

Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

5.1 Типы



Инъекционный состав FIS V 360 S и FIS VS 360 S



Инъекционный состав FIS V 950 S и FIS VS 950 S



Статический смеситель FIS S

5

Описание

Инъекционный состав fischer FIS V является не содержащим стирол гибридным раствором, который состоит из органического связующего вещества (винилэстер) и минерального связующего материала (цемент). Оба компонента тщательно перемешиваются друг с другом внутри статического смесителя FIS S.

Преимущества по сравнению с синтетическими составами

- Высокая температурная стойкость по сравнению с эпоксидными, полиэфировыми и винилэфировыми полимерными смолами.
- Повышенная химическая стойкость.
- Уменьшенная усадка.
- Пониженная чувствительность к степени очистки отверстия.
- Полимерная смола имеет щелочные свойства, что обеспечивает повышенную стойкость к коррозии.
- Повышенная и более стабильная несущая способность.

Преимущества по сравнению с минеральными растворами

- Более короткое время отверждения.
- Простая установка благодаря упаковке в специальные картриджи.

Установка арматурных связок с помощью инъекционного состава FIS V

5.2 Применение

Удлинение консольных плит и ремонт краев плит.

Изогнутая арматура может быть легко установлена с помощью раствора FIS V.

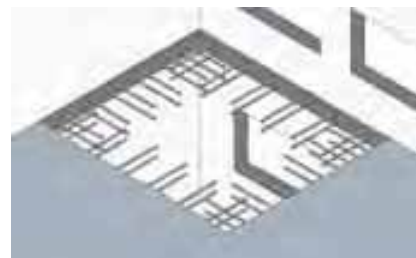
Начальные прутки для удлинения бетонных стен

Установка начальных прутков для закрытия проемов

Анкерные системы для крепления лестничных пролетов

Подсоединение консольных плит к краю бетонного пола с использованием присоединенной внахлест арматуры.

Начальные прутки для бетонных колонн



5

Установка арматурных связок с помощью инъекционного состава FIS V

5.3 Характеристики и преимущества

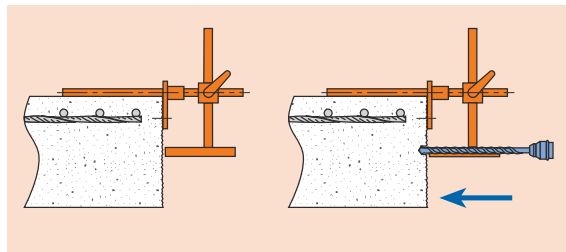
- Сокращение времени и стоимости работ по сравнению с традиционным пробиванием бетона и возможность эффективного использования бетонных элементов.
- Последовательное и гибкое планирование позволяет легко варьировать способы применения и довольно просто выполнять удлинение элементов зданий.
- Установленные параметры в соответствии с документами об испытаниях и допусках.
- Проектирование в соответствии с EC2 аналогично замоноличенным арматурным пруткам.
- Полимерная смола имеет щелочные свойства, что обеспечивает повышенную коррозионную стойкость.

5.4 Установка

- Процесс сверления отверстия

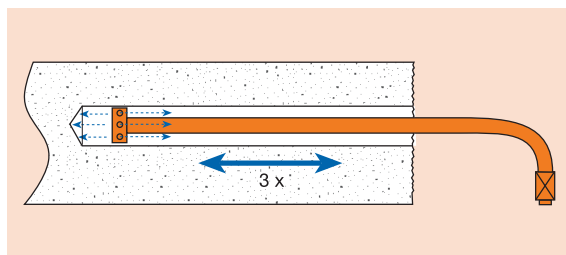
Расположение точек сверления отверстий должны быть определены инженером-проектировщиком.

Для обеспечения точной параллельности относительно существующей поверхности при сверлении отверстий предлагается приспособление fischer, которое гарантирует, что величины отклонения не превышает 2 %.

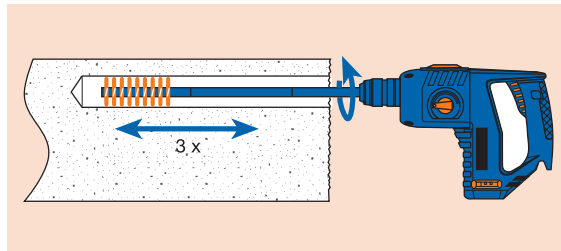


- Продувка просверленного отверстия

Просверленное отверстие должно быть продуту 3 раза от дна отверстия сжатым воздухом с помощью пневматического пистолета fischer (сжатый воздух под давлением ≥ 6 бар, без примеси масла).

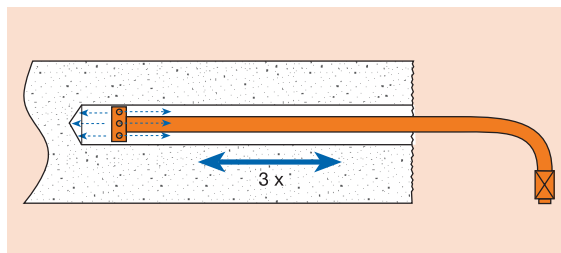


- Очистка щеткой просверленного отверстия. Просверленное отверстие должно быть 3 раза прочищено специальной проволочной щеткой fischer из нержавеющей стали.



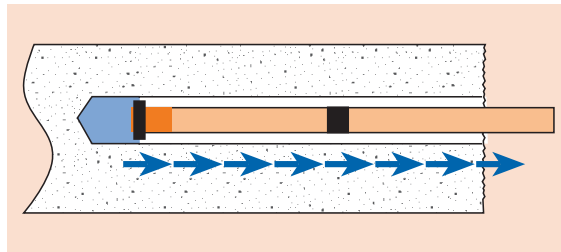
- Повторная продувка просверленного отверстия

Просверленное отверстие должно быть продуту еще 3 раза от дна отверстия сжатым воздухом с помощью пневматического пистолета fischer (сжатый воздух под давлением ≥ 6 бар, без примеси масла).



- Инъекция гибридного раствора FIS V. Просверленное отверстие заполняется раствором FIS V, начиная со дна.

Приспособление для впрыскивания компании Fischer присоединяется к концу удлинительного сопла. При этом создается противодействие во избежание образования любых пузырьков воздуха.

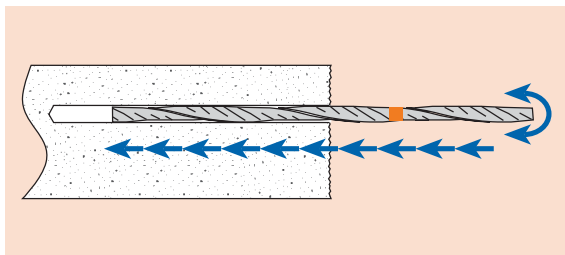


- Вставка арматурного стержня

Арматурный стержень вставляется в отверстие с приложением большого усилия одновременно с поворотом вокруг оси прутка. После затвердевания раствора к арматурному стержню может быть приложена нагрузка.

5

Установка арматурных связок с помощью инъекционного состава FIS V



Для обеспечения оптимальной установки арматурных стержней компания Fischer предлагает полный набор инструментов.

- Системный набор инструментов

...содержит все необходимые приспособления для выполнения правильной установки.

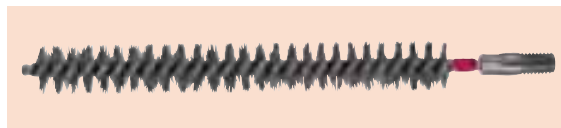
В наборе инструментов содержатся следующие приспособления: направляющее устройство для сверления, удлинители для стальных щеток, выпрессовочное инъекционное приспособление, трубка для очистки отверстий продувкой, стальные щетки и другие полезные инструменты. В наборе также имеются инструкции по монтажу и контрольный список документов, относящихся к процессу установки.



- Направляющее устройство для сверления ... является частью системного набора. Оно является вспомогательным приспособлением и используется для того, чтобы обеспечить минимальные отклонения от требуемого положения и направления сверления (см. первый рисунок в инструкции по установке).

- Щетки

... обеспечивают соответствующую очистку стенок отверстий. Использование проволочных щеток из нержавеющей стали, гарантирует полное удаление пыли, возникающей в результате сверления.



- Инъекционные пистолеты гарантируют выдавливание состава без приложения значительных усилий (т.е. без заметной утомляемости рабочего). Для выполнения небольших работ предлагается ручной пистолет, а для профессионального выполнения больших объемов работ используется пневматический пистолет.



- Вспомогательное инъекционное устройство ... облегчает заполнение отверстий без образования воздушных пузырьков. Устройство присоединяется к концу удлинительного сопла. Применение этого приспособления позволяет легко почувствовать противодавление.



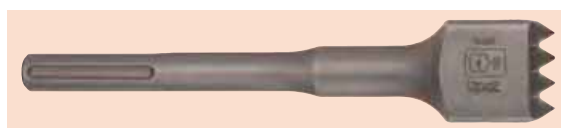
- Удлинительный шланг FIS

... позволяет подавать гибридный раствор к основанию просверленного отверстия



- Специальное зубило по камню

... используется для того, чтобы удалить насыщенную углекислотой внешнюю поверхность бетона и обнажить основной материал, дабы обеспечить хорошее поверхностное сцепление бетона, что необходимо для передачи поперечных нагрузок.



5

Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

Таблица 5.1:
Время схватывания

Температура бетона	Время схватывания [мин.]	
	FIS V	FIS VS
+ 5 °С	9	-
+ 10 °С	6	18
+ 15 °С	4	12
+ 20 °С	3	9
+ 25 °С	2.5	7
+ 40 °С*)	2*)	4

*) При температурах воздуха выше 30°С - 40°С картриджи должны быть охлаждены до температуры 15°С - 20°С (в соуде с холодной водой или в холодильнике).

Таблица 5.2:
Время отверждения

Температура бетона	Время схватывания [мин.]	
	FIS V	FIS VS
- 5 °С	360	-
0 °С	180	360
+ 5 °С	90	180
+ 10 °С	80	120
+ 15 °С	60	90
+ 20 °С	50	60
+ 25 °С	40	45
+ 30 °С	35	35
+ 40 °С	25	25

Требуемый объем состава

$$V_{\text{FIS V}} = \frac{\rho}{4} \cdot \left(d_0^2 - d_s^2 \right) \cdot l_v = k \cdot l_v$$

где:

$V_{\text{FIS V}}$ = объем состава [мл],

l_v = глубина анкерного крепления [см],

d_0 = диаметр сверла [мм],

d_s = диаметр арматурного прутка [мм].

Таблица 5.3:
Коэффициент k для вычисления объема состава $V_{\text{FIS V}}$

Диаметр арматурного прутка [мм]	8	10	12	14	16	20	25	28	32
Диаметр сверла d [мм]	12	14	16	18	20	25	30	35	40
Коэффициент k для требуемого объема состава [мл/см]	0.63	0.75	0.88	1.01	1.13	1.77	2.16	3.46	4.52

Пример:

Арматурный пруток диаметром $d_s = 20$ мм должен быть установлен на глубину 850 мм. Требуемый объем химического состава равен:
 $V_{\text{FIS V}} = k \cdot l_v = 1.77 \text{ мл/см} \cdot 85 \text{ см}$
 $= 150.45 \text{ мл}$

5.5. Расчет

5.5.1 Основные положения

Для определения устанавливаемых арматурных связей, работающих на растяжение, имеются два метода расчета:

- Расчет для случая неармированного бетона (теория анкеров).

Нагрузки передаются в бетон за счет прочности связей на растяжение. Возможными типами разрушения являются разрыв бетона, вытаскивание анкера из просверленного отверстия и разрушение стали. Проектирование может быть выполнено в соответствии с методом СС (см. приложение А).

- Расчет для случая армированного бетона.

Нагрузка передается в имеющуюся арматуру через работающие на сжатие элементы. Расчет выполняется аналогично расчету заливаемых бетоном арматурных стержней. В последующих разделах данного руководства по расчетам речь будет идти исключительно о расчете армированного бетона на основе метода EC2.

Формулы и правила конструирования основаны на предположении, что передача нагрузок, например, к опорам, соответствует требованиям норм для армированного бетона. Также должны соблюдаться национальные нормы, если они имеются.

Результаты, полученные в ходе выполнения широкой серии испытаний, показывают, что характеристики сцепления устанавливаемых арматурных связей, которые крепятся в бетоне класса прочности вплоть до С30/37 с помощью раствора FIS V не отличаются от характеристик арматуры заливаемой бетоном, при условии, что установка арматурных связей осуществляется в соответствии с инструкциями по установке компании Fischer.

Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

В общем случае расчет устанавливаемых арматурных связей и соединений внахлест может быть выполнено в соответствии с методом EC2. При этом имеются только некоторые незначительные отличия, относящиеся к условиям применения, например, касающиеся минимальной длины анкеровки, поведения при пожаре и минимальной толщины слоя бетона.

При проектировании не рекомендуется использовать более высокой степени сцепления, чем это определено в национальных нормах, так как в результате этого можно ожидать значительного увеличения величины смещения стержней.

5.5.2 Частичные коэффициенты запаса прочности для различных воздействий

Частичные коэффициенты запаса прочности для различных воздействий могут быть установлены в соответствии с методом EC2:

Таблица 5.4:
Частичные коэффициенты запаса прочности

		Благоприятные условия (уменьшение нагрузки)	Неблагоприятные условия (увеличение нагрузки)
постоянные нагрузки	γ_G	1.0	1.35
переменные нагрузки	γ_Q	0	1.5

5.5.3 Напряжения сопротивления стали

Напряжения сопротивления арматурного прутка на растяжение, зависит от свойств материала (предела текучести, предела прочности), а также от площади поперечного сечения прутка.

$$N_{Rd,s} = \frac{p}{4} \cdot d_s^2 \cdot \frac{f_{yk}}{g_s} \quad (5.1)$$

Таблица 5.5:
Значение расчетного сопротивления $N_{Rd,s}$ на растяжение в зависимости от номинального предела текучести

Диаметр арматурного прутка d [мм]	8	10	12	14	16	20	25	28	32	40	
Значения расчетного сопротивления $N_{Rd,s}$ на растяжение в случае разрушения стали											
f_{yk} [N/mm ²]	400	17.5	27.3	39.3	53.5	69.9	109.3	170.7	214.2	279.7	437.1
	420	18.4	28.7	41.3	56.2	73.4	114.7	179.3	224.9	293.7	458.9
	460	20.1	31.4	45.2	61.6	80.4	125.7	196.3	246.3	321.7	502.7
	500	21.9	34.1	49.2	66.9	87.4	136.6	213.4	267.7	349.7	546.4
	550	24.0	37.6	54.1	73.6	96.2	150.3	234.8	294.5	384.6	601.0

где:

- $N_{Rd,s}$ = расчетное сопротивление на растяжение в случае разрушения стали;
- d_s = диаметр арматурного прутка;
- f_{yk} = предел текучести арматуры;
- γ_s = частичный коэффициент запаса прочности материала
= 1.15

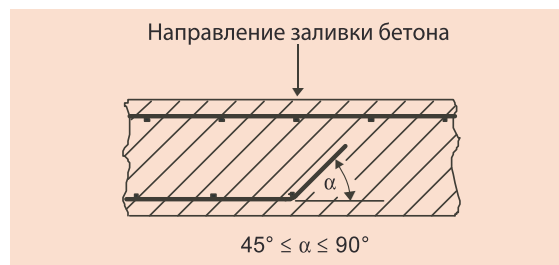
5.5.4 Прочность сцепления – необходимая длина анкеровки

5.5.4.1 Условия сцепления

Прочность по сцеплению заливаемых бетоном арматурных стержней зависит главным образом от профиля поверхности арматурного стержня, размеров строительной детали, а также от загиба арматурного стержня во время заливки бетоном.

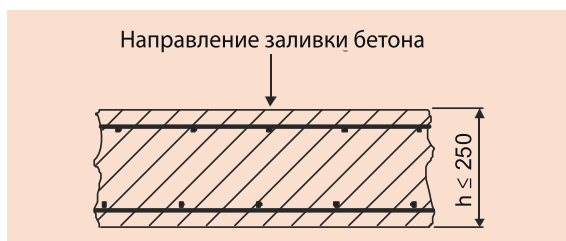
Хорошее сцепление существует при следующих условиях (EC2, раздел 5.2.2.1,):

а) Арматурный стержень имеет загиб под углом от 45° до 90°.

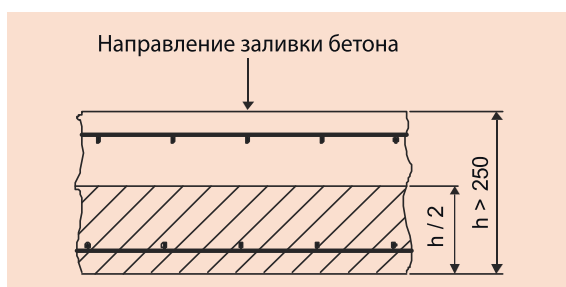


б) Арматурный стержень имеет загиб под углом от 0° до 45°, а толщина конструктивного элемента в направлении заливки бетона не превышает 250 мм.

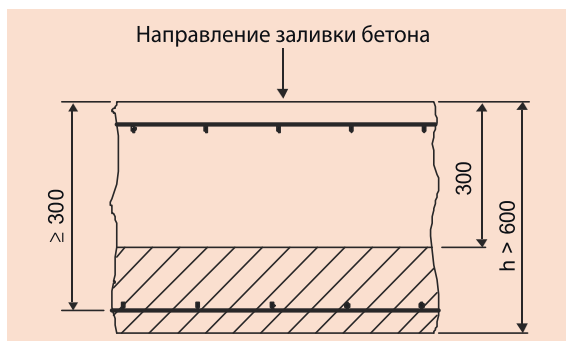
Установка арматурных связок с помощью инъекционного состава FIS V



с) Толщина конструктивного элемента превышает 250 мм и арматурный стержень расположен в нижней половине строительной детали.



д) Толщина конструктивного элемента больше 600 мм и арматурный стержень расположен, по крайней мере, на расстоянии 300 мм от верхней поверхности этого элемента.



Хорошие условия по сцеплению для арматуры создаются в заштрихованных зонах.

Плохие условия по сцеплению для арматуры существуют в не заштрихованных зонах.

5.5.4.2 Расчетное сопротивление по сцеплению

Несущая способность и характеристики смещения для установленных арматурных связок, которые закреплены с помощью раствора FIS V, имеют значения, аналогичное несущей способности арматурных стержней, залитых бетоном, вплоть до величин прочности бетона на сжатие 30 Н/мм², измеренных на цилиндрах.

$$f_{bd} = 2.25 \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} \quad (5.2)$$

где:

- η_1 = 1,0 при хороших условиях сцепления
= 0,7 при всех других условиях
- η_2 = 1,0 при $d_s \leq 32$ мм
= $(132 - d_s) / 100$ при $d_s > 32$ мм
- f_{ctd} = $(\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0.05} / \gamma_c)$
- α_{ct} = фактор длительности воздействия
= 1.0
- $f_{ctk,0.05}$ = нижний предел характерной прочности бетона на растяжение;
- γ_c = частичный коэффициент запаса прочности для бетона
= 1.5

В случае установки арматурных связок правильное выполнение процедуры монтажа (сверление, очистка отверстия, впрыскивание состава, вставка прутка) оказывает сильное влияние на несущую способность и на характеристики смещения.

Таблица 5.6:
Расчетные значения прочности по сцеплению

Класс прочности бетона ¹⁾	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37
Характерная прочность бетона на сжатие (измеренная на цилиндрах) f_{ck} [Н/мм ²]	12	16	20	25	30
Нижний предел характерной прочности бетона на растяжение $f_{ctk,0.05}$ [Н/мм ²]	1.1	1.3	1.5	1.8	2.0
Расчетное значение прочности сцепления (хорошие условия сцепления) ^{2) 3)} [Н/мм ²]	1.6	2.0	2.3	2.7	3.0

¹⁾ Информация о национальных классификациях приведена в разделе 2, таблица 2.2, «Основные принципы крепежных технологий».

²⁾ Для периодической арматуры диаметром ≤ 32 мм.

³⁾ В случае плохих условий по сцеплению величины f_{bd} должны быть умножены на 0,7.

Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

5.5.4.3 Базовое значение глубины анкеровки

Базовая необходимая глубина анкеровки $l_{b,rqd}$ требуемая для достижения анкерного усилия ($A_s \cdot \sigma_{sd}$) в прутке предполагает постоянное напряжение сцепления. При $\sigma_{sd} = f_{yd}$ будет достигнута максимальная несущая способность стали. При этом разрушение стали является определяющим и дальнейшее увеличение длины анкеровки не приводит к росту несущей способности.

$$l_{b,rqd} = \frac{d_s}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} \quad (5.3)$$

где:

- $l_{b,rqd}$ = базовая величина необходимой глубины анкеровки;
- d_s = диаметр арматуры;
- σ_{sd} = предел прочности на разрыв стали арматурного прутка, для которого рассчитывается анкерное крепление;
- f_{bd} = расчетное значение прочности по сцеплению (см. уравнение (5.2) и таблицу (5.6)).

5.5.4.4 Параметры анкеровки

5.5.4.4.1 Необходимая длина анкеровки

Расчетная величина глубины анкеровки определяется следующим выражением:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min} \quad (5.4)$$

где:

- α_1 = коэффициент формы прутков;
- α_2 = коэффициент заливки бетона;
- c = толщина бетонного слоя;
- α_3 = коэффициент поперечной арматуры (без приварки) ≤ 1 ;
- α_4 = коэффициент поперечной арматуры (приваренной) ≤ 1 ;
- α_5 = коэффициент поперечного сжатия ≤ 1 ;
- $l_{b,rqd}$ = базовая величина глубины анкеровки (выражение (5.4));
- $l_{b,min}$ = минимальная глубина анкеровки.

Причем: $\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \geq 0.7$

5

Таблица 5.7:
Значения коэффициентов α_1 , α_2 , α_3 , α_4 и α_5

Коэффициент	Тип анкеруемой арматуры	Нагруженность прутков	
		при растяжении	при сжатии
Форма прутков	ровная, непериодическая	$\alpha_1 = 1,0$	$\alpha_1 = 1,0$
	любая не гладкая (см. в первую очередь EN 1992-1-1:2003, рис. 8.1 (b), (c) и (d)).	$\alpha_1 = 0,7$ если $c_d > 3d_s$ в других случаях $\alpha_1 = 1,0$ (значения c_d см. EN 1992-1-1:2003, рис. 8.3)	$\alpha_1 = 1,0$
Заливка бетоном	ровная	$\alpha_2 = 1 - 0,15 (c_d - d_s) / d_s$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_2 = 1,0$
	любая не гладкая (см. в первую очередь EN 1992-1-1:2003, рис. 8.1 (b), (c) и (d)).	$\alpha_2 = 1 - 0,15 (c_d - 3 d_s) / d_s$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$ (значения c_d см. EN 1992-1-1:2003, рис. 8.3)	$\alpha_2 = 1,0$
Установка поперечной арматуры без приварки к основной	все типы	$\alpha_3 = 1 - K\lambda$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_3 = 1,0$
Установка с приваркой поперечной арматуры	все типы, позиции и размеры как определено в EN 1992-1-1:2004, рис. 8.1 (e)	$\alpha_4 = 0,7$	$\alpha_4 = 0,7$
Воздействие поперечного сжатия	все типы	$\alpha_5 = 1 - 0,04 \rho$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	-

Пояснения см. на следующей странице

Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

где:

$$\lambda = (\Sigma A_{st} - \Sigma A_{st, min}) / A_s$$

ΣA_{st} = площадь поперечного сечения поперечной арматуры вдоль расчетной глубины анкеровки l_{bd} ;

$\Sigma A_{st, min}$ = минимальная площадь поперечного сечения поперечной арматуры;
= 0,25 A_s для балок и 0 для плит;

A_s = площадь одного анкеруемого прутка с максимальным диаметром;

K = значения см. EN 1992-1-1:2003 на рис.8.4;

p = наибольшее поперечное давление [МПа] вдоль l_{bd} .

Минимальная длина анкеровки

- для арматурных стержней, работающих на растяжение:

$$l_{b, min} = \{ \max \{ 0.3 l_{b, rqd} ; 10 d_s ; 100 \text{ mm} \} \quad (5.4 \text{ a})$$

- для арматурных стержней, работающих на сжатие:

$$l_{b, min} > \max \{ 0.6 l_{b, rqd} ; 10 d_s ; 100 \text{ mm} \} \quad (5.4 \text{ b})$$

где:

$l_{b, min}$ = минимальная длина анкеровки;

$l_{b, rqd}$ = базовое значение длины анкеровки (выражение (5.3));

d_s = диаметр арматуры.

5.5.4.4.2 Величина нахлестки

Расстояние между соединяемыми внахлест арматурными стержнями должно составлять $s \leq 4 \cdot d_s$. Для расстояний $s > 4 \cdot d_s$ величина нахлестки l_s должна быть увеличена на $s - 4 \cdot d_s$.

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b, rqd} \geq l_{0, min} \quad (5.5)$$

где:

l_0 = требуемая величина нахлестки;

$l_{b, rqd}$ = базовая величина требуемой глубины анкеровки (выражение (5.4));

α_1 = коэффициент формы прутков;

α_2 = коэффициент заливки бетона;

α_3 = коэффициент поперечной арматуры (без приварки) ≤ 1 ;

α_5 = коэффициент поперечного сжатия ≤ 1 ;

α_4 = коэффициент поперечной арматуры (приваренной)

α_6 = коэффициент пропорциональности перекрытия прутков в поперечном сечении;

= 1,5, если все арматурные прутки перекрываются внахлест в поперечном сечении.

Минимальная величина нахлестки:

$$l_{0, min} > \max \{ 0.3 \alpha_6 l_{b, rqd} ; 15 d_s ; 200 \text{ mm} \} \quad (5.5 \text{ a})$$

где:

$l_{0, min}$ = минимальная величина нахлестки;

α_6 = коэффициент пропорциональности перекрытия прутков в поперечном сечении;

= 1,5, если все арматурные прутки перекрываются внахлест в поперечном сечении;

$l_{b, rqd}$ = базовое значение длины анкеровки (выражение (5.3));

d_s = диаметр арматуры.

Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

Таблица 5.8:

Процент перекрытия стержней по общей площади поперечного сечения	< 25%	33%	50%	> 50%
α_b	1	1.15	1.4	1.5

Промежуточные значения получаются методом линейной интерполяции

5.5.5 Заливка бетоном

5.5.5.1 Минимальный покрывающий слой бетона в соответствии с условиями окружающей среды

Таблица 5.9:

Минимальный покрывающий слой бетона в соответствии с условиями окружающей среды

Класс воздействия ¹⁾		Минимальная толщина бетонного покрытия в мм ²⁾	
1	Сухие внешние условия	15	
2a	Влажная окружающая среда	без морозов	20
2b		с морозами	25
3	Влажная среда при морозе и с солями против обледенения		40
4a	Среда с содержанием морской воды	без морозов	40
4b		с морозами	40
5a	Химически агрессивная окружающая среда	слабое	25
5b		среднее	30
5c		высокое	40

¹⁾ Более подробную информацию см. EC2, см. таблицы 4.1 и 4.2.

²⁾ Допустимо уменьшение толщины на 5 мм для бетонных плит перекрытий при классах воздействий от 2 по 5.

5.5.5.2 Минимальная толщина бетонного покрытия в зависимости от типа сверления

Стойкость установленных арматурных связей может быть различной в зависимости от используемых инструментов (например, направляющего устройства для сверления). Изменение стойкости можно учесть посредством увеличения минимальной толщины покрывающего бетонного слоя. В приведенной ниже таблице приведены величины, полученные по результатам серии различных испытаний.

Таблица 5.10:

Минимальная толщина бетонного покрытия бетоном в зависимости от типа сверления

Тип сверления	Без направляющей	С направляющей
Сверление с ударом	$c = 30 \text{ mm} + 0.06 \cdot l_v \geq 2 \cdot d_s$	$c = 30 \text{ mm} + 0.02 \cdot l_v \geq 2 \cdot d_s$
Сверление с перфоратором	$c = 50 \text{ mm} + 0.08 \cdot l_v \geq 2 \cdot d_s$	$c = 50 \text{ mm} + 0.02 \cdot l_v \geq 2 \cdot d_s$

5.5.5.3 Несущая способность и минимальное бетонное покрытие в случае возникновения пожара

В таблице 5.23 приведены расчетные сопротивления арматурных стержней в случае

возникновения пожара в зависимости от расположения установленных арматурных связей. Данные, приведенные в таблице, относятся к анкеровке перпендикулярной к поверхности бетона, подверженной воздействию огня. В таблице 5.24 приведены значения прочности по сцеплению в зависимости от толщины покрывающего бетонного слоя в случае возникновения пожара при анкеровке параллельно поверхности, на которую воздействует огонь.

5.5.6 Поперечная арматура

5.5.6.1 Необходимая поперечная арматура при анкеровке арматурных связей (EC 2, раздел 5.2.3.3)

В балках должна быть установлена поперечная арматура в следующих случаях:

- при анкеровке арматурных стержней, работающих на растяжение, в случае отсутствия поперечного сжатия, обусловленного реакциями опор (например, в случае не прямых опор).
- при любой анкеровке арматурных стержней, работающих на сжатие.

Минимальная площадь сечения поперечной арматуры, должна составлять 25% от площади одного анкеруемого арматурного прутка. При этом поперечная арматура должна быть равномерно распределена по длине.

Для арматурных стержней, работающих на сжатие, поперечная арматура должна как бы окружать стержни, причем эта поперечная арматура должна сходиться на конце анкерного крепления и выходить за его пределы на расстояние, равное, по крайней мере, четырем диаметрам анкеруемого арматурного прутка.

5.5.6.2 Требуемая поперечная арматура для случая соединения арматурных стержней внахлест (EC2, раздел 5.2.4.1.2)

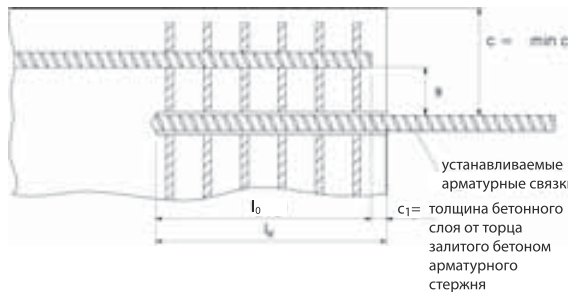
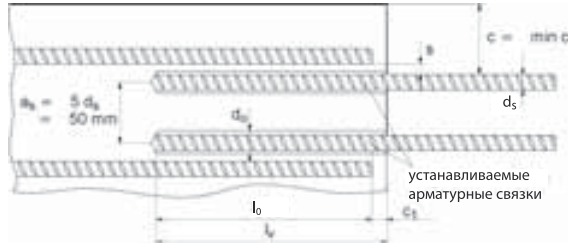
При диаметрах арматурных стержней ≥ 16 мм поперечная арматура должна иметь общую площадь не меньше, чем площадь A_s , стержня, подсоединенного внахлест.

5

Установка арматурных связок с помощью инъекционного состава FIS V

5.5.7 Правила расчета

Общие правила расчета при установке арматурных связок.



$$\rightarrow f_{ck} = 20.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Частичный коэффициент запаса прочности} \\ \gamma_c = 1.50$$

Арматурный стержень
= BSt 500 S

$$\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Частичный коэффициент запаса прочности} \\ \gamma_s = 1.15$$

Нагрузка:

$$\text{Переменная нагрузка} \\ Q = 3.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Частичный коэффициент запаса прочности} \\ \gamma_Q = 1.50$$

$$\text{Постоянная нагрузка} \\ G_1 = 4.0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Штукатурка} \\ G_2 = 2.0 \text{ kN/m}^2 \\ \Sigma G = 6.0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Частичный коэффициент запаса прочности} \\ \gamma_G = 1.35$$

Воздействия:

$$\text{Поперечная нагрузка} \\ V_{Sd} = (Q \cdot \gamma_Q + \Sigma G \cdot \gamma_G) \cdot l_k \\ = (3.5 \cdot 1.5 + 6.0 \cdot 1.35) \cdot 1.50 \\ = 20.03 \text{ kN/m}$$

Примечание: Для передачи поперечных нагрузок поверхность соединения должна быть шероховатой. Это необходимо специально проверить.

Изгибающий момент

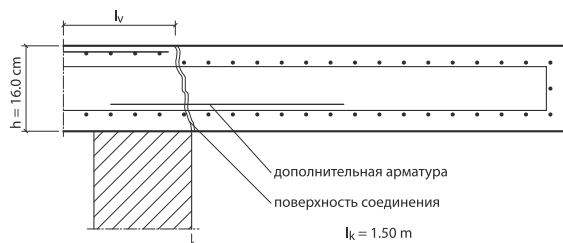
$$M_{Sd} = \frac{(Q \cdot g_Q + \Sigma G \cdot g_G) \cdot l_k^2}{2} \\ = \frac{(3.5 \cdot 1.5 + 6.0 \cdot 1.35) \cdot 1.50^2}{2} \\ = 15.02 \text{ kNm/m}$$

Расчет выполняется на один метр длины с использованием безразмерных коэффициентов в соответствии с EC 2.

5

5.6 Примеры расчета

Консольная плита



Параметры:

$$\text{Консоль} \\ l_k = 1.50 \text{ м}$$

$$\text{Толщина плиты} \\ h = 16.0 \text{ см}$$

$$\text{Бетонное покрытие} \\ c \geq 2.5 \text{ см}$$

$$\text{Эффективная глубина} \\ d = 12.0 \text{ см}$$

$$\text{Класс прочности бетона} \\ = \text{C 20/25}$$

Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

Обычные процедуры расчета для армированного бетона дают следующее значение:

$$N_{Sd} = 131.89 \text{ кН/м}$$

Определение требуемой длины анкерного крепления в соответствии с таблицей 5.14:

Выбранный диаметр арматурного стержня

$$d_s = 10 \text{ мм}; \quad a_s = 15.0 \text{ см}$$

Интерполируя данные таблицы 5.14

$$l_{bd} = 275 \text{ мм} > l_{b, \text{min}}$$

$$c_{\text{min}} = 36 \text{ мм}$$

$$\text{Объем} = 176 \text{ мл}$$

5.7 Результаты испытаний

В таблице 5.10 приведены значения максимальной характерной несущей способности арматурного стержня в кН в случае растяжения при соответствующей длине анкеровки. Данные базируются на 5%-фрактиле прочности по сцеплению $\tau_{u,5\%}$, определенной в ходе проведения испытаний в бетоне класса С 20/25 ($f_{ck} = 20 \text{ Н/мм}^2$), а также на характерной прочности при растяжении $N_{Rk,s}$ арматурного стержня.

Величины соответствуют максимальной несущей способности связки (конечное предельное состояние), установленной после монтажа с помощью инъекционного раствора FIS V при большом расстоянии от края и без учета коэффициентов запаса прочности. Рекомендуется рассчитывать устанавливаемые арматурные связки в соответствии с разделом 5.5!

5

Таблица 5.11:

Диаметр арматурного стержня	d_s	[мм]		8	10	12	14	16	20	25	28	32
Средняя предельная прочность по сцеплению для $l_v = 10 \cdot d_s$	$\tau_{u, m}$	[Н/мм ²]	C 20/25	8.8	8.8	8.5	8.1	7.9	6.9	5.9	5.4	5.0
			C 30/37	12.4	12.4	12.1	11.5	11.3	9.7	8.3	7.6	7.1
5%-фрактиль прочности по сцеплению	$\tau_{u, 5\%}$	[Н/мм ²]	C 20/25	6.3	6.3	6.1	5.9	5.7	5.0	4.2	3.8	3.6
			C 30/37	8.9	8.9	8.7	8.3	8.1	7.2	5.9	5.4	5.1
Расчетное значение прочности по сцеплению для хороших условий сцепления в соответствии с EC2	f_{bd}	[Н/мм ²]	C 20/25	2.3								
			C 30/37	3.0								

Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

Таблица 5.12:

d _s [mm]	f _{yk} [N/mm ²]	Необходимая длина анкеровки для обеспечения характерной несущей способности на растяжение [кН] одного арматурного стержня в бетоне С 20/25 на основе прочности сцепления τ _{c,5%} (результаты испытаний), значения длин анкеровки l _a [мм]																						N _{Rk,s} [кН]		
		80	100	120	140	160	200	220	240	250	280	300	320	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1250			
8	400	12,7	15,8	19,0	20,1	→																		20,1		
	420	12,7	15,8	19,0	21,1	→																		21,1		
	460	12,7	15,8	19,0	22,2	23,1	→																	23,1		
	500	12,7	15,8	19,0	22,2	25,1	→																	25,1		
	550	12,7	15,8	19,0	22,2	25,3	27,6	→																	27,6	
10	400		19,8	23,8	27,7	31,4	→																	31,4		
	420		19,8	23,8	27,7	31,7	33,0	→																33,0		
	460		19,8	23,8	27,7	31,7	36,1	→																36,1		
	500		19,8	23,8	27,7	31,7	39,3	→																39,3		
	550		19,8	23,8	27,7	31,7	39,6	43,2	→																43,2	
12	400			27,6	32,2	36,8	45,2	→																45,2		
	420			27,6	32,2	36,8	46,0	47,5	→															47,5		
	460			27,6	32,2	36,8	46,0	50,6	→															52,0		
	500			27,6	32,2	36,8	46,0	50,6	55,2	56,5	→													56,5		
	550			27,6	32,2	36,8	46,0	50,6	55,2	57,5	62,2	→												62,2		
14	400				36,3	41,5	51,9	57,1	61,6	→														61,6		
	420				36,3	41,5	51,9	57,1	62,3	64,7	→													64,7		
	460				36,3	41,5	51,9	57,1	62,3	64,9	70,8	→												70,8		
	500				36,3	41,5	51,9	57,1	62,3	64,9	72,7	77,0	→											77,0		
	550				36,3	41,5	51,9	57,1	62,3	64,9	72,7	77,8	83,0	84,7	→										84,7	
16	400					45,8	57,3	63,0	68,8	71,6	80,2	80,4	→											80,4		
	420					45,8	57,3	63,0	68,8	71,6	80,2	84,4	→											84,4		
	460					45,8	57,3	63,0	68,8	71,6	80,2	86,0	91,7	92,5	→									92,5		
	500					45,8	57,3	63,0	68,8	71,6	80,2	86,0	91,7	100,5	→									100,5		
	550					45,8	57,3	63,0	68,8	71,6	80,2	86,0	91,7	110,6	→										110,6	
20	400						62,8	69,1	75,4	78,5	88,0	94,2	100,5	125,7	→									125,7		
	420						62,8	69,1	75,4	78,5	88,0	94,2	100,5	125,7	131,9	→								131,9		
	460						62,8	69,1	75,4	78,5	88,0	94,2	100,5	125,7	144,5	→								144,5		
	500						62,8	69,1	75,4	78,5	88,0	94,2	100,5	125,7	157,1	→								157,1		
	550						62,8	69,1	75,4	78,5	88,0	94,2	100,5	125,7	157,1	172,8	→								172,8	
25	400										82,5	92,4	99,0	105,6	131,9	164,9	196,3	→							196,3	
	420										82,5	92,4	99,0	105,6	131,9	164,9	197,9	206,2	→						206,2	
	460										82,5	92,4	99,0	105,6	131,9	164,9	197,9	225,8	→						225,8	
	500										82,5	92,4	99,0	105,6	131,9	164,9	197,9	230,9	245,4	→						245,4
	550										82,5	92,4	99,0	105,6	131,9	164,9	197,9	230,9	263,9	270,0	→					270,0
28	400											93,6	100,3	107,0	133,7	167,1	200,6	234,0	246,3	→						246,3
	420											93,6	100,3	107,0	133,7	167,1	200,6	234,0	258,6	→						258,6
	460											93,6	100,3	107,0	133,7	167,1	200,6	234,0	267,4	283,2	→					283,2
	500											93,6	100,3	107,0	133,7	167,1	200,6	234,0	267,4	300,8	307,9	→				307,9
	550											93,6	100,3	107,0	133,7	167,1	200,6	234,0	267,4	300,8	334,3	338,7	→			338,7
32	400														115,8	144,8	181,0	217,1	253,3	289,5	321,7	→				321,7
	420														115,8	144,8	181,0	217,1	253,3	289,5	325,7	337,8	→			337,8
	460														115,8	144,8	181,0	217,1	253,3	289,5	325,7	361,9	370,0	→		370,0
	500														115,8	144,8	181,0	217,1	253,3	289,5	325,7	361,9	398,1	402,1	→	402,1
	550														115,8	144,8	181,0	217,1	253,3	289,5	325,7	361,9	398,1	434,3	442,3	442,3

Примечание: значения базируются на максимальной характерной несущей способности арматурного стержня, работающего на растяжение и на 5%-фрактиле прочности по сцеплению для бетона С 20/25 (смотрите таблицу: 5.10).

5.8 Расчетные таблицы

Расчетные таблицы (табл. 5.13 – 5.22) можно использовать следующим образом:

- Требуемая длина анкеровки $l_{bd} \geq l_{s, \min}$
Минимальная длина анкеровки $l_{b, \min}$ для анкеровки в обычных условиях и для анкеровки у концевой опоры (непрямая опора) может быть вычислена по уравнению (5.4a) для арматурных стержней, работающих на растяжение, и с помощью уравнения (5.4b) для арматурных стержней, работающих на сжатие.

Пример:

$d_s = 10$ мм, расчетное воздействие $N_{Sd} = 15,0$ кН, в этом случае базовая величина длины анкеровки $l_{b, rqd} = 473$ мм, а длина анкеровки $l_{bd} = 208$ мм (см. табл. 5.13).

Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

- Арматурный стержень,
работающий на растяжение

$$l_{b, \min} = 0.3 \cdot l_{b, rqd} = 0.3 \cdot 473 \text{ мм} \\ = 142 \text{ мм} \\ < l_{bd}$$

$$l_{b, \min} = 10 \cdot d_s = 10 \cdot 10 \text{ мм} = 100 \text{ мм} \\ < l_{bd}$$

$$l_{b, \min} = 100 \text{ мм} < l_{bd}$$

Длина анкеровки для арматурного стержня $l_{bd} = 208 \text{ мм}$.

- Арматурный стержень,
работающий на сжатие

$$l_{b, \min} = 0.6 \cdot l_{b, rqd} = 0.6 \cdot 473 \text{ мм} \\ = 284 \text{ мм} \\ > l_{bd}$$

$$l_{b, \min} = 10 \cdot d_s = 10 \cdot 10 \text{ мм} = 100 \text{ мм} \\ < l_{bd}$$

$$l_{b, \min} = 100 \text{ мм} < l_{bd}$$

Длина анкеровки для арматурного стержня $l_{b, \min} = 284 \text{ мм}$.

- Требуемая длина нахлестки l_0

Длина нахлестки прутков l_0 для соединяемой внахлест арматуры может быть вычислена в соответствии с разделом 5.5.4.4.2.

Пример:

$d_s = 16 \text{ мм}$, расчетное воздействие
 $N_{Sd} = 50.0 \text{ кН}$

базовая величина глубины анкеровки $l_{b, rqd} = 756 \text{ мм}$, глубина анкеровки $l_{bd} = 433 \text{ мм}$ (Table 5.13)

- Арматура с 50% перекрытием стержней

$$l_0 = l_{bd} \cdot \alpha_6 = 433 \text{ мм} \cdot 1.4 \\ = 606 \text{ мм} \\ \geq l_{0, \min}$$

$$l_{0, \min} = 0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b, rqd} = 0.3 \cdot 1.4 \cdot 756 \\ = 317 \text{ мм}$$

$$l_{0, \min} = 15 \cdot d_s = 15 \cdot 16 \text{ мм} \\ = 240 \text{ мм}$$

$$l_{0, \min} = 200 \text{ мм}$$

Глубина анкеровки арматурного стержня $l_0 = 606 \text{ мм}$.

- Передачу нагрузок к опорам бетонного элемента необходимо проанализировать отдельно.

- Профессионально выполненная установка в соответствии с инструкциями изготовителя, причем особое внимание уделяется соблюдению точности сверления, надлежащей чистке просверленного отверстия, а также обеспечению впрыскивания химического состава без пузырьков воздуха.

- Предел текучести стали $f_{yk} = 500 \text{ Н/мм}$.

- Прочность на сжатие бетона, измеренная с помощью цилиндров $f_{ck} = 20 \text{ Н/мм}$.

В таблице 5.13 приведены величины следующих параметров в зависимости от диаметра арматурных стержней и действующих на них нагрузок:

- Требуемая длина анкеровки l_{bd}

- Минимальная толщина бетонного покрытия $stip$ (сравните с данными из раздела 5.5.5.2, минимальная толщина покрывающего слоя бетона зависит от типа сверления) в случае выполнения точного сверления параллельно существующей поверхности (величина отклонения $\leq 2 \%$).

- Требуемый объем состава

В таблицах с 5.14 по 5.22 приведены величины следующих параметров в зависимости от диаметра арматурных стержней, промежутков между ними и нагрузок, приходящейся на один метр длины.

- Требуемая длина анкеровки l_v

- Минимальная толщина бетонного покрытия $stip$ (сравните с данными из раздела 5.5.5.2, минимальная толщина покрывающего слоя бетона зависит от типа сверления) в случае выполнения точного сверления параллельно существующей поверхности (величина отклонения $\leq 2 \%$).

- Требуемый объем состава на один погонный метр.

5

Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

Требуемая длина анкеровки в зависимости от расчетной величины воздействия на один погонный метр для стержней диаметром 12 мм.
 Бетон класса C20/25; $f_{ck} = 20 \text{ Н/мм}^2$; Сталь: $f_{yk} = 500 \text{ Н/мм}^2$

Таблица 5.16: Условия применения см. в разделе 5.8: Расчетные таблицы

a_s [см]	Кол-во [n/m]	A_s [см ² /м]	Установка	Расчетное значение воздействия N_{sd} [кН/м] (с учетом запаса прочности)																							
				40	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	
6	16.7	18.85	l_{bd} [mm]	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			V_{FISV} [мл/м]	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224
7	14.3	16.16	l_{bd} [mm]	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			V_{FISV} [мл/м]	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
8	12.5	14.14	l_{bd} [mm]	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			V_{FISV} [мл/м]	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168
9	11.1	12.57	l_{bd} [mm]	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			V_{FISV} [мл/м]	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
10	10	11.31	l_{bd} [mm]	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			V_{FISV} [мл/м]	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
11	9.1	10.28	l_{bd} [mm]	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			V_{FISV} [мл/м]	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
12.5	8	9.05	l_{bd} [mm]	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			V_{FISV} [мл/м]	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
15	6.7	7.54	l_{bd} [mm]	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			V_{FISV} [мл/м]	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
20	5	5.65	l_{bd} [mm]	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			V_{FISV} [мл/м]	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
25	4	4.52	l_{bd} [mm]	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			V_{FISV} [мл/м]	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
a_s [см]	↑	↑	↑	286	35.7	42.9	50.0	57.1	71.4	85.7	100.0	114.3	128.6	142.9	178.6	214.3	250.0	285.7	321.4	357.1	392.9	428.6	464.3	500.0	535.7	571.4	
				Установка	Расчетное значение воздействия N_{sk} [кН/м] (без учета запаса прочности)																						

a_s – расстояние между осями стержней; A_s – площадь поперечного сечения стержней; l_{bd} – требуемая длина анкеровки; c_{min} – минимальная толщина покрытия бетоном; V_{FISV} – объем состава.



Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

Требуемая длина анкеровки в зависимости от расчетной величины воздействия на один погонный метр для стержней диаметром 14 мм.

Бетон класса С20/25: $f_{ck} = 20 \text{ Н/мм}^2$. Сталь: $f_{yk} = 500 \text{ Н/мм}^2$

Таблица 5.17. Условия применения см. в разделе 5.8: Расчетные таблицы

a_s [см]	Кол-во [n/m]	A_s [см ² /м]	Установка	Расчетное значение воздействия N_{sd} [кН/м] (с учетом запаса прочности)																							
				50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	950	
7	14.3	21.99	l_{bd} [mm]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	173	208	243	277	312	346	381	416	450	485	519	554	658	
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	34	35	35	36	37	37	38	39	39	40	41	42	44
			V_{FISV} [л/м]	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	317	381	445	507	571	633	697	761	823	887	950	1014	1204
			l_{bd} [mm]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	159	198	238	277	317	356	396	435	475	515	554	594	633
8	12.5	19.24	c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	34	35	36	37	38	38	38	39	40	41	42	42	43	-	
			V_{FISV} [л/м]	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	255	317	381	444	508	570	634	696	760	824	887	951	1013	
			l_{bd} [mm]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	156	178	223	267	312	356	401	445	490	534	579	623	-	-
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	34	34	35	36	37	38	39	39	40	41	42	43	-	-
9	11.1	17.10	V_{FISV} [л/м]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	222	254	318	380	444	507	571	633	697	760	824	887	-	-	
			l_{bd} [mm]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	149	173	198	248	297	346	396	445	495	544	594	643	-	-
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	34	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	-	-	
			V_{FISV} [л/м]	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	191	222	254	318	381	443	507	570	634	697	761	824	-	-
10	10	15.39	l_{bd} [mm]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	164	181	218	272	327	381	435	490	544	599	653	-	-	
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	34	34	35	36	37	38	39	40	41	42	44	-	-	
			V_{FISV} [л/м]	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163
			l_{bd} [mm]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
11	9.1	13.99	c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
			V_{FISV} [л/м]	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	
			l_{bd} [mm]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
12	8.3	12.83	V_{FISV} [л/м]	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150		
			l_{bd} [mm]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140		
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33		
			V_{FISV} [л/м]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140		
12.5	8	12.32	l_{bd} [mm]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140		
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33			
			V_{FISV} [л/м]	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144		
			l_{bd} [mm]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140		
15	6.7	10.26	c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33			
			V_{FISV} [л/м]	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120			
			l_{bd} [mm]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140			
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33			
20	5	7.70	V_{FISV} [л/м]	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90			
			l_{bd} [mm]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140			
			c_{min} [mm]	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33			
			V_{FISV} [л/м]	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140			
25	4	6.16	l_{bd} [mm]	140	149	173	198	223	248	309	371	433	495	618	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			c_{min} [mm]	33	33	34	34	35	36	37	38	40	42	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			V_{FISV} [л/м]	90	90	102	114	127	159	191	222	254	317	381	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			l_{bd} [mm]	140	149	173	198	223	248	309	371	433	495	618	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
a_s [см]	↑	↑	Установка	35.7	42.9	50.0	57.1	64.3	71.4	89.3	107.1	125.0	142.9	178.6	214.3	250.0	285.7	321.4	357.1	392.9	428.6	464.3	500.0	535.7	571.4	678.6	

a_s – расстояние между осями стержней; A_s – площадь поперечного сечения стержней; l_{bd} – требуемая длина анкеровки; c_{min} – минимальная толщина покрытия бетоном; V_{FISV} – объем состава/

Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

Требуемая длина анкеровки в зависимости от расчетной величины воздействия на один погонный метр для стержней диаметром 16 мм.

Бетон класса С20/25: $f_{ck} = 20 \text{ Н/мм}^2$. Сталь: $f_{yk} = 500 \text{ Н/мм}^2$

Таблица 5.18: Условия применения см. в разделе 5.8: Расчетные таблицы

a_s [см]	Кол-во [n/m]	A_s [см ² /м]	Установка ↓	Расчетное значение воздействия N_{sd} [кН/м] (с учетом запаса прочности)																							
				70	80	100	120	140	160	180	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	1000	
8	12.5	25.13	l_{bd} [mm]	160	160	160	160	160	160	160	160	173	208	243	277	312	346	381	416	450	485	519	554	589	623	692	
			c_{min} [mm]	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	35	35	35	36	37	38	39	39	40	41	42	42	43	44
			V_{FISV} [л/м]	288	288	288	288	288	288	312	375	438	499	562	623	686	749	810	873	935	997	1060	1122	1185	1246	1308	1370
9	11.1	22.34	l_{bd} [mm]	160	160	160	160	160	160	160	160	195	234	273	312	351	390	429	468	507	545	584	623	662	701	-	
			c_{min} [mm]	34	34	34	34	34	34	34	34	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	-	-
			V_{FISV} [л/м]	256	256	256	256	256	256	312	375	437	499	562	624	686	748	810	872	935	997	1060	1122	1185	1246	-	-
10	10	20.11	l_{bd} [mm]	160	160	160	160	160	160	160	173	217	260	303	346	390	433	476	519	563	606	649	692	736	-	-	
			c_{min} [mm]	34	34	34	34	34	34	34	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	-	-	-
			V_{FISV} [л/м]	231	231	231	231	231	231	250	313	375	437	499	562	624	686	748	811	873	935	997	1060	1122	-	-	-
11	9.1	18.28	l_{bd} [mm]	160	160	160	160	160	160	172	191	238	286	334	381	429	476	524	571	619	667	714	-	-	-	-	
			c_{min} [mm]	34	34	34	34	34	34	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	-	-	-	-
			V_{FISV} [л/м]	210	210	210	210	210	226	251	312	375	438	499	562	624	686	748	811	874	935	997	1060	1122	-	-	-
12	8.3	16.76	l_{bd} [mm]	160	160	160	160	160	167	187	208	232	264	304	344	384	424	464	504	544	584	624	664	704	-	-	
			c_{min} [mm]	34	34	34	34	34	34	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	-	-	-
			V_{FISV} [л/м]	192	192	192	192	192	201	225	250	312	375	437	500	562	623	686	748	810	873	935	997	1060	1122	-	-
12.5	8	16.08	l_{bd} [mm]	160	160	160	160	160	173	195	217	271	325	379	433	487	541	595	649	703	757	811	865	919	-	-	
			c_{min} [mm]	34	34	34	34	34	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	-	-	-
			V_{FISV} [л/м]	185	185	185	185	185	200	225	250	312	375	437	499	562	624	686	748	810	873	935	997	1060	1122	-	-
15	6.7	13.40	l_{bd} [mm]	160	160	160	160	160	182	208	234	260	325	390	455	519	584	649	714	-	-	-	-	-	-	-	
			c_{min} [mm]	34	34	34	34	34	35	36	37	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	-	-	-	-
			V_{FISV} [л/м]	154	154	154	154	154	175	200	225	250	312	375	437	499	561	623	686	748	810	873	935	997	1060	1122	-
18	5.6	11.17	l_{bd} [mm]	160	160	160	160	160	187	218	250	281	312	390	468	545	623	701	-	-	-	-	-	-	-	-	
			c_{min} [mm]	34	34	34	34	34	35	36	37	38	40	41	43	44	46	47	49	50	52	53	55	56	58	60	62
			V_{FISV} [л/м]	128	128	128	128	128	150	175	200	225	250	312	375	437	499	561	623	686	748	810	873	935	997	1060	1122
20	5	10.05	l_{bd} [mm]	160	160	160	160	160	173	208	243	277	312	346	433	519	606	692	-	-	-	-	-	-	-	-	
			c_{min} [mm]	34	34	34	34	34	35	36	37	38	39	41	43	44	46	47	49	50	52	53	55	56	58	60	62
			V_{FISV} [л/м]	116	116	116	116	116	125	150	175	200	225	250	312	375	437	499	561	623	686	748	810	873	935	997	1060
25	4	8.04	l_{bd} [mm]	160	160	160	160	160	173	217	260	303	346	390	433	476	519	563	606	649	692	736	779	822	-	-	
			c_{min} [mm]	34	34	34	34	34	35	36	37	38	39	41	43	44	46	47	49	50	52	53	55	56	58	60	62
			V_{FISV} [л/м]	93	93	93	93	93	100	125	150	175	200	225	250	312	375	437	499	561	623	686	748	810	873	935	997
a_s [см]	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
Установка				Расчетное значение воздействия N_{sk} [кН/м] (без учета запаса прочности)																							
				500	57.1	71.4	85.7	100.0	114.3	128.6	142.9	178.6	214.3	250.0	285.7	321.4	357.1	392.9	428.6	464.3	500.0	535.7	571.4	607.1	642.9	714.3	

a_s – расстояние между осями стержней; A_s – площадь поперечного сечения стержня; l_{bd} – требуемая длина анкеровки; c_{min} – минимальная толщина покрытия бетоном; V_{FISV} – объем состава.



Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

Требуемая длина анкеровки в зависимости от расчетной величины воздействия на один погонный метр для стержней диаметром 25 мм. Бетон класса С20/25: $f_{ck} = 20 \text{ Н/мм}^2$. Сталь: $f_{yk} = 500 \text{ Н/мм}^2$

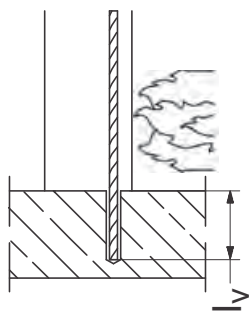
Таблица 5.20: Условия применения см. в разделе 5.8: Расчетные таблицы

s_s [см]	Кол-во [n/m]	A_s [см ² /м]	Установка	Расчетное значение воздействия N_{sd} [кН/м] (с учетом запаса прочности)																								
				180	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1700		
13	8	39.27	l_{bd} [mm]	250	250	250	250	250	277	312	346	381	416	450	485	519	554	589	623	692	762	831	900	969	1038	1177		
			c_{min} [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	51	54	
			V_{FISV} [л/м]	550	550	550	550	550	610	687	762	839	916	990	1067	1142	1219	1296	1371	1296	1371	1524	1677	1829	1980	2132	2284	2590
			l_{bd} [mm]	250	250	250	250	282	299	337	374	412	449	486	524	561	598	636	673	748	823	897	972	1047	1122	-	-	-
14	7.4	36.36	c_{min} [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	51	53	-		
			V_{FISV} [л/м]	510	510	510	510	534	610	687	762	840	915	990	1068	1143	1219	1296	1371	1296	1371	1524	1677	1828	1980	2133	2286	-
			l_{bd} [mm]	250	250	250	250	281	322	362	402	442	482	522	562	603	643	683	723	803	883	964	1044	1124	-	-	-	-
			c_{min} [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	51	53	-	-	-
15	6.9	33.85	V_{FISV} [л/м]	475	475	475	475	533	611	687	763	839	915	990	1066	1144	1220	1296	1372	1523	1675	1829	1980	2132	-	-	-	
			l_{bd} [mm]	250	250	250	250	344	387	430	472	515	558	601	644	687	730	773	859	944	1030	1116	-	-	-	-	-	
			c_{min} [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	51	53	-	-	-	-
			V_{FISV} [л/м]	444	444	444	444	458	535	611	687	763	838	914	990	1067	1143	1219	1296	1372	1525	1675	1828	1980	-	-	-	-
17	6.1	29.75	l_{bd} [mm]	250	250	250	275	320	366	412	457	503	549	594	640	686	731	777	823	914	1005	1097	-	-	-	-	-	
			c_{min} [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	51	52	-	-	-	-	-	
			V_{FISV} [л/м]	417	417	417	459	534	610	687	762	839	915	990	1067	1144	1219	1295	1372	1524	1675	1829	-	-	-	-	-	-
			l_{bd} [mm]	250	250	250	291	340	388	436	485	533	582	630	679	727	776	824	872	969	1066	1163	-	-	-	-	-	-
18	5.7	28.05	c_{min} [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	52	54	-	-	-	-	-	
			V_{FISV} [л/м]	393	393	393	458	535	610	686	763	838	915	990	1067	1143	1220	1295	1371	1523	1676	1828	-	-	-	-	-	-
			l_{bd} [mm]	250	250	257	308	359	410	461	513	564	615	666	717	769	820	871	922	1025	1127	-	-	-	-	-	-	-
			c_{min} [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	51	53	-	-	-	-	-	-
19	5.4	26.53	V_{FISV} [л/м]	372	372	383	458	534	610	686	763	839	915	990	1066	1144	1219	1295	1371	1524	1676	-	-	-	-	-	-	
			l_{bd} [mm]	250	250	270	324	378	432	486	540	594	648	702	756	810	864	918	972	1080	-	-	-	-	-	-	-	-
			c_{min} [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	52	-	-	-	-	-	-	-
			V_{FISV} [л/м]	353	353	381	457	534	610	686	762	838	914	990	1067	1143	1219	1295	1371	1524	-	-	-	-	-	-	-	-
22	4.5	22.31	l_{bd} [mm]	250	250	305	366	427	488	549	609	670	731	792	853	914	975	1036	1097	-	-	-	-	-	-	-	-	
			c_{min} [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	51	52	-	-	-	-	-	-	-	-
			V_{FISV} [л/м]	313	313	382	458	534	610	687	762	838	914	990	1067	1143	1219	1295	1372	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			l_{bd} [mm]	250	277	346	416	485	554	623	692	762	831	900	969	1038	1108	1177	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	4	19.63	c_{min} [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	54	-	-	-	-	-	-	-	-	
			V_{FISV} [л/м]	275	305	381	458	534	610	686	762	839	915	990	1066	1142	1219	1295	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			l_{bd} [mm]	250	250	270	324	378	432	486	540	594	648	702	756	810	864	918	972	1080	-	-	-	-	-	-	-	-
			c_{min} [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	52	-	-	-	-	-	-	-
↑	↑	↑	Установка	128.6	142.9	178.6	214.3	250.0	285.7	321.4	357.1	392.9	428.6	464.3	500.0	535.7	571.4	607.1	642.9	714.3	785.7	857.1	928.6	1000.0	1071.4	1214.3		
				Расчетное значение воздействия N_{sk} [кН/м] (без учета запаса прочности)																								

a_s – расстояние между осями стержней; A_s – площадь поперечного сечения стержней; l_{bd} – требуемая длина анкеровки; c_{min} – минимальная толщина покрытия бетоном; V_{FISV} – объем состава.



Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V



Расчетное значение стойкости в случае пожара

Арматурный стержень устанавливается перпендикулярно к поверхности, на которую воздействует огонь

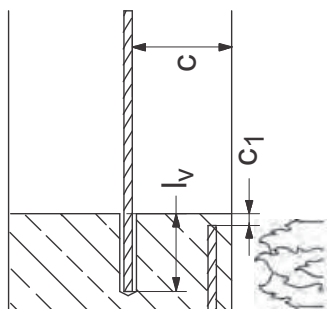
Таблица 5.23:

d _s [mm]	d ₀ [mm]	max N _{Rd,s,T} [kN]	l _v [mm]	Расчетное значение стойкости в случае пожара				
				F 30	F 60	F 90	F 120	F 180
8	12	21.9	190	4.7	2.0	0.8	0.4	-
			120	14.3	6.8	3.8	2.6	0.9
			160	21.9	16.1	10.7	7.0	3.6
			210	-	21.9	17.8	14.0	6.3
			230	-	-	21.9	18.8	8.6
			280	-	-	-	21.9	11.5
			350	-	-	-	-	21.9
10	14	34.1	210	11.9	4.9	2.6	1.5	0.3
			150	26.7	17.1	10.4	6.9	3.5
			180	34.1	26.1	19.3	14.4	6.6
			210	-	34.1	27.8	23.4	10.3
			240	-	-	34.1	32.3	16.9
			250	-	-	-	34.1	19.4
			310	-	-	-	-	34.1
12	16	49.2	240	21.5	10.1	5.5	3.9	1.4
			180	42.8	3.2	23.1	17.4	8.0
			200	49.2	38.3	30.2	24.4	10.8
			240	-	49.2	44.4	38.7	19.4
			260	-	-	49.2	45.9	26.6
			270	-	-	-	40.2	30.1
			330	-	-	-	-	49.2
↑	↑	↑	↑	F 30	F 60	F 90	F 120	F 180
[mm]	[N/mm ²]	[kN]	[mm]	Классификация огнестойкости				
d _s	d ₀	max N _{Rd,s,T}	l _v	Расчетное значение стойкости в случае пожара				
				N _{Rd,s,T} [kN]				

d _s [mm]	d ₀ [mm]	max N _{Rd,s,T} [kN]	l _v [mm]	Расчетное значение стойкости в случае пожара				
				F 30	F 60	F 90	F 120	F 180
25	30	213.4	380	33.3	19.7	10.7	7.8	3.6
			250	59.4	48.9	39.4	32.7	14.3
			350	68.9	57.2	47.8	41.0	18.8
			410	-	68.9	59.4	53.5	31.1
			420	-	-	66.9	59.4	39.3
			480	-	-	-	66.9	43.5
			480	-	-	-	-	66.9
28	3.5	267.7	420	47.5	32.1	21.3	14.0	7.2
			280	77.6	70.1	59.3	51.7	25.9
			340	87.4	74.9	64.1	58.4	30.6
			420	-	87.4	77.6	70.6	44.8
			440	-	-	87.4	77.6	54.4
			460	-	-	-	87.4	63.9
			510	-	-	-	-	87.4
32	40	267.7	440	82.8	63.6	50.1	40.2	17.8
			280	106.4	86.9	74.3	64.8	32.7
			340	136.6	111.5	98.8	89.1	57.2
			420	-	136.6	114.9	106.0	74.3
			440	-	-	136.6	129.3	97.6
			460	-	-	-	136.6	104.0
			510	-	-	-	-	136.6
↑	↑	↑	↑	F 30	F 60	F 90	F 120	F 180
[mm]	[N/mm ²]	[kN]	[mm]	Классификация огнестойкости				
d _s	d ₀	max N _{Rd,s,T}	l _v	Расчетное значение стойкости в случае пожара				
				N _{Rd,s,T} [kN]				

d_s – диаметр арматурного стержня; d₀ – диаметр сверления отверстия; N_{Rd,s,T} – расчетное значение стойкости в случае пожара; l_v – требуемая длина анкеровки.

Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V



Прочность по сцеплению в зависимости от толщины покрывающего слоя бетона в случае пожара

Арматурный стержень устанавливается параллельно поверхности, на которую воздействует огонь

Таблица 5.23:

c [mm] ↓	max f _{bd,T} [N/mm ²] ↓	Прочность сцепления в случае пожара f _{bd,T} [N/mm ²]						c [mm] ↓
		F 30	F 60	F 90	F 120	F 180	F 180	
30		1.9	0.3	-	-	-	-	30
35		2.3	0.5	-	-	-	-	35
40		2.6	0.9	-	-	-	-	40
45		3.0	1.4	-	-	-	-	45
50		-	1.6	0.5	-	-	-	50
55		-	1.9	0.7	-	-	-	55
60		-	2.3	0.9	0.4	-	-	60
65		-	2.6	1.2	0.7	-	-	65
70		-	3.0	1.6	0.9	-	-	70
75		-	-	1.9	1.1	-	-	75
80		-	-	2.3	1.4	0.3	-	80
85	3.0	-	-	2.4	1.8	0.4	-	85
90		-	-	2.7	2.0	0.7	-	90
95		-	-	3.0	2.3	0.8	-	95
100		-	-	-	2.6	0.9	-	100
105		-	-	-	3.0	1.2	-	105
110		-	-	-	-	1.6	-	110
115		-	-	-	-	1.9	-	115
120		-	-	-	-	2.2	-	120
125		-	-	-	-	2.3	-	125
130		-	-	-	-	2.6	-	130
135		-	-	-	-	2.8	-	135
140		-	-	-	-	3.0	-	140
↑ [mm] c	↑ [N/mm ²] max f _{bd,T}	F 30	F 60	F 90	F 120	F 180	F 180	↑ [mm] c
		Классификация огнестойкости						
		Рассчитанное значение стойкости в случае пожара						

Необходимая проверка:

$$N_{Rd,s,T} \leq (l_v - c_1) \cdot d_s \cdot \rho \cdot f_{bd,T}$$

$$\text{with: } (l_v - c_1) \geq l_s$$

$$\leq 80 \cdot d_s$$

Расчетное значение стойкости в случае пожара
 Длина анкеровки
 Диаметр арматурного стержня
 Прочность по сцеплению в случае пожара
 Длина нахлестки при установке внахлест

c – толщина покрытия бетоном, защищающего установленный арматурный стержень;
 f_{bd,T} – прочность по сцеплению в случае пожара.