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \alpha_4 \times \alpha_5 \times l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ – коэффициенты (табл. 3.7.4)

l_{bd} – расчетная глубина анкеровки, мм

$l_{b,rqd}$ – базовая глубина анкеровки, мм

$l_{b,min}$ – минимальная глубина анкеровки, мм

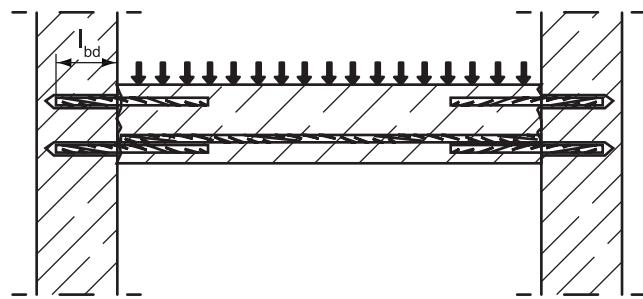


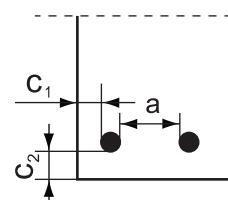
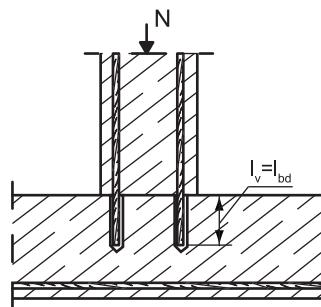
табл. 3.7.4

Коэффициенты $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$		
α_1	коэффициент формы прутков	$\alpha_1 = 1$ для прямых прутков
α_2	коэффициент, учитывающий осевые и краевые расстояния	$0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,0; \alpha_2 = 1 - 0,15(C_d - d_s)/d_s$, где $C_d = \min(C_1, C_2; a/2)$ (см. рис. 1); если $\alpha_2 < 0,7$; то принимается 0,7
α_3	коэффициент поперечной арматуры без приварки к основной арматуре	$\alpha_3 = 1$, поскольку нет поперечной арматуры
α_4	коэффициент приваренной поперечной арматуры	$\alpha_4 = 1$, поскольку нет поперечной арматуры
α_5	коэффициент учитывающий влияние поперечного давления на арматуру	$\alpha_5 = 1$, поскольку нет поперечной арматуры

3.7

Критерий выбора при сжатии

$$l_{bd} = l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$



C_1, C_2 – краевые расстояния,
 a – расстояние между существующим и вклеиваемым арматурными прутками

рис. 1

1.1. Определение базовой глубины анкеровки

$$l_{b,rqd} = \frac{d_s}{4} \times \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$$

d_s – диаметр арматуры, мм

σ_{sd} – напряжение в арматуре, Н/мм²

$$\sigma_{sd} = N_{sd} / A_s$$

N_{sd} – вырывная нагрузка на арматуру (задается проектировщиком), кН

A_s – площадь поперечного сечения арматуры, мм²

f_{bd} – коэффициент сопротивления сцеплению, Н/мм² (табл. 3.7.5)

табл. 3.7.5

Диаметр арматуры d_s , мм	Коэффициент сопротивления сцеплению f_{bd} , Н/мм ²								
	C15/20	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C44/55	C50/60
8	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
10	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
12	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
14	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,0
16	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	3,4	3,4
20	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	3,4	3,4
25	1,6	2,0	2,3	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
28	1,6	2,0	2,3	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
32	1,6	2,0	2,3	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7

1.2 Определение минимальной глубины анкеровки

Для арматуры, воспринимающей растяжение

$$l_{b,min} = 1,5 \times \max (0,3l_{b,rqd}; 10d_s; 100 \text{ mm})$$

Для арматуры, работающей на сжатие

$$l_{b,min} = 1,5 \times \max (0,6l_{b,rqd}; 10d_s; 100 \text{ mm})$$

табл. 3.7.6

Минимальная и максимальная глубины анкеровки $l_{b,min}$, $l_{b,max}$ *		
Арматура A500C d_s , мм	$l_{b,min}$	$l_{b,max}$
8	170	400
10	213	500
12	255	600
14	298	700
16	340	800
20	425	1000
25	532	1000
28	595	1000
32	681	1000

* Разрушение по стали

1.3 Значение вырывной нагрузки на арматуру N_{sd} в зависимости от глубины анкеровки

табл. 3.7.7

Диаметр арматуры d_s , мм	$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1,0$		$\alpha_2 = 0,7, \alpha_1 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1,0$	
	Расчетная глубина анкеровки l_{bd} , мм	N_{sd} , кН	Расчетная глубина анкеровки l_{bd} , мм	N_{sd} , кН
8	170*	9,83	170*	14,05
	220	12,72	190	15,69
	270	15,61	210	17,34
	320	18,50	240	19,82
	378	21,85	265	21,85
10	213*	15,37	213*	21,95
	270	19,51	240	24,77
	340	24,57	270	27,87
	400	28,90	300	30,97
	473	34,15	331	34,15
12	255*	22,13	255*	31,61
	330	28,61	290	35,92
	410	35,55	320	39,64
	480	41,62	360	44,59
	567	49,17	397	49,17
14	298*	30,12	298*	43,03
	380	38,44	330	47,69
	470	47,54	380	54,92
	570	57,66	420	60,70
	662	66,93	463	66,93
16	340*	39,34	340*	56,20
	440	50,87	380	62,76
	540	62,43	430	71,02
	650	75,15	480	79,28
	756	87,42	529	87,42
20	425*	61,47	425*	87,81
	550	79,48	480	99,09
	680	98,27	540	111,48
	810	117,06	600	123,87
	945	136,59	662	136,59
25	532*	96,04	532*	137,20
	640	115,61	600	154,84
	760	137,29	670	172,90
	880	158,96	750	193,54
	1000	180,64	827	213,42
28	595*	120,47	595*	172,10
	690	139,60	670	193,65
	790	159,83	760	219,66
	890	180,06	840	242,78
	1000	202,32	926	267,72
32	681*	157,35	681*	224,79
	760	175,73	760	251,04
	840	194,23	840	277,47
	920	212,72	920	303,89
	1000	231,22	1000	330,32

* Значения соответствуют минимальной глубине анкеровки $l_{b,min}$

3.7

2. Расчет глубины анкеровки для соединения внахлест

$$l_0 = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \alpha_4 \times \alpha_5 \times \alpha_6 \times l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$ – коэффициенты (табл. 3.7.8)

l_0 – расчетная глубина анкеровки для соединения внахлест, мм

$l_{0,min}$ – минимальная глубина анкеровки для соединения внахлест, мм

$l_{b,rqd}$ – базовая глубина анкеровки, мм (см. раздел 1.1)

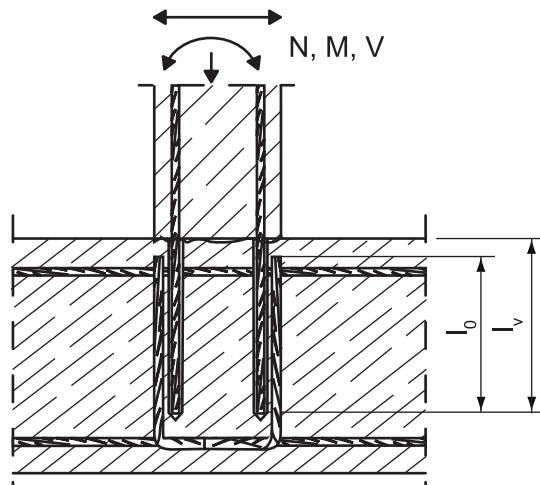
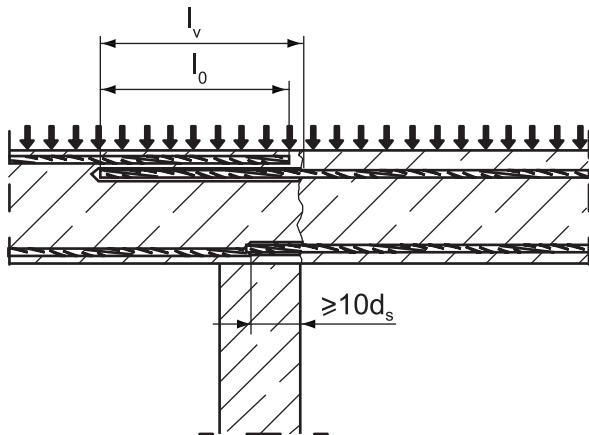


табл. 3.7.8

Коэффициенты $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$		
α_1	коэффициент формы прутков	$\alpha_1 = 1$ для прямых прутков
α_2	коэффициент, учитывающий осевые и краевые расстояния	$0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,0; \alpha_2 = 1 - 0,15(C_d - d_s)/d_s$, где $C_d = \min(C_1; C_2; a/2)$ (см. рис. 1); если $\alpha_2 < 0,7$; то принимается 0,7
α_3	коэффициент поперечной арматуры без приварки к основной арматуре	$\alpha_3 = 1$, поскольку нет поперечной арматуры
α_4	коэффициент приваренной поперечной арматуры	$\alpha_4 = 1$, поскольку нет поперечной арматуры
α_5	коэффициент учитывающий влияния поперечного давления на арматуру	$\alpha_5 = 1$, поскольку нет поперечной арматуры
α_6	коэффициент перекрытия арматуры	$\alpha_6 = (\rho_1/25)^{0.5} \leq 1,5\rho_1$, где ρ_1 – процентное отношение перекрытия арматуры (см. табл. 3.7.9)

табл. 3.7.9

Процент перекрытия стержней по общей площади поперечного сечения ρ_1	< 25%	33%	50%	> 50%
α_6	1,0	1,15	1,4	1,5

2.1 Определение минимальной глубины анкеровки для соединения внахлест

$$l_{b,min} = 1,5 \times \max(0,3 \times \alpha_6 \times l_{b,rqd}; 15d_s; 200 \text{ mm})$$

табл. 3.7.10

Минимальная и максимальная глубины анкеровки $l_{b,min}, l_{max}$ * для соединения внахлест		
Арматура A500C $d_s, \text{мм}$	$l_{b,min}$	l_{max}
8	300	400
10	300	500
12	300	600
14	315	700
16	360	800
20	450	1000
25	563	1000
28	630	1000
32	720	1000

* Разрушение по стали, $\alpha_6 = 1,0$

2.2 Значение вырывной нагрузки на арматуру N_{sd} в зависимости от глубины анкеровки внахлест

табл. 3.7.11

Диаметр арматуры d_s , мм	$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = 1,0$		$\alpha_2 = 0,7, \alpha_1 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_6 = 1,0$	
	Расчетная глубина анкеровки для соединения внахлест l_0 , мм	N_{sd} , кН	Расчетная глубина анкеровки для соединения внахлест l_0 , мм	N_{sd} , кН
8	300*	17,34	300*	21,85
	310	17,92	300	21,85
	330	19,08	300	21,85
	350	20,23	300	21,85
	378	21,85	300	21,85
10	300*	21,68	300*	30,97
	340	24,57	300	30,97
	380	27,46	310	32,00
	420	30,35	320	33,03
	473	34,15	331	34,15
12	300*	26,01	300*	37,16
	360	31,21	320	39,64
	430	37,28	340	42,12
	500	43,35	370	45,83
	567	49,17	397	49,17
14	315*	31,87	315*	45,52
	400	40,46	350	50,58
	480	48,56	380	54,92
	570	57,66	420	60,70
	662	66,93	463	66,93
16	360*	41,62	360*	59,46
	450	52,02	400	66,06
	550	63,59	440	72,67
	650	75,15	480	79,28
	756	87,42	529	87,42
20	450*	65,03	450*	92,90
	570	82,37	500	103,22
	690	99,71	550	113,55
	820	118,50	600	123,87
	945	136,59	662	136,59
25	563*	101,61	563*	145,16
	670	121,03	620	160,00
	780	140,90	690	178,06
	890	160,77	760	196,13
	1000	180,64	827	213,42
28	630*	113,80	630*	182,09
	720	130,06	700	202,32
	810	146,32	770	222,55
	900	162,58	850	245,67
	1000	180,64	926	267,72
32	720*	166,48	720*	237,83
	790	182,66	790	260,95
	860	198,85	860	284,07
	930	215,04	930	307,19
	1000	231,22	1000	330,32

* Значения соответствуют минимальной глубине анкеровки $l_{0,min}$

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Дано:

Сжатый бетон С20/25,

Вырывающаяся нагрузка на арматурный пруток $N_{sd} = 90$ кН,

Краевые расстояния $C_1 = 80$ мм, $C_2 = 100$ мм (см. рис. 1),

Расстояние между существующим и вклеиваемым арматурными прутками $a = 120$ мм,

Процент перекрытия стержней по общей площади поперечного сечения $\rho_1 = 50\%$,

Арматурный пруток $d_s = 16$ мм

Определить величину расчетной глубины анкеровки для соединения внахлест l_0

Решение:

1. Расчетная глубина анкеровки для соединения внахлест

$$l_0 = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \alpha_4 \times \alpha_5 \times \alpha_6 \times l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$$

2. Базовая глубина анкеровки

$$l_{b,rqd} = \frac{d_s}{4} \times \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}, \text{ где } f_{bd} = 2,3 \text{ (см. табл. 3.7.5),}$$

$$\sigma_{sd} = N_{sd}/A_s$$

$$A_s = 3,14 \times 8^2 = 200,96 \text{ мм}^2, \sigma_{sd} = 90000 \text{ Н}/200,96 \text{ мм}^2 = 447,85 \text{ Н}/\text{мм}^2,$$

$$l_{b,rqd} = (16/4) \times (447,85/2,3) = 778,86 \text{ мм},$$

$$\alpha_1 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 \text{ (см. табл. 3.7.8),}$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \times (C_d - d_s)/d_s, C_d = \min (C_1; C_1; \frac{a}{2})$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \times (60 - 16)/16 = 0,587$$

Согласно условию $0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,0$ принимаем $\alpha_2 = 0,7$,

$$\alpha_6 = 1,4 \text{ (см. табл. 3.7.9),}$$

$$l_0 = 1 \times 0,7 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,4 \times 778,86 = 763,28$$

3. Максимальная глубина анкеровки при соединении внахлест

$$l_{0,min} = 1,5 \times \max (0,3 \times \alpha_6 \times l_{b,rqd}; 15d_s; 200 \text{ мм})$$

$$l_{0,min} = 1,5 \times 0,3 \times 1,4 \times 778,86 = 490,68 \text{ мм}$$

Проверка:

$$l_{0,min} \leq l_0 < l_{max}$$

$490,68 \leq 778,86 < 800$ (см. табл. 3.7.10) – условие выполняется.

Расчетная глубина анкеровки для соединения внахлест $l_0 = 762,38$ мм

3.7



ФАСАДНЫЕ АНКЕРНЫЕ ДЮБЕЛИ

4.1 EFA — ФАСАДНЫЕ АНКЕРНЫЕ ДЮБЕЛИ



EFA-F, EFA-FH, EFA-FC, EFA-FCH, EFA-F A4



EFA-S, EFA-SH, EFA-SC, EFA-SCH



НАЗНАЧЕНИЕ

Для монтажа кронштейнов навесных фасадных систем (НФС) и наружных блоков кондиционеров в бетон класса С12/15 – С25/30, полнотелый и щелевой кирпич, ячеистый бетон и в другие строительные материалы.

СВОЙСТВА

- Имеют техническое свидетельство Минрегиона Украины
- Имеют Европейский Технический Допуск
- Анкеры EFA-FC, EFA-SC, EFA-SCH успешно прошли испытания на сейсмостойкость в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, допущены для крепления НФС массой до 110 кг/м² (Технический отчет по договору №1160/24-45-12/ск)
- EFA-F, EFA-FC – универсальные нейлоновые фасадные дюбели для сквозного монтажа
- EFA-S, EFA-SC – универсальные нейлоновые фасадные дюбели для предварительного и сквозного монтажа
- Распорный элемент EFA-F, EFA-S изготовлен из углеродистой стали, имеет специальную конусообразную резьбу «ELCON» и соответствует классу прочности 6.8
- Распорный элемент EFA-FC, EFA-SC изготовлен из углеродистой стали, имеет специальную конусообразную резьбу «ELCON» и соответствует классу прочности 8.8
- Распорный элемент EFA-FH, EFA-SH, EFA-FCH, EFA-SCH имеет специальное антикоррозионное покрытие elementa HARP. Срок службы для применения в среднеагрессивной среде, влажном режиме не менее 50-ти лет
- Распорный элемент EFA-F A4 изготовлен из нержавеющей стали A4 AISI 316, аналогичной 10X17H13M2T, используется в агрессивных средах
- Распорный элемент EFA-F, EFA-FC, EFA-S, EFA-SC имеет гальваническое покрытие цинком не менее 10 мкм
- Удерживает нагрузку силой трения в полнотелых материалах (анкеровка трением)
- Удерживает нагрузку в пустотелых материалах за счет упора распорных ламелей (анкеровка формой)
- EFA-SH применяется при монтаже кронштейнов НВФ, в том числе, с отверстиями диаметром 8 мм, например НФС «OLMA»
- Широкий бурт в EFA-F, EFA-FC предотвращает возникновение гальванопары
- Распорный элемент с шестиугольной головкой и прессшайбой имеет шлиц Torx 40
- Втулка изготовлена из полиамида высокой очистки – Р6
- Защита от проворачивания в отверстии при монтаже

где d_0 – диаметр бура, мм

h_{ef} – эффективная глубина анкеровки, мм

t_{fix} – максимальная толщина прикрепляемой детали, мм

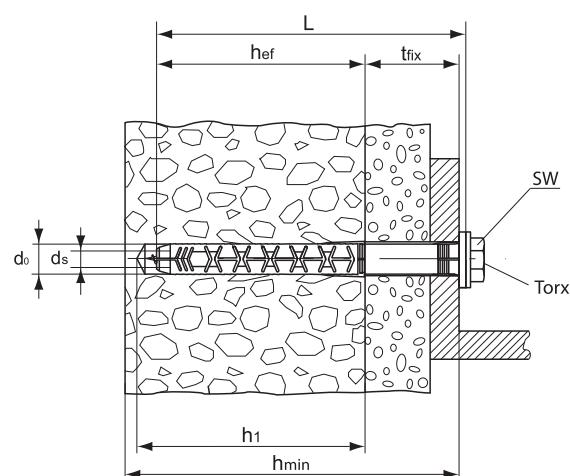
h_1 – минимальная глубина сверления (для сквозного монтажа), мм

h_{min} – минимальная толщина материала, мм

L – полная длина анкера, мм

d_s – диаметр шурупа, мм

SW – размер под ключ



МАТЕРИАЛ
табл. 4.1.1

EFA-F, EFA-S		
Элемент	Материал	Покрытие (коррозионностойкая сталь)
Распорный элемент	Класс стали 6.8	ISO 4042, гальваническое покрытие толщиной $\geq 5\text{мкм}$
Распорный элемент	Нержавеющая сталь A4 (1.4401, 1.4404)	EN 10088/3
Распорная гильза	Pa6 ISO 1874/1	
EFA-FH, EFA-SH		
Распорный элемент	Класс стали 6.8	Специальное термодиффузионное покрытие HARP
Распорная гильза	Pa6 ISO 1874/1	
EFA-FCH, EFA-SCH		
Распорный элемент	Класс стали 8.8	Специальное термодиффузионное покрытие HARP
Распорная гильза	Pa6 ISO 1874/1	

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ EFA-FH ПОКРЫТИЕ HARP
табл. 4.1.2

Обозначение	Артикул	Упаковка, шт.	Диаметр бура d_o , мм	Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	Длина дюбеля L, мм	Макс. толщина прикрепляемой детали t_{fix} , мм	Распорный элемент $d_s \times l_s$, мм
EFA10x85 FH	200421	50	10	85	85	15	7,0x90
EFA10x100 FH	200423	50	10	85	100	30	7,0x105
EFA10x115 FH	200425	50	10	85	115	45	7,0x120
EFA10x135 FH	200427	50	10	85	135	65	7,0x140
EFA10x160 FH	200429	50	10	85	160	90	7,0x160
EFA10x185 FH	200431	50	10	85	185	115	7,0x190
EFA10x200 FH	200433	50	10	85	200	130	7,0x205
EFA10x230 FH	200435	50	10	85	230	160	7,0x235

4.1
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ EFA-SH ПОКРЫТИЕ HARP
табл. 4.1.3

Обозначение	Артикул	Упаковка, шт.	Диаметр бура d_o , мм	Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	Длина дюбеля L, мм	Макс. толщина прикрепляемой детали t_{fix} , мм	Распорный элемент $d_s \times l_s$, мм
EFA10x85 SH	200451	50	10	85	85	15	7,0x90
EFA10x100 SH	200453	50	10	85	100	30	7,0x105
EFA10x115 SH	200455	50	10	85	115	45	7,0x120
EFA10x135 SH	200457	50	10	85	135	65	7,0x140
EFA10x160 SH	200459	50	10	85	160	90	7,0x160
EFA10x185 SH	200461	50	10	85	185	115	7,0x190
EFA10x200 SH	200463	50	10	85	200	130	7,0x205
EFA10x230 SH	200465	50	10	85	230	160	7,0x235

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ EFA-F ОЦИНКОВАННАЯ СТАЛЬ
табл. 4.1.4

Обозначение	Артикул	Упаковка, шт.	Диаметр бура d_o , мм	Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	Длина дюбеля L , мм	Макс. толщина прикрепляемой детали t_{hx} , мм	Распорный элемент $d_s \times l_s$, мм
EFA10x85 F	200401	50	10	85	85	15	7,0x90
EFA10x100 F	200403	50	10	85	100	30	7,0x105
EFA10x115 F	200405	50	10	85	115	45	7,0x120
EFA10x135 F	200407	50	10	85	135	65	7,0x140
EFA10x160 F	200409	50	10	85	160	90	7,0x165
EFA10x185 F	200411	50	10	85	185	115	7,0x190
EFA10x200F	200413	50	10	85	200	130	7,0x205
EFA10x230 F	200415	50	10	85	230	160	7,0x235

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ EFA-F A4 НЕРЖАВЕЮЩАЯ СТАЛЬ A4
табл. 4.1.5

Обозначение	Артикул	Упаковка, шт.	Диаметр бура d_o , мм	Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	Длина дюбеля L , мм	Макс. толщина прикрепляемой детали t_{hx} , мм	Распорный элемент $d_s \times l_s$, мм
EFA10x85 F	200481	50	10	85	85	15	7,0x90
EFA10x100 F	200483	50	10	85	100	30	7,0x105
EFA10x115 F	200485	50	10	85	115	45	7,0x120
EFA10x135 F	200487	50	10	85	135	65	7,0x140
EFA10x160 F	200489	50	10	85	160	90	7,0x165
EFA10x185 F	200491	50	10	85	185	115	7,0x190
EFA10x200F	200493	50	10	85	200	130	7,0x205
EFA10x230 F	200495	50	10	85	230	160	7,0x235

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ EFA-FCH, EFA-FC
табл. 4.1.6

Обозначение	Артикул, EFA-FCH покрытие HARP	Артикул, EFA-FC оцинкованная сталь	Упаковка, шт.	Диаметр бура d_o , мм	Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	Длина дюбеля L , мм	Макс. толщина прикрепляемой детали t_{hx} , мм	Распорный элемент $d_s \times l_s$, мм
EFA10x60FCH	200309	200339	50	10	65	60	10	7,0x65
EFA10x85FCH	200311	200341	50	10	85	85	15	7,0x90
EFA10x100 FCH	200313	200343	50	10	85	100	30	7,0x105
EFA10x115 FCH	200315	200345	50	10	85	115	45	7,0x120
EFA10x135 FCH	200317	200347	50	10	85	135	65	7,0x140
EFA10x160 FCH	200319	200349	50	10	85	160	90	7,0x165
EFA10x185 FCH	200321	200351	50	10	85	185	115	7,0x190
EFA10x200 FCH	200323	200353	50	10	85	200	130	7,0x205
EFA10x230 FCH	200325	200355	50	10	85	230	200	7,0x235

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ

табл. 4.1.7

Наименование	Параметр							
	Диаметр бура d_b , мм	Минимальная глубина отверстия h_1 , мм	Эффективная глубина анкеровки h_{ef} , мм	Минимальная толщина базового основания h_{min} , мм	Насадка	Рекомен- дованный момент затяжки T_{inst} , Нм	Минимальное осевое расстояние C_{min} , мм	Минимальное краевое расстояние S_{min} , мм
EFA 10	10	85	70	100	SW13/T40	-	80	80

ДОПУСКАЕМЫЕ ВЫРЫВАЮЩИЕ НАГРУЗКИ N_{rec}^* НА ОДИНОЧНЫЙ ФАСАДНЫЙ АНКЕРНЫЙ ДЮБЕЛЬ EFA-F, EFA-S, EFA-FH, EFA-SH, EFA-F A4

табл. 4.1.8

Параметр	Допускаемая вырывающая нагрузка N_{rec} , кН
Бетон > С12/15	1,93
Бетон С20/25	3,0
Полнотелый глиняный кирпич, не менее 12,5МПа	2,4
Полнотелый силикатный кирпич, не менее 12,5МПа	2,1
Щелевой глиняный кирпич, не менее 15МПа	1,0
Керамзитобетонный блок, не менее 12,5МПа	1,3
Блок из ячеистого бетона В5; D600	0,9

ДОПУСКАЕМЫЕ ВЫРЫВАЮЩИЕ НАГРУЗКИ V_{rec}^* НА ОДИНОЧНЫЙ ФАСАДНЫЙ АНКЕРНЫЙ ДЮБЕЛЬ EFA-FCH, EFA-FC

табл. 4.1.9

Параметр	Допускаемая вырывающая нагрузка N_{rec} , кН
Бетон > С12/15	2,4
Бетон С20/25	4,0
Полнотелый глиняный кирпич, не менее 12,5МПа	2,5
Полнотелый силикатный кирпич, не менее 12,5МПа	2,5
Щелевой глиняный кирпич, не менее 15МПа	1,2
Керамзитобетонный блок, не менее 12,5МПа	1,3
Блок из ячеистого бетона В5; D600	1,2

* $N_{rec} = N_{Rd}/\gamma_f$, $V_{rec} = V_{Rd}/\gamma_f$, $\gamma_f = 1,4$ – коэффициент запаса прочности воздействия, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между анкерами.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ РАСЧЕТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Дано:

Значения разрушающих нагрузок, полученных в результате натурных испытаний фасадного анкерного дюбеля в газосиликатных блоках В3,5; D600 (см. табл. 4.1.10).

табл. 4.1.10

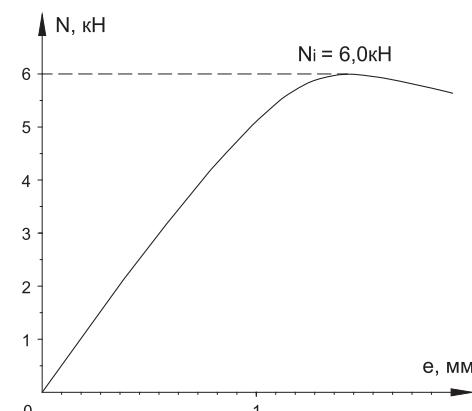
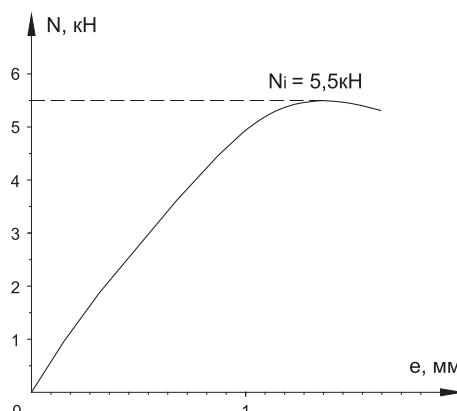
N_{rec}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
N_i	5,5	6,0	5,7	5,5	5,9	6,0	5,6	5,5	5,9	5,7	5,5	5,9	5,6	6,0	5,8

Определить:

R – расчетное сопротивление анкерного крепления

Решение:

Согласно методике «Крепления анкерные. Метод определения несущей способности анкеров» по полученным значениям строим графики зависимости нагрузки от перемещения:



Вычисляем:

1. Среднеарифметическое результатов:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{n} = \frac{86,1}{15} = 5,74 \text{ кН}$$

2. Среднеквадратическое отклонение:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_i - N)^2}{n - 1}} = 0,199$$

3. Коэффициент вариации:

$$v = \frac{s}{N} \times 100 = \frac{0,199}{5,74} \times 100 = 3,5\%$$

4. Проверка правильности исключения единичных результатов:

$$N_{cp} - 3S \leq N_i \leq N_{cp} + 3S$$

$$5,74 - 3 \times 0,199 \leq N_i \leq 5,74 + 3 \times 0,199,$$

5,142 $\leq N_i \leq$ 6,338 \Rightarrow значения N_i не выпадают из диапазона. Проверка выполнена, перерасчет данных не требуется.

5. Расчетное сопротивление анкерного крепления:

$$R = \frac{N(1 - tv)}{m},$$

где t – коэффициент, соответствующий нижней границе несущей способности анкера с обеспеченностью 0,95 при достоверности 90%, для $n = 15$, $t = 2,329$ (см. раздел 1.1);
 m – коэффициент надежности по материалу.

Для фасадных и тарельчатых дюбелей $m = 5$.

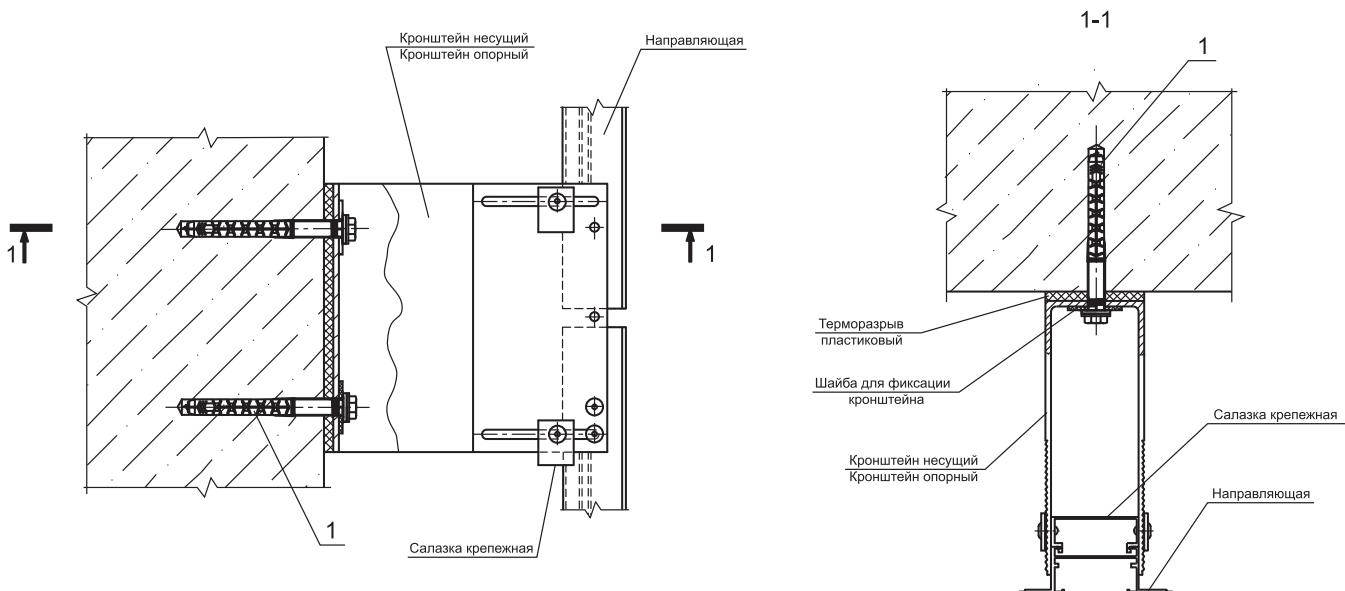
$$R = 5,74 \times (1 - 2,329 \times 0,035)/5 = 1,055 \text{ кН}$$

Вывод:

За расчетное проектное значение нагрузки в газосиликатном блоке В3,5; D600 для анкера EFA 10x100 FH принимается значение равное 1,055 кН.

4.1

КРЕПЛЕНИЕ КРОНШТЕЙНА НФС К ФАСАДУ ЗДАНИЯ



Поз.	Наименование	Шт.	Артикул
1	Фасадный анкер elementa EFA 10x100FH	2	200423

5. ПРИЛОЖЕНИЯ

прил. 5.1

Марка изделий	Пределы прочности при сжатии и изгибе керамического кирпича (ДСТУ Б В.2.7-61-97)									
	Предел прочности, МПа									
	При сжатии					При изгибе				
	Одинарных, «евро» и утолщенных кирпичей, камней		Крупноформатных камней		Одинарных, «евро» и утолщенных кирпичей		Одинарных и «евро» и пустотелых кирпичей		Утолщенных пустотелых кирпичей	
	Средний для пяти образцов	Наименьший для отдельного образца	Средний для пяти образцов	Наименьший для отдельного образца	Средний для пяти образцов	Наименьший для отдельного образца	Средний для пяти образцов	Наименьший для отдельного образца	Средний для пяти образцов	Наименьший для отдельного образца
M300	30	25	30	25	4,4	2,2	3,4	1,7	2,9	1,5
M250	25	20	25	20	3,9	2	2,9	1,5	2,5	1,3
M200	20	17,5	20	17,5	3,4	1,7	2,5	1,3	2,3	1,1
M175	17,5	15	17,5	15	3,1	1,5	2,3	1,1	2,1	1
M150	15	12,5	15	12,5	2,8	1,4	2,1	1	1,8	0,9
M125	12,5	10	12,5	10	2,5	1,2	1,9	0,9	1,6	0,8
M100	10	7,5	10	7,5	2,2	1,1	1,6	0,8	1,4	0,7
M75	-	-	7,5	5	-	-	-	-	-	-
M50	-	-	5	3,5	-	-	-	-	-	-
M35	-	-	3,5	2,5	-	-	-	-	-	-
Для кирпича и камней с горизонтальным расположением пустот										
M100	10	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-
M75	7,5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
M50	5	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
M35	3,5	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-
M25	2,5	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-

5

прил. 5.2

Класс арматурной стали	Прочностные характеристики арматурной стали (ГОСТ 5781-82)				
	Предел текучести σ_y		Временное сопротивление разрыву σ_b		
	Н/мм ²	кгс/мм ²	Н/мм ²	кгс/мм ²	Диаметр профиля, мм
A-I (A240)	235	24	373	38	6-40
A-II (A300)	295	30	490	50	10-80
Ac-II (Ac300)	295	30	441	45	10-32
A-III (A400)	390	40	590	60	6-40
A500C (ГОСТ 52544-2006)	500	51	600	61	6-40
A-IV (A600)	590	60	883	90	10-32
A-V (A800)	785	80	1030	105	10-32
A-VI (A1000)	980	100	1230	125	10-22

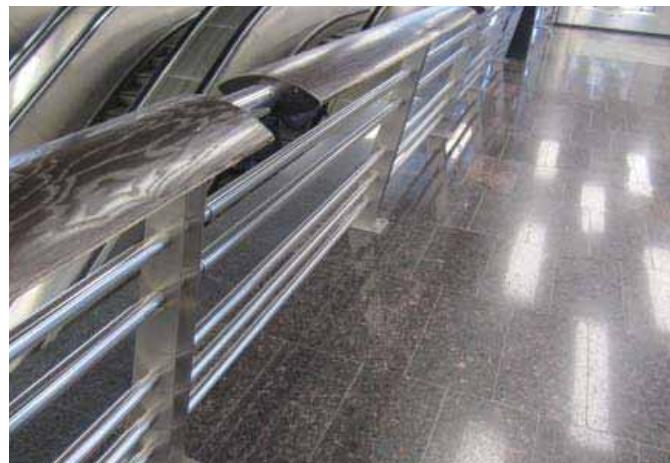
Сортамент арматуры (ГОСТ 5781-82)		
Номер профиля (номинальный диаметр стержня d_s)	Площадь поперечного сечения стержня, см^2	Масса 1 м профиля
		Теоретическая, кг
6	0,283	0,222
8	0,503	0,395
10	0,785	0,617
12	1,131	0,888
14	1,540	1,210
16	2,010	1,580
18	2,540	2,000
20	3,140	2,470
22	3,800	2,980
25	4,910	3,850
28	6,160	4,830
32	8,010	6,310
36	10,180	7,990
40	12,570	9,870
45	15,000	12,480
50	19,630	15,410
55	23,760	18,650
60	28,270	22,190
70	38,480	30,210
80	50,270	39,460

Механические и физические свойства	Механические свойства углеродистых и нержавеющих сталей (ДСТУ ISO 898-1:2003)												Нержавеющие стали			
	Углеродистые стали. Класс прочности											Нержавеющие стали				
	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.6	8.8	9.8	10.9	12.9	A2-50, A4-50	A2-70, A4-70	A2-80, A4-80	AISI 304 (min)	AISI 316 (min)	A5 (EN 1.4529)
Предел прочности на растяжение R_u , МПа	400	400	500	500	600	800	800	900	1000	1200	500	700	800	505	515	650-850
Предел текучести R_s , МПа	240	320	300	400	480	480	640	720	900	1080	210	450	600	215	205	600

прил. 5.5

Соотношение между классами и марками бетона. Коэффициенты влияния прочности бетона.

Стандарт ENV 206			ГОСТ 26633-12 (26633-91)			
Класс бетона	Прочность на сжатие (куб), кг/см ²	Коэффициент влияния прочности бетона f_v	Класс бетона	Средняя прочность на сжатие (куб), кг/см ²	Марка бетона	Коэффициент влияния прочности бетона
-	-	-	B60	785,8	M800	1,77
-	-	-	B55	720,3	M700	1,70
C50/60	600	1,55	B50	654,8	M700	1,62
C45/55	550	1,48	B45	589,3	M600	1,54
C40/50	500	1,41	B40	523,8	M500	1,45
C35/45	450	1,34	B35	458,4	M450	1,35
-	-	-	B30	392,9	M400	1,25
C30/37	370	1,22	B27,5	360,1	M350	1,20
-	-	-	B25	327,4	M350	1,14
C25/30	300	1,10	B22,5	294,6	M300	1,09
C20/25	250	1,00	B20	261,9	M250	1,02
C15/20	200	0,89	B15	196,4	M200	0,89
-	-	-	B12,5	163,7	M150	0,72
-	-	-	B10	130,9	M100	0,63
-	-	-	B7,5	98,2	M100	0,51





5





Если в данном справочнике не указаны какие-либо интересующие Вас данные
обращайтесь в технический отдел нашей компании.
(044) 239-16-67

Разработано
ООО «Элементарная Механика»,
2017 г.
04073 г. Киев,
ул. Куреневская, д. 18
т.ф. +380 (44) 239-16-67



www.elementa.com.ua