

## Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

5.1	Типы .....	256
5.2	Применение .....	257
5.3	Характеристики и преимущества .....	258
5.4	Установка .....	258
5.5	Расчет .....	260
5.6	Примеры расчета .....	266
5.7	Результаты испытаний .....	267
5.8	Расчетные таблицы .....	268

## Установка арматурных связок 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 связей 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.

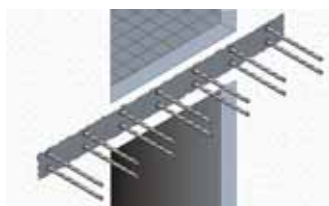
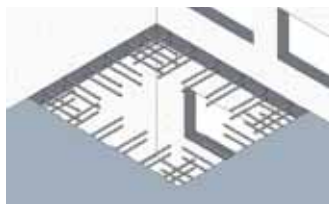
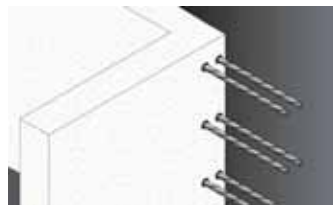
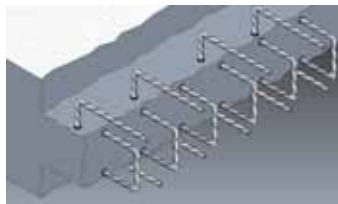
Начальные прутки для удлинения бетонных стен

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 связей с помощью инъекционного состава FIS V

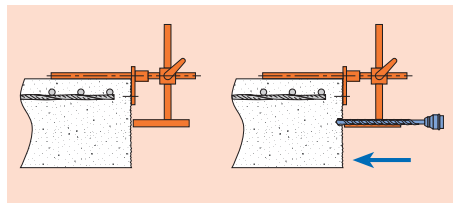
### 5.3 Характеристики и преимущества

- 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.

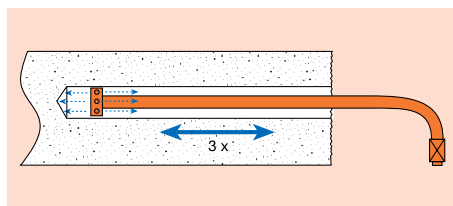
### 5.4 Установка

- Процесс сверления отверстия  
Расположение точек сверления отверстий должны быть определены инженером-проектировщиком.

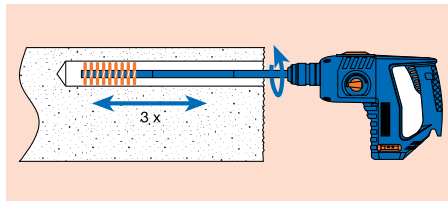
Для обеспечения точной параллельности относительно существующей поверхности при сверлении отверстий предлагается приспособление fischer, которое гарантирует, что величины отклонения не превышает 2 %.



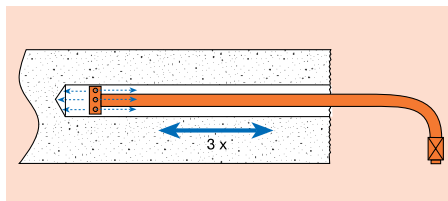
- Продувка просверленного отверстия  
Просверленное отверстие должно быть продуто 3 раза от дна отверстия сжатым воздухом с помощью пневматического пистолета fischer (сжатый воздух под давлением  $\geq 6$  бар, без примеси масла).



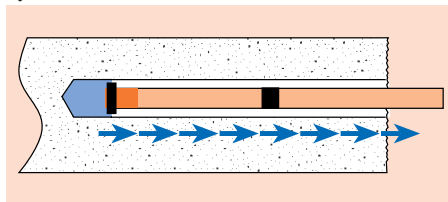
- Очистка щеткой просверленного отверстия.  
Просверленное отверстие должно быть 3 раза прочищено специальной проволочной щеткой fischer из нержавеющей стали.



- Повторная продувка просверленного отверстия  
Просверленное отверстие должно быть продуто еще 3 раза от дна отверстия сжатым воздухом с помощью пневматического пистолета fischer (сжатый воздух под давлением  $\geq 6$  бар, без примеси масла).



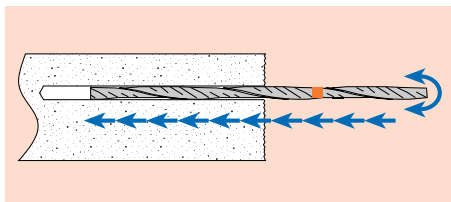
- Инъекция гибридного раствора FIS V.  
Просверленное отверстие заполняется раствором FIS V, начиная со дна. Приспособление для впрыскивания компании Fischer присоединяется к концу удлинительного сопла. При этом создается противодействие во избежание образования любых пузырьков воздуха.



- 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.

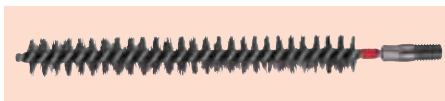
В наборе инструментов содержатся следующие приспособления: направляющее устройство для сверления, удлинители для стальных щеток, выпрессовочное инъекционное приспособление, трубка для очистки отверстий продувкой, стальные щетки и другие полезные инструменты. В наборе также имеются инструкции по монтажу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



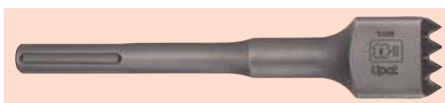
- Удлинительный шланг FIS

... 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 сосуде 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

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

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 заливаемого бетоном арматурных стержней. В последующих разделах данного руководства по расчетам речь будет идти исключительно о расчете армированного бетона на основе метода ЕС2.

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.

5

## Установка арматурных связок с помощью инъекционного состава FIS V

В общем случае расчет устанавливаемых арматурных связок 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	$\gamma_G$	1.0	1.35
переменные нагрузки	$\gamma_Q$	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 <sup>2</sup> ]	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;
- $\gamma_s$  = частичный коэффициент запаса прочности материала  
= 1.15

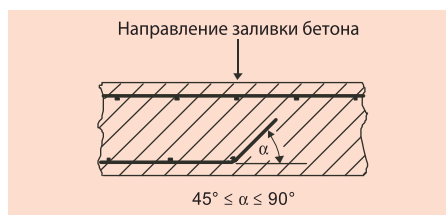
### 5.5.4 Прочность сцепления – необходимая длина анкеровки

#### 5.5.4.1 Условия сцепления

Прочность по сцеплению заливаемых бетонном 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, ):

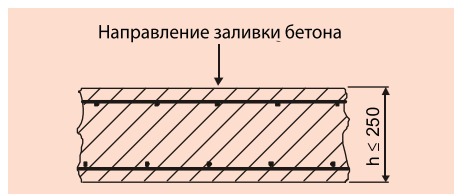
а) Арматурный стержень имеет загиб под углом от 45° до 90°.



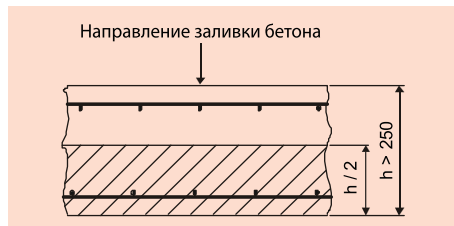
б) Арматурный стержень имеет загиб под углом от 0° до 45°, а толщина конструктивного элемента в направлении заливки бетона не превышает 250 мм.

5

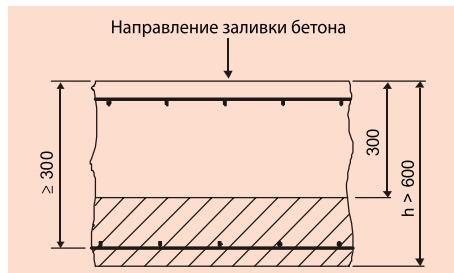
## Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V



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 связей, 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/мм<sup>2</sup>, измеренных на цилиндрах.

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

где:

- $\eta_1$  = 1,0 при хороших условиях сцепления  
= 0,7 при всех других условиях
- $\eta_2$  = 1,0 при  $d_s \leq 32$  мм  
=  $(132 - d_s) / 100$  при  $d_s > 32$  мм
- $f_{ctd}$  =  $(\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0.05} / \gamma_c)$
- $\alpha_{ct}$  = фактор длительности воздействия  
= 1.0
- $f_{ctk,0.05}$  = нижний предел характерной прочности бетона на растяжение;
- $\gamma_c$  = частичный коэффициент запаса прочности для бетона  
= 1.5

В случае установки арматурных связей 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 <sup>1)</sup>		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 <sup>2</sup> ]	12	16	20	25	30
Нижний предел характерной прочности бетона на растяжение $f_{ctk,0.05}$	[Н/мм <sup>2</sup> ]	1.1	1.3	1.5	1.8	2.0
Расчетное значение прочности сцепления (хорошие условия сцепления) <sup>2) 3)</sup>	[Н/мм <sup>2</sup> ]	1.6	2.0	2.3	2.7	3.0

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

<sup>2)</sup> Для периодической арматуры диаметром  $\leq 32$  мм.

<sup>3)</sup> 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;

$\sigma_{sd}$  = 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:

$\alpha_1$  = коэффициент формы прутков;

$\alpha_2$  = коэффициент заливки бетона;

$c$  = толщина бетонного слоя;

$\alpha_3$  = коэффициент поперечной арматуры (без приварки)  $\leq 1$ ;

$\alpha_4$  = коэффициент поперечной арматуры (приваренной)  $\leq 1$ ;

$\alpha_5$  = коэффициент поперечного сжатия  $\leq 1$ ;

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

$l_{b, min}$  = минимальная глубина анкеровки.

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

5

Таблица 5.7:  
Значения коэффициентов  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ,  $\alpha_4$  и  $\alpha_5$

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	$\alpha_3 = 1 - K_2$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_3 = 1,0$
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:

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

$\Sigma A_{st}$  = 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:

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

- для арматурных стержней, работающих на сжатие:

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

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));

$\alpha_1$  = коэффициент формы прутков;

$\alpha_2$  = коэффициент заливки бетона;

$\alpha_3$  = коэффициент поперечной арматуры (без приварки)  $\leq 1$ ;

$\alpha_5$  = коэффициент поперечного сжатия  $\leq 1$ ;

$\alpha_4$  = коэффициент поперечной арматуры (приваренной)

$\alpha_6$  = коэффициент пропорциональности перекрытия прутков в поперечном сечении;

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

Минимальная величина нахлестки:

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

где:

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

$\alpha_6$  = 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%
$\alpha_B$	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 <sup>1)</sup>		Минимальная толщина бетонного покрытия в мм <sup>2)</sup>	
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

<sup>1)</sup> Более подробную информацию см. EC2. см. таблицы 4.1 и 4.2.

<sup>2)</sup> 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)

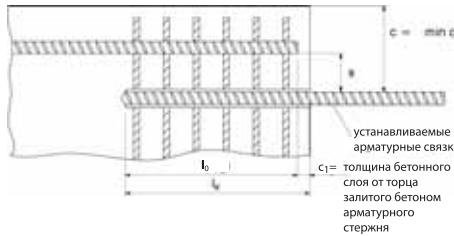
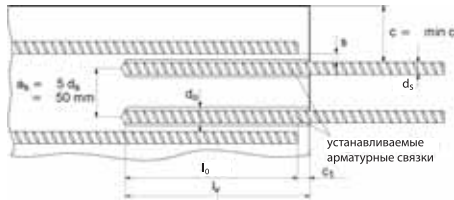
При диаметрах арматурных стержней  $\geq 16$  мм поперечная арматура должна иметь общую площадь не меньше, чем площадь  $A_S$  стержня, подсоединенного внахлест.

5

## Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

### 5.5.7 Правила расчета

Общие правила расчета при установке арматурных связей.



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

Частичный коэффициент запаса прочности  
 $\gamma_c = 1.50$

Арматурный стержень  
 = BSt 500 S

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

Частичный коэффициент запаса прочности  
 $\gamma_s = 1.15$

Нагрузка:

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

Частичный коэффициент запаса прочности  
 $\gamma_Q = 1.50$

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

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

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

Частичный коэффициент запаса прочности  
 $\gamma_G = 1.35$

Воздействия:

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

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

Изгибающий момент

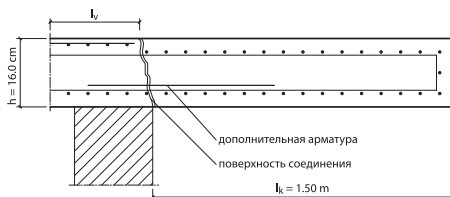
$$\begin{aligned} M_{Sd} &= \frac{(Q \cdot g_Q + \Sigma G \cdot g_G) \cdot l_k^2}{2} \\ &= \frac{(3.5 \cdot 1.5 + 6.0 \cdot 1.35) \cdot 1.50^2}{2} \\ &= 15.02 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

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

5

### 5.6 Примеры расчета

Консольная плита



Параметры:

Консоль  
 $l_k = 1.50 \text{ м}$

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

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

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

Класс прочности бетона  
 = 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:

Выборанный 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  $\tau_{\text{ц},5\%}$ , определенной в ходе проведения испытаний в бетоне класса С 20/25 ( $f_{\text{ck}} = 20 \text{ Н/мм}^2$ ), 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 $l_a = 10 \cdot d_s$	$\tau_{\text{ц}, m}$ [Н/мм <sup>2</sup> ]	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	$\tau_{\text{ц}, 5\%}$ [Н/мм <sup>2</sup> ]	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 <sup>2</sup> ]	C 20/25	2.3								
		C 30/37	3.0								

## Установка арматурных связей с помощью инъекционного состава FIS V

Таблица 5.12:

d <sub>s</sub> [mm]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Необходимая длина анкеровки для обеспечения характерной несущей способности на растяжение [кН] одного арматурного стержня в бетоне С 20/25															N <sub>Rk,s</sub> [kN]							
		на основе прочности сцепления τ <sub>c,5%</sub> (результаты испытания), значения для анкеровки l <sub>a</sub> [мм]																						
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								
	<b>500</b>	<b>12,7</b>	<b>15,8</b>	<b>19,0</b>	<b>22,2</b>	<b>25,1</b>	→									<b>25,1</b>								
	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								
	<b>500</b>		<b>19,8</b>	<b>23,8</b>	<b>27,7</b>	<b>31,7</b>	<b>39,3</b>	→								<b>39,3</b>								
	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	→								50,6							
	<b>500</b>			<b>27,6</b>	<b>32,2</b>	<b>36,8</b>	<b>46,0</b>	<b>50,6</b>	<b>55,2</b>	<b>56,5</b>	→					<b>56,5</b>								
	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							
	<b>500</b>				<b>36,3</b>	<b>41,5</b>	<b>51,9</b>	<b>57,1</b>	<b>62,3</b>	<b>64,9</b>	<b>72,7</b>	<b>77,0</b>	→				<b>77,0</b>							
	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							
	<b>500</b>					<b>45,8</b>	<b>57,3</b>	<b>63,0</b>	<b>68,8</b>	<b>71,6</b>	<b>80,2</b>	<b>86,0</b>	<b>91,7</b>	<b>100,5</b>	→		<b>100,5</b>							
	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						
	<b>500</b>						<b>62,8</b>	<b>69,1</b>	<b>75,4</b>	<b>78,5</b>	<b>88,0</b>	<b>94,2</b>	<b>100,5</b>	<b>125,7</b>	<b>157,1</b>	→		<b>157,1</b>						
	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						
	<b>500</b>							<b>82,5</b>	<b>92,4</b>	<b>99,0</b>	<b>105,6</b>	<b>131,9</b>	<b>164,9</b>	<b>197,9</b>	<b>230,9</b>	<b>245,4</b>	→		<b>245,4</b>					
	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				
	<b>500</b>								<b>93,6</b>	<b>100,3</b>	<b>107,0</b>	<b>133,7</b>	<b>167,1</b>	<b>200,6</b>	<b>234,0</b>	<b>267,4</b>	<b>300,8</b>	<b>307,9</b>	→		<b>307,9</b>			
	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	
	<b>500</b>											<b>115,8</b>	<b>144,8</b>	<b>181,0</b>	<b>217,1</b>	<b>253,3</b>	<b>289,5</b>	<b>325,7</b>	<b>361,9</b>	<b>398,1</b>	<b>402,1</b>	→		<b>402,1</b>
	550											115,8	144,8	181,0	217,1	253,3	289,5	325,7	361,9	398,1	434,3	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 нахлест 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  $st_{min}$  (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  $st_{min}$  (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 связок с помощью инъекционного состава FIS V

Требуемая длина анкеровки в зависимости от расчетной величины воздействия на один погонный метр для стержней диаметром 8 мм. Бетон класса С20/25;  $f_{ck} = 20 \text{ Н/мм}^2$ . Сталь:  $f_{yk} = 500 \text{ Н/мм}^2$

Таблица 5.14: Условия применения см. в разделе 5.8; Расчетные таблицы

$\delta_s$ [см]	Колово [л/м]	$A_s$ [см <sup>2</sup> /м]	Установка	Расчетное значение воздействия $N_{Ed}$ [кН/л] (с учетом запаса прочности)																								
				30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140	160	180	205	230	255	280	305	330	355	380	405	430		
5	20	10.05	$l_{bd}$ [mm]	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80		
			$e_{min}$ [mm]	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
			$V_{FIS V}$ [л/м]	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
6	16.7	8.38	$l_{bd}$ [mm]	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80		
			$e_{min}$ [mm]	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
			$V_{FIS V}$ [л/м]	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
7	14.3	7.18	$l_{bd}$ [mm]	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80		
			$e_{min}$ [mm]	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
			$V_{FIS V}$ [л/м]	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
8	12.5	6.28	$l_{bd}$ [mm]	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
			$e_{min}$ [mm]	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
			$V_{FIS V}$ [л/м]	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
9	11.1	5.59	$l_{bd}$ [mm]	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
			$e_{min}$ [mm]	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
			$V_{FIS V}$ [л/м]	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
10	10	5.03	$l_{bd}$ [mm]	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
			$e_{min}$ [mm]	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
			$V_{FIS V}$ [л/м]	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
12.5	8	4.02	$l_{bd}$ [mm]	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
			$e_{min}$ [mm]	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
			$V_{FIS V}$ [л/м]	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
15	6.7	3.35	$l_{bd}$ [mm]	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
			$e_{min}$ [mm]	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
			$V_{FIS V}$ [л/м]	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
20	5	2.51	$l_{bd}$ [mm]	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
			$e_{min}$ [mm]	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
			$V_{FIS V}$ [л/м]	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
25	4	2.01	$l_{bd}$ [mm]	86	114	143	171	199	228	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			$e_{min}$ [mm]	28	33	33	34	34	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			$V_{FIS V}$ [л/м]	28	37	46	55	64	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\delta_s$	$\delta_s$	$A_s$	Установка	214	286	357	429	500	571	643	714	786	857	1000	1143	1286	1464	1643	1821	2000	2179	2357	2536	2714	2893	3071		
			Расчетное значение воздействия $N_{Ed}$ [кН/л] (без учета запаса прочности)																									

$a_s$  – расстояние между осями стержней;  $A_s$  – площадь поперечного сечения стержней;  $l_{bd}$  – требуемая длина анкеровки;  $e_{min}$  – минимальная толщина покрытия бетоном;  $V_{FIS V}$  – объем состава







## Установка арматурных связок 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 [шт/м]	$A_s$ [см <sup>2</sup> /м]	Установка	Расчетное значение воздействия $N_{Ed}$ [кН/м] (с учетом угла пролета)																									
				50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	950		
7	14.3	21.89	$h_{ad}$ [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	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	33	33	33
			$V_{FISV}$ [шт/м]	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
8	12.5	19.24	$h_{ad}$ [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	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	33	33	33
			$V_{FISV}$ [шт/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	224	224
9	11.1	17.10	$h_{ad}$ [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	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	33	33	33
			$V_{FISV}$ [шт/м]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
10	10	15.39	$h_{ad}$ [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	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	33	33	33
			$V_{FISV}$ [шт/м]	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
11	9.1	13.99	$h_{ad}$ [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	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	33	33	33
			$V_{FISV}$ [шт/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	163	163
12	8.3	12.83	$h_{ad}$ [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	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	33	33	33
			$V_{FISV}$ [шт/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	150	150
12.5	8	12.32	$h_{ad}$ [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	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	33	33	33
			$V_{FISV}$ [шт/м]	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
15	6.7	10.26	$h_{ad}$ [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	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	33	33	33
			$V_{FISV}$ [шт/м]	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
20	5	7.70	$h_{ad}$ [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	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	33	33	33
			$V_{FISV}$ [шт/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	90	90
25	4	6.16	$h_{ad}$ [mm]	140	149	173	198	223	248	309	371	433	495	618	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			$c_{min}$ [mm]	33	33	34	34	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
			$V_{FISV}$ [шт/м]	72	77	89	102	115	127	159	191	222	254	317	381	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$a_s$	↑	↑	Установка	35.7	42.9	50.0	57.1	64.3	71.4	88.3	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	607.1	642.9		
				Расчетное значение воздействия $N_{Ed}$ [кН/м] (без учета угла пролета)																									

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

## Установка арматурных связок 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 [шт/м]	$A_s$ [см <sup>2</sup> /м]	Установка ↓	Расчетное значение воздействия $N_{Ed}$ [кН/м] (с учетом угла пролета)																								
				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	$h_{ad}$ [mm]	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	
			$c_{min}$ [mm]	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288
9	11.1	22.34	$h_{ad}$ [mm]	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	
			$c_{min}$ [mm]	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
10	10	20.11	$h_{ad}$ [mm]	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	
			$c_{min}$ [mm]	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231
11	9.1	18.28	$h_{ad}$ [mm]	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	
			$c_{min}$ [mm]	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210
12	8.3	16.76	$h_{ad}$ [mm]	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	
			$c_{min}$ [mm]	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
			$V_{FIS.V}$ [шт/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	192
12.5	8	16.08	$h_{ad}$ [mm]	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	
			$c_{min}$ [mm]	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185
15	6.7	13.40	$h_{ad}$ [mm]	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	
			$c_{min}$ [mm]	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154
18	5.6	11.17	$h_{ad}$ [mm]	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	
			$c_{min}$ [mm]	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
20	5	10.05	$h_{ad}$ [mm]	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	
			$c_{min}$ [mm]	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116
25	4	8.04	$h_{ad}$ [mm]	160	173	217	260	303	346	390	433	541	649	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			$c_{min}$ [mm]	34	34	35	36	37	38	39	41	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	93	100	125	150	175	200	225	250	312	374	437	499	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$a_s$ [см]	Кол-во [шт/м]	$A_s$ [см <sup>2</sup> /м]	Установка ↑	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		
				Расчетное значение воздействия $N_{Ed}$ [кН/м] (без учета угла пролета)																								

$a_s$  – расстояние между осями стержней;  $A_s$  – площадь поперечного сечения стержней;  $h_{ad}$  – требуемая длина анкеровки;  $c_{min}$  – минимальная толщина покрытия бетоном;  $V_{FIS.V}$  – объем состава.



## Установка арматурных связок с помощью инъекционного состава FIS V

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

Таблица 5.19: Условия применения см. в разделе 5.8: Расчетные таблицы

$a_s$ [см]	Кол-во [шт/м]	$A_s$ [см <sup>2</sup> /м]	Установка	Расчетное значение воздействия $N_{Ed}$ [кН/м] (в расчете угла наклона арматуры)																							
				120	140	160	180	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	1000	1100	1200	1300	
10	10.00	31.42	$h_{ad}$ [mm]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
			$c_{min}$ [mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
			$V_{FISV}$ [шт/м]	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
11	9.09	28.56	$h_{ad}$ [mm]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
			$c_{min}$ [mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
			$V_{FISV}$ [шт/м]	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410
12	6.33	26.18	$h_{ad}$ [mm]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
			$c_{min}$ [mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
			$V_{FISV}$ [шт/м]	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375
12.5	8.00	25.13	$h_{ad}$ [mm]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
			$c_{min}$ [mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
			$V_{FISV}$ [шт/м]	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
13	7.69	24.17	$h_{ad}$ [mm]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
			$c_{min}$ [mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
			$V_{FISV}$ [шт/м]	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347
14	7.14	22.44	$h_{ad}$ [mm]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
			$c_{min}$ [mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
			$V_{FISV}$ [шт/м]	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322
15	6.67	20.94	$h_{ad}$ [mm]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
			$c_{min}$ [mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
			$V_{FISV}$ [шт/м]	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
16	6.25	19.63	$h_{ad}$ [mm]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
			$c_{min}$ [mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
			$V_{FISV}$ [шт/м]	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282
20	5.00	15.71	$h_{ad}$ [mm]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
			$c_{min}$ [mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
			$V_{FISV}$ [шт/м]	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225
25	4.00	12.57	$h_{ad}$ [mm]	208	243	277	312	346	433	519	606	692	779	865	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			$c_{min}$ [mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
			$V_{FISV}$ [шт/м]	188	219	250	281	312	390	468	546	624	701	779	858	935	1013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$a_s$ [см]	Кол-во [шт/м]	$A_s$ [см <sup>2</sup> /м]	Установка	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	785.7	857.1	928.6	

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

Установка арматурных связок 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

$a_s$ [см]	Кол-во [шт/м]	$A_s$ [см <sup>2</sup> /м]	Установка ↓	Расчетные значения воздействия $N_{Ed}$ [кН/м] (с учетом угла пролета)																							
				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	$h_{ad}$ [mm]	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
			$c_{min}$ [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
14	7.4	38.36	$h_{ad}$ [mm]	250	250	250	250	262	289	337	374	412	449	486	524	561	598	636	673	748	823	897	972	1047	1122	-	
			$c_{min}$ [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	510	510	510	510	534	610	687	762	840	915	990	1068	1143	1219	1296	1371	1524	1677	1828	1980	2133	2286	-	
15	6.9	33.85	$h_{ad}$ [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	50	50	50	
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	475	475	475	475	533	611	687	763	839	915	990	1066	1144	1220	1296	1372	1523	1675	1829	1980	2132	-	-	
16	6.5	31.67	$h_{ad}$ [mm]	250	250	250	258	301	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	50	50	50	50	
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	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	$h_{ad}$ [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	50	50	50	50	50	50	
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	417	417	417	459	534	610	687	762	839	915	990	1067	1144	1219	1295	1372	1524	1675	1829	-	-	-	-	
18	5.7	28.05	$h_{ad}$ [mm]	250	250	250	291	340	388	436	485	533	582	630	679	727	776	824	872	969	1066	1163	-	-	-	-	
			$c_{min}$ [mm]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	383	383	383	458	535	610	686	763	838	915	990	1067	1143	1220	1296	1371	1523	1676	1828	-	-	-	-	
19	5.4	26.53	$h_{ad}$ [mm]	250	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	50	50	50	50	50	50	
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	372	372	383	458	534	610	686	763	839	915	990	1066	1144	1219	1295	1371	1524	1676	-	-	-	-	-	
20	5.1	25.17	$h_{ad}$ [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	50	50	50	50	50	50	
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	353	353	381	457	534	610	686	762	838	914	990	1067	1143	1219	1295	1371	1524	-	-	-	-	-	-	-
22	4.5	22.31	$h_{ad}$ [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	50	50	50	50	50	50	50	50	
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	313	313	382	458	534	610	687	762	838	914	990	1067	1143	1219	1295	1372	-	-	-	-	-	-	-	-
25	4	19.63	$h_{ad}$ [mm]	250	277	346	416	485	554	623	692	762	831	900	969	1038	1108	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	50	
			$V_{FIS.V}$ [шт/м]	275	305	381	458	534	610	686	762	839	915	990	1066	1142	1219	1295	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$a_s$ [см]	↑	↑	↑	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	
				Расчетные значения воздействия $N_{Ed}$ [кН/м] (без учета угла пролета)																							

$a_s$  – расстояние между осями стержней;  $A_s$  – площадь поперечного сечения стержней;  $h_{ad}$  – требуемая длина анкеровки;  $c_{min}$  – минимальная толщина покрытия бетоном;  $V_{FIS.V}$  – объем состава.



## Установка арматурных связок с помощью инъекционного состава FIS V

Требуемая длина анкеровки в зависимости от расчетной величины воздействия на один погонный метр для стержней диаметром 28 мм.

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

Таблица 5.21: Условия применения см. в разделе 5.8: Расчетные таблицы

$a_s$ [см]	Кол-во [шт/м]	$A_s$ [см <sup>2</sup> /м]	Установка		Расчетное значение водостая $N_{Ed}$ [кН/м] (с учетом запаса прочности)																									
			$l_{hd}$ [mm]	$c_{min}$ [mm]	230	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1900			
14	7.1	43.98	$l_{hd}$ [mm]	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280		
			$c_{min}$ [mm]	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
			$V_{FIS V}$ [л/м]	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882
15	6.7	41.05	$l_{hd}$ [mm]	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	
			$c_{min}$ [mm]	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
			$V_{FIS V}$ [л/м]	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824
16	6.3	38.48	$l_{hd}$ [mm]	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	
			$c_{min}$ [mm]	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
			$V_{FIS V}$ [л/м]	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772
17	5.9	36.22	$l_{hd}$ [mm]	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	
			$c_{min}$ [mm]	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
			$V_{FIS V}$ [л/м]	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727
18	5.6	34.21	$l_{hd}$ [mm]	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	
			$c_{min}$ [mm]	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
			$V_{FIS V}$ [л/м]	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686
19	5.3	32.41	$l_{hd}$ [mm]	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	
			$c_{min}$ [mm]	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
			$V_{FIS V}$ [л/м]	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650
20	5	30.79	$l_{hd}$ [mm]	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	
			$c_{min}$ [mm]	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
			$V_{FIS V}$ [л/м]	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618
21	4.8	29.32	$l_{hd}$ [mm]	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	
			$c_{min}$ [mm]	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
			$V_{FIS V}$ [л/м]	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588
22	4.5	27.99	$l_{hd}$ [mm]	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	
			$c_{min}$ [mm]	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
			$V_{FIS V}$ [л/м]	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562
25	4	24.63	$l_{hd}$ [mm]	285	309	371	433	495	557	618	680	742	804	865	927	989	1113	1236	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			$c_{min}$ [mm]	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
			$V_{FIS V}$ [л/м]	503	546	655	764	874	983	1091	1200	1309	1419	1526	1636	1745	1854	1964	2181	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$a_s$ [см]	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑			
Установка			Расчетное значение водостая $N_{Ed}$ [кН/м] (без учета запаса прочности)																											
164.3	178.6	214.3	250.0	285.7	321.4	357.1	392.9	428.6	464.3	500.0	535.7	571.4	642.9	714.3	785.7	857.1	928.6	1000.0	1071.4	1142.9	1214.3	1357.1								

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

## Установка арматурных связок с помощью инъекционного состава FIS V

Требуемая длина анкеровки в зависимости от расчетной величины воздействия на один погонный метр для стержней диаметром 32 мм. Бетон класса С20/25:  $f_{ck} = 20 \text{ Н/мм}^2$ , Сталь:  $f_{yk} = 500 \text{ Н/мм}^2$

Таблица 5.22: Условия применения см. в разделе 5.8; Расчетные таблицы

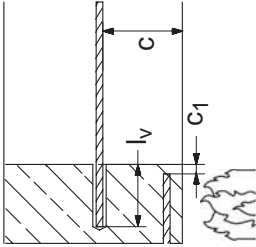
$a_s$ [см]	Кол-во [шт/м]	$A_s$ [см <sup>2</sup> /м]	Установка	Расчетное значение водостойкости $N_{d,2}$ [кН/м] (с учетом запаса прочности)																							
				300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2100	
16	6.3	50.27	$l_{ad}$ [mm]	320	320	320	320	346	381	416	450	485	519	554	623	692	762	831	900	969	1038	1108	1177	1246	1315	1454	
			$e_{min}$ [mm]	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
			$V_{FIS.V}$ [л/м]	1152	1152	1152	1246	1372	1498	1620	1746	1869	1995	2243	2492	2744	2992	3240	3489	3737	3989	4238	4486	4734	5235		
17	5.9	47.31	$l_{ad}$ [mm]	320	320	320	331	368	405	442	478	515	552	589	682	736	809	883	956	1030	1103	1177	1250	1324	1397	-	
			$e_{min}$ [mm]	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	-	
			$V_{FIS.V}$ [л/м]	1095	1095	1095	1122	1247	1373	1498	1620	1745	1871	1996	2244	2494	2742	2992	3240	3490	3738	3988	4236	4487	4734	-	-
18	5.6	44.68	$l_{ad}$ [mm]	320	320	320	351	390	429	468	507	545	584	623	701	779	857	935	1013	1090	1168	1246	1324	1402	1480	-	
			$e_{min}$ [mm]	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	-
			$V_{FIS.V}$ [л/м]	1024	1024	1024	1124	1248	1373	1498	1623	1744	1869	1994	2244	2493	2743	2992	3242	3488	3738	3988	4237	4487	4736	-	-
19	5.3	42.33	$l_{ad}$ [mm]	320	320	320	329	370	411	452	494	535	576	617	658	740	822	904	987	1069	1151	1233	1315	1397	1480	-	
			$e_{min}$ [mm]	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	-
			$V_{FIS.V}$ [л/м]	971	971	998	1122	1246	1371	1498	1622	1747	1871	1995	2244	2492	2741	2993	3241	3490	3738	3987	4236	4487	-	-	-
20	5	40.21	$l_{ad}$ [mm]	320	320	346	390	433	476	519	563	606	649	692	779	865	952	1038	1125	1211	1298	1384	1471	-	-	-	
			$e_{min}$ [mm]	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	-
			$V_{FIS.V}$ [л/м]	922	922	997	1124	1248	1371	1495	1622	1746	1870	1993	2244	2492	2742	2990	3240	3488	3739	3986	4237	-	-	-	-
21	4.8	38.30	$l_{ad}$ [mm]	320	320	364	409	455	500	545	591	636	682	727	818	909	1000	1090	1181	1272	1363	1454	-	-	-	-	
			$e_{min}$ [mm]	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	-
			$V_{FIS.V}$ [л/м]	878	878	999	1122	1248	1372	1495	1622	1745	1871	1995	2244	2494	2743	2990	3240	3489	3739	3989	-	-	-	-	-
22	4.5	36.56	$l_{ad}$ [mm]	320	334	381	429	476	524	571	619	667	714	762	857	952	1047	1142	1237	1333	1428	-	-	-	-	-	
			$e_{min}$ [mm]	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	-
			$V_{FIS.V}$ [л/м]	838	875	998	1124	1247	1372	1495	1621	1747	1870	1996	2244	2493	2742	2990	3239	3491	3739	-	-	-	-	-	-
23	4.3	34.97	$l_{ad}$ [mm]	320	349	398	448	498	548	597	647	697	747	796	896	995	1095	1194	1294	1393	1493	-	-	-	-	-	
			$e_{min}$ [mm]	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	-
			$V_{FIS.V}$ [л/м]	802	875	997	1122	1248	1373	1498	1621	1746	1871	1994	2244	2492	2743	2991	3241	3489	3739	-	-	-	-	-	-
24	4.2	33.51	$l_{ad}$ [mm]	320	364	416	468	519	571	623	675	727	779	831	935	1038	1142	1246	1350	1454	-	-	-	-	-	-	
			$e_{min}$ [mm]	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	-
			$V_{FIS.V}$ [л/м]	788	874	999	1124	1246	1371	1496	1620	1745	1870	1995	2244	2492	2741	2991	3240	3490	-	-	-	-	-	-	-
25	4	32.17	$l_{ad}$ [mm]	325	379	433	487	541	595	649	703	757	811	865	974	1082	1190	1298	1406	-	-	-	-	-	-	-	
			$e_{min}$ [mm]	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	-
			$V_{FIS.V}$ [л/м]	749	874	998	1123	1247	1371	1496	1620	1745	1869	1993	2245	2493	2742	2991	3240	-	-	-	-	-	-	-	-
$a_s$ [см]	Кол-во [шт/м]	$A_s$ [см <sup>2</sup> /м]	Установка	Расчетное значение водостойкости $N_{d,2}$ [кН/м] (без учета запаса прочности)																							
				214.3	250.0	285.7	321.4	357.1	392.9	428.6	464.3	500.0	535.7	571.4	642.9	714.3	785.7	857.1	928.6	1000.0	1071.4	1142.9	1214.3	1285.7	1357.1	1500.0	

$a_s$  – расстояние между осями стержней;  $A_s$  – площадь поперечного сечения стержней;  $l_{ad}$  – требуемая длина анкеровки;  $e_{min}$  – минимальная толщина покрытия бетоном;  $V_{FIS.V}$  – объем состава.

5



## Установка арматурных связок 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 <sub>bd,T</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Прочность сцепления в случае пожара						c [mm]
		Классификация огнестойкости						
↓	↓	F 30	F 60	F 90	F 120	F 180	↓	
30	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		
↑	↑	F 30	F 60	F 90	F 120	F 180	↑	
с	max f <sub>bd,T</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Расчетное значение стойкости в случае пожара						с
		f <sub>bd,T</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]						

Необходимая проверка:

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

with:  $(l_v - c_1) \geq l_s$   
 $\leq 80 \cdot d_s$

N<sub>Rd,S,T</sub> Расчетное значение стойкости в случае пожара  
 (l<sub>v</sub> - c<sub>1</sub>) Длина анкеровки  
 d<sub>s</sub> Диаметр арматурного стержня  
 ρ Прочность по сцеплению в случае пожара  
 f<sub>bd,T</sub> Длина нахлестки при установке внахлест  
 l<sub>s</sub>

c – толщина покрытия бетоном, защищающего установленный арматурный стержень;  
 f<sub>bd,T</sub> – прочность по сцеплению в случае пожара.

## Примечания

---

5