

4

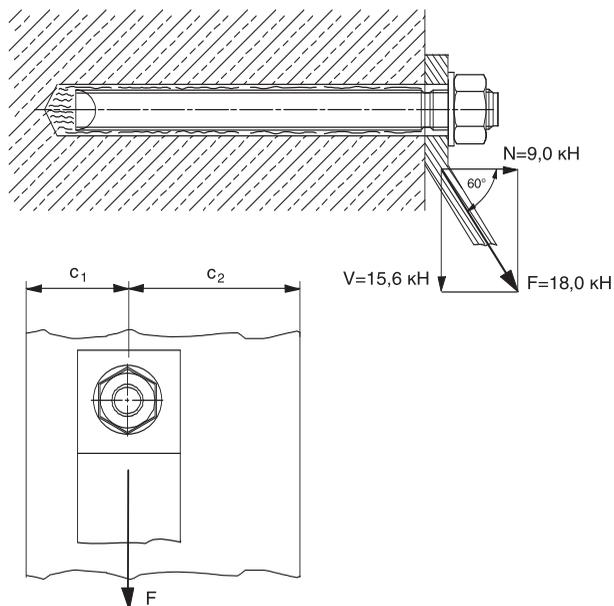
Примеры

Пример 1	310
Пример 2	314

Пример 1

Одноанкерное крепление к колонне с двумя кромками

Дано:	Химический анкер Hilti HVA с капсулой HVU и стержнем HAS-R M20
	Класс бетона C20/25
	Рабочая нагрузка под углом $F = 18,0 \text{ кН}$
	Толщина бетонного элемента $h = 300 \text{ мм}$
	Расстояние до кромок $c_1 = 100 \text{ мм}, c_2 = 150 \text{ мм}$



Расчет:

1. Вырыв

Расчетная нагрузка на вырыв:

$$N_{Rd} = \min \{ N_{Rd,c}; N_{Rd,s} \}$$

1.1 Сопротивление вырыву из бетона и его разрушению по конусу, $N_{Rd,c}$:

Расчетное сопротивление, $N_{Rd,c}$ бетона на один анкер в много-анкерном креплении:

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_{B,N} \cdot f_T \cdot f_{A,N} \cdot f_{R,N}$$

Сопrotивление вырыву из бетона и его разрушению по конусу, $N_{Rd,c}^0$

$$N_{Rd,c}^0 = 62,9 \text{ кН}$$

Влияние прочности бетона

$$f_B = 1 + \left(\frac{f_{ck,cube} - 25}{100} \right) = 1,0; \quad \text{для } f_{ck,cube} = 25 \text{ Н/мм}^2$$

Влияние глубины анкеровки

$$f_T = \frac{h_{act}}{h_{nom}} = 1,0; \quad \text{для } h_{act} = h_{nom}; (h_{nom} \leq h_{act} \leq 2,0 \cdot h_{nom})$$

Влияние межосевых расстояний между анкерами

$$f_{A,N} = 0,5 + \frac{s}{4 \cdot h_{nom}} = 1,0; \quad \text{в связи с тем, что крепление одноанкерное}$$

Влияние расстояния до кромки

$$f_{R1,N} = 0,28 + 0,72 \cdot \frac{c_1}{h_{nom}} = 0,28 + 0,72 \cdot \frac{100 \text{ мм}}{170 \text{ мм}} = 0,70$$

$$f_{R2,N} = 0,28 + 0,72 \cdot \frac{c_2}{h_{nom}} = 0,28 + 0,72 \cdot \frac{150 \text{ мм}}{170 \text{ мм}} = 0,92$$

Сопrotивление вырыву из бетона и его разрушению по конусу

$$N_{Rd,c} = 62,9 \text{ кН} \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,92 = 40,5 \text{ кН}$$

Расчетное сопротивление разрушению стали, $N_{Rd,s}$

$$N_{Rd,s} = 84,3 \text{ кН}$$

Окончательное расчетное сопротивление на вырыв:

$$N_{Rd} = \min \{ N_{Rd,s}; N_{Rd,c} \} = 40,5 \text{ кН}$$

Пример 1

2. Срез

Расчетная нагрузка на срез

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rd,c}; V_{Rd,s} \}$$

2.1 Расчетная срезающая нагрузка при сопротивлении разрушению кромки бетона, $V_{Rd,c}$:

Расчетное сопротивление бетона, $V_{Rd,c}$ для одиночного анкера в многоанкерном креплении:

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_{B,V} \cdot f_{\beta,V} \cdot f_{AR,V}$$

Расчетная срезающая нагрузка на кромке бетона при минимальном расстоянии до кромки

$$V_{Rd,c}^0 = 12,4 \text{ кН}$$

Влияние прочности бетона

$$f_{B,V} = \sqrt{\frac{f_{ck,cube}}{25}} = 1,0; \quad \text{для } f_{ck,cube} = 25 \text{ Н/мм}^2$$

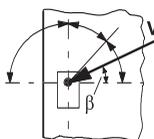
Влияние направления нагрузки

$$f_{\beta,V} = 1,0; \quad 0^\circ \leq \beta \leq 55^\circ$$

$$f_{\beta,V} = \frac{1}{\cos\beta + 0,5 \cdot \sin\beta}; \quad 55^\circ < \beta \leq 90^\circ$$

$$f_{\beta,V} = 2,0; \quad 90^\circ < \beta \leq 180^\circ$$

$$f_{\beta,V} = 2,0; \quad \text{for } \beta = 90^\circ$$



Влияние расстояния до кромки

$$f_{AR,V} = \frac{c}{c_{min}} \cdot \sqrt{\frac{c}{c_{min}}} = \frac{100\text{мм}}{85\text{мм}} \cdot \sqrt{\frac{100\text{мм}}{85\text{мм}}} = 1,28; \text{ следует вводить наименьшее расстояние до кромок, «С»}.$$

$$V_{Rd,c} = 12,4 \text{ кН} \cdot 1,0 \cdot 1,28 \cdot 2,0 = 31,7 \text{ кН}$$

2.2 Расчетное сопротивление разрушению стали на срез, $V_{Rd,s}$:

$$V_{Rd,s} = 60,6 \text{ кН}$$

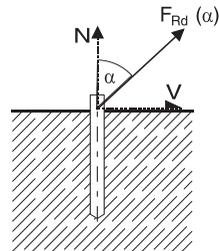
2.3 Окончательная расчетная срезающая нагрузка:

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rd,s}; V_{Rd,c} \} = 31,7 \text{ кН}$$

3. Комбинированная нагрузка :

Расчетное сопротивление комбинированной нагрузки можно получить из:

$$\begin{aligned}
 F_{Rd}(\alpha) &= \left[\left(\frac{\cos\alpha}{N_{Rd}} \right)^{1,5} + \left(\frac{\sin\alpha}{V_{Rd}} \right)^{1,5} \right]^{\frac{2}{3}} \\
 &= \left[\left(\frac{\cos 60^\circ}{40,5 \text{ кН}} \right)^{1,5} + \left(\frac{\sin 60^\circ}{31,7 \text{ кН}} \right)^{1,5} \right]^{\frac{2}{3}} \\
 &= 30,7 \text{ кН}
 \end{aligned}$$



Расчет воздействия:

$$F_{Sd} = F \cdot \gamma_F$$

если принять частный коэффициент запаса, γ_F , для рабочей нагрузки равным 1.4

$$F_{Sd} = 18,0 \text{ кН} \cdot 1,4 = 25,2 \text{ кН}$$

Проверка:

$$F_{Sd} = 25,2 \text{ кН} < F_{Rd}(\alpha) = 30,7 \text{ кН}$$

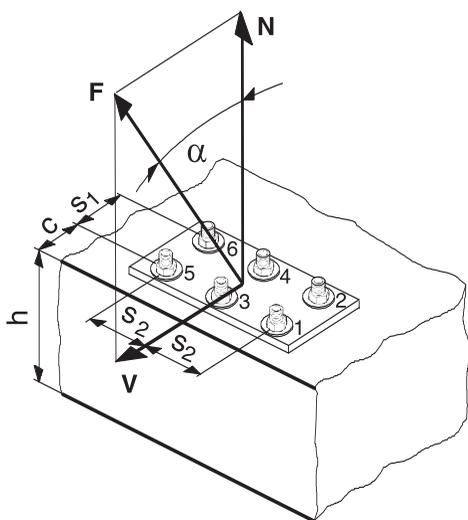
Данное применение безопасно, если расчеты выполняются по FTM Hilti.

Пример 2

Шести–анкерное крепление поблизости к одной кромке

Дано: Расчетное анкерное соединение Hilti HDA–T M16

Класс бетона	C30/37
Рабочая нагрузка под углом	$F = 80,0 \text{ кН}$
Угол наклона	$\alpha = 20^\circ$
Толщина бетонного элемента	$h = 400 \text{ мм}$
Расстояние до кромки	$c = 160 \text{ мм}$,
Межосевое расстояние	$s_1 = 190 \text{ мм}$, $s_2 = 300 \text{ мм}$



Расчет:

1. Вырыв

Расчетная нагрузка на вырыв:

$$N_{Rd} = \min \{ N_{Rd,c}; N_{Rd,s} \}$$

1.1 Сопротивление вырыву из бетона и его разрушению по конусу, $N_{Rd,c}$:

Расчетное сопротивление, $N_{Rd,c}$ бетона на один анкер в много–анкерном креплении:

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{A,N} \cdot f_{R,N}$$

$$N_{Rd,c}^0 = 101,4 \text{ кН}$$

Влияние прочности бетона

$$f_B = \sqrt{\frac{f_{ck,cube}}{25}} = \sqrt{\frac{37 \text{ Н/мм}^2}{25 \text{ Н/мм}^2}} = 1,22$$

Влияние межосевых расстояний между анкерами

$$f_{A,N1} = 0,5 + \frac{s_1}{6 \cdot h_{ef}} = 0,5 + \frac{190 \text{ мм}}{6 \cdot 190 \text{ мм}} = 0,67$$

$$f_{A,N2} = 0,5 + \frac{s_2}{6 \cdot h_{ef}} = 0,5 + \frac{300 \text{ мм}}{6 \cdot 190 \text{ мм}} = 0,76$$

Влияние расстояния до кромки

$$f_{R,N} = 0,27 + 0,49 \cdot \frac{c}{h_{ef}} = 0,27 + 0,49 \cdot \frac{160 \text{ мм}}{190 \text{ мм}} = 0,68$$

$$N_{Rd,c}^{2,6} = 101,4 \text{ кН} \cdot 1,22 \cdot 0,67 \cdot 0,76 = 63,0 \text{ кН}$$

$$N_{Rd,c}^4 = 101,4 \text{ кН} \cdot 1,22 \cdot 0,67 \cdot 0,76 \cdot 0,76 = 47,9 \text{ кН}$$

$$N_{Rd,c}^{1,5} = 101,4 \text{ кН} \cdot 1,22 \cdot 0,67 \cdot 0,76 \cdot 0,68 = 42,8 \text{ кН}$$

$$N_{Rd,c}^3 = 101,4 \text{ кН} \cdot 1,22 \cdot 0,67 \cdot 0,76 \cdot 0,76 \cdot 0,68 = 32,6 \text{ кН}$$

Сопrotивление вырыву из бетона и его разрушению по конусу для много-анкерных креплений

$$N_{Rd,c}^{group} = (63,0 \text{ кН} + 42,8 \text{ кН}) \cdot 2 + 47,9 \text{ кН} + 32,6 \text{ кН} = 292,1 \text{ кН}$$

1.2 Расчетное сопротивление разрушению стали, $N_{Rd,s}$

$$N_{Rd,s} = 84,0 \text{ кН}$$

Расчетное сопротивление разрушению стали для много-анкерного крепления

$$N_{Rd,s}^{group} = 84,0 \text{ кН} \cdot 6 = 504,0 \text{ кН}$$

1.3 Окончательное расчетное сопротивление на вырыв:

$$N_{Rd}^{group} = \min \{ N_{Rd,c}^{group}, N_{Rd,s}^{group} \} = 292,1 \text{ кН}$$

Пример 2

2. Срез

Расчетная нагрузка на срез:

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rd,c}; V_{Rd,s} \}$$

2.1 Расчетная срезающая нагрузка при сопротивлении разрушению кромки бетона, $V_{Rd,c}$:

Расчетное сопротивление бетона, $V_{Rd,c}$ для единственного анкера в многоанкерном креплении:

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{AR,V} \cdot f_{\beta,V}$$

Расчетная срезающая нагрузка на кромке бетона при минимальном расстоянии до кромки

$$V_{Rd,c}^0 = 26,1 \text{ кН}$$

Влияние прочности бетона

$$f_B = \sqrt{\frac{f_{ck,cube}}{25}} = \sqrt{\frac{37 \text{ Н/мм}^2}{25 \text{ Н/мм}^2}} = 1,22$$

Влияние направления срезающей нагрузки

$$f_{\beta,V} = 1; \quad \beta = 0^\circ$$

Влияние межосевого расстояния и расстояния до кромки

$$f_{AR,V} = \frac{3 \cdot c + s_1 + s_2 + \dots + s_{n-1}}{3 \cdot n \cdot c_{min}} \cdot \sqrt{\frac{c}{c_{min}}} = \frac{3 \cdot 160 \text{ мм} + 2 \cdot 300 \text{ мм}}{3 \cdot 3 \cdot 150 \text{ мм}} \cdot \sqrt{\frac{160 \text{ мм}}{150 \text{ мм}}} = 0,83$$

$$V_{Rd,c} = 26,1 \text{ кН} \cdot 1,22 \cdot 0,83 \cdot 1,0 = 26,4 \text{ кН}$$

Расчетная срезающая нагрузка при сопротивлении разрушению бетонного края для много-анкерных креплений

$$V_{Rd,c}^{group} = 26,4 \text{ кН} \cdot 3 = 79,2 \text{ кН}$$

2.2 Расчетное сопротивление разрушению стали на срез, $V_{Rd,s}$:

$$V_{Rd,s} = 93,3 \text{ кН}$$

Расчетное сопротивление разрушению стали на срез для много-анкерного крепления

$$V_{Rd,s}^{group} = 93,3 \text{ кН} \cdot 6 = 560,0 \text{ кН}$$

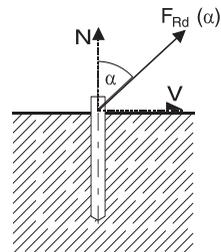
2.3 Окончательная расчетная срезающая нагрузка:

$$V_{Rd}^{group} = \min \left\{ V_{Rd,c}^{group}; V_{Rd,s}^{group} \right\} = 66,0 \text{ кН}$$

3. Комбинированная нагрузка :

Расчетное сопротивление комбинированной нагрузки можно получить из:

$$\begin{aligned} F_{Rd}(\alpha) &= \left[\left(\frac{\cos \alpha}{N_{Rd}} \right)^{1,5} + \left(\frac{\sin \alpha}{V_{Rd}} \right)^{1,5} \right]^{\frac{2}{3}} \\ &= \left[\left(\frac{\cos 20^\circ}{292,1 \text{ кН}} \right)^{1,5} + \left(\frac{\sin 20^\circ}{79,2 \text{ кН}} \right)^{1,5} \right]^{\frac{2}{3}} \\ &= 166,3 \text{ кН} \end{aligned}$$



Расчет воздействия:

$$F_{Sd} = F \cdot \gamma_F$$

если принять частный коэффициент запаса, γ_F , для рабочей нагрузки равным 1.4

$$F_{Sd} = 80,0 \text{ кН} \cdot 1,4 = 112,0 \text{ кН}$$

Проверка:

$$F_{Sd} = 112,0 \text{ кН} < F_{Rd}(\alpha) = 166,3 \text{ кН}$$

Данное применение безопасно, если расчеты выполняются по FTM Hilti.



5

Вклеиваемая арматура

1. Анализ применения вклеиваемой арматуры	320
1.1 Преимущества вклеиваемой арматуры	320
1.2 Примеры применения	320
2. Информация о продукте Hilti: арматура HIT	322
2.1 Полная система инъеклируемых продуктов для разных условий применения	322
2.2 Двухкомпонентные химические анкера	323
2.2.1 Быстро твердеющий химический анкер Hilti HIT-HY 150	323
2.2.2 Высокоэффективный, медленно твердеющий химический анкер Hilti HIT-RE 500	323
2.3 Установка	324
2.3.1 При небольшой глубине установки	324
2.3.2 Стандартная установка встраиваемой арматуры	325
3. Расчет вклеиваемой арматуры с помощью системы Hilti-HIT	326
3.1 Общие примечания	326
3.2 Основные расчетные величины для армированного бетона	327
3.3 Стандартные случаи расчетов	328
3.4 Особые случаи	331
3.5 Упрощенный подход посредством проверки на срез	334
4. Примеры расчета	337
4.1 Анкерное устройство, крайняя опора панели (с простым постаментом)	337
4.2 Перекрывающееся соединение	338
4.3 Коррекция стены на изгиб (несущий узел)	339
5. Сертификация / Литература	341

Настоящее руководство по вклейке арматуры для армирования бетона с помощью системы Hilti инъеклируемых химических составов HIT основано на концепции безопасности и правилах детализации Европейских Технических Условий 2 (ENV 1992-1-1:1992).

Свяжитесь с отделом технического обслуживания Hilti для получения руководства основанного на местных строительных нормах и правилах.

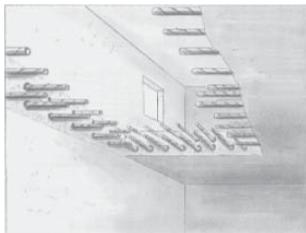
1. Анализ применения вклеиваемой арматуры

1.1 Преимущества вклеиваемой арматуры

С применением системы инъектирования Hilti-HIT возможно соединить новую арматуру с уже существующими конструкциями с максимально надежным результатом.

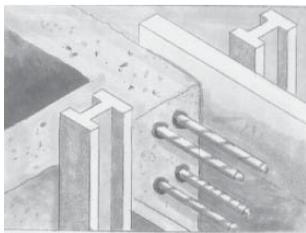
- ↙ гибкий дизайн
- ↙ надежно как арматурный выпуск
- ↙ гарантированная несущая способность
- ↙ упрощение работ с монолитным бетоном
- ↙ горизонтальные, вертикальные и подвесные конструкции
- ↙ простое применение с надежным результатом

1.2 Примеры применения



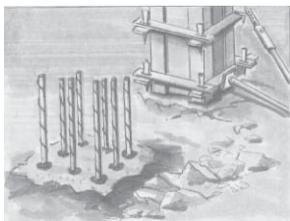
Присоединение плит перекрытий

- промежуточные плиты перекрытий
 - конструктивные изменения,
 - восстановление временных проемов, напр. после кранов, удаления строительного мусора
- ✓ упрощение выполнения опалубки
 - ✓ гибкость конструктивных методов
 - ✓ не загроможденные временные отверстия
 - ✓ сокращение риска повреждений арматуры



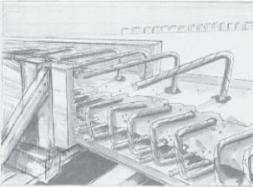
Соединение стен и балок

- технологические швы
 - структурное расширение
 - горизонтальные арматурные выпуски
- ✓ упрощенное выполнение опалубки
 - ✓ непрерывное армирование
 - ✓ небольшие размеры забуриваемых отверстий



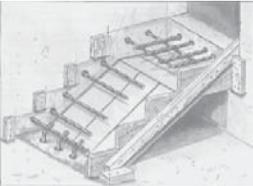
Вертикальные соединения

- новые колонны, эстакады
 - структурные усовершенствования
 - наголовники свай
- ✓ точное расположение
 - ✓ простое крепление арматуры
 - ✓ свободный доступ со строительной площадки



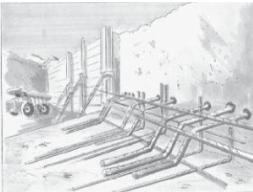
Масштабное восстановление конструкций

- Восстановление парапета моста
- Модернизация каркаса
- Ремонтные бетонные работы
- ✓ Восстановление парапетов
- ✓ Ограниченный демонтаж бетона
- ✓ Исключение сварки арматуры и подобных соединений
- ✓ Установка подвесных конструкций



Соединение конструкций

- Лестничные клетки
- Люки
- Карнизы
- ✓ Точное размещение арматурного выпуска
- ✓ Выполнение сложных деталей
- ✓ Упрощение опалубки стен и подготовки швов
- ✓ Отсутствие запаха для работы в замкнутых помещениях



Несущие стены

- Стена в грунте
- Соединения стен
- Ненесущие стены
- ✓ Простота применения
- ✓ Малые размеры забуриваемых отверстий
- ✓ Соединение согнутых и искривленных стен



Соединения старого бетона с новым

- Обновление настила мостов
- Поперечные соединения конструкций
- Композитные стыки
- Конструкционное обновление плит и балок
- ✓ Быстрое серийное применение
- ✓ Небольшие размеры забуриваемых отверстий
- ✓ Быстрое твердение состава



Консольные конструкции

- Балконы
- Ремонтные платформы
- Лестничные площадки
- ✓ Малый расход состава
- ✓ Фиксация деформированных балконов
- ✓ Высокая надежность – сравнима с арматурой монолитного бетона
- ✓ Незначительное открытие арматуры помогает избежать появления пятен ржавчины

2 Информация о продукте Hilti: арматура HIT

2.1 Полная система инъеклируемых продуктов для разных условий применения

Инъеклируемые системы Hilti HIT разработаны для безопасного и простого применения с получением высококачественного крепления.

Химический состав		Дозатор
<p>Быстрое отверждение HIT-HY 150</p>  <p>Капсула 300мл / 500мл с катриджем и смесителем HIT-HY-M 150</p>	<p>Высокая эффективность, медленное отверждение HIT-RE 500 Hilti</p>  <p>Капсула 300мл / 500мл с катриджем и смесителем HIT-RE-M 150</p>	 <p>Ручной дозатор MD 2000 / 2500</p>  <p>Аккумуляторный дозатор ED 3500</p>  <p>Пневматический дозатор P 3000 / 3500</p>
 <p>Капсула 1400мл с катриджем и смесителем HIT-HY-M 150</p>	 <p>Капсула 1400мл с катриджем и смесителем HIT-HY-M 150</p>	 <p>Пневматический дозатор HIT P-8000 D</p>

2.2 Двухкомпонентные химические составы

2.2.1 Быстро твердеющий химический анкер Hilti HIT-HY 150

Химический состав Hilti HIT-HY 150 это комбинированная система органических и неорганических связующих. Такая комбинированная рецептура обеспечивает:

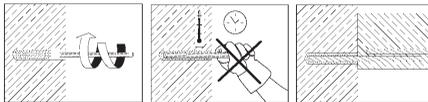
Надежность:

- высокое сцепление усиливает жесткость, особенно при высоких температурах
- малая усадка материала в сочетании с быстрым твердением
- прочное соединение арматуры и бетона, сравнимая со сцеплением арматуры, помещаемой в бетон изначально

Удобство:

- проверенная, самораскрывающаяся капсула
- небольшое усилие для удобной и быстрой работы с дозатором
- различные виды дозаторов для работ с различными требованиями
- уменьшенное количество отходов в связи с уникальной упаковкой из фольги
- химический состав без запаха

Продолжительность твердения и набора прочности Hilti HIT-HY 150



Температура базового материала	Время гелеобразования t_{gel}	Время твердения t_{cure}	Расчетная нагрузка
-5°C 23°F	90 мин	6 ч	Примечания: - все указанное время измерялось с момента смешения состава (прохождения сквозь смеситель); - для температуры упаковки от +5°C до 25°C на момент использования; - *) капсула или большой картридж охлаждена до 15°C / 60°F на момент применения.
0°C 32°F	45 мин	3 ч	
5°C 41°F	25 мин	1,5 ч	
10°C 50°F	8 мин	1,3 ч	
15°C 60°F	5 мин	1,0 ч	
20°C 70°F	3 мин	50 мин	
30°C 85°F	*)3 мин	45 мин	
40°C 104°F	*)2 мин	30 мин	

2.2.2 Высокоэффективный, медленно твердеющий химический анкер Hilti HIT-RE 500

Hilti HIT-RE 500 – высокоэффективный химический состав для закрепления арматуры и анкерных упоров в бетоне. Новаторская рецептура обеспечивает:

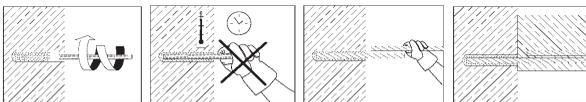
Надежность:

- высокие нагрузки в широком диапазоне диаметров (8-40мм)
- незначительная усадка
- подходит для отверстий, которые бурятся с помощью алмазных коронок, перфораторов, пневматических дрелей
- малая чувствительность к слишком большим или влажным отверстиям
- красный цвет, чтобы облегчить проверку установки

Удобство:

- проверенная, самораскрывающаяся капсула
- небольшое усилие для удобной и быстрой работы с дозатором
- различные виды дозаторов для работ в различных условиях
- уменьшенное количество отходов в связи с уникальной упаковкой из фольги
- химический состав без запаха

Продолжительность действия и отверждения Hilti HIT-RE 500



Температура базового материала	t_{work} / t_{gel} зачать, выровнять	$t_{cure, ini}$ не прикасаться	$t_{cure, full}$ монолитный бетон	Расчетная нагрузка
-5°C 23°F	4 ч	36 ч	72 ч	Примечания: - все указанное время измерялось с момента смешения состава (прохождения сквозь смеситель); - работа может продолжаться от $t_{cure, ini}$ и $t_{cure, full}$ (ок.25% от полной производительности); - после $t_{cure, full}$, – нагрузка согласно расчетам.
0°C 32°F	3 ч	25 ч	50 ч	
10°C 50°F	2 ч	12 ч	24 ч	
20°C 70°F	30 мин	6 ч	12 ч	
30°C 85°F	20 мин	4 ч	8 ч	
40°C 104°F	12 мин	2 ч	4 ч	

2.3 Установка

2.3.1 При небольшой глубине установки (примерно до 30 см)



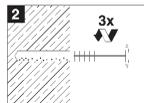
Бурение отверстий

- Для бурения отверстий: используйте электрический или пневматический перфоратор



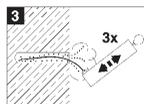
Только Hilti HIT-RE 500:

- Дополнительно можно использовать системы алмазного бурения

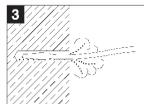


Очистка пробуренного отверстия

- Очистить пробуренные отверстия непосредственно перед введением арматуры

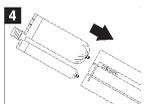


- Очистить пробуренные отверстия с помощью щетки
- Удалить продувкой пыль и стоячую воду



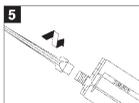
Только для Hilti HIT-HY 150:

- Отверстие должно быть сухим и шероховатым



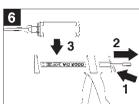
Капсула

- Проверить держатель капсулы на предмет надлежащего функционирования и исправности
- Ввести капсулу в картридж
- Чтобы применение было возможным, температура фольгового пакета должна находиться в диапазоне от +5°C (40°F) до +40°C (105°F)



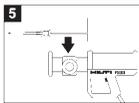
Смеситель

- Использовать соответствующую смешивающую насадку
- Убедиться в том, что смешивающий элемент находится внутри. Никаким образом не модифицировать смешивающую насадку



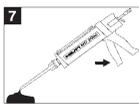
Капсула

- Поместить картридж с капсулой в дозатор



Большой картридж

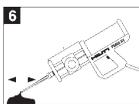
- Поместить большой картридж в дозатор



- Сброс первых порций раствора из заряженного в дозатор состава *)

Капсула

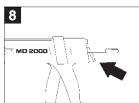
- Удалить первые порции состава при нажатии спускового крючка, например, в пустую внешнюю упаковку капсулы*)



Большой картридж:

- Удалить начальную порцию состава*)

- *)Количество сбрасываемого материала: см. инструкцию по продукту

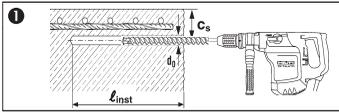


Сброс давления

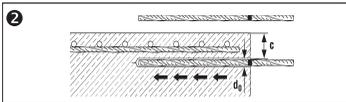
- Нажать отжимной рычаг (MD2000/2500 и ED 3500) после того, как отверстие наполнилось составом

В результате этого давление перестает воздействовать на капсулу и поток состава к смешивающей насадке прекращается.

2.3.2 Стандартная установка вклеиваемой арматуры



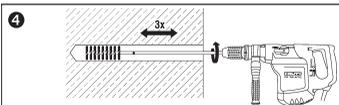
Определить местонахождение имеющейся арматуры. Расстояние до кромки сохранить в соответствии с планом армирования. Поддерживать направление бурения параллельно кромке и имеющейся арматуре



Обозначить глубину посадки арматуры (ℓ_{inst}), напр., клеящей лентой. Сравнить глубину пробуренного отверстия (ℓ_{inst}) и соответствие арматуры отверстию



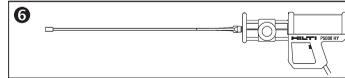
Продуть пробуренное отверстие сжатым воздухом, не содержащим масел, с помощью воздушной насадки (давление воздуха > 6 бар или 90 psi)



Прочистить пробуренное отверстие круглой щеткой с помощью удлинителя щетки, соответствующего глубине отверстия



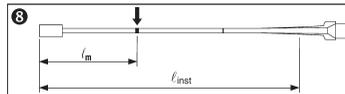
Продуть сжатым воздухом, не содержащим масел



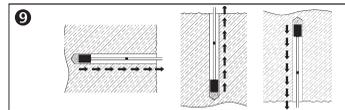
Использовать удлинитель смесителя, соответствующий глубине отверстия



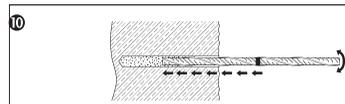
Вставить репульсионный поршень плотно в удлинитель смесителя



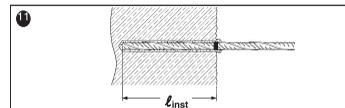
Обозначить глубину инъектирования (ℓ_m) на удлинителе смесителя



Вводить химический состав аккуратно, избегая появления пузырьков воздуха начиная от дна пробуренного отверстия



Ввести арматуру в пробуренное отверстие непрерывным вращающим движением



Проверка посадки:

- раствор выходит из отверстия
- метка посадки видна над поверхностью бетона

Максимальные рекомендуемые значения глубины посадки смесителей.

max ℓ_{inst} [см]			Применять удлинитель смесителя и репульсионный поршень
MD2000 / 2500 P3000 / 3500	ED 3500	P5000	
70	70		HIT-VL 9/1.0 для размеров арматуры от 10 to 12 мм
		200	HIT-VL 16/0.7 для размеров арматуры более 12 мм

3 Расчет вклеиваемой арматуры с помощью системы Hilti-HIT

3.1 Общие примечания

3.1.1 Общие правила расчетов

Арматурные стержни должны устанавливаться таким образом, чтобы внутренние силы соразмерно могли передаваться бетону во избежание возникновения продольных трещин или растрескивания бетона. Следует принимать во внимание влияние покрытия бетона, межсоединительного расстояния между стержнями и поперечную арматуру.

Для стержней, вклеиваемых впоследствии, условия монтажа обуславливают необходимость применения лишь стержней с прямыми концами.

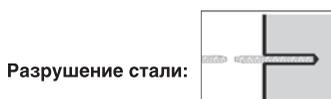
В тех случаях, когда для анкеровки или сращивания арматуры обычно используются крюки или колена, установка вклеиваемых стержней должно тщательно моделироваться. Были рассчитаны специальные методы, которые представлены в данном разделе. В целом, должны выполняться все требования стандарта, или же рассматриваться другие возможности, при чем целесообразность других решений должна быть доказана.

Особое внимание следует обратить на итоговую передачу сил анкеровки в структурном элементе. Подобные исследования должны также использовать основные принципы создания армированных бетонных конструкций. Ответственность пользователя и инженерное решение должны обеспечить надлежащую передачу сил и равновесие бетонного элемента.

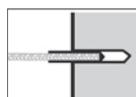
3.1.2 Передача срезающих усилий: шероховатая поверхность стыка

В армированном бетоне к армирующим прутам прилагаются лишь силы растяжения или сжатия. Срезающие усилия переносятся через шероховатую поверхность стыка, при этом следует рассматривать модель из сжатых и растянутых стержней.

3.1.3 Рассмотрение моделей разрушения

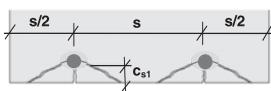


Разрушение
клевого соединения:

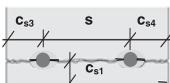


См.Таблицу 3.2

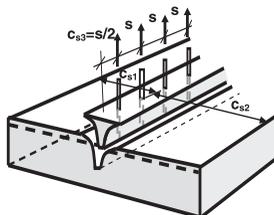
Разрушение бетона:



а) расслаивание или растрескивание бетона



(см.Таблицы 3.3 a+b)



б) разрушение при срезе
или разрушение конуса бетона

(см.Таблицы 3.5 a+b)

Для расчета определяющего режима разрушения воспользуйтесь Hilti EXBAR Software¹⁾

¹⁾ Hilti EXBAR: крупноформатная таблица Excell для проверки разрушения и среза, отдел технического обслуживания Hilti.

3.2 Основные расчетные величины для армированного бетона (без учета расстояния до кромки и межосевых расстояний)

3.2.1 Основные расчетные величины для расчета связывания и коэффициента полезного действия стали

- базовая глубина анкеровки это длина по прямой линии, необходимая для передачи суммарного расчетного усилия в арматурном стержне, когда в полных предельных состояниях постоянная нагрузка на клеевое соединение превышает длину клеевого соединения.
- данные, приведенные в таблице 3.2, относятся к стандартизованным условиям, указываемым в таблице и должны умножаться на факторы влияний, приведенные в таблице 3.2 a-d.
- базовая глубина анкеровки ℓ_{b0} выводится без принятия во внимание ни расстояния до кромки, ни межосевых расстояний, ни условий нагружения. Эти данные приводятся как базовые значения для применений: см. последующие разделы.

Таблица 3.2: ℓ_{b0} [см] Базовая глубина анкеровки для обеспечения эффективности арматуры (прочности стали и клеевого соединения) без принятия во внимание расстояния до кромки и межосевого расстояния между стержнями (стержень деформированный в соответствии с ЕС в бетоне C20/25)

1	Размер арматуры	\varnothing [мм]	10	12	14	16	20	25	28	32	36	40
2	Размер бура	D_0 [мм]	12-14	16-18	18-20	20-22	25-28	30-32	35-37	39-42	42-46	48-52
3	Площадь сечения арматуры	A_s [мм ²]	79	113	154	201	314	491	616	804	1018	1257
4	Расчетное результирующее усилие в арматурном стержне ¹⁾	$F_{yd,s}$ [кН]	34	49	67	87	137	213	268	350	443	547
5	Анкеровка	ℓ_{b0} [см]	22	29	37	44	61	90	Для стержней размерами > 25мм рекомендуется HIT-RE 500			
6	Hilti HIT-НУ 150 ²⁾	Кратное \varnothing	22	24	27	28	31	36				
7	Расчетная нагрузка на клеевое соединение [Н/мм ²]		5.0	4.5	4.1	3.9	3.5	3.0				
8	Анкеровка	ℓ_{b0} [см]	16	19	22	25	31	39	50	62	76	91
9	Hilti HIT-RE 500 ³⁾	Кратное \varnothing	16	16	16	16	16	16	18	19	21	23
10	Расчетная нагрузка на клеевое соединение [Н/мм ²]		6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.0	5.6	5.2	4.8

¹⁾ $F_{yd,s} = \varnothing^2 \times \pi/4 \times f_{yk} / \gamma_{ms}$, $f_{yk} = 500$ Н/мм²; $\gamma_{ms} = 1.15$

²⁾ на момент установки отверстие должно быть сухим, шероховатым и чистым $\gamma_b = 1.5$ (частный коэффициент запаса для клеевого соединения)

³⁾ на момент установки бетон не должен быть насыщен водой, отверстие должно быть очищено $\gamma_b = 1.8$ (частный коэффициент запаса для клеевого соединения)

Табл. 3.2a $f_{B,N}$

Влияние класса бетона

Класс бетона	Hilti HIT-НУ 150	Hilti HIT-RE 500
1 C20/25	1.00	1.00
2 C25/30	0.91	0.98
3 C30/37	0.82	0.95
4 C35/45	0.82	0.91
5 C40/50	0.82	0.89
6 C45/55	0.82	0.87

Табл. 3.2b f_{Temp}

Влияние температуры

Температура базового материала	Hilti HIT-RE 500	
	Установка анкера	Срок службы
1 -5 °C	1.25	-
2 0 °C	1.10	-
3 5 °C	1.00	-
4 50 °C	-	1.00
5 60 °C	-	1.15

Табл. 3.2c f_{crack}

Влияние продольных трещин

Hilti HIT-НУ 150	Hilti HIT-RE 500
1 2.0	1.5

Табл. 3.2d $f_{w,sat}$

Насыщенный водой бетон

Hilti HIT-НУ 150	Hilti HIT-RE 500
1 n.a.	1.4

Коэффициенты влияния для корректировки базовой длины анкеровки для клеевого соединения
Скорректируйте базовую длину анкерования ℓ_{b0} , перемножив вышеприведенные коэффициенты:

$$\ell_{b0} = \ell_{b0} \cdot f_{B,N} \cdot f_{Temp} \cdot f_{crack} \cdot f_{w,sat}$$

3.2.2 Анализ силы, действующей в арматурном стержне

Глубина анкеровки для обеспечения эффективности арматуры, дана в Таблице 3.2

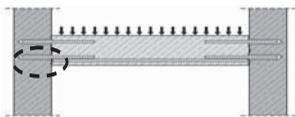
Если эффективность стали не учтена, внесите поправку на прочность стали:

$$\ell_{ef,req} = \ell_{b0} \cdot \frac{F_{d,req}}{F_{yd,s}}, \quad (F_{d,req} \leq F_{yd,s})$$

3.3 Стандартные случаи расчетов

3.3.1 Анкеровка в местах “где арматура не работает”

Простой торцевой упор



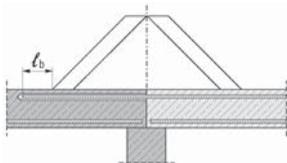
Для анкеровки верхней арматуры: см. раздел 3.5.

Для анкеровки нижней арматуры: два альтернативных подхода

- элемент в соответствии со стандартом: {Раздел 5.4.2.1.4, EC 2:1992}
- рассчитать силу растяжения согласно модели растянутых и сжатых стержней

- использовать базовую глубину анкеровки согласно разделу 3.2
- проверить поверхность на раскалывающее усилие

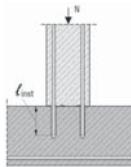
Сокращенная анкеровка (уступами)



Элемент в соответствии со стандартом: геометрические условия (растягивающее усилие в верхней арматуре) {Раздел 5.4.2.1.3, EC 2:1992}

Примечание: это требование включает расчет срезающей нагрузки

Анкеровка для стержней при центральном сжатии



Проверка плиты на продавливание при полной нагрузке колонны

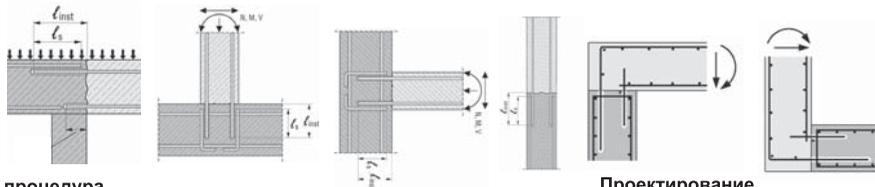
Для анкеровки стержней: два альтернативных подхода:

- согласно стандарту: {Раздел 5.2.3.4, EC 2:1992}

- рассчитать приложенное к стержню усилие

- использовать базовую глубину анкеровки согласно Разделу 3.2
- при нахождении арматуры вблизи кромки: проверить растрескивание согласно Разделу 3.3.3

3.3.2 Встраиваемый стержень, перекрывающийся с стержнем изначально залитым в бетоне



процедура

- Встраиваемые стержни:

Определить глубину анкеровки $l_b = l_{inst}$ для вклеиваемых стержней с помощью проекта 1 Hilti EXBAR-арматура¹⁾ (растрескивание)

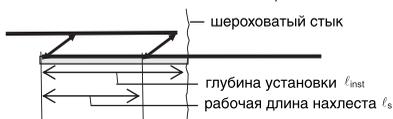
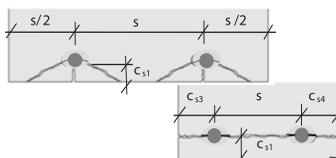
- Залитые в бетон стержни:

- Определить длину перекрытия l_s
 - согласно стандарту { EC 2, параграф 5.2.4}
 - или согласно ACI 318 с использованием проекта 1 Hilti EXBAR-арматура (растрескивание)

- Рассмотреть модель сжатых и растянутых стержней для принятия во внимание расстояния сплетенных стержней с ϕ более 4, а также c_t (защитный слой бетона с лицевой стороны)

- Установить определяющее значение l_s для двух накладываемых длин макс. {встроенная, влитая}

¹⁾ Hilti EXBAR: крупноформатная таблица Excel для проверки разрушения и среза, отдел технического обслуживания Hilti



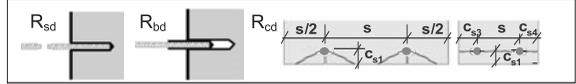
3.3.3 Таблицы типичных значений по растрескиванию и расслаиванию

Табл. 3.3а типичных значений

Hilti HIT-HY 150

Расчетные предельные нагрузки на стержень

$$\text{Min}\{R_{sd}; R_{bd}; R_{cd}\}$$



1	Размер арматуры	Ø	[мм]	10	12	14	16	20	25	
2	Размер бура	D ₀	[мм]	12-14	16-18	18-20	20-22	25-28	30-32	
3	Площадь сечения арматуры	A _s	[мм ²]	78,5	113	154	201	314	491	
4	Расчетное результирующее ¹⁾ усилие в арматурном стержне	F _{yd,s}	[кН]	34,1	49,2	66,9	87,4	136,6	213,4	
5	Расчетные данные ²⁾	Анкеровка	ℓ _{bd}	[мм]	22	29	37	44	61	90
6		Расчетная нагрузка на клеевое соединение	Кратное Ø		22	24	27	28	31	36
7				[N/мм ²]	5,0	4,5	4,1	3,9	3,5	3,0
8	Мин. межосевое расстояние и расстояние до кромки	c _{s1} /s	см	4,5/9	4,5/9	5/10	5,5/11	6,5/13	8/16	
9	Эффективная глубина посадки	f _b	см	22	29	37	44	61	90	
10	Прочносвязанные армирующие прутья f _{yk} = 500 N/мм ² Класс бетона C20/25 Расчетные нагрузки ³⁾ [в кН] (определяющее значение: сталь, связь и растрескивание бетона)	Глубина анкеровки ℓ _b	10	см	15,8					
11			12	см	18,9	20,2				
12			14	см	22,1	23,6	25,0			
13			16	см	25,2	27,0	28,6	31,6		
14			18	см	28,4	30,3	32,2	35,6		
15			20	см	31,5	33,7	35,8	39,5	44,6	
16			22	см	34,1	37,1	39,3	43,5	49,1	
17			25	см		42,1	44,7	49,4	55,8	59,6
18			30	см		49,2	53,6	59,3	66,9	71,5
19			35	см		62,6	69,2	78,1	83,5	
20			40	см			66,9	79,1	89,2	95,4
21			45	см				87,4	100,4	107,3
22			50	см					111,5	119,2
23			55	см					122,7	131,1
24			60	см					133,8	143,1
25			70	см					136,6	166,9
26			80	см						190,7
27			90	см						213,4

¹⁾ F_{yd,s} = σ² × π/4 × f_{yk} / γ_{ms}, f_{yk} = 500 N/мм²; γ_{ms} = 1.15

²⁾ на момент установки отверстие должно быть сухим, шероховатым и чистым γ_b = 1.5

³⁾ Значения нагрузки могут линейно интерполироваться и экстраполироваться по всей длине для обеспечения эффективности.

Для других групп элементов см.:

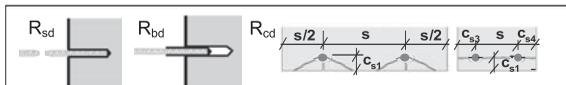
Hilti EXBAR: крупноформатная таблица Excel для проверки разрушения и среза, EC2

Табл. 3.3б

Hilti HIT-RE 500

Расчетные предельные нагрузки на стержень

Min{R_{sd}; R_{bd}; R_{cd}}



1	Размер арматуры	Ø	[MM]	10	12	14	16	20	25	28	32	36	40		
2	Размер бура	D ₀	[MM]	12-14	16-18	18-20	20-22	25-28	30-32	35-37	39-42	42-46	48-52		
3	Площадь сечения арматуры	A _s	[MM ²]	79	113	154	201	314	491	616	804	1018	1257		
4	Расчетное результирующее ¹⁾ усилие в арматурном стержне	F _{yd,s}	[кН]	34,1	49,2	66,9	87,4	136,6	213,4	267,7	349,7	442,6	546,4		
5	Расчетные данные ²⁾	Анкеровка	l _{bd}	[CM]	16	19	22	25	31	39	50	62	76	91	
6		Расчетная нагрузка	Кратное Ø		16	16	16	16	16	18	18	19	21	23	
7		на клеевое соединении	[Н/мм ²]		6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,0	5,6	5,2	4,8	
8	Мин. межосевое расстояние и расстояние до кромки	c _{s1} /s	CM	5/10	6/12	7/14	8/16	10/20	12,5/25	12,5/25	15/30	15/30	15/30		
9	Эффективная глубина посадки	l _b	CM	18	21	25	28	38	56	69	75	93	113		
10	Прочносвязанные армирующие прутья f _{yk} = 500 Н/мм ² Класс бетона C20/25 Расчетные нагрузки ³⁾ [в кН] (определяющее значение: сталь, связь и растрескивание бетона)	Глубина анкеровки l _b	10	CM	19,2										
11			12	CM	23,1	27,7									
12			14	CM	26,9	32,3	37,6								
13			16	CM	30,7	36,9	43,0	49,2							
14			18	CM	34,1	41,5	48,4	55,3							
15			20	CM		46,1	53,8	61,5	71,5						
16			22	CM		49,2	59,2	67,6	78,7						
17			25	CM			66,9	76,8	89,4	96,0					
18			30	CM				87,4	107,3	115,3	117,2				
19			35	CM						125,2	134,5	136,8	162,9		
20			40	CM						136,6	153,7	156,3	186,2	189,7	193,2
21			45	CM							172,9	175,8	209,4	213,4	217,3
22	50	CM							192,1	195,4	232,7	237,1	241,5		
23	55	CM							211,3	214,9	256,0	260,8	265,6		
24	60	CM							213,4	234,5	279,2	284,5	289,8		
25	70	CM								267,7	325,8	331,9	338,1		
26	80	CM									349,7	379,3	386,4		
27	90	CM										426,8	434,7		
28	100	CM										442,6	483,0		
29	110	CM											531,3		
30	120	CM											546,4		

¹⁾ F_{yd,s} = Ø² × π/4 × f_{yk} × γ_{ms}, f_{yk} = 500 Н/мм²; γ_{ms} = 1,15

²⁾ применимы минимальное расстояние до кромки и минимальные межосевые расстояния

³⁾ для рабочих температур ниже +50°C

- забуриваемые отверстия должны быть чистыми, а температура базового материала на момент установки - превышать +5°C;
- для бетона, насыщенного на момент установки водой; умножить глубину анкеровки на коэффициент 1,4
- значения нагрузки могут линейно интерполироваться и экстраполироваться по всей длине для обеспечения эффективности
- частный коэффициент запаса γ_s = 1,15 и γ_b = 1,8

Для других групп элементов см.:

Hilti EXBAR: крупноформатная таблица Excel для проверки разрушения и среза, EC2

3.4 Особые случаи

Для клеиваемых соединений необходимо применять только прямые стержни. Настоящая глава посвящена случаям, когда в каркасе используют согнутую арматуру для передачи усилий растяжения уже существующим арматурным стержням. Потому для передачи нагрузки необходим особый подход. Расчет должен быть ориентирован на то, чтобы в примыкающем элементе не возникало разрушение по стали и хрупкое разрушение бетона (растяжение и сжатие). Следует заметить, что все подходы при расчетах являются упрощениями и такое инженерное решение необходимо для адекватного приближения.

Таблица 3.4: Обзор видов применения

Раздел	Арматура изначально залитая в бетон	Вклеенная арматура	Арматура изначально залитая в бетон	Вклеенная арматура
3.4.1				
несущий узел: воздействие срезающей силы и сгибающего момента				
3.4.2				
несущий узел: воздействие срезающей силы и <u>«раскрывающего»</u> сгибающего момента				
3.4.3				
несущий узел: воздействие срезающей силы и <u>«закрывающего»</u> сгибающего момента				
3.4.4			3.4.5	
Консоль			Соединение: подвержено преимущественно растяжению	

3.4.1 Соединения несущего узла со сгибающим моментом

См. специальный отчет¹⁾; объяснение формул.

Оценка сил, действующих в поперечном сечении узла, является предпосылкой расчетов.

Силы, действующие в поперечном сечении, зависят от жесткости и опорных условий, обычно применяется расчет с учетом модуля пластичности. Следует предоставить доказательства общей передачи сил и, прежде всего, равновесие системы.

Процедура расчета (с применением несущего узла EXBAR²⁾)

Определить и проверить местное равновесие сил, действующих в сечении в торцах узла по отношению к P:

$$\sum M_p = M_1 + M_2 + M_3 + V_1 \cdot \frac{z_1}{2} + (V_2 + V_3) \cdot \frac{z_1}{2} = 0$$

$$\sum H = V_1 - N_2 + N_3 = 0 \quad \sum V = N_1 + V_2 - V_3 + A = 0$$

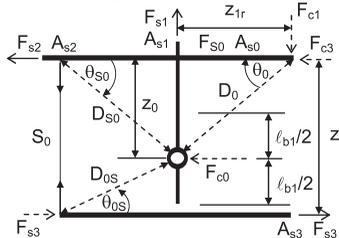


Рис. 3.4b Вторичное ограничение модели сжатых и растянутых стержней $0.58 \leq \cot \theta \leq 2.0$

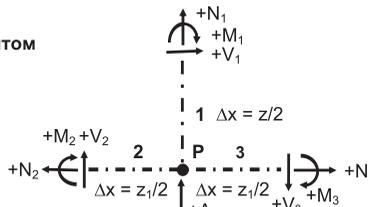


Рис. 3.4а Знаки и символы для обозначения сил, действующих в сечении, направления стрелок показывают положительную величину.

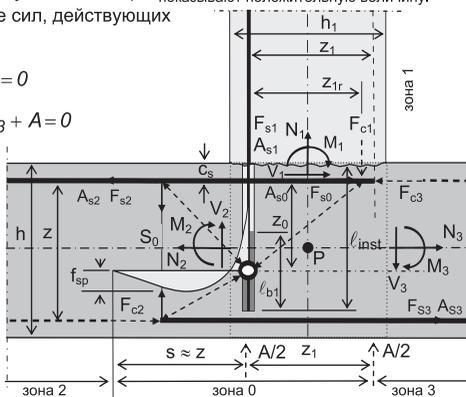


Fig. 3.4c Frame node with strut-and-tie model

где обычно $k = 0,85$, а $k = 1.0$ только для закрывающего момента:

$$F_{s1d} = \frac{|M_{1d}|}{\kappa \cdot z_1} + N_{1d} \left(1 - \frac{1}{2 \cdot \kappa}\right) \leq A_{s1} \cdot f_{yd}, \text{ где обычно } \kappa = 0,85, \text{ а } \kappa = 1.0 \text{ только для закрывающего момента}$$

$$F_{s2d} = \frac{|M_{2d}|}{z} + \frac{N_{2d}}{2} \leq A_{s2} \cdot f_{yd}; \quad F_{s3d} = \frac{|M_{3d}|}{z} + \frac{N_{3d}}{2} \leq A_{s3} \cdot f_{yd}$$

$$F_{S0d} = F_{S2d} + \Delta F_{S2d} \leq A_{S0} \cdot f_{yd} \quad \text{где: } \Delta F_{S2d} = \left(M_{1d} + (V_{2d} + V_{3d}) \cdot \frac{z_1}{2}\right) \cdot \left(\frac{1}{z_0} - \frac{1}{z}\right) \cdot V_{1d} \cdot \left(\frac{z_1}{2} - 1\right)$$

Примечание: Fs0 и Fs3 должны быть в достаточной мере закреплены в зоне сжатия элемента.

Анкеровка l_{b1} и плечо рычага z_0 :

$$l_{b1} = \frac{F_{S1d}}{f_{bd} \cdot \sum u}; \quad f_{bd} \text{ см. таблицу 3.2; } \sum u = \text{длина замкнутой кривой всех стержней } A_{s1}; \quad z_0 = h - c_s - \frac{l_{b1}}{2}$$

Скалывающее усилие S_{0d} , приходящееся на арматуру, работающую на срез, или торцевую поверхность арматуры:

$$S_{0d} = \frac{M_{spd}}{z_{sp}} = \left(M_{1d} + (V_{2d} + V_{3d}) \cdot \frac{z_1}{2}\right) \cdot \left(1 - \frac{z_0}{z}\right) \cdot \left(1 - \frac{l_{b1}}{2z}\right) \cdot \frac{2}{z} \leq A_{sp} \cdot f_{yd}$$

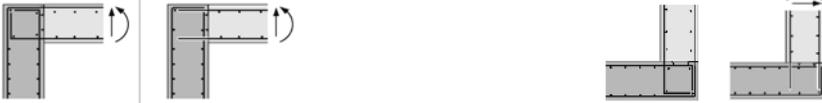
скалывающее усилие f_{sp} , прилагаемое к бетону:

$$f_{spd} \approx \frac{M_{spd}}{W_{sp}} + \frac{V_{2d}}{b \cdot d} = \left(M_{1d} + (V_{2d} + V_{3d}) \cdot \frac{z_1}{2}\right) \cdot \left(1 - \frac{z_0}{z}\right) \cdot \left(1 - \frac{l_{b1}}{2z}\right) \cdot \frac{2.41}{b \cdot z^2} + \frac{V_{2d}}{b \cdot d} \leq f_{ctd}; \quad \text{with } f_{ctd} \approx \frac{0.7 \cdot 0.3}{1.8} \cdot f_{ck}^{2/3}$$

¹⁾ Расчет арматуры Hilti HIT: расчет соединений несущего узла, копию можно получить в отделе технического обслуживания Hilti

²⁾ Расчет арматуры Hilti EXBAR: крупноформатная таблица Excel для проверки разрушения и среза, копию можно получить в отделе технического обслуживания Hilti

3.4.2 Несущий узел под влиянием открывающего момента



Тот же подход, что показан в разделе 3.4.1 (несущий узел EXBAR^{®1})

$$M_3 = 0, V_3 = 0, N_3 = 0$$

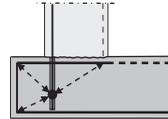
3.4.3 Несущий узел под влиянием закрывающего момента



а) соединение с элементом с концевым выступом:

Тот же подход, что показан в разделе 3.4.1 (несущий узел EXBAR^{®1})

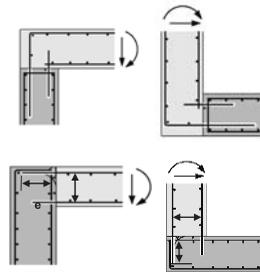
$$M_2 = 0, V_2 = 0, N_2 = 0$$



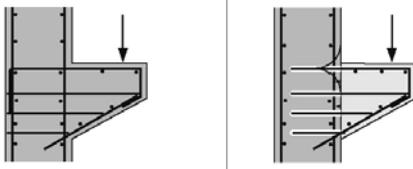
б) соединение с элементом без концевого выступа:

Наилучший подход – изменить систему для перекрывающегося соединения:

Для несущественных нагрузок применяется упрощенный расчет в соответствии с разделом 3.5. Следует убедиться, что анкеровка существующей арматуры достаточна для избежания растрескивания сечения.

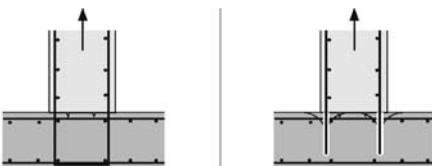


3.4.4 Консоль



Вклеенную арматуру и хомуты следует рассчитывать согласно модели сжатых и растянутых стержней.

3.4.5 Эластичные соединения



Проверить эффективность работы бетона на срез с помощью проекта Hilti EXBAR-Арматура2). Проверить, должны ли приниматься в расчет продольные трещины по отношению к вклеиваемому стержню

¹ Расчет несущих узлов Hilti EXBAR: крупноформатная таблица Excel для расчета несущих узлов, копию можно получить в отделе технического обслуживания Hilti

² Расчет арматуры Hilti EXBAR: крупноформатная таблица Excel для проверки разрушения и среза

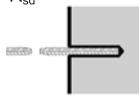
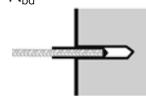
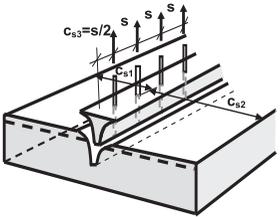
3.5 Упрощенный подход с проверкой на срез (разрушение конуса бетона)

3.5.1 Общие замечания

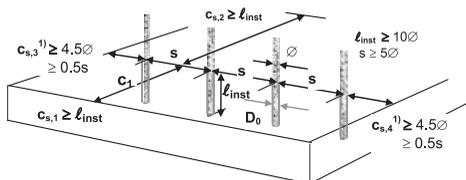
В тех случаях, когда для восприятия растягивающего усилия применяется обычно согнутая арматура, глубина анкеровки арматуры определяется по методике СС НГТ-Арматура (для вклеиваемых стержней условия монтажа обуславливают необходимость применения лишь стержней с прямыми концами). Данная методика базируется на модели клеевого анкерного соединения, как показано в настоящем Руководстве по Технологии Креплений Hilti для встроенных анкеров.

3.5.2 Рассмотрение расчетов для Таблиц 3.5а и 3.5б

Устойчивость одной арматуры из ряда стержней соответствует минимальной из трех допустимых нагрузок: сопротивлению стали, сопротивлению клеевого соединения и сопротивлению бетона срезу (конус):

Min{ R_{sd} ; R_{bd} ; R_{cd} }		
Сталь	Клеевое соединение	Сдвиг бетона / разрушение конуса
R_{sd} 	R_{bd} 	R_{cd} 

В дополнение к спецификациям в таблицах, необходимо соблюдать следующие геометрические обозначения и ограничения:



¹⁾ Если $c_{s,3} < 0.5s$ или $c_{s,4} < 0.5s$: для предотвращения разрушения кромки необходимо выполнить соответствующее армирование (хомутами).

Таблица 3.5а типовых значений
Hilti HIT-NY 150

$\text{Min}\{R_{sd}; R_{bd}; R_{cd}\}$ расчетная нагрузка на стержень

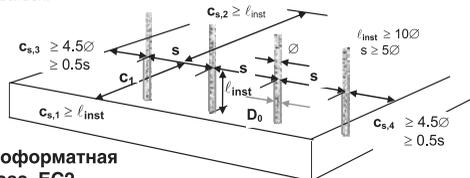


1	Размер арматуры	∅	[мм]	10	12	14	16	20	25	
2	Размер бура	D ₀	[мм]	12-14	16-18	18-20	20-22	25-28	30-32	
3	Площадь сечения арматуры	A _s	[мм ²]	79	113	154	201	314	491	
4	Расчетное результирующее ¹⁾ усилие в арматурном стержне	F _{yd,s}	[кН]	34,1	49,2	66,9	87,4	136,6	213,4	
5	Расчетные данные ³⁾	Анкеровка	ℓ _{bd}	[см]	22	29	37	44	61	90
6		Расчетная нагрузка на клеевое соединение	Кратное ∅		20	24	27	28	31	36
7					5.0	4.5	4.1	3.9	3.5	3.0
8	Мин. межосевое расстояние и расстояние до кромки	s _{min}	см	18	22	26	29	36	45	
9	Эффективная глубина посадки	ℓ _b	см	22	29	37	44	61	90	
10	Прочносвязанные армирующие прутья, f _{yk} = 500 Н/мм ² Класс бетона C20/25 Расчетные нагрузки ²⁾ [в кН] (определяющее значение: сталь, связь и растрескивание бетона)	Глубина анкеровки ℓ _{inst}	10	см	15,8					
11			12	см	18,9	20,2				
12			14	см	22,1	23,6	25,0			
13			16	см	25,2	27,0	28,6	31,6		
14			18	см	28,4	30,3	32,2	35,6		
15			20	см	31,5	33,7	35,8	39,5	44,6	
16			22	см	34,1	37,1	39,3	43,5	49,1	
17			25	см		42,1	44,7	49,4	55,8	59,6
18			30	см		49,2	53,6	59,3	66,9	71,5
19			35	см			62,6	69,2	78,1	83,5
20	40	см			66,9	79,1	89,2	95,4		
21	45	см				87,4	100,4	107,3		
22	50	см					111,5	119,2		
23	55	см					122,7	131,1		
24	60	см					133,8	143,1		
25	70	см					136,6	166,9		
26	80	см						190,7		
27	90	см						213,4		

¹⁾ F_{yd,s} = ∅² × π/4 × f_{yk}/γ_{ms}, f_{yk} = 500 Н/мм²; γ_{ms} = 1.15

²⁾ на момент установки поверхность забуриваемого отверстия должна быть шероховатой, чистой и сухой
 - для стержней > ∅ 25 рекомендуется использовать химический анкер HIT-RE 500
 - частный коэффициент запаса материала γ_s = 1.15 для стали; γ_c = 1.5 для бетона и γ_b = 1.5 в качестве типовой характеристики клеевого соединения
 - значения нагрузки могут линейно интерполироваться.

³⁾ расстояние до кромки – см. схему



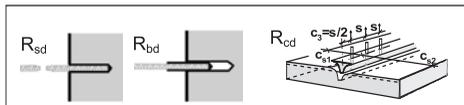
Для других групп элементов см:

Проектирование Hilti EXBAR-Арматура: крупноформатная таблица Excel для проверки разрушения и среза, EC2

Таблица 3.5а типовых значений

Hilti HIT-RE 500

$\text{Min}\{R_{sd}; R_{bd}; R_{cd}\}$ расчетная нагрузка на стержень



1	Размер арматуры	Ø	[мм]	10	12	14	16	20	25	28	32	36 ³	40 ³	
2	Размер бура	D ₀	[мм]	12-14	16-18	18-20	20-22	25-28	30-32	35-37	39-42	42-46	48-52	
3	Площадь сечения арматуры	A _s	[мм ²]	79	113	154	201	314	491	616	804	1018	1257	
4	Расчетное результирующее ¹⁾ усилие в арматурном стержне	F _{yd,s}	[кН]	34.1	49.2	66.9	87.4	136.6	213.4	267.7	349.7	442.6	546.4	
5	Расчетные данные ⁴⁾	Анкеровка	ℓ _{bd}	16	19	22	25	31	39	50	62	76	91	
6		Расчетная нагрузка на клеевое соединение	Кратное Ø	16	16	16	16	16	16	18	19	21	23	
7				[Н/мм ²]	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.0	5.6	5.2	4.8
8	Мин. межстоевое расстояние и расстояние до кромки	s _{min}	см	18	22	26	29	36	45	54	60	65	72	
9	Эффективная глубина посадки	ℓ _b	см	16	19	22	25	31	39	50	67	87	110	
10	Прочносвязанные армирующие прутья, f _{yk} = 500 N/мм ² Класс бетона C20/25 Расчетные нагрузки ³⁾ [в кН] (определяющее значение: сталь, связь и растрескивание бетона)	Глубина анкеровки ℓ _{inst}	10	см	21.8									
11			12	см	26.1	31.4								
12			14	см	30.5	36.6	42.7							
13			16	см	34.1	41.8	48.8	55.8						
14			18	см		47.1	54.9	62.7						
15			20	см		49.2	61.0	69.7	87.1					
16			22	см			66.9	76.7	95.8					
17			25	см				87.1	108.9	136.1				
18			30	см				87.4	130.7	163.4	159.6			
19			35	см					136.6	190.6	186.1	197.1		
20			40	см						213.4	212.7	225.3	233.4	239.8
21			45	см							239.3	253.4	262.5	269.8
22			50	см							265.9	281.6	291.7	299.7
23			55	см							267.7	309.8	320.9	329.7
24			60	см								331.2	350.1	359.7
25			70	см								349.7	393.2	419.6
26			80	см									422.4	455.6
27			90	см									442.6	485.6
28			100	см										515.5
29			110	см										545.5
30			120	см										546.4

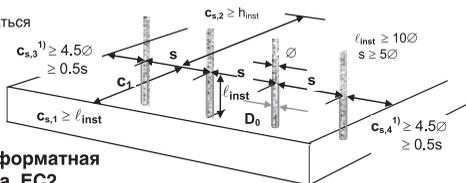
¹⁾ $F_{yd,s} = \sigma^2 \times \pi/4 \times f_{yk} / \gamma_{ms}$, $f_{yk} = 500 \text{ N/мм}^2$; $\gamma_{ms} = 1,15$

²⁾ на момент установки предварительно забуриваемые отверстия должны быть чистыми, а бетон – ненасыщенный водой бетон - > 5°C

- рабочая температура < 50°C
- частный коэффициент запаса материала $\gamma_s = 1.15$ для стали; $\gamma_s = 1.5$ для бетона и $\gamma_s = 1.5$ в качестве типовой характеристики клевого соединения
- значения нагрузки могут линейно интерполироваться

³⁾ для сгибов не применять стержни большего диаметра чем 32

⁴⁾ расстояние до кромки – см.схему

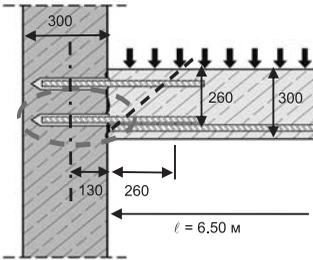


Для других групп элементов см.:

Проектирование Hilti EXBAR-Арматура: крупноформатная таблица Excell для проверки разрушения и среза, EC2

4 Примеры расчета

4.1 Анкеровка: Плита перекрытия



- Плита: $l = 6.50$ м; $p = 5$ кН/м²; $h = 300$ мм; $d = 260$ мм
Стена: $h = 300$ мм; $d = 260$ мм, верт. арм.: $\varnothing 12$ $s = 200$ мм
- Бетон: C20/25, класс стали: 500 N/мм²
- Огнестойкость: F90 (1 1/2 ч)
- Нагрузка: $g_{sd} = 1.35 \times 7.5 = 10.1$ кН/м²; $p_{sd} = 1.5 \times 5.0 = 7.5$ кН/м²
 $\Rightarrow q_{sd} = 17.6$ кН/м²

Структурный анализ (расчетная нагрузка):

$$m_{sd} = 17.6 \times 6.76^2 / 8 = \text{кНм/м};$$

$$V_{sd} = 17.6 \times (6.5 / 2) = 57.2 \text{ кН/м}$$

Нижнее армирование при среднем расстоянии между опорами:

$$A_{s,req} = 100.5 \times 1.15 / (0.26 \times 0.9 \times 0.5) = 988 \text{ мм}^2/\text{м}$$

$$\Rightarrow \text{предоставляемое армирование: } \varnothing 16 \text{ } s = 200 \text{ мм; } A_{s,prov} = 1010 \text{ мм}^2/\text{м}$$

Нижнее армирование при опоре:

$$A_{s,min} = 0.4 \times 0.8 \times 3 \times 150 \times 1000 / 500 = 288 \text{ мм}^2/\text{м} \quad \{\text{параграф 4.4.2.2, EC 2 : 1992}\}$$

$$A_{s,min} = 0.50 \times 988 = 494 \text{ мм}^2/\text{м} \quad \{\text{параграф 5.4.3.2.2, EC 2 : 1992}\}$$

$$A_{s,req} = 57.2 \times 1.15 / 0.5 = 132 \text{ мм}^2/\text{м} \quad \{\text{параграф 5.4.3.2.1(1), EC 2 : 1992}\}$$

$$\Rightarrow \text{предоставляемое армирование: } \varnothing 12, s = 150 \text{ мм; } A_{s,prov} = 754 \text{ мм}^2/\text{м}$$

a) Армирование в соответствии с предписаниями {параграф 5.2.3.4.1 and 5.4.2.1.4, EC 2 : 1992}

$$\ell_b = (12 / 4) \times 500 / (1.15 \times 2.3) = 567 \text{ мм}; \quad \ell_{b,net} = 2 / 3 \times (567 \times 494 / 754) = 248 \text{ мм}$$

$$\ell_{b,min} = 2 / 3 \times (\max\{0.3 \times 567; 10 \times 12; 100\}) = 113 \text{ мм}$$

b) Расчет по методике Hilti EXBAR-арматура (расщепление):

предоставляемое армирование: $\varnothing 12, s = 200$ мм; $A_{s,prov} = 565$ мм²/м
(следует принять во внимание, что степень армирования можно сократить на основании расчетов Hilti EXBAR) $F_{y,d,s} = 494 \times 0.5 / 1.15 = 215$ кН/м

Hilti HIT-HY150: $\ell_{inst} = 26$ см, $N_{Rd} = 219$ кН/м > 215 кН/м (правильно)

Hilti HIT-RE 500: $\ell_{inst} = 17$ см, $N_{Rd} = 222$ кН/м > 215 кН/м (правильно)

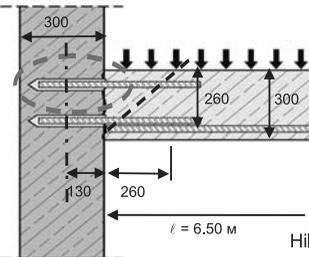
Огнестойкость: класс огнестойкости F 90 (1 1/2ч) (таблица расчетов: см. приложение A10):

$$F_{sT,req} = 0.6 \times 57.2 = 34.3 \text{ кН/м} = 6.9 \text{ кН/бар} \quad \{\text{ENV 1992 (EC 2), 1-2:1995, 2.4.3(4) (5)}\}$$

Hilti HIT-HY 150: $\varnothing 12 \Rightarrow \ell_{inst} = 26$ см; $F_{s,T} > 36.4$ кН > 6.9 кН (правильно)

Hilti HIT-RE 500: $\varnothing 12 \Rightarrow \ell_{inst} = 17$ см; $F_{s,T} = 12.4$ кН > 6.9 кН (правильно)

Верхнее армирование (см. раздел 3.5)



Минимальное армирование: 25% от нижнего, требуемого при среднем расстоянии меж опорами {параграф 5.4.3.2.2.(2), EC 2 : 1992}

$$A_{s,req} = 0.25 \times 988 = 247 \text{ мм}^2/\text{м}$$

$$A_{s,min} = 0.4 \times 0.8 \times 3 \times 150 \times 1000 / 500 = 288 \text{ мм}^2/\text{м}$$

$$\{\text{параграф 4.4.2.2, EC 2 : 1992}\}$$

При условии: $\varnothing 12$ $s = 300$ мм; $A_{s,prov} = 377$ мм²/м

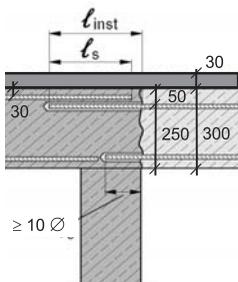
Расчет Hilti EXBAR-арматура (срезающая нагрузка):

$$F_{y,d,s} = 288 \times 0.5 / 1.15 = 125.2 \text{ кН/м}$$

Hilti HIT-HY 150: $\ell_{inst} = 23$ мм $N_{Rd} = 129.3$ кН/м > 125.2 кН/м (правильно)

Hilti HIT-RE 500: $\ell_{inst} = 15$ мм $N_{Rd} = 130.7$ кН/м > 125.2 кН/м (правильно)

4.2 Пример с перекрывающимся соединением (см. раздел 3.3.2)



- Сгибающий момент: $m_{sd} = 120 \text{ кНм/м}$; сдвиг в месте соединения: $V_{sd} = 50 \text{ кН/м}$ $h = 300 \text{ мм}$; $d = 250 \text{ мм}$, $c = 4 \text{ см}$
- Материал: бетон C25/30, класс стали: 500 Н/мм²
- Огнестойкость: F60 (1 ч)
Легкая штукатурка для защиты от пожара: 3см
- верх. арм: $\varnothing 16 \text{ s} = 150 \text{ мм}$; $A_{s,prov} = 1340 \text{ мм}^2$
покрытие с торца $c_f = 3 \text{ см}$
- нижнее арм.: $\varnothing 10 \text{ s} = 200 \text{ мм}$; $A_{s,prov} = 390 \text{ мм}^2$
- Примечание: уменьшенная нагрузка на изначально залитые в бетон пруты в связи с плечом рычага: $\eta = 25 / 27 = 0.93$

а) стандартный подход для перекрывающихся соединений {параграф 5.2.4, EC 2 : 1992}

$d_{s2} = 250 \text{ мм}$, $z_2 \approx 0.9 \times 250 = 225 \text{ мм}$;

$$A_{s,req} = 120 \times 1.15 / (0.225 \times 0.5) = 1227 \text{ мм}^2$$

для залитой в бетон арматуры: $l_s = 16 / 4 \times 500 / (2.7 \times 1.15) \times 1.4 \times 1227 / 1340 = 826 \text{ мм}$

требуемая глубина анкеровки l_{inst} :

просвет между прутами $s_1 \leq 14 \text{ мм}$, наиболее неудачный вариант — расположение арматуры точно посередине \Rightarrow принять расстояние между накладываемыми арматурами не менее $4 \times \varnothing$
 $s_2 = s_1 / 2 - 4 \times \varnothing = 14 / 2 - 4 \times 1.6 = 0.6 \text{ см} \sim 1 \text{ см}$

$$\Rightarrow l_{inst} = l_s + c_f + s_2 = 83 + 3 + 1 = \underline{87 \text{ см}}$$

б) альтернативный подход: расчет по методике Hilti EXBAR-арматура (скалывание)

$F_{sd} = 1227 \times 0.5 / 1.15 = 533 \text{ кН/м}$, $c_{s1} = 5 \text{ см}$ (до оси прута)

HIT NY 150 + HIT RE 500 (определяющим является скалывание бетона) $\Rightarrow l_b = 46 \text{ см}$

Длина соединения внахлест согласно ACI 318 $\Rightarrow l_s = 53 \text{ см} \Rightarrow$ ACI является определяющей

$$\Rightarrow l_{inst} = l_s + c_f + s_2 = 53 + 3 + 1 = \underline{57 \text{ см (см. огнестойкость для RE 500)}}$$

Огнестойкость (Приложение A10):

Класс огнестойкости F 60 (1 ч)

Просвет покрытия включая легкую штукатурку: $c = 4 + 3 = 7 \text{ см}$

$F_{sT} = 0.6 \times 120 / 0.225 + 50 \times 0.6 = 350 \text{ кН/м} = 52.2 \text{ кН/бар}$

{ENV 1992 (EC 2), часть 1-2:1995, раздел 2.4.3(4) и (5)}

$$\tau_{F,req} = 52 \text{ 200} / (16 \times \pi \times 530) = 1.96 \text{ Н/мм}^2$$

Hilti HIT-NY 150: $\tau_T = 2.2 \text{ Н/мм}^2 > 1.96 \text{ Н/мм}^2$ (правильно)

Hilti HIT-RE 500: $\tau_T = 1.0 \text{ Н/мм}^2 < 1.96 \text{ Н/мм}^2 \Rightarrow$ т.е. необходимо увеличить глубину анкеровки ($l_{inst} = \underline{63 \text{ см}}$) и увеличить штукатурку до 5 см.

4.3 Соединение несущей стены резервуара и плиты (несущий узел, см. раздел 3.4)

4.3.1 Открывающий момент (давление воды)

Структурный анализ (только контроль соединяющей арматуры):

$$V_{1d} = \gamma_s \times p \times h^2 / 2 = 1.4 \times 10 \times 3.5^2 / 2 = 86 \text{ кН/м}$$

$$e = h / 3 = 3.5 / 3 = 1.17 \text{ м}$$

$$M_{1d} = V_{1d} \times e = 86 \times 1.17 = 100 \text{ кНм/м}$$

$$-M_{2d} = M_{1d} + V_{1d} \times z / 2 = 100 + 0.25 \times 86 = 121.5 \text{ кНм/м}$$

$$N_{2d} = V_{1d} = 86 \text{ кН/м}$$

$$M_{s3} = 0; V_2 = V_3 = 0; N_1 = N_3 = 0$$

Материал:

бетон: C20/25, класс стали 500N/ММ²

$$h_1 = 420 \text{ мм}; h_2 = h_3 = 600 \text{ мм};$$

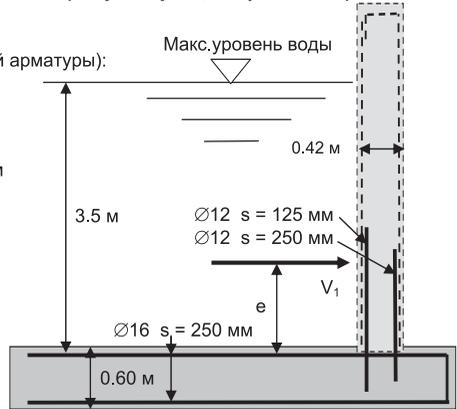
$$d_1 = 380 \text{ мм}; d_2 = d_3 = 560 \text{ мм};$$

$$z \approx 0.9 d; z_1 = 340 \text{ мм}; z_2 = z_3 = 500 \text{ мм}$$

$$A_{s1} = 905 \text{ мм}^2/\text{м} (\text{Ø}12 \text{ s} = 125 \text{ мм})$$

$$A_{s0} = A_{s2} = A_{s3} = 804 \text{ мм}^2/\text{м} (\text{Ø}16 \text{ s} = 250 \text{ мм})$$

$$c_s = h_2 - d_2 = 40 \text{ мм}$$



Примечание: перекрестное армирование не показано

Глубина установки арматурного выпуска, вклеиваемого

впоследствии: $\ell_{inst} = 54 \text{ см}$

(расчет с помощью методики EXBAR-несущий узел: применить несущий узел с соответствующими внутренними усилиями равными "0")

Расчет:

Усилия в арматуре, вклеиваемой впоследствии:

$$z_{1r} = 0.85 \times z_1 = 0.85 \times 340 = 289 \text{ мм}$$

$$F_{s1d} = M_{1d} / z_{1r} = 100.0 / 0.289 = 346 \text{ кН/м}$$

Химический состав: HIT-НУ 150: $\ell_{b1} = 26 \text{ см}$

$$\text{Плечо рычага } z_0 = \ell_{inst} - c_s - \ell_{b1} / 2$$

$$= 540 - 40 - 260 / 2 = 370 \text{ мм}$$

Дополнительное усилие ΔF_{s2d} в арматуре:

$$\Delta F_{s2d} = M_{1d} \times (1 / z_0 - 1 / z) + V_{1d} \times (z_1 / z_0 - 1)$$

$$= 100.0 \times (1 / 0.37 - 1 / 0.50) + 86 \times (0.34 / 0.37 - 1)$$

$$= 63 \text{ кН/м}$$

Усилия F_s в арматуре:

$$F_{s0d} = M_{2d} / z_2 + N_{2d} / 2 + \Delta F_{s2d} = 121.5 / 0.50 + 86 / 2 + 63 = 349 \text{ кН/м}$$

$$F_{s2d} = M_{2d} / z_2 + N_{2d} / 2 = 121.5 / 0.50 + 86 / 2 = 286 \text{ кН/м}$$

Проверка:

$$A_{s1} \geq F_{s1d} \times \gamma_s / f_{yk}; A_{s1, req} = 346 \times 1.15 / 0.5 = 796 \text{ мм}^2/\text{м} \leq A_{s1, prov} = 905 \text{ мм}^2/\text{м} \text{ (правильно)}$$

$$A_{s0} \geq F_{s0d} \times \gamma_s / f_{yk}; A_{s0, req} = 349 \times 1.15 / 0.5 = 803 \text{ мм}^2/\text{м} \leq A_{s0, prov} = 804 \text{ мм}^2/\text{м} \text{ (правильно)}$$

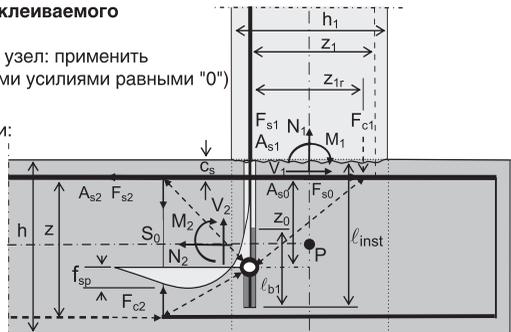
$$A_{s2} \geq F_{s2d} \times \gamma_s / f_{yk}; A_{s2, req} = 286 \times 1.15 / 0.5 = 658 \text{ мм}^2/\text{м} \leq A_{s2, prov} = 804 \text{ мм}^2/\text{м} \text{ (правильно)}$$

Предел прочности на разрыв в связи с скалывающим усилием S_0 :

Расчетный предел прочности на разрыв:

$$f_{ctd} \approx \frac{0.7 \cdot 0.3}{\gamma_{ct}} \cdot f_{ck}^{2/3} = 0.117 \cdot 20^{2/3} = 0.86 \text{ Н/мм}^2 \quad \{\text{параграф 3.1.2.3, EC 2}\}$$

$$f_{sp,d} = M_{1d} \times (1 - z_0 / z) \times (1 - \ell_{b1} / 2z) \times 2.41 / (b z^2) = 100 \times (1 - 0.37 / 0.50) \times (1 - 0.26 / (2 \times 0.5)) \times 2.41 / (1.0 \times 0.5^2) = 185 \text{ кН/м}^2 = 0.18 \text{ Н/мм}^2 \leq f_{ctd} = 0.86 \text{ Н/мм}^2 \text{ (правильно)}$$



4.3.2 Закрывающий момент

Предписанные условия:

Арматурный выпуск должен так закрепляться, чтобы прочность арматуры обеспечивала максимально возможный закрывающий сгибающий момент.

$$A_{s1} = 452 \text{ мм}^2/\text{м} \quad (\text{Ø}12 \text{ s} = 250 \text{ мм})$$

$$z_1 = 340 \text{ мм}$$

$$F_{s1d} = A_{s1} \times f_{yk} / \gamma_s = 452 \times 0.5 / 1.15 = 196.5 \text{ кН/бар}$$

$$M_{1d} = F_{s1d} \times z_1 = 196.5 \times 0.34 = 66.8 \text{ кНм/м}$$

$$V_{1d} = M_{1d} / e = 66.8 / 1.2 = 55.7 \text{ кН/м}$$

$$-N_{3d} = V_{1d} = 55.7 \text{ кН/м}$$

$$-M_{3d} = M_{1d} - N_{3d} \times z_3/2 = 66.8 + 55.7 \times 0.25 = 80.7 \text{ кНм/м}$$

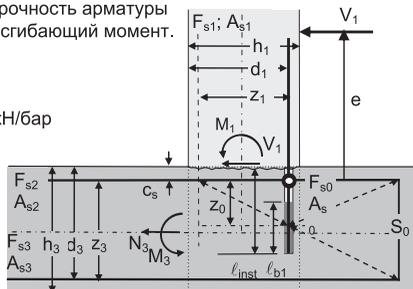
$$M_{2d} = 0; V_2 = V_3 = 0; N_1 = N_2 = 0$$

Материал: Бетон: C20/25, класс стали 500Н/мм²

$$h_1 = 420 \text{ мм}; h_2 = h_3 = 600 \text{ мм}; d_1 = 380 \text{ мм}; d_2 = d_3 = 560 \text{ мм};$$

$$z \approx 0.9 d: z_1 = 340 \text{ мм}; z_2 = z_3 = 500 \text{ мм}$$

$$A_{s0} = A_{s2} = A_{s3} = 804 \text{ мм}^2/\text{м} \quad (\text{Ø}16 \text{ s} = 250 \text{ мм}) \quad c_s \approx 40 \text{ мм}$$



Глубина установки арматурного выпуска, вклеиваемого впоследствии: $l_{inst} = 39 \text{ см}$

Химический состав: НП-НУ 150: $l_b = 29 \text{ см}$

Расчет: Плечо рычага: $z_0 = l_{inst} - c_s - l_{b1} / 2 = 390 - 40 - (290 / 2) = 205 \text{ мм}$

Дополнительное усилие ΔF_{s2d} в арматуре:

$$\Delta F_{s2d} = M_{1d} \times (1/z_0 - 1/z) + V_{1d} \times (z_1/z_0 - 1) = 66.8 \times (1/0.205 - 1/0.50) + 55.7 \times (0.34/0.205 - 1) = 229 \text{ кН/м}$$

Усилие F_s в арматуре

$$F_{s0d} = \Delta F_{s2d} = 229 \text{ кН/м}$$

$$F_{s3d} = M_{3d} / z_3 + N_{3d}/2 = 80.7 / 0.50 - 55.7 / 2 = 133.5 \text{ кН/м}$$

$$\text{Проверка: } A_{s1} \geq F_{s1d} \times \gamma_s / f_{yk}; A_{s1, req} = 196.5 \times 1.15 / 0.5 = 452 \text{ мм}^2/\text{м} = A_{s1, prov} = 452 \text{ мм}^2/\text{м} \text{ (правильно)}$$

$$A_{s0} \geq F_{s0d} \times \gamma_s / f_{yk}; A_{s0, req} = 229 \times 1.15 / 0.5 = 527 \text{ мм}^2/\text{м} \leq A_{s0, prov} = 804 \text{ мм}^2/\text{м} \text{ (правильно)}$$

$$A_{s3} \geq F_{s3d} \times \gamma_s / f_{yk}; A_{s3, req} = 133.5 \times 1.15 / 0.5 = 307 \text{ мм}^2/\text{м} \leq A_{s3, prov} = 804 \text{ мм}^2/\text{м} \text{ (правильно)}$$

Скальвающее усилие S_0 : переносимое арматурой в проекцию плиты

$$S_{0d} \approx M_{1d} \times (1 - z_0/z) \times (1 - l_b / (2 \times z)) \times 2/z = 66.8 \times (1 - 0.205/0.5) \times (1 - 0.29 / (2 \times 0.5)) \times 2 / 0.5 = 112 \text{ кН/м}$$

$$A_{s, req} = 112 \times 1.15 / 0.5 = 258 \text{ мм}^2/\text{м} \leq A_{s3, prov} = 804 \text{ мм}^2/\text{м} \text{ (правильно)}$$

5 Сертификация / Литература

5.1 Сертификации для Hilti HIT-HY 150

<i>Страна:</i>	США
<i>Сертифицирующая организация:</i>	Международная конференция строительных ведомств (ICBO)
<i>Сертификат №:</i>	Аттестационный отчет # 5193
<i>Название:</i>	Адгезионная анкерная система Hilti HIT HY-150
<i>Ссылка:</i>	Закрывает резьбовые стержни и арматуру в бетоне
<i>Страна:</i>	США
<i>Сертифицирующая организация:</i>	Город ЛосАнжелес (COLA)
<i>Сертификат №:</i>	Отчет об исследовании 25257
<i>Страна:</i>	США
<i>Сертифицирующая организация:</i>	Международный конгресс по строительным предписаниям Южного региона (SBCCI)
<i>Сертификат №:</i>	отчет № 9930

<i>Страна:</i>	Германия
<i>Сертифицирующая организация:</i>	Немецкий институт строительных технологий (DIBt)
<i>Сертификат №:</i>	Z-12,8-1648
<i>Название:</i>	Крепление арматуры впрыскиваемым строительным химический анкером Hilti HIT-HY 150
<i>Ссылка:</i>	Встраиваемые арматурные стержни для арматуры BSt 500 Ш8 – Ш25, проектирование в соответствии DIN 1045 / EC 2
<i>Страна:</i>	Франция
<i>Сертифицирующая организация:</i>	SOCOTEC
<i>Сертификат №:</i>	BX 1032
<i>Название:</i>	HY 150 fers à béton
<i>Ссылка:</i>	REBAR (арматура)

5.2 Список сертификации Hilti HIT-RE 500

<i>Страна:</i>	США
<i>Сертифицирующая организация:</i>	Международная конференция строительных ведомств (ICBO)
<i>Сертификат №:</i>	Аттестационный отчет # 6010
<i>Название:</i>	Адгезионная анкерная система Hilti HIT RE 500
<i>Ссылка:</i>	закрывает резьбовые стержни и арматуру в бетоне

<i>Страна:</i>	Франция
<i>Сертифицирующая организация:</i>	SOCOTEC
<i>Сертификат №:</i>	KX 0893
<i>Название:</i>	HIT-RE500 pour l'ancrage d'armatures pour béton armé
<i>Ссылка:</i>	REBAR (арматура)

5.3 Приложения (предоставляются отделом технического обслуживания Hilti)

- A01 Чертежи-деталировки
- A02 Примерные объемы химического состава и расстояния маркировки
- A03 Основы расчета анкерки и соединений стержней внахлест
- A04 Резюме соответствующих предписаний Общеευропейских Технических Условий 2 (ENV 1992-1-1 :1992).
- A05 Основы поведения соединений арматуры периодического профиля в бетоне
- A06 Взаимодействие сил расщепления и связей
- A07 Проектирование по методике Hilti HIT-арматура и ACI 318-02
- A08 Предельные значения эксплуатационной пригодности (SLS)
- A09 Коррозионное поведение соединений арматуры Hilti HIT
- A10 Противопожарные расчеты
- A11 Усталость встраиваемой арматуры для соединений с преимущественно циклическим нагружением
- A12 Руководящие технические требования для вклеиваемых соединений

Помощь в проектных расчетах (предоставляется отделом технического обслуживания Hilti)

Проектирование арматуры Hilti EXBAR: крупноформатная таблица Excel для проверки разрушения и среза, EC2

Несущий узел Hilti EXBAR: крупноформатная таблица Excel для расчета несущих узлов, EC2



6

Анкерные крепления для соединений из железобетона

1	Соединение с дополнительным слоем бетона	344
1.1	Область применения	344
1.2	Преимущества методики	344
2	Проектирование стыка	346
2.1	Основные предпосылки	346
2.2	Предельное состояние для передачи срезающего усилия на стыке	346
2.3	Расчетная срезающая нагрузка, продольно действующая на поверхность, V_{Sd}	351
2.4	Предельное состояние эксплуатационной пригодности	352
2.5	Дополнительные правила и условия детализации	352
3	Примеры	355
3.1	Пример: плита с двойным перекрытием	355
3.2	Пример: двойное перекрытие балки с новой плитой	358
3.3	Пример: Армирование фундамента	359
4	Результаты испытаний	360
4.1	Перенос срезающего усилия через трещину в бетоне	360
4.2	Исследования в лабораториях Корпоративных Исследований Hilti	360
4.3	Принцип работы анкеров	361
4.4	Сравнение с зарубежными результатами	362
5	Условные обозначения	363
6	Литература	364
7	Впрыскиваемый раствор HИT HУ 150 и стержень HАS 5.8 с гайкой или пластиной	365
7.1	Условия	365
7.2	Данные для расчетов	366
7.3	Минимальное содержание армирования для V_{ed}	367
7.4	Информация о продукте	371

1. Соединение с дополнительным слоем бетона

1.1 Область применения

Если на уже существующий бетон наносят новый слой бетона с целью укрепления или восстановления его структуры, это называют комбинированной бетонной конструкцией. Такое бетонное покрытие обычно льют непосредственно или укладывают как торкретбетон. В зависимости от размещения, он служит для улучшения ситуации в зоне сжатия при изгибе или в зонах с изгибающим напряжением. До нанесения покрытия на поверхность исходного бетонного элемента она должна быть надлежащим образом подготовлена и предварительно смочена. Усадка нового слоя бетона может быть уменьшена благодаря тщательному выбору бетонной смеси. Тем не менее, невозможно исключить напряжения, вызванные усадкой и, возможно, перепадами температуры. Первоначально, напряжения на стыке слоев бетона возникают как следствие внешних нагрузок и внутренних напряжений. Следует помнить, что напряжения вследствие усадки и разности температур в новом бетоне обычно достигают максимума по периметру (скалывающие усилия). Сочетание внешних и внутренних напряжений обычно превышает прочность исходного соединения, требуя, т.о., от проектировщика создания поверхности без сцепления. Это, в частности, касается покрытий мостов, которые подвергаются усталостному напряжению вследствие уличного движения.

Более того, такие напряжения подвержены влиянию времени, и через годы после укладки нового слоя соединение может разрушаться. Когда это происходит, силы напряжения должны быть сняты армированием или соединительными элементами, установленными в месте стыка. Типичные примеры схематически изображены на рисунках 1 и 2.

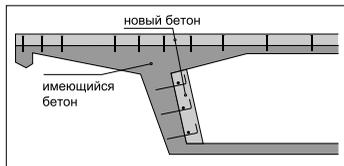


Рисунок 1: укрепление покрытия моста

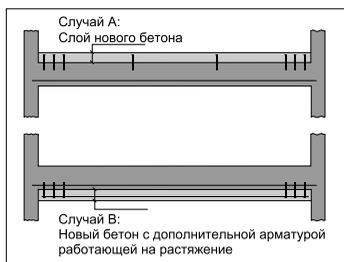


Рисунок 2: укрепление перекрытия здания

1.2 Преимущества методики

- Простое и надежное применение в разнообразных случаях
- Структурный элемент ведет себя как часть монолита
- Усилие сдвига надежно переносится даже в случае трещин на поверхности стыка
- Подходит для применения в рамках обычных методов придания шероховатости бетонной поверхности
- Сниженные требования к глубине анкеровки



Подготовка к ремонту покрытия моста

- Устранение поврежденного слоя бетона с помощью струи воды под высоким давлением
- Установка дополнительной арматуры с помощью HIT-НУ 150
- Установка анкеров, работающих на срез, с помощью HIT-НУ 150
- Укладка новых слоев бетона

- ✓ Восприятие нагрузки, характерное для монолита
- ✓ Надежное распределение срезающей нагрузки
- ✓ Жесткое соединение
- ✓ Меньшая глубина анкеровки

Анкерные связи для слоя бетона



Укрепление пола промышленных зданий

- Удаление покрытия и любых рыхлых слоев
- Придание поверхности шероховатости дробеструйной обработкой
- Установка анкеров с помощью HIT-NU 150 в соответствии с указаниями инженеров
- При необходимости, проверка поверхности бетона на предмет шероховатости и прочности на отрыв, а также прочности анкеров на вырывание
- Закладка арматуры и верхнего слоя бетона

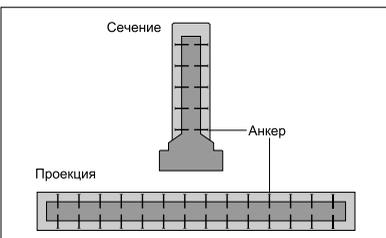
- ✓ Восприятие нагрузки, характерное для монолита
- ✓ Надежное распределение срезающей нагрузки
- ✓ Жесткое соединение
- ✓ Небольшая глубина анкеровки



Укрепление фундамента промышленных зданий

- Раскрытие фундамента
- Установка анкеров с помощью HIT-NU 150 согласно спецификации (гладкая поверхность)
- Закладка арматуры и верхнего слоя бетона

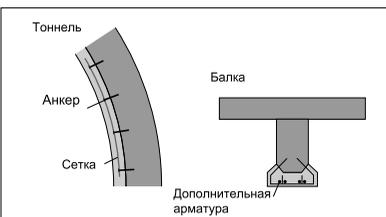
- ✓ Сокращение трудовых затрат
- ✓ Восприятие нагрузки, характерное для монолита
- ✓ Небольшая глубина анкеровки (6 диаметров)
- ✓ Надежное распределение срезающей нагрузки
- ✓ Эластичное соединение



Ремонт и укрепление опоры

- Придание поверхности шероховатости
- Установка анкеров, работающих на срез, с помощью HIT-NU 150 в соответствии со спецификацией
- Закладка арматуры и верхнего слоя бетона

- ✓ Восприятие нагрузки, характерное для монолита
- ✓ Надежное распределение срезающей нагрузки
- ✓ Жесткое соединение
- ✓ Небольшая глубина анкеровки



Ремонт и укрепление с помощью торкретбетона

- Придание поверхности шероховатости
- Установка анкеров, работающих на срез, с помощью HIT-NU 150
- Закладка арматуры и верхнего слоя бетона

- ✓ Восприятие нагрузки, характерное для монолита
- ✓ Надежное распределение срезающей нагрузки
- ✓ Жесткое соединение
- ✓ Небольшая глубина анкеровки

2. Проектирование стыка

2.1 Основные предпосылки

Конструкции, изготовленные из армированного бетона или предварительно напряженного бетона, с бетонным покрывающим слоем толщиной минимум 40 мм ([2], Раздел 2.5.3.5.8 (109)), или минимум 60 мм в случае мостовых конструкций, могут быть рассчитаны как монолитные строительные элементы, если срезающим усилиям на стыке между новым и старым бетоном оказывается противодействие согласно следующему:

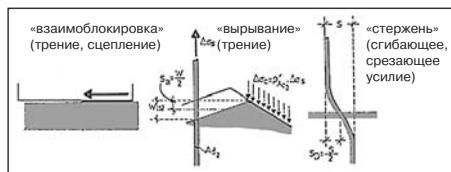
2.2 Полное предельное состояние для передачи срезающего усилия на стыке

2.2.1 Принцип и устройство модели

Взаимодействие на стыке между новым и старым бетоном определяется исходя из общих сил, действующих навесь строительный элемент.

Как правило при расчетах следует принять, что поверхность лишена связей.

Армирование или анкеровка, пересекающая поверхность стыка должна закладываться таким образом, чтобы срезающие усилия на стыке переносились в полном предельном состоянии.



Как результат Разделения поверхностей соприкосновения, анкера подвергаются силе растяжения и сгибающему моменту одновременно, в зависимости от шероховатости поверхностей соприкосновения. Если поверхности сделаны шероховатыми, дополнительно могут иметь место эффекты взаимоблокировки и сцепления могут принять на себя часть срезающего усилия на стыке.

2.2.2 Расчетное сопротивление срезающей нагрузке на стыке, VRd

$$V_{Rd} \geq V_{Sd} \quad (1)$$

нКМ:

$$V_{Rd} \geq \tau_{Rdj} \cdot b_j \cdot l_j \quad (2)$$

V_{Rd} расчетное сопротивление срезающей нагрузке на стыке

V_{Sd} расчетная срезающая нагрузка, действующая на стыке согласно разделу 2.3

τ_{Rdj} расчетная срезающая нагрузка, действующая на стыке при учете формулы (3) и диаграмм 1–3

b_j эффективная ширина рассматриваемой поверхности стыка

l_j эффективная длина рассматриваемой поверхности стыка

2.2.3 Расчетная срезающая нагрузка, действующая на стыке, τ_{Rdj}

Формула (3) применяется для расчетов срезающей нагрузки на поверхности стыка, τ_{Rdj} [6]. При этом, верхнее предельное значение определяется расчетным усилием в бетонных распорках:

$$\tau_{Rdj} = k_T \cdot \tau_{Rd} + \mu \cdot (\rho \cdot k \cdot f_{yd} + \sigma_n) + \alpha \cdot \rho \cdot \sqrt{f_{yd} \cdot f_{cd}} \leq \beta \cdot v \cdot f_{cd} \quad (3)$$

сцепление
трение
работа стержня
бетонные распорки

где:

- τ_{Rd} основная расчетная срезающая нагрузка бетона согласно (1), Раздел 4.3.2.3 (меньшее значение для нового или старого бетона), см. также таблицу 2
- k_T коэффициент сцепления согласно таблице 1
- μ коэффициент трения согласно таблице 1
- k коэффициент для учета действительной растягивающей силы в анкере согласно таблице 1
- α коэффициент для учета фактического работа стержня согласно таблице 1
- β коэффициент для учета действительной прочности бетона согласно таблице 1
- v коэффициент эффективности согласно [1], формула (4.20); см. также таблицу 2.
- $\rho = A_s/b_l \cdot l_j$ степень армирования, соответствующая анкеровке рассматриваемой поверхности стыка
- $\sigma_n \leq 0,6 \cdot f_{cd}$ нормальное напряжение, действительно действующее на поверхность стыка (положительное сжатие)
- f_{yd} расчетное значение предела текучести анкера
- f_{cd} расчетное значение силы сжатия по цилиндрическим образцам бетона (меньшее для нового или старого бетона)
- R_t средняя глубина шероховатости поверхности, измеренная по методике песчаной шероховатости [9]

Обработка поверхности бетона	Средняя глубина шероховатости, R_t [мм]	Коэффициенты μ					
		k_T	k	α	β	$f_{ck} \geq 20$	$f_{ck} \geq 35$
Обработка водой под давлением/рифление	> 3.0	2.3	0.5	0.9	0.4	0.8*	1.0*
Пескоструйная обработка / пневматическое зубило	> 0.5	0	0.5	1.1	0.3	0.7	
Гладкая поверхность: стальная или древесная опалубка или ее отсутствие	—	0	0	1.5	0.2	0.5	

Таблица 1: параметры для формулы (3)

*) Промежуточные значения могут быть получены линейной интерполяцией

Класс прочности бетона	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
f_{ck} [Н/мм ²]	20	25	30	35	40	45	50
f_{cd} [Н/мм ²]	13.3	16.7	20.0	23.3	26.7	30.0	33.3
v	0.60	0.58	0.55	0.53	0.50	0.50	0.50
τ_{Rd} [Н/мм ²]	0.24	0.26	0.28	0.30	0.31	0.32	0.33

Анкерные связи для слоя бетона

Диаграмма 1: для поверхностей с шероховатостью, созданной водой под давлением или рифлением

(средняя шероховатость $R_a > 3$ мм, т.е. высота пиков $>$ примерно 6 мм)

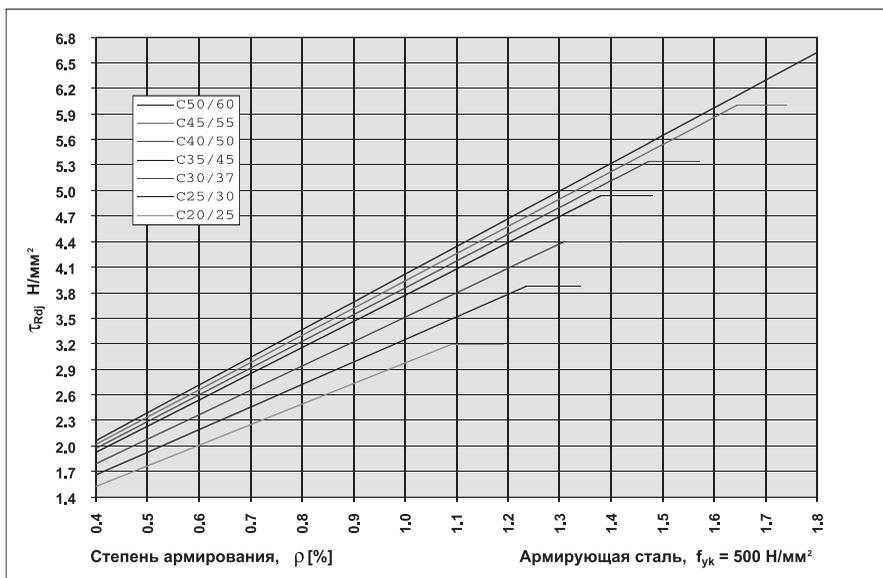
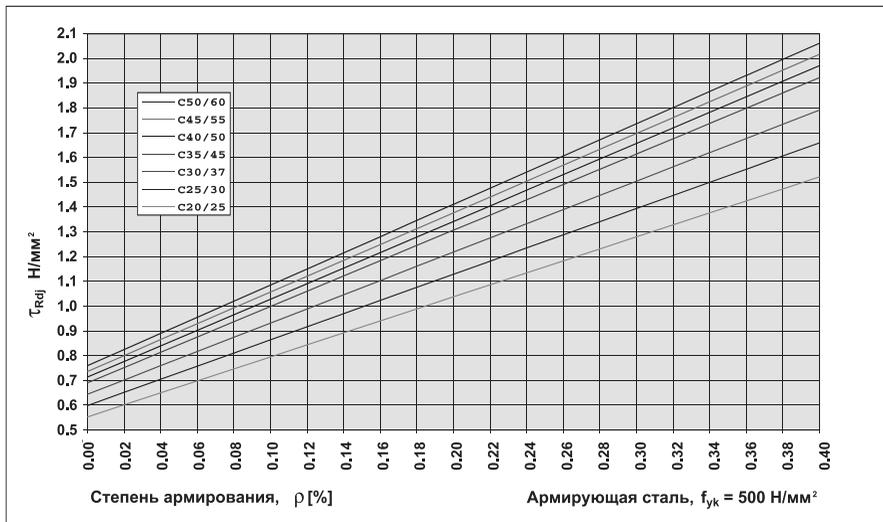


Диаграмма 2: для поверхностей с шероховатостью, созданной пескоструйной обработкой

(средняя шероховатость $R_t > 0.5$ мм, т.е. высота пиков $>$ примерно 1.0 мм)

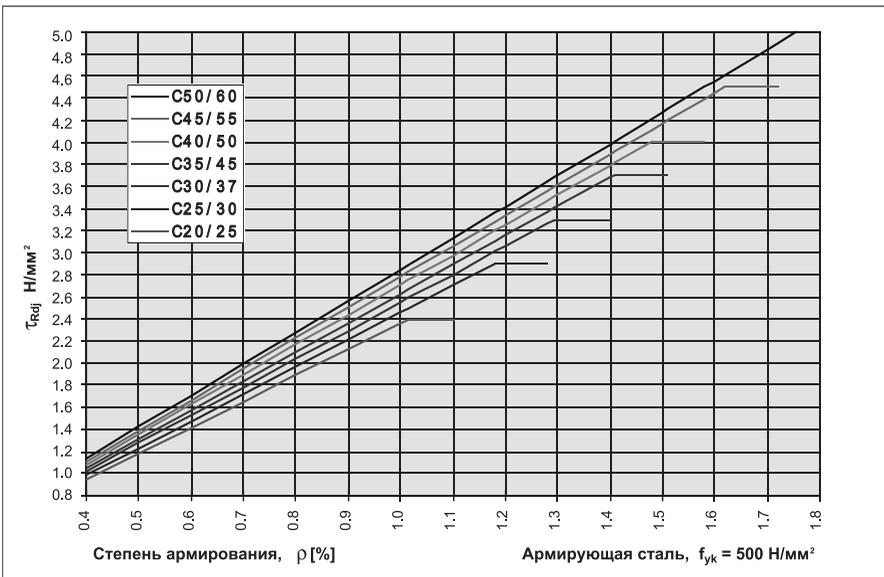
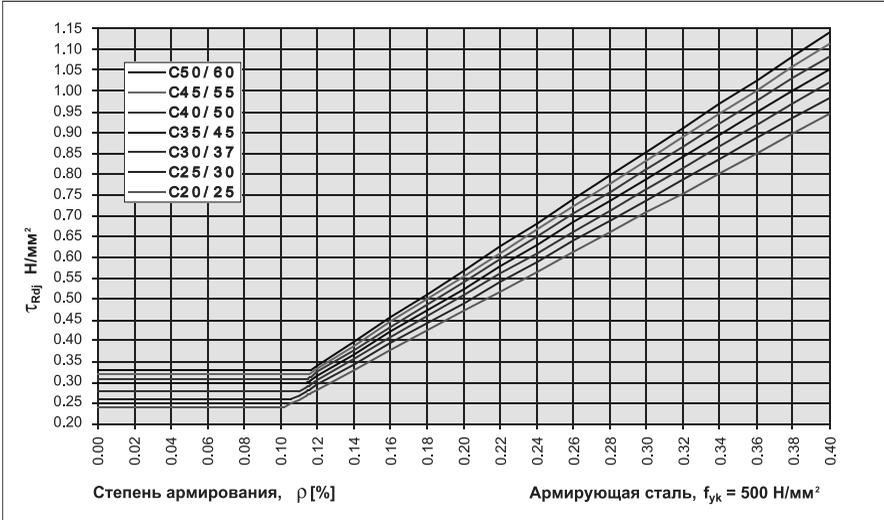
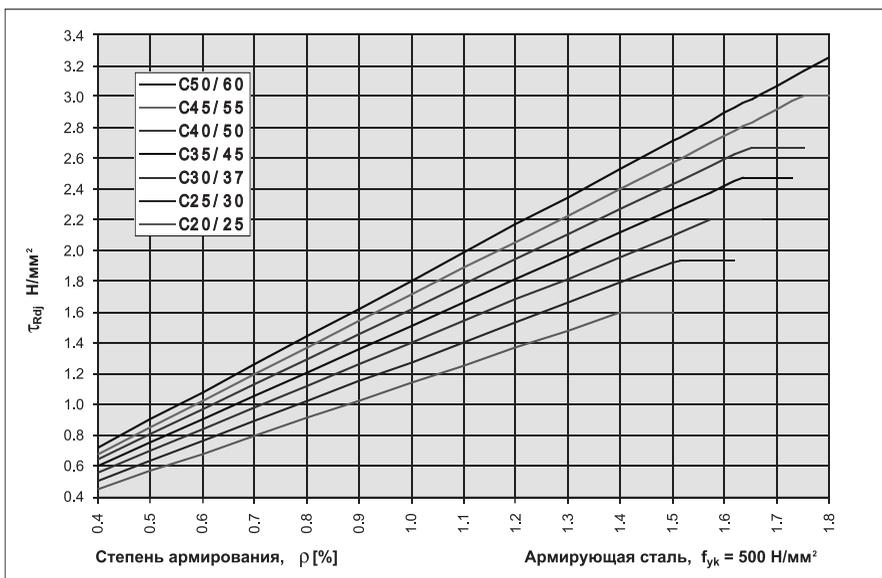
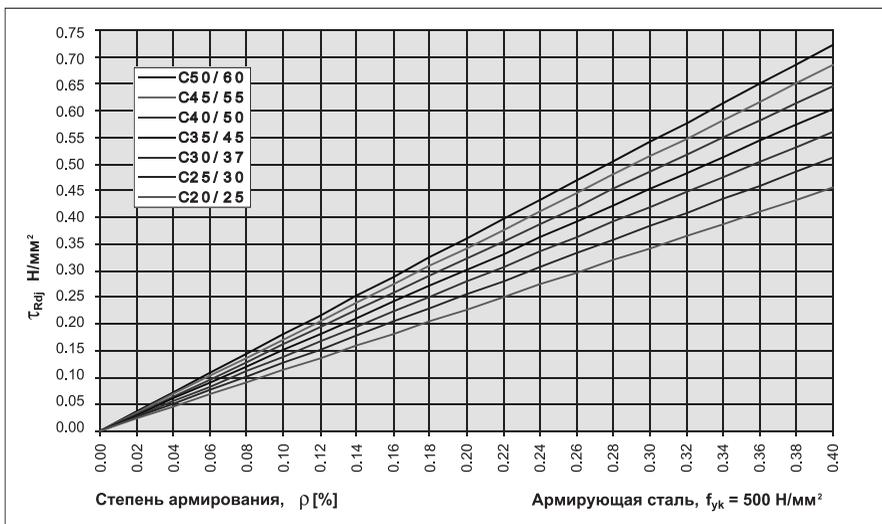


Диаграмма 3: для гладких литых поверхностей
(деревянная опалубка, стальная опалубка, отсутствие опалубки)



2.3 Расчетная сдвигающая нагрузка, продольно действующая на поверхность, V_{sd}

Обычно V_{sd} рассчитывают из сопротивления поперечного сечения сгибанию (разрушение элемента при сдвиге не должно быть определяющим).

2.3.1 Увеличение зоны сжатия



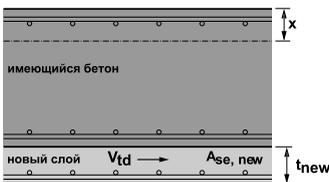
$$V_{cd} = 0,8 \cdot x \cdot b_{new} \cdot \alpha \cdot f_{cd} + A_{se,new} \cdot f_{yd} \quad (4)$$

0,8 коэффициент уменьшения для распределения непрямоугольного напряжения
 $\alpha = 0,85$ коэффициент уменьшения для устойчивого сжатия

для: $x > t_{new}$ в качестве приближения

$$V_{cd} = t_{new} \cdot b_{new} \cdot \alpha \cdot f_{cd} + A_{se,new} \cdot f_{yd} \quad (5)$$

2.3.2 Увеличение зоны сжатия



$$V_{td} = A_{se,new} \cdot f_{yd} \quad (6)$$

При дифференциации армирования следует учесть ступенчатость

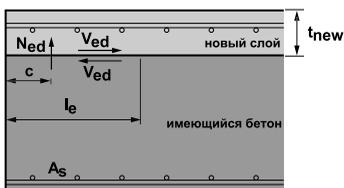
2.3.3 Срезающее усилие должно передаваться на периметр верхнего слоя

По краям нового слоя бетона, проект должен учитывать минимальное растягивающее усилие F_{cr} . Особое внимание должно при этом уделяться переносу момента, возникающего из F_{cr} .

$$F_{cr} = t_{new} \cdot b \cdot k \cdot f_{ct,eff} \quad (7)$$

F_{cr} растягивающее усилие, действующее в новом слое бетона в момент, когда ожидается появление трещин согласно [1], Раздел 4.4.2.2

$k = 0,8$ для $t_{new} \leq 30\text{см}$ коэффициент, допускающий неоднородные само-уравновешивающие нагрузки
 $f_{ct,eff}$ растягивающее напряжение в новом слое бетона, возникающее на момент, когда ожидается появление трещин согласно [1], раздел 4.4.2.2 (в общем случае: $f_{ct,eff} = 3\text{Н/мм}^2$)



Следующие значения могут быть использованы без дальнейшей проверки:

$$V_{ed} = F_{cr} \quad (8)$$

$$N_{ed} = V_{ed} / 6; c \leq 1,5 \cdot t_{new} \quad (9)$$

V_{ed} Срезающее усилие на стыке, вследствие F_{cr}

N_{ed} Растягивающее усилие, возникшее в результате момента F_{cr}

V_{ed} может равномерно распределяться по длине l_e :

- $l_e = 3 t_{new}$ для шероховатых поверхностей
- $l_e = 6 t_{new}$ для поверхностей после пескоструйной обработки
- $l_e = 9 t_{new}$ для гладких поверхностей

2.3.4 Зоны без анкеров

Для небольших срезающих усилий анкера не должны применяться в новом слое бетона, если нагрузка преимущественно статическая и анкера расположены по периметру в соответствии с разделом 11.2.3.3.

- а) в случае поверхностей, обработанных водой под высоким давлением и рифленых поверхностей

$$\tau_{Sd} \leq k_T \cdot \tau_{Rd} + \mu \cdot \sigma_n \quad (10)$$

- б) в случае чистых поверхностей, после пескоструйной обработки, при условии отсутствия каких-либо растягивающих напряжений, вызванных внешними силами, перпендикулярными к стыку (если допустить поверхность стыка без трещин)

$$\tau_{Sd} \leq \tau_{Rd} + \mu \cdot \sigma_n \quad (11)$$

2.4 Предельное состояние эксплуатационной пригодности

Как приближение к норме, можно рассчитать дополнительную деформацию укрепленного изгибающегося элемента с применением монолитного поперечного сечения, умножив затем на коэффициент следующим образом:

$$W_{eff} = \gamma \cdot W_{calc} \quad (12)$$

W_{eff} дополнительная деформация, рассчитанная для армированного сектора, с учетом гибкости анкеров

W_{calc} дополнительная деформация, рассчитанная для армированного сектора, при допущении идеальной связи

γ коэффициент по таблице 3

s_d смещение анкеров под действием средней постоянной нагрузки ($F_p \approx 0.5 F_{uk}$)

Смещение s_d согласно таблице 3, можно использовать для более точных расчетов

Обработка поверхности	Средняя шероховатость R_a [мм]	γ	s_d [мм]
Обработка водой под давлением / рифление	> 3.0	1.0	$\approx 0.005 \varnothing$
Пескоструйная обработка / пневматическое зубило	> 0.5	1.1	$\approx 0.015 \varnothing$
Гладкая поверхность: деревянная/стальная опалубка/без опалубки	—	1.2	$\approx 0.030 \varnothing$

Таблица 3: коэффициенты для расчета деформации

\varnothing = диаметр анкеров

2.5 Дополнительные правила и условия детализации

2.5.1 Комбинированные виды обработки поверхности

Различные виды обработки поверхности могут применяться к тому же самому строительному элементу, если приняты во внимание различия в жесткости анкеров (см. также таблицу 3, смещение s_d). Следует принять во внимание, что стык без трещин, т.е. жесткая связь, принимается для стыков с небольшой срезающей нагрузкой, не требующих монтажных соединителей, согласно Разделу 2.3.4.

2.5.2 Минимальное армирование в стыке

Должно быть обеспечено следующее минимальное количество армирования, проходящего через поверхность стыка, если анкеровки нельзя избежать, как описано в Разделе 2.3.4:

- 1) плиты и прочие конструкции, где необходимо армирование, работающее на срез:
 - а) для шероховатых поверхностей (обработанных водой под давлением/рифленых) $\rho \geq 0.08\%$
 - б) для поверхностей после пескоструйной обработки $\rho \geq 0.12\%$
 - в) для гладких поверхностей стыка $\rho \geq 0.12\%$
- 2) балки и прочие конструкции, где необходимо армирование, работающее на срез согласно [1], раздел 5.4.2.2

2.5.3 Размещение анкеров

- (1) анкеры должны располагаться в направлении действия сил в строительном элементе с учетом распределения действующего срезающего усилия таким образом, чтобы поглощалось срезающее усилие на стыке и предотвращалось отсоединение нового слоя бетона.
- (2) в случае поверхностей после пескоструйной обработки и гладких, анкеры могут распределяться с одинаковым шагом на соответствующей длине, l_s , между соседними критическими секторами, если нагрузка преимущественно статическая. В соответствии с [3], Раздел 4.1.2 (4), критические отрезки это точки, подверженные максимальным сгибающим моментам, точки опоры, точки, в которых действуют концентрированные нагрузки и точки с внезапными изменениями в поперечном сечении.
- (3) если новый слой бетона находится с напряженной стороны несущего элемента, анкеры должны распределяться в соответствии с градацией продольного армирования без принятия во внимание длин анкеровки. Мехосевые расстояния между анкерами в направлении действия нагрузки не могут превышать 6-кратную толщину нового слоя бетона, или 800мм.

2.5.4 Закладка анкеров в старом и новом бетоне

- (1) Анкеры должны надлежащим образом внедряться в старый и новый слои бетона. Фактически снимаемое усилие растяжения, N_d , должно предположительно составлять:

$$N_d \geq k \cdot A_S \cdot f_{yd} \quad (13)$$

k = коэффициент согласно таблице 1.

- (2) Вид применения является решающим при определении глубины анкеровки в материале основы:
- (2a) Зоны с армированием, работающим на срез, или любым другим соединительным армированием (Рисунок 7):

Базовое значение глубины анкеровки, l_b , должно определяться в соответствии с (встроенное армирование, таблица 3.4.1). Минимальная глубина анкеровки составляет 10-кратный диаметр. Следует помнить, что это, в целом, относится к перекрытию анкера и уже имеющегося армирования ($l_s = \alpha_1 \cdot l_b$, см. [1], раздел 5.2.4).

Более того, растягивающее усилие аналогичного решетчатого каркаса согласно [1], Раздел 4.3.2.4, должно быть проверено для строительных элементов с требуемым армированием, работающим на срез.

- (2b) Зоны без такого армирования ($V_{Sd} < V_{Rd1}$) или любого другого соединительного армирования (Рисунок 8): глубина анкеровки должна определяться согласно (включенная арматура, таблица 3.4.1). Расстояния до кромки и межосевые расстояния (c_1 , s) адгезионных анкеров должны устанавливаться в соответствии с конструкцией анкерного крепления.

Трещины в бетоне обычно сокращают способность химических анкеров нести растягивающую нагрузку. Если предвидится возникновение трещин, глубину анкеровки следует увеличить, напр., в случае арматуры, работающей только на растяжение, или на сгиб с большим срезающим усилием вблизи балочных креплений или в случае концентрированных нагрузок.

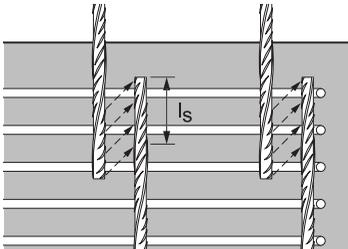


Рисунок 7: проект крепления арматурного профиля

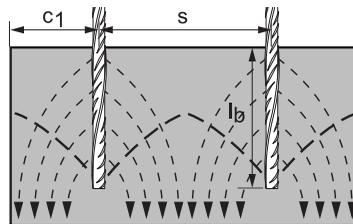


Рисунок 8: проект анкерной связи

- (3) полосы, гайки или кованые головки могут применяться для сокращения глубины посадки анкеров в новом слое бетона. Если применяется такой анкер, следует проверить следующее:
- Разрушение конуса бетона должно проверяться в соответствии с [5], раздел 15.1.2.4. Достаточное для предотвращения скалывания армирования, должно обеспечиваться для поглощения скалывающей нагрузки, прикладываемой локально в верхней части анкеров. Расчет скалывающих сил может основываться на модели сетчатой конструкции с линией действия силы сжатия под углом 45° . В обычной ситуации анкера должны расширяться до верхнего армирования нового бетонного слоя, образуя здесь узел сетчатой конструкции.
 - Несущее давление на бетон под головкой ограничено согласно [5], раздел 15.1.2.3 или [1], раздел 5.4.8.1.
- (4) Если поверхности стыка гладкие, анкера должны устанавливаться на глубину минимум 6 диаметров (при рекомендованных 9).

2.5.5 Минимальное армирование нового слоя бетона

Следует принять процедуру [1] определения минимального количества армирования в новом слое бетона.

Балки: [1], Раздел 5.4.2.1.1 и 5.4.2.4

Плиты: [1], Раздел 5.4.3.2.1

2.5.6 Рекомендации по размещению нового слоя бетона

Предварительная обработка:

Рекомендуется грунтовка, представляющая собой густой цементный раствор. Старый бетон следует надлежащим образом увлажнить (за 24 часа) перед нанесением цементной грунтовки. В момент нанесения грунтовки поверхность бетона должна быть высушена до состояния матовой влажности.

Раствор, используемый в качестве грунтовки, должен содержать воду и равные по весу части Портландцемента и песка с размером частиц 0.2мм. Этот раствор наносится на подготовленную бетонную поверхность и втирается щеткой.

Новый слой:

Бетонная смесь для нового слоя должна быть такой, как в случае малоусадочного бетона (водоцементное отношение ≤ 0.40). Новый слой должен наноситься на свежую грунтовку, т.е. влажным на влажную поверхность.

Отверждение:

Чтобы обеспечить высокую устойчивость нового слоя, необходим тщательных уход. Непосредственно после нанесения, бетонный слой должен быть защищен достаточно долго, минимум пять дней, от высыхания и чрезмерного охлаждения.

2.5.7 Рекомендации относительно требований к обработке поверхности

Шероховатость поверхности стыка оказывает решающее влияние на срезающие усилия, которые могут передаваться. В данном расчете, следует измерять среднюю глубину шероховатости R_t , измеренную по методике «песчаных заплат» [7]. Следует помнить, что R_t – среднее значение, а потому разность между максимумами и минимумами составляет около $2R_t$.

При определении необходимой обработки поверхности рекомендуется определять среднюю глубину шероховатости, R_t . Прежде чем утвердить процедуру обработки, следует обработать пробную поверхность и проверить ее по методике «песчаных заплат».

3. Примеры

3.1 Пример: плита с двойным перекрытием

Дано:

Бетон: Новый слой бетона: 70мм: С 30/37

Старый слой бетона 150мм: С 25/30

Армирование: S500, $f_{yk} = 500 \text{ Н/мм}^2$

Диапазон: $A_{se}^+ = 1'030 \text{ мм}^2/\text{м}$

Поддержка: $A_{se}^- = 1'420 \text{ мм}^2/\text{м}$

Растягивающее усилие при образовании трещин кромки (2.3.3):

$$V_{ed} = 70 \cdot 1 \cdot 0.8 \cdot 3 = 168 \text{ кН/м}$$

Перекрытие:

$$\text{Нейтральная ось: } x_d = \frac{1030 \cdot 0.5 \cdot 1.5}{1.15 \cdot 30 \cdot 0.85 \cdot 0.80} = 33 \text{ мм}$$

$$\rightarrow V_{cd} = 0.85 \cdot 0.80 \cdot 33 \cdot 30 / 1.5 = 449 \text{ кН/м}$$

Опора: $A_{se} = 1420 \text{ мм}^2/\text{м}$

$$V_{td} = 1420 \cdot 0.5 / 1.15 = 617 \text{ кН/м}$$

Максимальные значения усилия натяжения на поверхности стыка:

$$\tau_{cd \max} = \frac{449 \cdot 2}{2360} = 0.38 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_{td \max} = \frac{(617 + 449) \cdot 2}{3640} = 0.58 \text{ Н/мм}^2$$

а) Обработка поверхности: обработка водой под давлением

Сцепление: $\tau_{Rdj} = 2.3 \cdot 0.26 = 0.60 > 0.55 \text{ Н/мм}^2$

→ нет необходимости в армировании

Растягивающее усилие при образовании трещин по кромке:

$$V_{ed} = 168 \text{ кН/м (Раздел 2.3.3)}$$

$$\rightarrow \tau_{td} = \frac{168 \cdot 0.00}{1000 \cdot 210} = 0.8 \text{ Н/мм}^2$$

$$\rightarrow A_s = 0.0008 \cdot 210 \cdot 1000 = 168 \text{ мм}^2/\text{м}$$

ширина полосы $l_e = 3 \cdot 70 = 210 \text{ мм}$

→ из диаграммы $\rho_{req} = 0.08\%$

→ выбранный диаметр 8 s = 250 мм

Растягивающее усилие, которое должно выдерживать анкерное крепление:

$$N_d = 0.5 \cdot \frac{0.5}{1.15} \cdot 50.3 = 10.9 \text{ кН (формула 13)}$$

→ анкеровка в старом бетоне: выбраны:

$$l_b = 100 \text{ мм}$$

расстояние до кромки $s_1 = 100 \text{ мм}$

$$\rightarrow N_{Rd} = 14.6 \text{ кН}$$

$$\rightarrow N_{Rd,red} = 14.6 \cdot \frac{100}{130} = 11.2 \text{ кН} \quad ([6], \text{ стр. 13})$$

→ анкеровка в новом слое бетона:

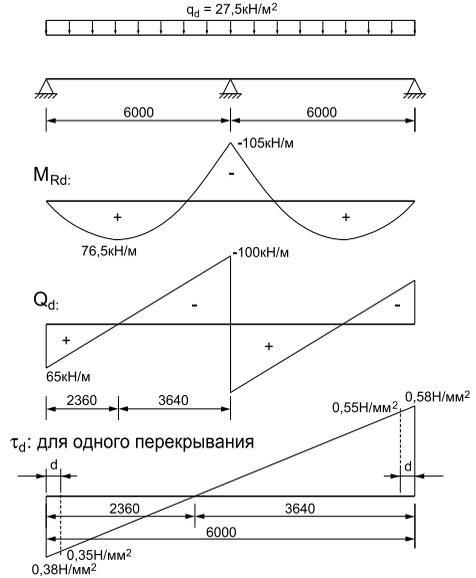
диаметр головки = 14 мм

нагрузка на опоре ([5], Раздел 15.1.2.3):

$$N_{Rd,p} = \frac{7.5}{1.5} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (14^2 - 8^2) \cdot 30 = 15 \text{ кН} > N_{Rd} = 11.2 \text{ кН} \quad \rightarrow \text{правильно}$$

Устойчивость бетонного конуса: ([5], раздел 15.1.2.4)

$$N_{Rd,c} = \frac{9}{1.8} \cdot 30^{0.5} \cdot 55^{1.5} = 11.2 \text{ кН} = N_{Rd} = 11.2 \text{ кН} \quad \rightarrow \text{правильно}$$



Анкерные связи для слоя бетона

Усилие растяжения вследствие момента сопротивления:

$$N_{ed} = \frac{168}{6} = 28.0 \text{ кН/м (формула 9)}$$

$$N_{Rd} = \frac{11.2}{0.25} = 44.8 > 28.0 \text{ кН/м;}$$

$$c_1 = 100 \leq 1.5 \cdot 70 = 105 \text{ мм} \rightarrow \text{правильно}$$

Срезающее усилие, которое необходимо заанкерить:

$$V_{ed} = 168 \text{ кН/м; армирование типа хомута: } A_s = \frac{168 \cdot 1.15}{0.5} = 386 \text{ мм}^2/\text{м}$$

Выбрано: Шпильки по 8Ø на анкер (соединение внахлестку с арматурной сеткой 6.5Ø) s = 100 мм

b) обработка поверхности: пескоструйная обработка

Сцепление: $\tau_{Rdj} = 0.26 \text{ Н/мм}^2$

При крайних опорах: среднее срезающее напряжение на стыке $\bar{\tau}_d = \frac{0.35 + 0.26}{2} = 0.305 \text{ Н/мм}^2$

→ с диаграммы $\rho_{req} = 0.12\%$ ширина полосы 745 см
 → $A_s = 0.0012 \cdot 1000 \cdot 745 = 894 \text{ мм}^2/\text{м}$ → выбран Ø8 s = 200/200 мм

При промежуточных опорах:

$$\text{Среднее срезающее усилие на стыке } \bar{\tau}_1 = \frac{0.55 + 0.26}{2} = 0.405 \text{ Н/мм}^2$$

→ с диаграммы: $\rho_{req} = 0.16\%$ ширина полосы 2015 мм
 → $A_s = 0.0016 \cdot 1000^2 = 1600 \text{ мм}^2/\text{м}$ → выбран Ø8 s = 200/150 мм

Усилие растяжения на краю при растрескивании:

$$V_{ed} = 168 \text{ кН/мм}^2 \quad \text{ширина полосы } l_e = 6 \cdot 70 = 420 \text{ мм}$$

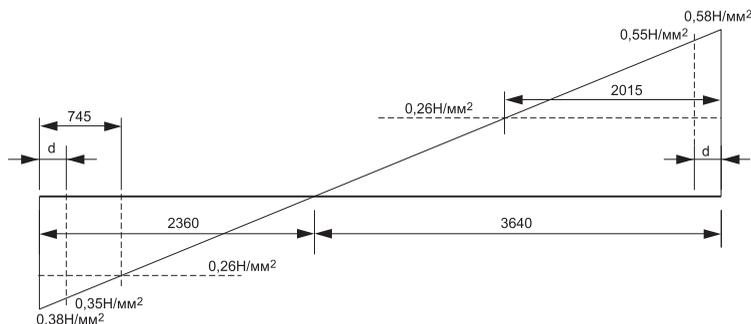
$$\rightarrow \tau_d = \frac{168 \cdot 0.00}{1000 \cdot 420} = 0.4 \text{ Н/мм}^2 \quad \rightarrow \text{из диаграммы } \rho_{req} = 0.16\%$$

$$\rightarrow A_s = 0.0016 \cdot 420 \cdot 1000 = 672 \text{ мм}^2/\text{м} \quad \rightarrow \text{выбран } \text{Ø}8 \text{ s} = 200/150 \text{ мм}$$

Усилия, которые необходимо заанкерить:

то же что в а)

Срезающие напряжения в связи в случае поверхности стыка после пескоструйной обработки:



с) поверхности без обработки (гладкая)

Опора/перекрытие на краю

$$\text{среднее срезающее усилие на стыке } \bar{\tau}_d = \frac{0.35}{2} = 0.175 \text{ Н/мм}^2$$

→ с диаграммы: $\rho_{\text{req}} = 0.15\%$

ширина полосы 2360мм

$$\rightarrow A_s = 0.0015 \cdot 1000^2 = 1500 \text{ мм}^2/\text{м} \quad \rightarrow \text{выбран } \varnothing 10 \text{ s} = 200/250\text{мм}$$

При промежуточных опорах:

$$\text{Среднее срезающее усилие на стыке } \bar{\tau}_d = \frac{0.55}{2} = 0.275 \text{ Н/мм}^2$$

→ с диаграммы: $\rho_{\text{req}} = 0.23\%$

ширина полосы 3640мм

$$\rightarrow A_s = 0.0023 \cdot 1000^2 = 2300 \text{ мм}^2/\text{м} \quad \rightarrow \text{выбран } \varnothing 10 \text{ s} = 200/170\text{мм}$$

Растягивающее усилие на кромке при образовании трещин:

$$V_{\text{ed}} = 168 \text{ кН/мм}^2 \quad \text{ширина полосы } l_e = 9 \cdot 70 = 630\text{мм}$$

$$\rightarrow \tau_d = \frac{168 \cdot 000}{1000 \cdot 630} = 0.27 \text{ Н/мм}^2 \quad \rightarrow \text{с диаграммы: } \rho_{\text{req}} = 0.23\%$$

$$\rightarrow A_s = 0.0023 \cdot 630 \cdot 1000 = 1449 \text{ мм}^2/\text{м} \quad \rightarrow \text{выбран } \varnothing 10 \text{ s} = 200/170\text{мм}$$

Анкеровка шпильки: $l_b = (6\text{-кратный } \varnothing) = 60\text{мм}$ в новом и старом бетоне

Усилия, которые необходимо заанкерить:

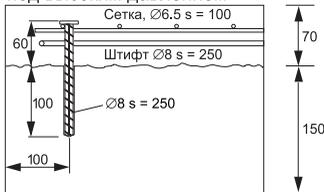
каждый второй анкер в крайнем ряду должен быть анкером с головкой рассчитанной по методике а)

$$N_{\text{Rd}} = \frac{11.2}{0.34} = 32.9 > N_{\text{ed}} = 28.0 \text{ кН}$$

Анкеровка для сопротивления вырыву:

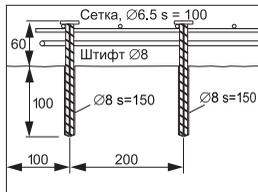
рекомендуется устанавливать также подходящее количество анкеров с головками для соответствующих местах для предотвращения местного отслаивания нового слоя бетона.

Обработка водой под высоким давлением



Анкеры лишь у края
 $\varnothing 8 \text{ s} = 250\text{мм}$ анкер с головкой

Пескоструйная обработка

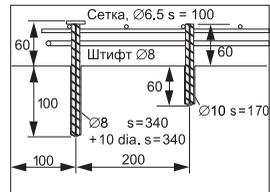


Анкеры у края
 $\varnothing 8 \text{ s} = 200 / 150 \text{ мм}$ анкер с головкой

Опора у края
 $\varnothing 8 \text{ s} = 200 / 200 \text{ мм}$, анкер с головкой
 Ширина полосы: $b_{\text{tot}} = 745\text{мм}$

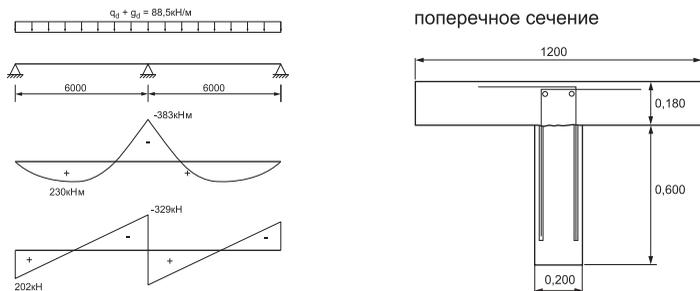
Промежуточная опора
 $\varnothing 8 \text{ s} = 200 / 150 \text{ мм}$, анкер с головкой
 Ширина полосы: $b \geq 2 \times 2015\text{мм}$

Гладкая поверхность



Анкеры у края
 1й ряд $\varnothing 10 \text{ s} = 340 \text{ мм}$, шпилька, работающий на срез
 $\varnothing 10 \text{ s} = 200 / 170 \text{ мм}$, шпилька, работающий на срез
 Ширина полосы у края: $b = 630 \text{ мм}$
 $\varnothing 10 \text{ s} = 200 / 250 \text{ мм}$ шпилька, работающий на срез
 Ширина полосы: $b_{\text{tot}} = 2360 \text{ мм}$
 Промежуточная опора
 $s = 200 / 170 \text{ мм}$, шпилька, работающий на срез
 Ширина полосы: $b \geq 2 \times 3640 \text{ мм}$

3.2 Пример: двойное перекрытие балки с новой плитой



Дано:

Бетон: новая плита: С 30/37, балка С 25/30
 Армирование: прут S500; $A_{se}^+ = 804 \text{ мм}^2/\text{м}$; $A_{se}^- = 1340 \text{ мм}^2/\text{м}$; $f_{yk} = 500 \text{ Н/мм}^2$

Перекрытие:
 нейтральная ось

$$x_d = \frac{840 \cdot 0.5 \cdot 1.5}{1.15 \cdot 0.8 \cdot 0.85 \cdot 1.2 \cdot 30} = 21.4 \text{ мм}$$

$$V_{cd} = 1.20 \cdot 0.8 \cdot 0.85 \cdot 21.4 \cdot \frac{30}{1.5} = 349 \text{ кН/м} \rightarrow \tau_{cd} = \frac{349 \cdot 10^2 \cdot 2}{2280 \cdot 200} = 1.53 \text{ Н/мм}^2$$

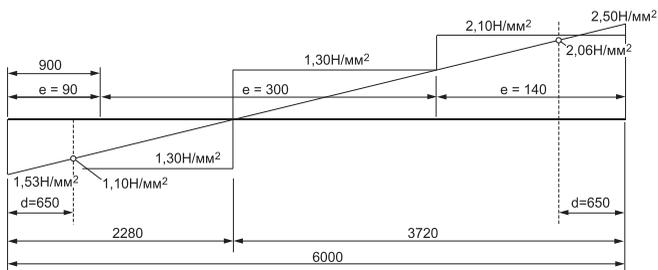
Промежуточная
 опора:

$$V_{td} = 1340 \cdot \frac{0.5}{1.5} = 583 \text{ кН/м} \rightarrow \tau_{td} = \frac{(349 + 583) \cdot 10^3 \cdot 2}{3720 \cdot 200} = 2.50 \text{ Н/мм}^2$$

Край: Растягивающее усилие при раскрытии трещин:

$$V_{ed} = 1.2 \cdot 180 \cdot 0.8 \cdot 3 = 518 \text{ кН/м}; l_e \approx 0.75 b = 900 \text{ мм} \rightarrow \tau_{ed} = \frac{518 \cdot 103}{900 \cdot 200} = 2.9 \text{ Н/мм}^2$$

Минимальное армирование [1], таблица 5.5: $\rho_{min} = 0.26\%$, $s_{max} = 300 \text{ мм}$



2 Ø 10	s = 300 мм	$A_s = 523 \text{ мм}^2/\text{м}$	$\rho = 0.26\%$	$\tau_{Rd} = 1.3 \text{ Н/мм}^2$
2 Ø 10	s = 140 мм	$A_s = 1121 \text{ мм}^2/\text{м}$	$\rho = 0.56\%$	$\tau = 2.1 \text{ Н/мм}^2$
2 Ø 10	s = 90 мм	$A_s = 1743 \text{ мм}^2/\text{м}$	$\rho = 0.87\%$	$\tau = 2.9 \text{ Н/мм}^2$

Примечания:

- Длина анкеровки определяется существующим типом армирования (армирование внахлест).
- Срезающие нагрузки на поверхности стыка слишком велики для гладких и обработанных песком поверхностей.

3.3 Пример: Армирование фундамента

Дано:

Бетон: старый С 20/25; новый: С 25/30

Сталь прута: S500; $f_{yk} = 500 \text{ Н/мм}^2$

Армирование, имеющееся в фундаменте:

16 диаметров $s = 150 \text{ А}_{se} = 1340 \text{ мм}^2$

Нейтральная ось:

$$x_d = \frac{1340 \cdot 500 \cdot 1.5}{25 \cdot 0.8 \cdot 0.85 \cdot 1000 \cdot 1.15} = 51 \text{ мм}$$

$$\rightarrow V_{cd} = 0.8 \cdot 51 \cdot 0.85 \cdot \frac{25}{1.5} = 579 \text{ кН/м}$$

$$\rightarrow \tau_{cd, \max} = \frac{579 \cdot 000 \cdot 2}{1750 \cdot 1000} = 0.66 \text{ Н/мм}^2$$

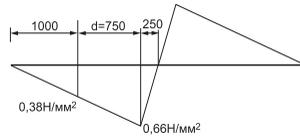
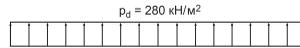
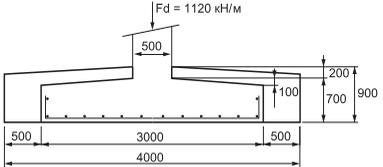
1. Торец: срезающее усилие

$$V_d = 280 \cdot 0.5 = 140 \text{ кН/м}$$

$$\rightarrow \tau_d = \frac{V_d}{d \cdot b} = \frac{140 \cdot 000}{750 \cdot 1000} = 0.19 \text{ Н/мм}^2$$

а) обработка водой под давлением или рифление

$$\tau_{Rdj} = 2.3 \cdot 0.24 = 0.55 > \tau_d = 0.19 \text{ Н/мм}^2$$



б) пескоструйная обработка (особый случай: в поверхности образовались трещины вследствие сгибающего момента)

$$\tau_d = 0.19 \text{ Н/мм}^2 \rightarrow A_{s, \text{req}} = 486 \text{ мм}^2/\text{м} \text{ (формула 3) накладывание растягивающего усилия вследствие сгибания}$$

Определяющим является минимальное армирование:

$$A_{se, \min} > A_{s, \text{req}} + A_{se, \text{req}}$$

2. Сгибание

$$M_d = 280 \cdot 0.5^2 \cdot 1/2 = 35 \text{ кНм/м}$$

$$A_{se, \text{req}} = 163 \text{ мм}^2/\text{м}$$

Мин.армирование ([1], Раздел 4.4.2.2(3) и Таблица 4.11)

$$A_{se, \min} = 0.4 \cdot 0.8 \cdot 3 \cdot \frac{1000 \cdot 600}{2 \cdot 280} = 1285 \text{ мм}^2/\text{м}$$

Выбрано: $\varnothing 16, s = 150 \text{ мм}$ ($A_s = 1340 \text{ мм}^2/\text{м}$) $F_d = 201 \cdot 280 = 56.3 \text{ кН}$; $l_s = 1.4 \cdot 285 = 400 \text{ мм}$

3. Верхняя поверхность

а) обработка водой под давлением или рифление

$$\text{Сцепление: } \tau_{Rdj} = 2.3 \cdot 0.24 = 0.55 > \tau_d = 0.38 \text{ Н/мм}^2$$

→ нет необходимости в анкерах

б) пескоструйная обработка

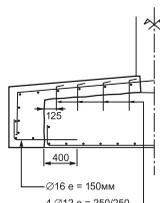
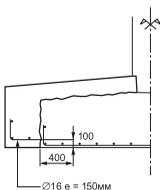
$$\tau_{d, \max} = 0.38 \text{ Н/мм}^2 \rightarrow \rho_{\text{req}} = 0.16\% \rightarrow A_{s, \text{req}} = 0.0016 \cdot 1000^2 = 1600 \text{ мм}^2/\text{м}, \text{ выбрано } \varnothing 12, s = 250 \text{ мм}$$

$$\text{Растягивающее усилие на анкер: } N_d = 0.5 \cdot 113 \cdot \frac{0.5}{1.15} = 24.6 \text{ кН} \rightarrow l_b = 150 \text{ мм}$$

Обработка водой под давлением

Пескоструйная обработка

Гладкая поверхность



В данном случае не могут применяться не шероховатые поверхности стыка. Край бетона на концевом торце препятствовал бы необходимому смещению анкеров.

4. Результаты испытаний

4.1 Перенос срезающего усилия через трещину в бетоне

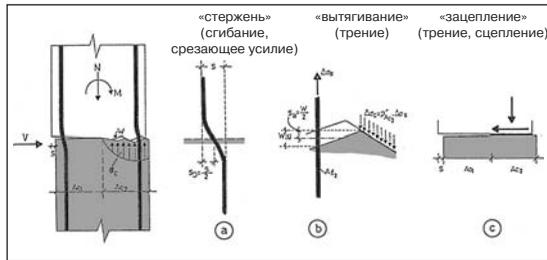


Рисунок 9: передача срезающего усилия через трещину в бетоне (модель «сдвиг-трение»)

«сдвига-трения». Данная теория пытается объяснить явление с помощью простой модели зубьев пилы, в соответствии с которой шероховатость поверхностей в случае относительного смещения всегда приводит к расширению поверхности стыка, что ведет к накоплению напряжения в стальных анкерах, проходящих сквозь стык. Последние, в свою очередь, создают силы сжатия стыка, а также силы трения.

В 1987 году Цукантас и Тассиос [4] представили аналитические исследования сопротивления срезающим усилиям соединений сборных железобетонных элементов. В связи с этим, исследования рассматривают различные механизмы трения и работы стержня (рисунок 9).

4.2 Исследования в лабораториях Корпоративных Исследований Hilti



Рисунок 10: испытания со срезающими нагрузками

шероховатость, обрабатывались связующим перед укладкой слоя нового бетона.

Из результатов очевидно, что значительного роста несущей способности можно достичь путем придания поверхностям надлежащей шероховатости. Если поверхности очень шероховаты, стальные анкера, проходящие сквозь соединение работают, в основном, на растяжение, в то время как, в случае гладких поверхностей, преобладает способность анкеров переносить срезающую нагрузку (работа стержня).

Когда поверхности стыка шероховаты и количество арматуры на стыке небольшое (низкая срезающая нагрузка), сцепление вносит основной вклад в перенос срезающего усилия.

Общая концепция расчета представлена тезисом Рандля [6].

Анализ литературы показывает, что специфическое поведение армированной поверхности стыка между старым и новым бетоном изучалось лишь в небольшой степени. Большинство исследований сфокусированы на передаче срезающих усилий через трещины. Влияние придания шероховатости поверхности на способность к противодействию срезающему усилию впервые исследовалось в 1960 г. в США. Несколькими годами позже была разработана т.н. теория

В лабораториях Корпоративных Исследований Hilti выполнялись характерные испытания в сотрудничестве с Университетом г.Инсбрук (руководитель профессор, д-р т.н. М.Викке), для изучения разницы между шероховатостью различной степени и переносимостью срезающих усилий при различной степени армирования. Использование различных систем испытаний помогло исключить возникновение вторичных эксцентрических моментов в образце и достигнуть почти параллельного разделения поверхностей стыка (рисунок 10). Поверхности, которым была придана

4.3 Принцип работы анкеров

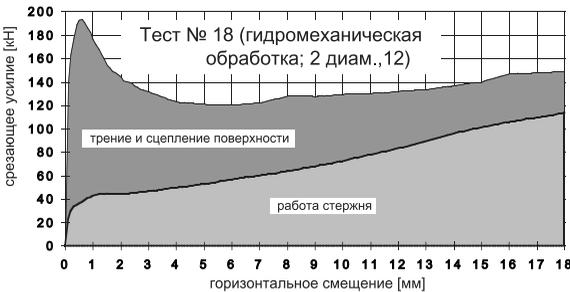


Рисунок 11: Пример испытания для поверхности после гидромеханической обработки

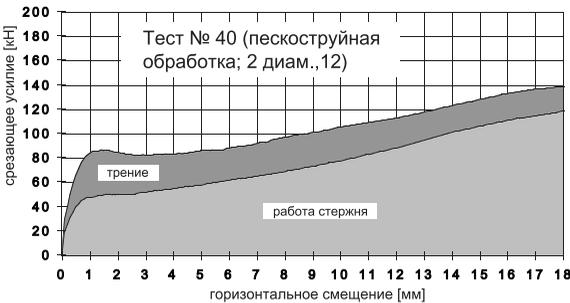


Рисунок 12: Пример испытания для поверхности после пескоструйной обработки

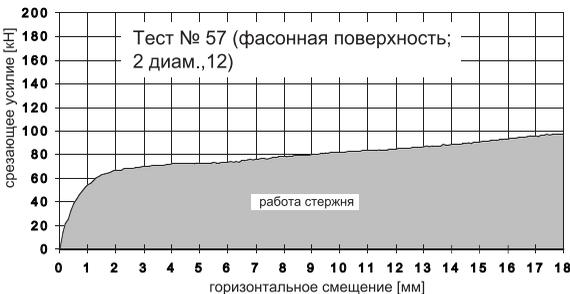


Рисунок 13: Пример испытания для гладкой поверхности

Результаты испытаний подтверждают сильное влияние шероховатости на сопротивляемость срезающим нагрузкам и жесткость при сдвиге. Если кривые нагрузка/смещение рассматриваются в связи с измеренным смещением, можно выделить и определить количественно три компонента: сцепление, трение и работу стержня. Они вносят различный вклад в общую прочность (Рисунки 11, 12 и 13) в зависимости от шероховатости поверхности и количества арматуры.

Следовательно компонент трения преобладает в том случае, если поверхность обработана водой под давлением и предоставляются большие количества арматуры. Но небольшие порции срезающей нагрузки могут передаваться также в отсутствие арматуры в связи с эффектом хорошего сцепления поверхностей стыка. В случае поверхностей после пескоструйной обработки, тем не менее, сдвигающие усилия передаются посредством комбинации трения и работы стержня, но усилия, которым связь может противостоять, обычно значительно ниже, чем в случае гидромеханической обработки.

Также проводились исследования на предмет того, достигают ли впоследствии установленные прутья предела текучести при окончательном переносе срезающей нагрузки. С этой целью измерялись деформации в анкерах на уровне стыка. Во избежание повреждения связи, а также для получения деформации лишь на основании растягивающей нагрузки, тензодатчики помещались в центральном отверстии параллельно продольной оси анкеров.

Такие результаты испытаний определенно показывают, что в случаях вышеуказанной степени шероховатости поверхностей, усилие растяжения в анкерах не достигло полного предела текучести при растяжении, в противоположность предположениям для других моделей расчета.

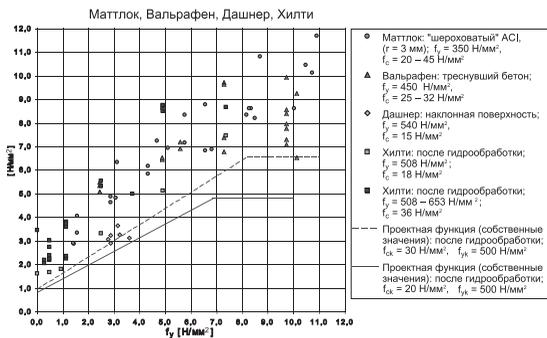


Рисунок 14: испытания со срезающей нагрузкой, шероховатая поверхность стыка

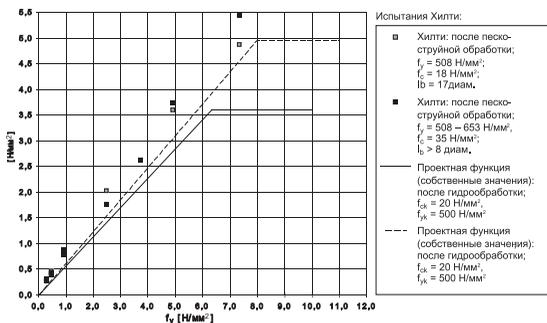


Рисунок 15: испытания со срезающей нагрузкой, поверхность после пескоструйной обработки

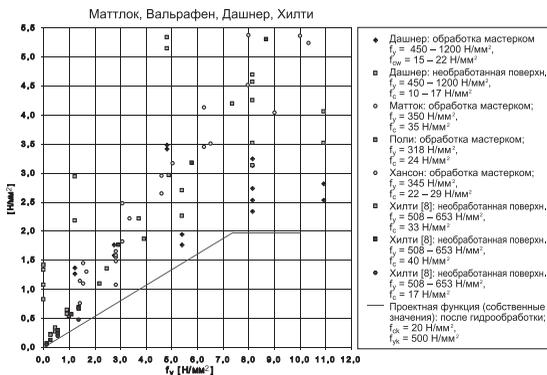


Рисунок 16: испытания со срезающей нагрузкой, гладкая поверхность стыка

Испытания, проводившиеся с анкерами различной длины, подтверждают этот результат, поскольку показывают, что анкеры уменьшенной длины все же достаточно эффективно переносят растягивающее усилие при оптимальном сопротивлении срезающей нагрузке. Введение дополнительного анкера (что, напр., требуется для теоретического определения предела текучести при растяжении) не привело к усилению передачи срезающей нагрузки.

Исследовалась также несущая способность гладких поверхностей стыка в сочетании с анкерами. Как показали показания смещения для горизонтального и вертикального направления, в данном случае также происходит разделение стыка вследствие срезающего усилия, и, таким образом, благодаря отсутствию шероховатости, потеря контакта между поверхностями стыка. В данном случае полное сопротивление осуществляется благодаря работе стержня. На основе этих выводов, разработаны методики проектирования, дающие возможность раздельного и реалистичного анализа различных компонентов устойчивости к срезающей нагрузке. В результате возможно обеспечение установленного нормами уровня безопасности в плане сопротивления нагрузке, вне зависимости от того, возникают ли нормальные нагрузки на стыке вследствие приложения нормальной силы извне или при воздействии анкеров.

4.4 Сравнение с зарубежными результатами

В данном тезисе [6], Рандль показал консервативность определенных расчетных уравнений с помощью анализа литературных источников и ссылок на результаты работы международных исследователей. Результаты представлены на Рисунках 14, 15 и 16.

5. Условные обозначения

Длины:

b_j	эффективная ширина стыка в рассматриваемой области
c_1	расстояние от анкера до кромки
l_b	глубина установки анкера в базовом материале согласно Приложению 1
l_s	длина соединения армирования внахлест в соответствии с [1], Раздел 5.2.4.
l_e	длина отрезка, на котором действует растягивающее усилие растрескивания
l_j	эффективная длина рассматриваемого стыка
R_t	средняя глубина шероховатости стыка, измеренная согласно методу «песчаных заплат»
s	межосевые расстояния между прутами или анкерами
S_d	смещение анкеров при средней постоянной нагрузке ($F_p \approx 0.5 F_{uk}$)
t_{new}	толщина нового слоя бетона
w_{eff}	дополнительная деформация, рассчитанная для армированного сектора с учетом гибкости анкеров
w_{calc}	дополнительная деформация, рассчитанная для армированного сектора для идеальной связи
x	расстояние нейтральной оси от края, испытывающего сжатие (сгибание)

Области:

A_s	область поперечного сечения армирования стыка (анкеров)
A_{se}	область поперечного сечения армирования работающего на сгиб

Силы:

F_{cr}	растягивающее усилие, действующее в новом слое бетона в момент, когда ожидается возникновение трещин, согласно [1], Раздел 4.4.2.2
N_{ed}	расчетное значение растягивающего усилия в анкере
N_{ed}	усилие растяжения, происходящее из момента F_{cr}
V_{Rd}	расчетное сопротивление срезающему усилию на поверхности стыка
V_{Sd}	расчетное срезающее усилие на поверхности стыка
V_{ed}	срезающее усилие на поверхности стыка, происходящее из момента F_{cr}
V_{cd}	расчетное срезающее усилие, действующее на стыке в зоне сжатия
V_{td}	расчетное срезающее усилие, действующее на стыке в зоне растяжения

Напряжения:

f_{yd}	расчетное значение цилиндрического предела прочности при сжатии бетона
f_{cd}	расчетное значение предела текучести анкера
$f_{ct,eff}$	противодействие нового слоя бетона растяжению в момент, когда ожидается возникновение трещин, согласно [1], Раздел 4.4.2.2
σ_n	нормальное напряжение (положительное сжатие) действительно действующее на стыке
τ_{Rd}	основное расчетное усилие сдвига бетона согласно [1], Раздел 4.3.2.3
τ_{tdj}	расчетное усилие сдвига на рассматриваемом стыке

Коэффициенты и факторы:

k	коэффициент, допускающий неоднородные самоуравновешивающиеся напряжения
k_T	коэффициент сцепления согласно Таблице 1
α	коэффициент эффективной работы стержня согласно Таблице 1
β	коэффициент эффективной прочности бетона согласно Таблице 1
γ	коэффициент увеличения для учета деформации согласно Таблице 1
μ	коэффициент трения согласно Таблице 1
ν	коэффициент полезной работы согласно [1], формула (4.20); см. также Таблицу 2
k	коэффициент эффективной силы растяжения в анкере согласно Таблице 1
$\rho=A_s/b_j$	степень армирования, соответствующая анкерам на рассматриваемом стыке

6. Литература

- [1] ЕС 2; Проектирование бетонных конструкций: ENV 1992-1-1: 1991; Часть 1. Общие правила и правила для зданий
- [2] ЕС 2; Проектирование бетонных конструкций: ENV1992-1-3: 12/94 Части 1–3. Общие правила – Сборные бетонные элементы и конструкции
- [3] ЕС 4; Проектирование композитных железобетонных конструкций: ENV 1994-1-1: 1992; Части 1–1. Общие правила и правила для зданий
- [4] Цукантас С. Г., Тассиос Т. П.; Сопротивление сдвигу в соединениях между армированными бетонными линейными сборными элементами. Журнал АСІ, май-июнь 1989.
- [5] Руководство СЕВ; Проектирование креплений в бетоне, Часть III, январь 1997 Характерное сопротивление анкеров с головкой, бетонируемых на месте.
- [6] Ранд Н.: Исследование передачи напряжений между новым и старым бетонными слоями при различной степени шероховатости стыка; диссертация на стадии подготовки, Университет Иннсбрук, Австрия.
- [7] Кауфманн Н.: Метод «песчаных заплат», Технология дорожного строительства 24, (1971, Германия), №3, страницы 131–135

7. Впрыскиваемый раствор HIT HY 150 и стержень HAS 5.8 с гайкой или пластиной

Характеристики:

- базовый материал: бетон, бетонные вторичные слои
- никаких скалывающих усилий в базовом материале
- легкое обращение, впрыскивание
- настраиваемая головка анкера
- плита может использоваться для удерживания арматуры

Материал:

анкерная шпилька: HAS: 5.8, ISO 898 T1, оцинкована на 5 микрон
 анкерная пластина: FeE 235, оцинкована на 5 микрон
 капсула: Hilti HIT HY 150: стандартный размер 330мл
 Hilti HIT HY 150: большой картридж 1100мл
 дозатор: MD 2000, P 5000 HY



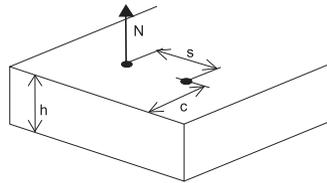
Устойчивость к коррозии (по требованию)



Особая устойчивость к коррозии (по требованию)

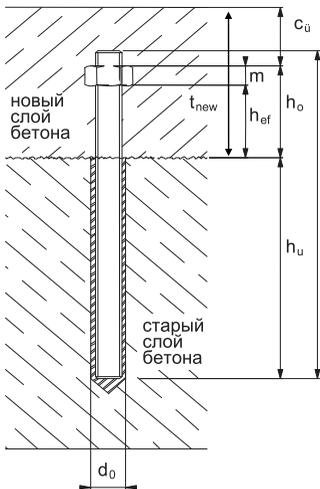


Близость к краю / небольшой отступ

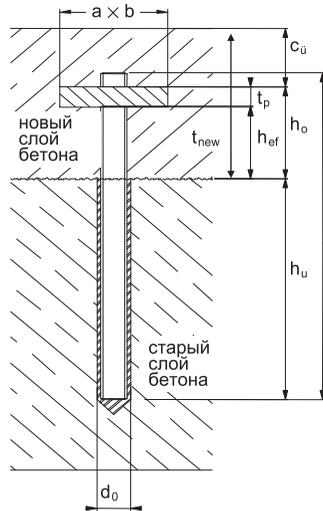


7.1 Условия:

a) с гайкой



b) с пластиной



Примечание: гайка и пластина должны быть маркированы после подгонки!

h_u	глубина анкеровки в имеющемся бетоне	d_0	диаметр бура
c_u	крышка	$a \times b$	длина \times ширина пластины
m	высота гайки	h_{ef}	фактическая глубина анкеровки
t_{new}	толщина слоя бетона	l	длина анкера
h_o	высота нового слоя бетона	t_p	ширина пластины

Анкерные связи для слоя бетона

7.2 Данные для расчетов

Детали расчетов:

1. Напряжение в соединении τ_{sd} рассчитывается с учетом доступного в соединении пространства.
2. Необходимая степень армирования ρ может быть получена из диаграмм 1, 2 и 3, должно выполняться неравенство $\tau_{Rd} \geq \tau_{sd}$.
3. Минимальное содержание стали представлено в разделе 7.3.
4. При выборе армирующего стержня следует учитывать геометрические условия.

HAS 5.8		M8	M10	M12	M16	M20	
d_o	[мм]	Диаметр бурового допота					22
A_s	[мм ²]	Напряженное поперечное сечение: шлица					225
$s_w \times m$	[мм]	гайки					30×16
$a \times b \times t_p$	[мм]	Анкерная пластина					—
Свойства материала							
f_{yk}	[Н/мм ²]	Номинальное растягивающее усилие					500
f_{yk}	[Н/мм ²]	Номинальный предел текучести					400
f_{yd}	[Н/мм ²]	Расчетное значение					333
N_d	[кН]	Расчетное значение растягивающего усилия					37.5
³⁾ Глубина анкеровки в имеющемся бетоне (НТ-НУ 150)							
$h_{u,min}$	[мм]	В 30/20 C 20/25		80	95	110	
		≥ В 35/25 ≥ С 25/30		80	90	110	
c_{min}	[мм]	Мин. расстояние от краев					80
s_{min}	[мм]	Минимальный отступ					120
⁴⁾ Минимальная глубина анкеровки в новом слое бетона с помощью головки гаечного типа							
$h_{o,min}$	[мм]	В 30/20 C 20/25		45	60	75	
		В 35/25 C 25/30		45	55	70	
		В 45/35 C 30/37		45	50	65	
		В 50/40 C 35/45		45	50	65	
		≥ В 55/45 ≥ С 40/50		45	50	60	
c_{min}	[мм]	Мин. расстояние от краев					55
s_{min}	[мм]	Минимальный отступ					110
⁵⁾ Минимальная глубина анкеровки в новом слое бетона с помощью головки гаечного типа							
$h_{o,min}$	[мм]	В 30/20 C 20/25		⁶⁾ 40	50	60	
		≥ В 35/25 C 25/30		⁶⁾ 35	⁶⁾ 45	55	
c_{min}	[мм]	Мин. расстояние от краев					55
s_{min}	[мм]	Минимальный отступ					110

5. Рассчитать количество стержней $n = \frac{\rho \cdot l_j \cdot b_j}{A_s}$, проконтролировать расстояния до кромок и межосевые расстояния c_{min} относительно s_{min}

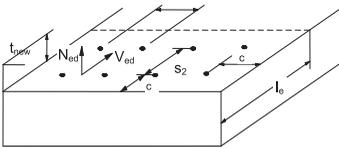
- 1) $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{Ms}$, $\gamma_{Ms} = 1.2$, [2], уравнение (6a)
- 2) $N_d = \kappa \cdot A_{ds} \cdot f_{yd}$, [1], Раздел 11.2.5.4, уравнение (13) для шероховатых поверхностей и поверхностей после пескоструйной обработки
- 3) Ср.[1], стр. 195–203 (для шероховатых, очищенных сжатым воздухом поверхностей, засверленных отверстий)
Ср.[1], раздел 11.2.5.4 (2b): трещины в бетоне снижают способность прутков к сопротивлению. В таких случаях следует увеличить глубину анкеровки. Например, для верхних слоев бетона, под воздействием растягивающих или сгибающих нагрузок со значительным компонентом срезающего напряжения вблизи соединения балок или действующих сил.
- 4) $N_{Rd,c} = \frac{k_1}{\gamma_{Ms}} \cdot f_{ck}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5}$; $k_1 = 9.0$; $\gamma_{Ms} = 1.8$, [2], Раздел 15.1.2.4
- 5) $N_{Rd,c}$ экспериментальное (внутренний отчет A-IF-2/98)
- 6) для крупности заполнителя 16мм и 32мм в бетоне: $h_{o,min} = 50$ мм

[1] руководство Hilti по технологии креплений

[2] расчет креплений в бетоне, бюллетень CEB 233, январь 1997г.

7.3 Минимальное содержание стали для V_{ed}

Анкеровка V_{ed} в верхнем слое для безопасности должна включать дополнительные элементы, типа хомутов.



$$V_{ed} = F_{cr} = t_{new} \cdot b \cdot k \cdot f_{tk,ef} \quad (\text{сравните [1], Раздел 2.3.3, (7)})$$

$$N_{ed} = \frac{V_{ed}}{6} \quad (\text{сравните [1], Раздел 2.3.3, (9)})$$

$C_{d,max}$ максимально возможное бетонное покрытие
 l_e длина, на которую распространяется растягивающее усилие, уравнение [1], Раздел 2.3.3

$A_{s,erf}$ необходимая площадь металла арматуры
 n_{erf} количество связанных анкеров на метр

- N_{ed} необходимая площадь стали арматуры
 c расстояние до кромок
 s_1 межшовное расстояние арматуры параллельно краю
 s_2 межшовное расстояние между рядами арматуры

Пример: очистка водой под давлением В35/25, (С25,30)

t_{neu}	[MM]	60	70	80	90	100	130	150	180	200	250
V_{ed}	[кН]	144	168	192	216	240	312	360	432	480	600
N_{ed}	[кН]	24	28	32	36	40	52	60	72	80	100
l_e	[MM]	180	210	240	270	300	390	450	540	600	750
V_{ed}	[N/MM ²]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
$A_{s,erf}$	[MM ²]	180	210	240	270	300	390	450	540	600	750
Гайка											
n_{erf}	HAS	5.5 M8	6.4 M8	4.6M10	3.5M12	3.9M12	2.7M16	3.1M16	2.4M20	2.7M20	3.3M20
N_{rd}	кН	6.7	6.7	8.8	13.3	13.3	24.0	24.0	37.5	37.5	37.5
$C_{d,max}$	[MM]	15	25	25	20	30	25	45	40	³ 60	³ 110
$h_{0,min}$	[MM]	45	45	55	70	70	105	105	140	140	140
$h_{u,min}$	[MM]	80	80	90	110	110	180	180	230	230	230
C_{min}	[MM]	80	80	90	110	110	135	135	185	185	185
S_1	[MM]	180	150	210	280	250	370	320	410	370	600
S_2	[MM]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	370
Анкерная пластина											
n_{erf}	HAS	5.5M8	6.4M8	4.6M10	3.5M12	3.9M12					
$C_{d,max}$	[MM]	25	35	35	35	45					
$h_{0,min}$	[MM]	³ 35	³ 35	³ 45	55	55					
$h_{u,min}$	[MM]	80	80	90	110	110					
C_{min}	[MM]	80	80	90	110	110					
S_1	[MM]	180	150	210	280	250					
S_2	[MM]	-	-	-	-	-					

- $n_{erf} = 0.10\%$ (см. диаграмму 1)
- головка анкера, работающего на сдвиг, и арматура должны обеспечивать хорошее распределение нагрузки
- бетон с макс. крупностью заполнения 16мм

Пример: пескоструйная обработка В35/25 (С25/30)

t_{neu}	[MM]	60	70	80	90	100	130	150	180	200	250	
V_{ed}	[кН]	144	168	192	216	240	312	360	432	480	600	
N_{ed}	[кН]	24	28	32	36	40	52	60	72	80	100	
l_e	[MM]	360	420	480	540	600	780	900	1080	1200	1500	
V_{ed}	[N/MM ²]	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
$A_{s,erf}$	[MM ² /M]	720	840	960	1080	1200	1740	1800	2160	2400	3000	
Гайка												
n_{erf}	ANZAHL _{erf}	HAS	22 M8	26 M8	18 M10	15 M12	16 M12	23 M12	24 M12	15 M16	17 M16	21 M16
N_{rd}	кН	6.7	6.7	8.8	13.3	13.3	13.3	13.3	24.0	24.0	24.0	
$C_{d,max}$	[MM]	15	25	25	20	30	³ 60	³ 80	³ 75	³ 95	³ 145	
$h_{0,min}$	[MM]	45	45	55	70	70	70	70	105	105	105	
$h_{u,min}$	[MM]	80	80	90	110	110	110	110	180	180	180	
C_{min}	[MM]	80	80	90	110	110	110	110	135	135	135	
S_1	[MM]	140	120	160	200	190	180	200	270	300	290	
S_2	[MM]	2×120	2×120	2×150	2×180	2×200	3×200	4×180	3×270	4×270	5×270	
Анкерная пластина:												
n_{erf}	HAS	22 M8	16 M10	18 M10	15 M12	16 M12						
$C_{d,max}$	[MM]	25	25	35	35	45						
$h_{0,min}$	[MM]	³ 35	³ 45	45	55	55						
$h_{u,min}$	[MM]	80	90	90	110	110						
C_{min}	[MM]	80	90	90	110	110						
S_1	[MM]	140	180	160	200	190						
S_2	[MM]	2×120	2×140	2×150	2×180	2×200						

- $n_{erf} = 0.20\%$ (см. диаграмму 1)
- головка анкера, работающего на сдвиг, и арматура должны обеспечивать хорошее распределение нагрузки
- бетон с макс. крупностью заполнения 16мм

Анкерные связи для слоя бетона

Диаграмма 1: для поверхностей, шероховатость которых получена гидромеханической обработкой или рифлением
(средняя шероховатость $R_a > 3$ мм, т.е. пики высотой примерно более 6мм)

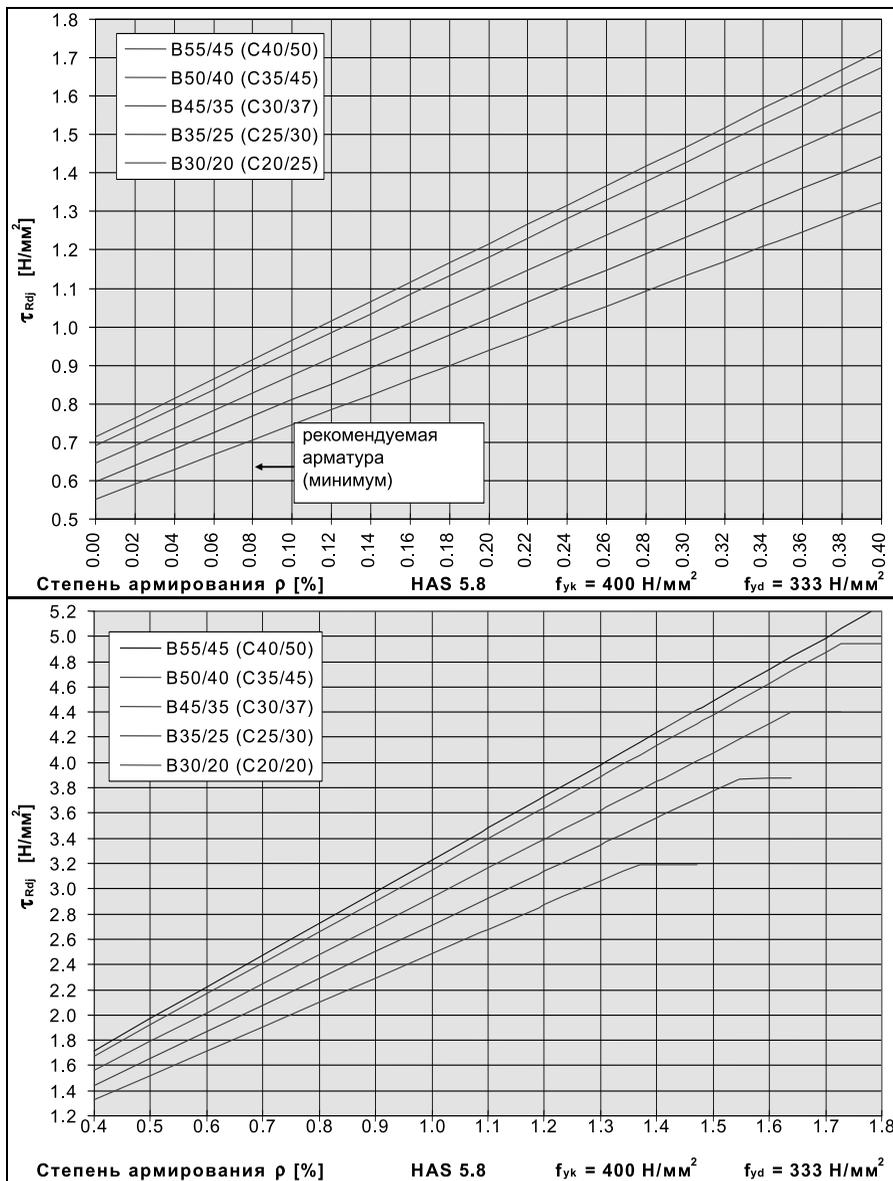


Диаграмма 2: для поверхностей, шероховатость которых получена пескоструйной обработкой
(средняя шероховатость $R_t > 0.5$ мм, т.е. пики высотой примерно более 1.0мм)

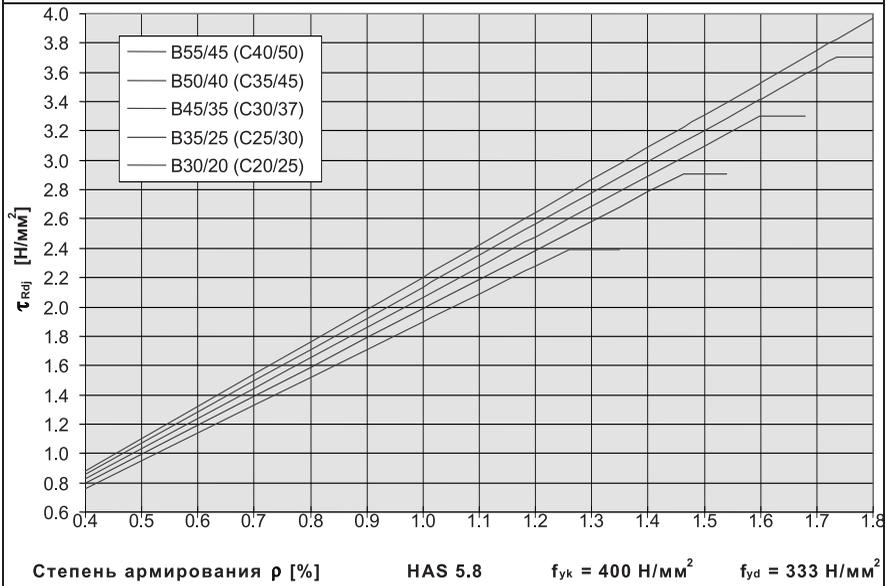
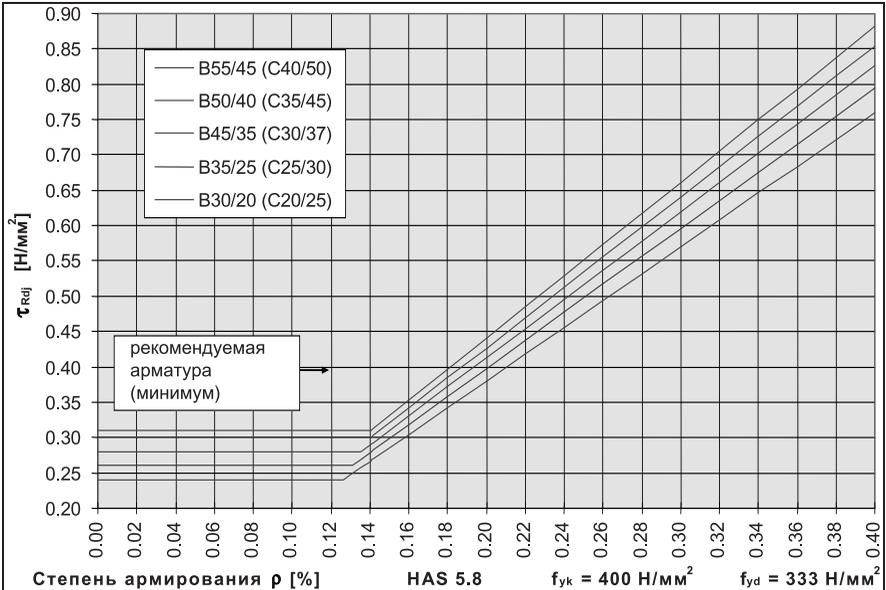
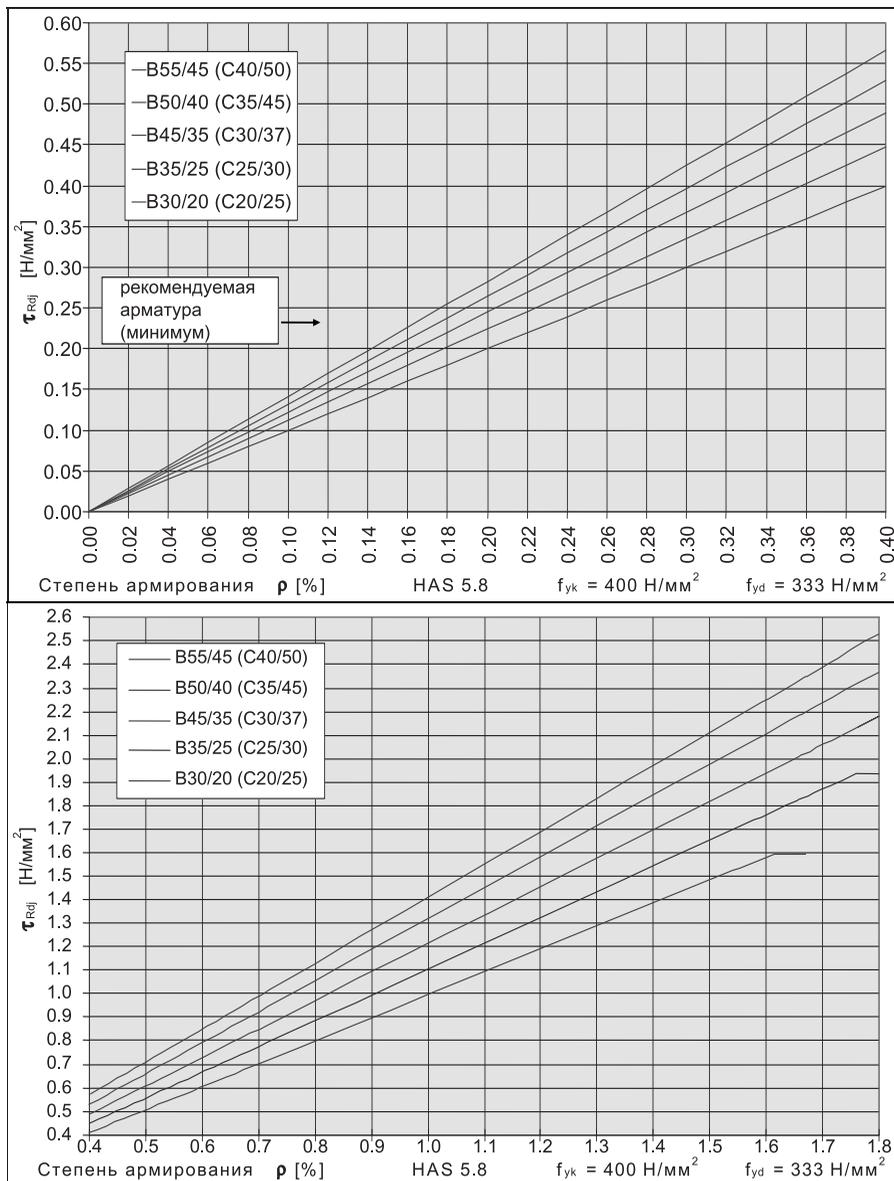


Диаграмма 3: для гладких литых поверхностей



7.4 Информация о продукте

Hilti HIT HY 150 для бетона

Капсула HY 150

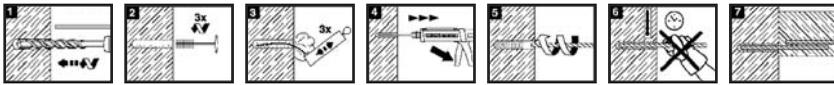


330 и 500 мл



1400мл

Шаги установки:



1 Пробурить отверстие

2 Очистить щеткой

3 Продуть

4 Ввести раствор

5 Ввести стержень

6 Подождать отверждения

7 Нагрузить

Оцинкованный стержень HAS

Сталь, класс 5.8



Название при заказе

Название при заказе

HAS M8x110

HAS M8x150

HAS M10x130

HAS M10x170

HAS M10x190

HAS M12x160

HAS M12x220

HAS M12x260

HAS M12x300

HAS M16x190

HAS M16x260

HAS M16x300

HAS M16x350

HAS M16x500

HAS M20x240

HAS M20x260

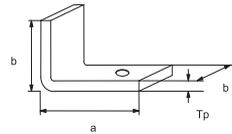
HAS M20x300

HAS M20x350

HAS M20x400

Оцинкованная пластина

Fe E 235 (St 37)



SR-SMA

SR-SMA-L

Наименование при заказе

a B Tr размер резьбы

мм мм мм

SR-SMA 8

35 28 6.5 M8

SR-SMA 10

33 23 6.5 M10

SR-SMA 12*

40 40 6 M12

SR-SMA 16*

40 40 8 M16

SR-SMA-L 12*

60 30 6 M12

Возможны другие значения длины и качество стали

Возможны другие значения длины и качество стали

Текст предложения о приобретении

Поставить и установить химические анкеры в составе:

Впрыскиваемый строительный раствор Hilti HIT HY 150 со стержнем HAS, стальным, класса 5.8, М ___ X длина ___ мм с анкерной пластиной SR-SMA М ___ X длина ___ мм X ширина ___ мм X толщина ___ мм.

Высверливание и очистка отверстия, Ø ___ мм, глубина ___ мм в соответствии с указаниями поставщика.

А также установка пластины по высоте, обрезка шпилек свыше необходимой длины и маркировка.



7

Типовые решения

Монтаж навесных фасадных систем

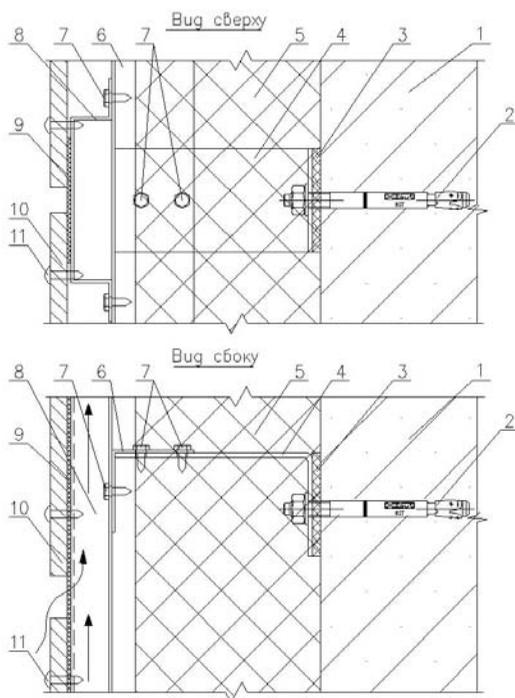
Монтаж навесных фасадных систем в растянутой зоне к бетону марки В15	374
Монтаж навесных фасадных систем к бетону марки В15	375
Монтаж навесных фасадных систем к бетону марки В15 в зимних условиях	378
Монтаж навесных фасадных систем к полнотелому кирпичу	379
Монтаж навесных фасадных систем к полнотелому кирпичу в зимних условиях	381
Монтаж навесных фасадных систем к пустотелому кирпичу	382
Монтаж навесных фасадных систем к пустотелому кирпичу в зимних условиях	384
Монтаж навесных фасадных систем к ячеистым бетонам	385
Монтаж навесных фасадных систем к ячеистым бетонам в зимних условиях	386

Ограждающие конструкции путепроводов

Монтаж стоек шумозащитных экранов	387
Монтаж барьерных ограждений	388
Монтаж мостовых стоек	389

Монтаж навесных фасадных систем в растянутой зоне к бетону марки В15

Монтаж навесных фасадных систем в растянутой зоне, к бетону марки >В15



Условные обозначения:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Бетон марки >В15, растянутая зона | 7. Саморез оцинкованный для каркаса |
| 2. Анкер-шпилька HST M... | 8. П-образный вертикальный профиль |
| 3. Паронитовая прокладка | 9. Лента EPDM |
| 4. Кронштейн | 10. Фиброцементная панель |
| 5. Утеплитель | 11. Саморез плитный |
| 6. L-образный горизонтальный профиль | |

Данные и результаты следует проверять на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам. Предусловия, указанные в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



МК Projektmanagement Technik

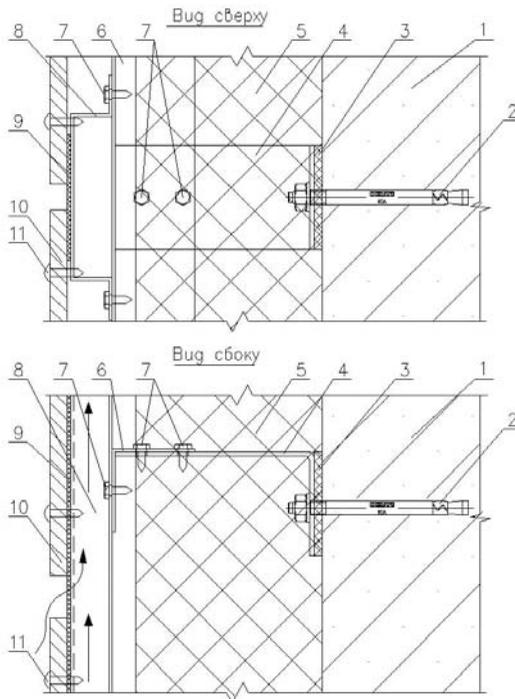
Описание

УЗЕЛ-1

Индекс _ Масштаб _ N листа _

Монтаж навесных фасадных систем к бетону марки В15

Монтаж навесных фасадных систем к бетону марки >В15



Условные обозначения:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Бетон марки >В15 | 7. Саморез оцинкованный для каркаса |
| 2. Анкер-шпилька HSA M... | 8. П-образный вертикальный профиль |
| 3. Паронитовая прокладка | 9. Лента EPDM |
| 4. Кронштейн | 10. Фиброцементная панель |
| 5. Утеплитель | 11. Саморез плитный |
| 6. L-образный горизонтальный профиль | |

Данные и результаты следует проверить на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам.
Презентация, указанные в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



WК Projektmanagement Technik

Описание

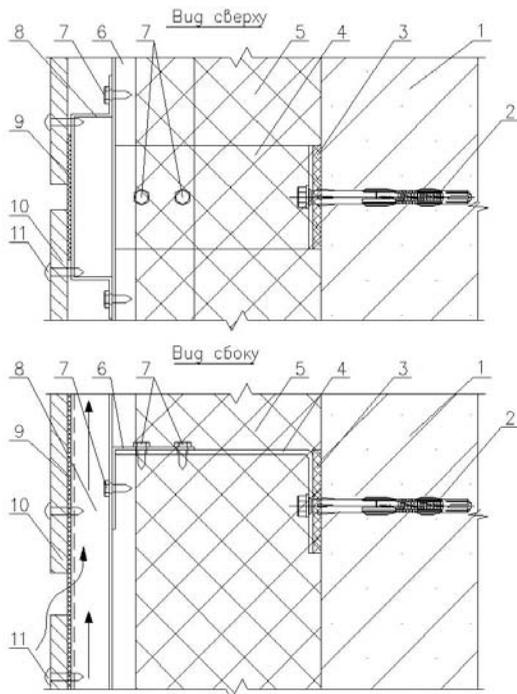
УЗЕЛ-2

Индекс ... Масштаб

№ листа ...

Монтаж навесных фасадных систем к бетону марки В15

Монтаж навесных фасадных систем к бетону марки >В15



Условные обозначения:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Бетон марки >В15 | 7. Саморез оцинкованный для каркаса |
| 2. Фасадный анкер HRD | 8. П-образный вертикальный профиль |
| 3. Паронитовая прокладка | 9. Лента EPDM |
| 4. Кронштейн | 10. Фиброцементная панель |
| 5. Утеплитель | 11. Саморез плитный |
| 6. L-образный горизонтальный профиль | |

Данные и результаты следует проверить на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам.
Примечания, указанные в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



VK Projektmanagement Technik

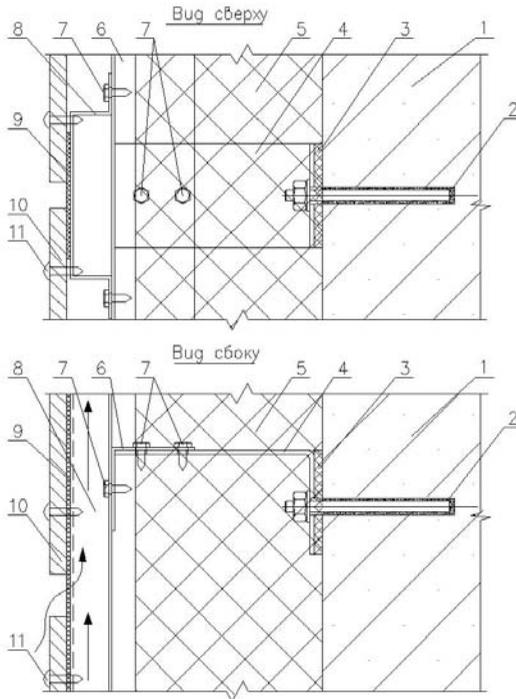
Описание

УЗЕЛ-3

Индекс _____ Масштаб _____ № листа _____

Монтаж навесных фасадных систем к бетону марки В15

Монтаж навесных фасадных систем к бетону марки >В15



Условные обозначения:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Бетон марки >В15 | 7. Саморез оцинкованный для каркаса |
| 2. Химический анкер НТ-НУ 150 | 8. П-образный вертикальный профиль |
| 3. Паронитовая прокладка | 9. Лента EPDM |
| 4. Кронштейн | 10. Фиброцементная панель |
| 5. Утеплитель | 11. Саморез плитный |
| 6. L-образный горизонтальный профиль | |

Данные и результаты следует проверить на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам.
Предусловия, указанные в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



W: Projektmanagement Technik

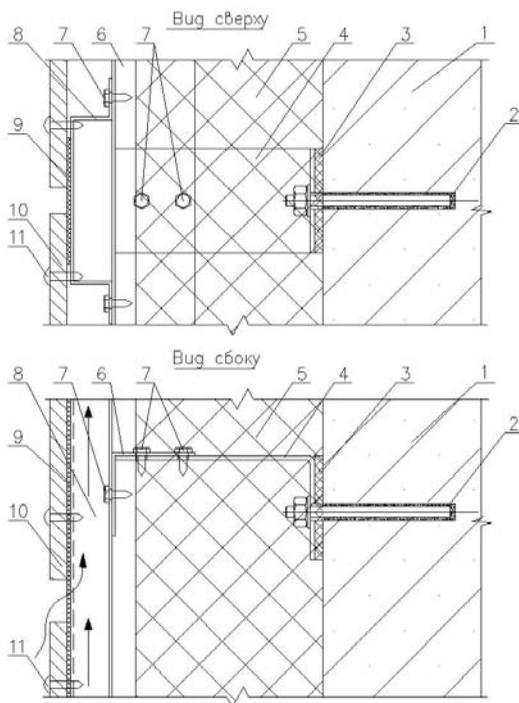
Описание

УЗЕЛ-4

Индекс ... Масштаб ... № листа ...

Монтаж навесных фасадных систем к бетону марки В15 в зимних условиях

Монтаж навесных фасадных систем к бетону марки >В15, в зимних условиях



Условные обозначения:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Бетон марки >В15 | 7. Саморез оцинкованный для каркаса |
| 2. Химический анкер HIT-ICE | 8. П-образный вертикальный профиль |
| 3. Паронитовая прокладка | 9. Лента EPDM |
| 4. Кронштейн | 10. Фиброцементная панель |
| 5. Утеплитель | 11. Саморез плитный |
| 6. L-образный горизонтальный профиль | |

Данные и результаты следует проверить на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам. Предписания, указанные в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



WК Projektmanagement Technik

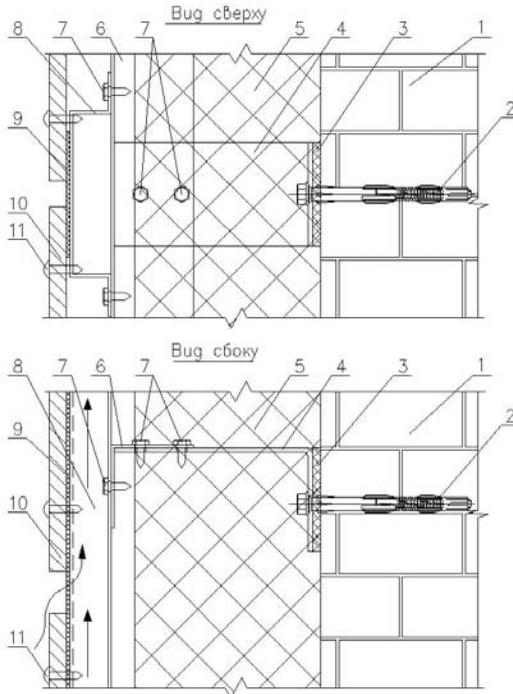
Описание

УЗЕЛ-5

Индекс _ Масштаб N листа _

Монтаж навесных фасадных систем к полнотелому кирпичу

Монтаж навесных фасадных систем к полнотелому кирпичу



Условные обозначения:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Кирпич полнотелый | 7. Саморез оцинкованный для каркаса |
| 2. Фасадный анкер HRD | 8. П-образный вертикальный профиль |
| 3. Паронитовая прокладка | 9. Лента EPDM |
| 4. Кронштейн | 10. Фиброцементная панель |
| 5. Утеплитель | 11. Саморез плитный |
| 6. L-образный горизонтальный профиль | |

Данные и результаты следует проверять на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам.
Предупреждения, указанные в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



МК Projektmanagement Technik

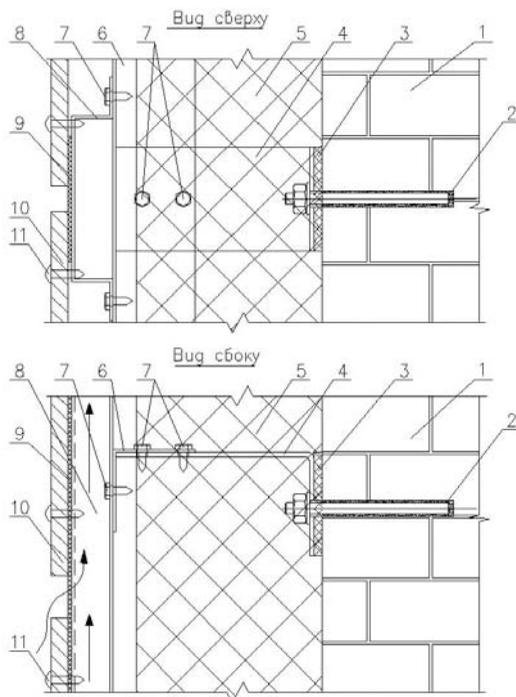
Описание

УЗЕЛ-6

Индекс... Масштаб... N листа...

Монтаж навесных фасадных систем к полнотелому кирпичу

Монтаж навесных фасадных систем к полнотелому кирпичу



Условные обозначения:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Кирпич полнотелый | 7. Саморез оцинкованный для каркаса |
| 2. Химический анкер HIT-HY 70.50 | 8. П-образный вертикальный профиль |
| 3. Паронитовая прокладка | 9. Лента EPDM |
| 4. Кронштейн | 10. Фиброцементная панель |
| 5. Утеплитель | 11. Саморез плитный |
| 6. L-образный горизонтальный профиль | |

Данные и результаты следует проверять на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам. Предписания, указанные в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



VK Projektmanagement Technik

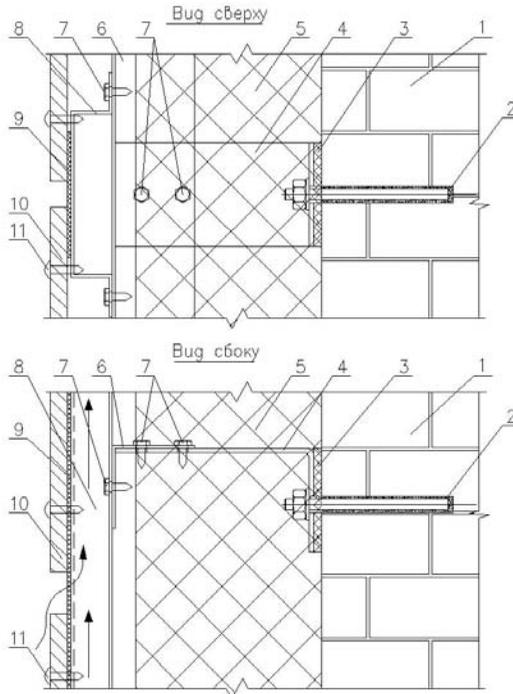
Описание

УЗЕЛ-7

Индекс _____ Масштаб _____ № листа _____

Монтаж навесных фасадных систем к полнотелому кирпичу в зимних условиях

Монтаж навесных фасадных систем к полнотелому кирпичу, в зимних условиях



Условные обозначения:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Кирпич полнотелый | 7. Саморез оцинкованный для каркаса |
| 2. Химический анкер HIT-ICE | 8. П-образный вертикальный профиль |
| 3. Паронитовая прокладка | 9. Лента EPDM |
| 4. Кронштейн | 10. Фиброцементная панель |
| 5. Утеплитель | 11. Саморез плитный |
| 6. L-образный горизонтальный профиль | |

Данные и результаты следует проверять на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам.
Предупреждения, указанные в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



WК Projektmanagement Technik

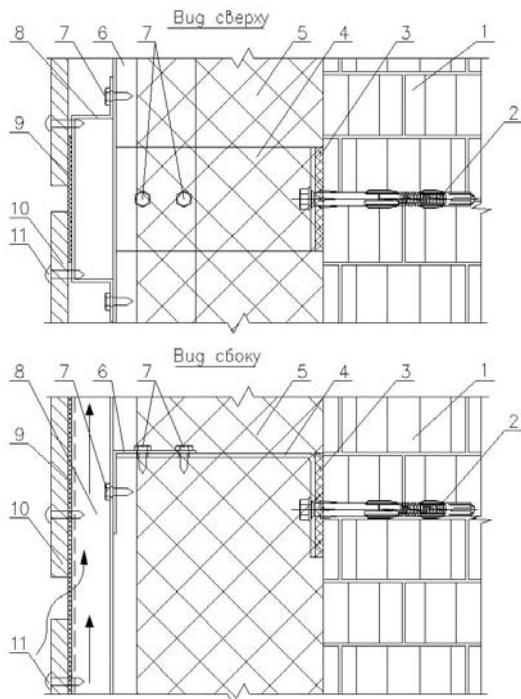
Описание

УЗЕЛ-8

Индекс ... Масштаб ... N листа ...

Монтаж навесных фасадных систем к пустотелому кирпичу

Монтаж навесных фасадных систем к пустотелому кирпичу



Условные обозначения:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Кирпич пустотелый | 7. Саморез оцинкованный для каркаса |
| 2. Фасадный анкер HRD | 8. П-образный вертикальный профиль |
| 3. Паронитовая прокладка | 9. Лента EPDM |
| 4. Кронштейн | 10. Фиброцементная панель |
| 5. Утеплитель | 11. Саморез плитный |
| 6. L-образный горизонтальный профиль | |

Данные и результаты следует проверить на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам.
 Предупреждения: указание в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



W Projektmanagement Technik

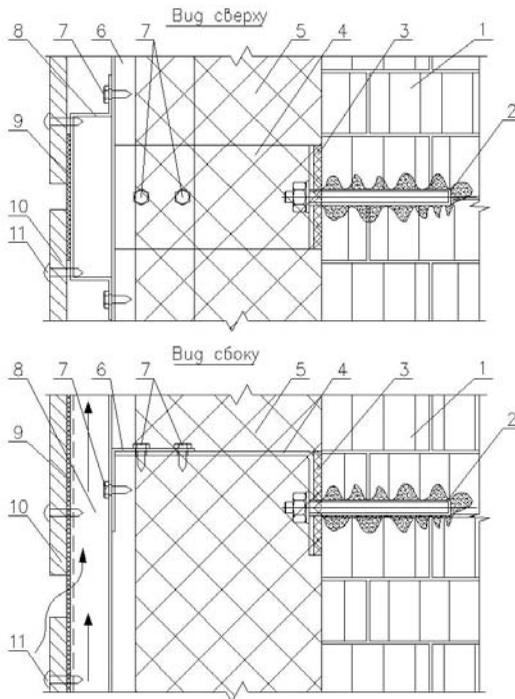
Описание

УЗЕЛ-9

Индекс... Местооб... N листа...

Монтаж навесных фасадных систем к пустотелому кирпичу

Монтаж навесных фасадных систем к пустотелому кирпичу



Условные обозначения:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1. Кирпич пустотелый | 7. Саморез оцинкованный для каркаса |
| 2. Химический анкер HIT-HY 70 с гильзой | 8. П-образный вертикальный профиль |
| 3. Паронитовая прокладка | 9. Лента EPDM |
| 4. Кронштейн | 10. Фиброцементная панель |
| 5. Утеплитель | 11. Саморез плитный |
| 6. L-образный горизонтальный профиль | |

Данные и результаты следует проверять на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам.
Президентская - указание в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



W Projektmanagement Technik

Фасадное

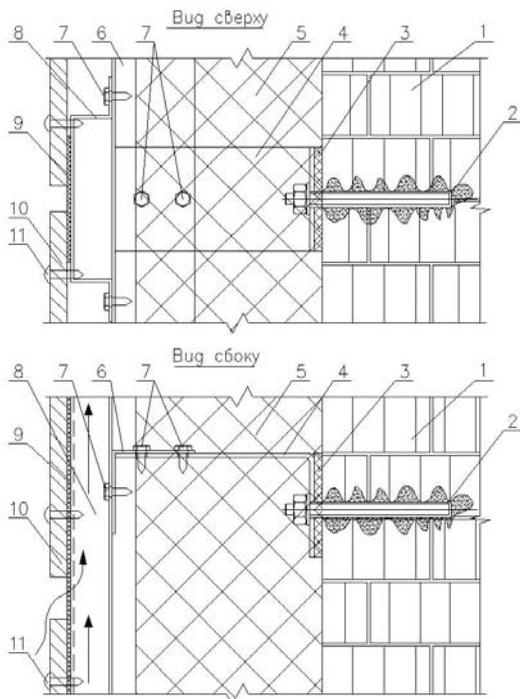
УЗЕЛ-10

Индекс ... Модификация ...

№ листа ...

Монтаж навесных фасадных систем к пустотелому кирпичу в зимних условиях

Монтаж навесных фасадных систем к пустотелому кирпичу, в зимних условиях



Условные обозначения:

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Кирпич пустотелый | 7. Саморез оцинкованный для каркаса |
| 2. Химический анкер HIT-ICE с гильзой | 8. П-образный вертикальный профиль |
| 3. Паронитовая прокладка | 9. Лента EPDM |
| 4. Кронштейн | 10. Фиброцементная панель |
| 5. Утеплитель | 11. Саморез плитный |
| 6. L-образный горизонтальный профиль | |

Данные и результаты следует проверить на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам.
Презентация - указание в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



WК Projektmanagement Technik

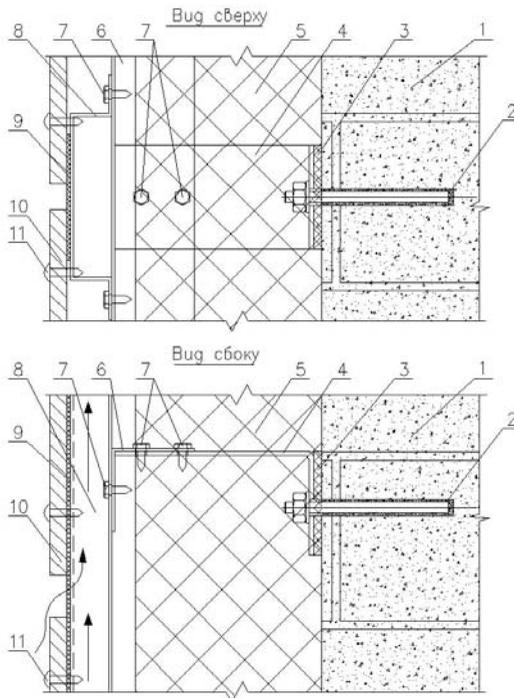
Описание

УЗЕЛ-11

Индекс... Москва... N... 2008...

Монтаж навесных фасадных систем к ячеистым бетонам

Монтаж навесных фасадных систем к ячеистым бетонам



Условные обозначения:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Блок из ячеистого бетона | 7. Саморез оцинкованный для каркаса |
| 2. Химический анкер HIT-НУ 70.50 | 8. П-образный вертикальный профиль |
| 3. Паронитовая прокладка | 9. Лента EPDM |
| 4. Кронштейн | 10. Фиброцементная панель |
| 5. Утеплитель | 11. Саморез плитный |
| 6. L-образный горизонтальный профиль | |

Данные и результаты следует проверять на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам.
Примечания: указание в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



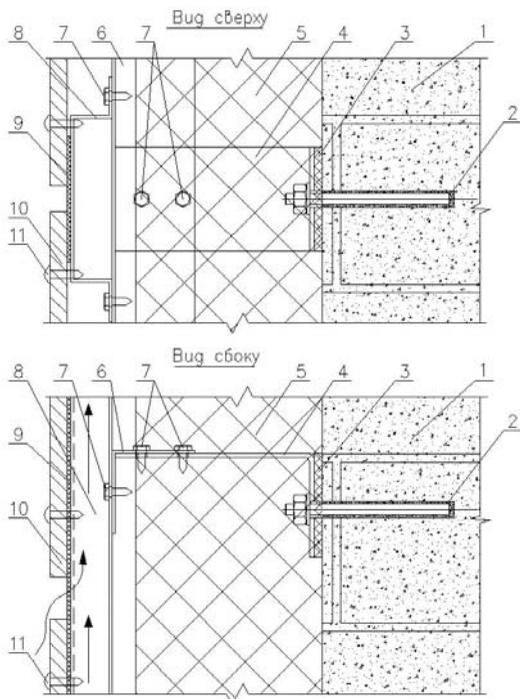
W: Projektmanagement Technik

Фигурное

УЗЕЛ-12

Индекс ... Модификация ... N листа ...

Монтаж навесных фасадных систем к ячеистым бетонам, в зимних условиях



Условные обозначения:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Блок из ячеистого бетона | 7. Саморез оцинкованный для каркаса |
| 2. Химический анкер HIT-ICE | 8. П-образный вертикальный профиль |
| 3. Паронитовая прокладка | 9. Лента EPDM |
| 4. Кронштейн | 10. Фиброцементная панель |
| 5. Утеплитель | 11. Саморез плитный |
| 6. L-образный горизонтальный профиль | |

Данные и результаты следует проверить на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам.
Презентация, указание в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



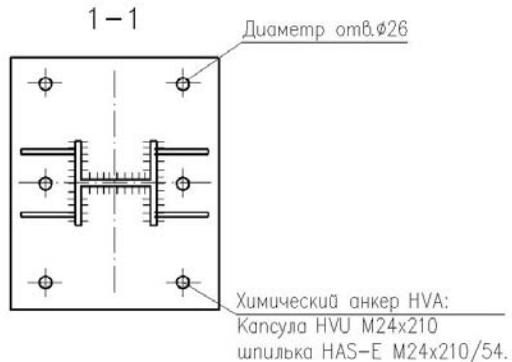
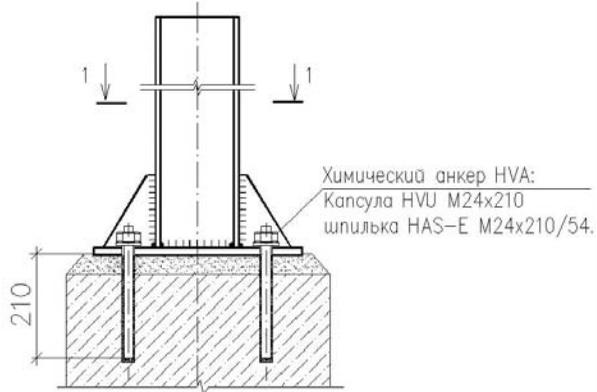
WК Projektmanagement Technik

Описание

УЗЕЛ-13

Индекс... Местооб... N листа...

Монтаж стоек шумозащитных экранов



Расчетная нагрузка (кН):	
Вырыб	75,5
Срез	77,8

Диаметр бура	28 мм
Глубина отверстия	210 мм

Данные и результаты следует проверять на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам. Предписания, указанные в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



Проект

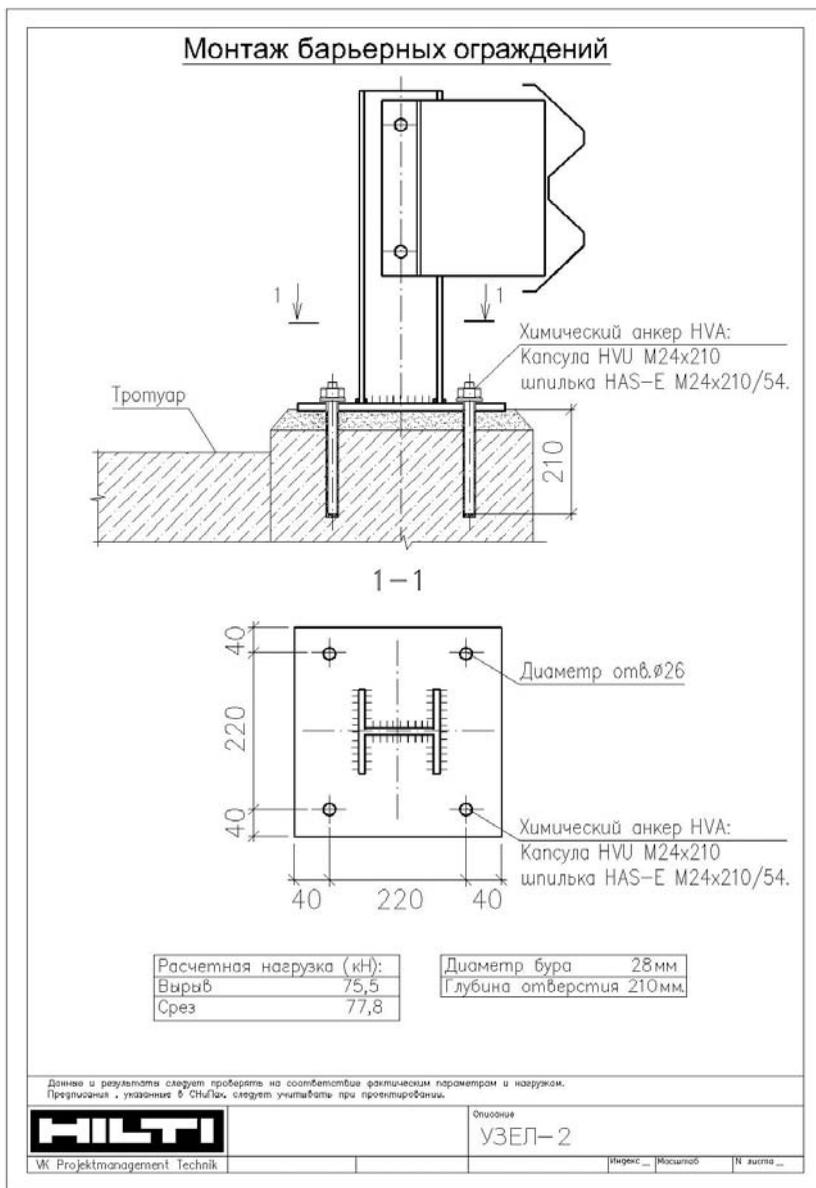
Описание

УЗЕЛ-1

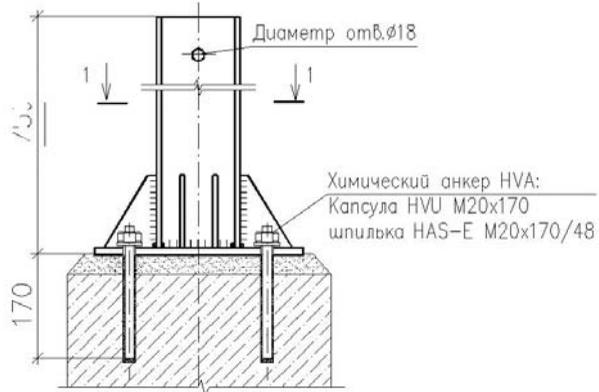
УК Projektmanagement Technik

Индент... Масштаб

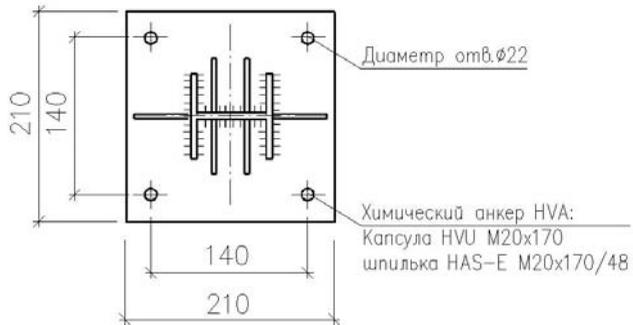
№ листа ...



Монтаж мостовых стоек



1-1



Расчетная нагрузка (кН):	
Взрыв	52,4
Срез	54,0

Диаметр бура	24 мм
Глубина отверстия	170 мм

Данные и результаты следует проверять на соответствие фактическим параметрам и нагрузкам. Предписания, указанные в СНиПах, следует учитывать при проектировании.



VK Projektmanagement Technik

Описание

УЗЕЛ-3

Инженер... Масштаб

№ листа...



8

Приложения

8.1 Соотношение между классами бетона по прочности на сжатие и марками	392
8.2 Влияние температуры на прочность соединения с химическими анкерами	393
8.3 Химический состав механических анкеров	394
8.4 Предельные нагрузки на шпильку	395
8.5 Технические характеристики металла	396
8.6 Обозначение нержавеющей стали	397
8.7 Общие рекомендации по применению различных типов стали в зависимости от применений	399
8.8 Вес анкеров	405

Соотношение между классами бетона по прочности на сжатие и марками

Государственный стандарт СССР ГОСТ 26633-91
"Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия"
(утв. и введен в действие постановлением Госстроя СССР
от 16 мая 1991 г. N 21)
(с изменениями от 7 мая 2001 г.)

Приложение 1 Справочное

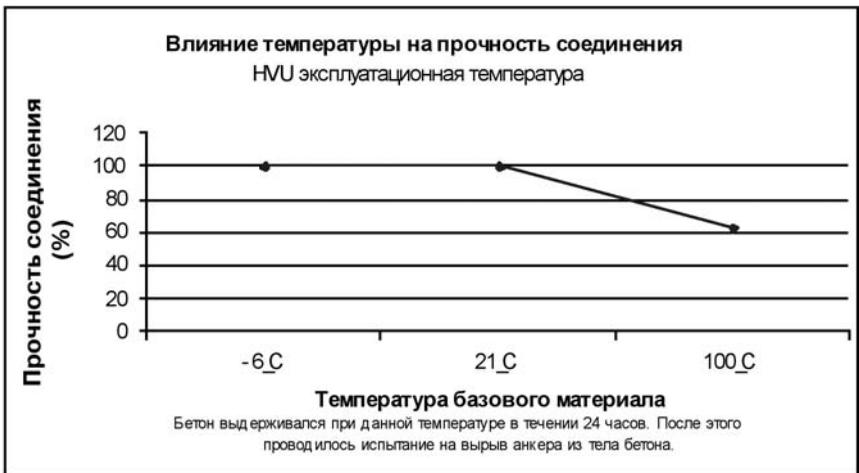
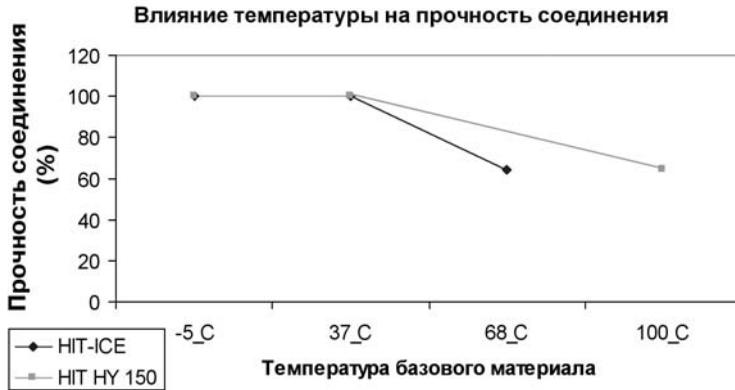
Соотношение между классами бетона по прочности на сжатие и марками

Класс бетона по прочности	Средняя прочность бетона (R)*, кгс/см ²	Ближайшая марка бетона по прочности М	Отклонение ближайшей марки бетона от средней прочности класса, % $\frac{M - R}{R} \times 100$
Сжатие			
B3,5	45,8	M50	+9,2
B5	65,5	M75	+14,5
B7,5	98,2	M100	+1,8
B10	131,0	M150	+14,5
B12,5	163,7	M150	-8,4
B15	196,5	M200	+1,8
B20	261,9	M250	-4,5
B22,5	294,7	M300	+1,8
B25	327,4	M350	+6,9
B27,5	360,2	M350	-2,8
B30	392,9	M400	+1,8
B35	458,4	M450	-1,8
B40	523,9	M550	+5,0
B45	589,4	M600	+1,8
B50	654,8	M700	+6,9
B55	720,3	M700	-2,8
B60	785,8	M800	+1,8
B65	851,3	M900	+5,7
B70	916,8	M900	-1,8
B75	982,3	M1000	+1,8
B80	1047,7	M1000	-4,6

Пример перерасчета марок бетона с европейского стандарта (ENV 206) на российский:

Наименование прочности (ENV 206) C20/25. 20 Н/мм² - прочность на сжатие по цилиндру (Ø 150 мм, высота 300 мм), 25 Н/мм² - прочность на сжатие по кубу (150 x 150 x 150 мм). 10 кг/см² = 1 Н/мм². По приложению 1 (ГОСТ 26633-91), 261,9 кг/см²=26,19 Н/мм². Соответствует классу бетона В20.

Влияние температуры на прочность соединения с химическими анкерами



Химический состав механических анкеров

МЕТАЛЛТЕСТ
 Испытательный центр ФГУП ЦНИИЧернамет им. И.П.Бардина
 105005 Москва 2-ая Бурманская 9/23 т.777-93-86, 777-93-83

ПРОТОКОЛ № 316/4-2002 от 25.06.2002г.

Заказчик ЗАО "Химга Дистрибушн ЛТД"
 Объект анализа Механические анкеры
 Протокол Проведен заказчиком
 Количество образцов 13

Маркировка образцов	Результаты анализа, % масс.													ГОСТ
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	V	Al	Ti	Марка	ГОСТ	
HAS	0.365	0.15	0.50	0.011	0.019	0.055	0.050	0.10	<0.005	0.015	≤0.002	ст.5пс	380	
GST	0.083	0.18	0.45	0.020	0.028	0.11	0.13	0.33	<0.005	<0.005	<0.002	08 *	1050	
HAS-TZ	0.265	0.18	1.27	0.008	0.025	0.085	0.085	0.10	≤0.005	0.022	0.027	20ГЛ	977	
HST-стержень	0.23	0.17	0.74	0.009	0.010	0.28	0.053	0.029	<0.005	0.034	0.032	25	1050	
HSA-стержень	0.19	0.36	1.37	0.015	0.010	0.13	0.035	0.040	0.096	0.015	0.002	20Г1ФЛ	977	
HKD	0.081	<0.01	1.20	0.057	0.24	0.059	0.035	0.013	0.005	<0.005	<0.002	А11	1414	
HSL-разогл.гил.	0.050	<0.01	0.22	0.009	0.014	0.030	0.035	0.037	<0.005	0.036	<0.002	08Ю	9045	
HSL-стержень	0.295	0.070	0.83	0.008	0.006	0.17	0.070	0.10	≤0.005	0.025	0.060	ст.5пс **	380	
HSL-втулка	0.205	0.25	1.38	0.013	0.003	0.12	0.11	0.16	<0.005	0.032	0.015	20ГЛ	977	
HDA-стержень	0.22	0.082	0.99	0.010	0.010	0.31	0.036	0.025	0.006	0.036	0.034	ст.5пс ***	380	
HDA-втулка	0.26	0.24	0.75	0.017	0.003	1.17	0.036	0.024	0.008	0.029	0.003	30X	4543	
HLC-стержень	0.17	0.020	0.47	0.016	0.010	0.025	0.023	0.010	<0.005	0.047	<0.002	15кп	1050	
HLC-втулка	<0.01	<0.01	<0.10	0.009	0.007	≤0.01	≤0.01	0.010	<0.005	0.049	0.026	ст.3кп	380	

* - с повышенным содержанием меди.

** - с повышенным содержанием титана.

*** - с повышенным содержанием алюминия и титана.

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.

Полная или частичная переписка протоколов осуществляется в ИЦ "Металлест" зашифрована.



Директор ИЦ "Металлест"

О.Д. Вернидуб

Предельные нагрузки на шпильку

Сечение мм 2	Тек. 4.6,		Тек. 5.8,		Тек. 8.8,		Тек. А4,		Тек. НСR,		
	Мра	Нагр., кН	Мра	Нагр., кН	Мра	Нагр., кН	Мра	Нагр., кН	Мра	Нагр., кН	
M4	240	1.68	400	2.80	640	4.48	450	3.15	450	3.15	
M6	240	3.78	400	6.30	640	10.09	450	7.09	450	7.09	
M8	240	6.69	400	11.15	640	17.84	450	12.55	450	12.55	
M10	240	10.67	400	17.78	640	28.45	450	20.00	450	20.00	
M12	240	15.67	400	25.91	640	41.45	450	29.15	450	29.15	
M16	240	29.38	400	48.96	640	78.34	450	55.08	450	55.08	
M20	240	45.90	400	76.50	640	122.40	450	86.06	450	86.06	
M24	240	66.10	400	110.16	640	176.26	450	123.93	450	123.93	
M27	240	87.11	400	145.18	640	232.29	450	163.33	450	163.33	
M30	240	105.88	400	176.46	640	282.34	450	198.52	450	198.52	
M33	240	131.99	400	219.98	640	351.97	450	247.48	450	247.48	
M36	240	154.84	400	258.06	640	412.90	450	290.32	450	290.32	
M36	240	186.25	400	310.42	640	496.67	450	349.22	450	349.22	
Шпилька НIT-AN											
Сечение мм 2	Гильза НIT-IG				Арматура						
	Тек. AN, Мра	Нагр., кН	Сечение мм 2	Тек. AN, Мра	Нагр., кН	Сечение мм 2	Тек. AN, Мра	Нагр., кН	Сечение мм 2	Тек. AN, Мра	Нагр., кН
M8	490	12.58	M8	410	12.76	Ø 8	500	50.00	500	21.25	
M10	490	20.41	M10	410	20.21	Ø 10	500	78.50	500	33.36	
M12	490	24.20	M12	410	29.38	Ø 12	500	113.10	500	48.07	
						Ø 14	500	153.90	500	65.41	
						Ø 16	500	201.10	500	85.47	
						Ø 20	500	314.20	500	133.54	
						Ø 25	500	490.90	500	208.63	

Технические характеристики металла

Таблица 3

ГОСТ 1759.4-87

Номер пункта	Механические свойства		Класс прочности												
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	8.8		9.8*	10.9	12.9	
3.1	Временное сопротивление $\sigma_{0.2}^{***}$ Н/мм ²	Номин.	300	400	400	500	500	600	600	800	800	800	900	1000	1200
3.2		Мин.	330	400	420	500	520	600	600	800	830	900	900	1040	1020
3.3	Твердость по Виккерсу, HV	Мин.	95	120	130	155	160	190	250	250	255	290	320	385	
		Макс.		250											
3.4	Твердость по Бринеллю, HB	Мин.	90	114	124	147	152	181	238	238	242	276	304	366	
		Макс.													
3.5	Твердость по Роквеллу, HR	мин.	52	67	71	79	82	89							
		HRC	-	-	-	-	-	-	22	23	28	28	32	30	
		макс.				99.5									
3.6	Твердость поверхности HV _{0.3} макс	HRC ₁₅													
3.7	Предел текучести $\sigma_{0.2}^*$, Н/мм ²	Номин.	180	240	320	300	400	360	480						
		Мин.	100	240	340	300	420	360	480						
3.8	Условный предел текучести $\sigma_{0.2}$, Н/мм ²	Номин.										640	640	720	900
		Мин.											640	660	720
3.9	Напряжение от пробной нагрузки σ_n	$\sigma_{0.2}$ или $\sigma_{0.2}$	0.94	0.94	0.91	0.93	0.90	0.92				0.91	0.91	0.90	0.88
		Н/мм ²	180	225	310	280	380	440				580	600	650	830
3.10	Относительное удлинение после разрыва δ_5 , %	Мин.	25	22	14	20	10	16	8	12	12	10	10	9	8
3.11	Прочность на разрыв на косой шайбе***	Мин.	Прочность на разрыв на косой шайбе пельтов и винтов (кроме шпиклет) должна быть не меньше минимального значения временного сопротивления разрыву, указанному в п. 3.2.												
				25 (50)	-	20 (40)	-	30 (60)	30 (60)	25 (50)	20 (40)	15 (30)			
3.12	Работа уalara, Дж (Уларная вязкость, Дж/см ²)	Мин.	Отсутствие трещин под головкой												
3.13	Прочность соединения головки со стержнем	Мин.	Отсутствие трещин под головкой												
3.14	Минимальная высота обезуглероживанной зоны E	Мин.	1/2 H ₁												
	Максимальная глубина полного обезуглероживания G, мм	Мин.	0.015												

*Только для порталных диаметров резьбы $d \leq 16$ мм.

**Минимальные значения при растяжении относятся к изделиям с номинальной длиной $l = 2.5 d$. Минимальная твердость относится к изделиям с длиной $l < 2.5 d$ и другим изделиям, которые не могут быть подвергнуты испытанию на растяжение (например, из-за конфигурации головки).

***При испытании пельтов, винтов и шпиклет должны использоваться нагрузки, указанные в табл. 6-9.

****Твердость поверхности не должна быть более, чем на 30 единиц по Виккерсу выше измеренной твердости сердечника изделия при проведении измерений при HV0.3. Для класса прочности 10.9 любое повышение твердости поверхности, при котором твердость будет превышать 390 HB, недопустимо.

* В случае, когда предел текучести не может быть определен, допускается измерение условного предела текучести.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

Обозначение нержавеющей стали

В промышленных странах существует диапазон обозначений (стандартов) нержавеющей стали. Наиболее важные из них предоставлены здесь для лучшего понимания. American Iron and Steel Institute - AISI (Американский Институт Железа и Стали) имеет в своем распоряжении систему обозначений, которая используется во всем мире. Она содержит число, к которому добавляется иногда несколько символов.

200 – обозначает аустенитную сталь, содержащую хром, никель и марганец
 300 – обозначает аустенитную сталь, содержащую хром, никель и, возможно, молибден
 400 – обозначает ферритную и мартенситную нержавеющую стали
 Дополнительные символы (как показано ниже), обозначают следующее:

L = низкий углерод
 N = азот
 Se = селен/свободная обработка
 Ti = титан
 F = свободная обработка
 Nb = ниобий

Подобным образом Немецкая система нумерации материалов согласно DIN используется в нескольких странах. Каждый номер имеет пять цифр, таких как 1.4306.

№1 означает сталь, следующие два числа 43 означают химически устойчивые стали без Mo, Nb или Ti. Последние две цифры 06 определяют точный сплав. В дополнение определению 43, существуют следующие обозначения нержавеющей стали:

«40» = без Mo, Nb, Ti, Ni < 2.5%
 «41» = с Mo, без Nb или Ti, Ni < 2.5%
 «44» = с Mo, без Nb или Ti, Ni > 2.5%
 «45» = с Cu, Nb или Ti, Ni > 2.5%

В Германии и других Европейских странах также используется кодированная форма обозначения химических анализов материалов. (См. DIN EN 10088.)

Пример:



X = Высоколегированная сталь
 2 = Содержание углерода в 1/100%, в этом случае: C = 0.02%
 Cr = Хром, в этом случае: 19%
 Ni = Никель, в этом случае: 11%

Эта сталь соответствует AISI типу 304 L и DIN материал №1.4306.

Обозначение V1A (A1), V2A (A2) или V4A (A4):

В некоторых странах обозначение V2A (A2) или V4A (A4) становится общепринятым, особенно в строительной промышленности. Это обозначение бренда хорошо известного производителя стали. Под синонимом A1 (V1A), например, понимается группа аустенитной хромоникелевой стали без молибдена, но с относительно высоким содержанием серы. Под V2A понимается группа аустенитной CrNi стали без молибдена, тогда как аустенитная сталь марки V4A содержит, по крайней мере, 2% молибдена. В некотором смысле эти обозначения описывают определенный класс защиты от коррозии.

Обозначение нержавеющей стали

Взяв A2/70 в качестве примера, обычное обозначение крепежей (fasteners), сделанных из аустенитной нержавеющей стали объясняется следующим образом:

A = Аустенитная нержавеющая сталь (также возможно F = ферритная, С = мартенситная)

2 = Хромоникелевая сталь (1 = автоматная сталь с дополнением S, 4 = CrNiMo сталь)

70 = Предел прочности 700Н/мм² (деформационное упрочнение), (50 = 500Н/мм² мягкий, 80 = 800Н/мм² высокое деформационное упрочнение; только классификация прочности 45 (мягкий) и 60 (деформационное упрочнение) возможно с ферритными, нержавеющими крепежами.

В DIBT утверждении, кроме того, включены дополнительные классы (группы стали, такие как A3, A5, KK и т.д.).

Примеры:

A3 = Сталь в A2 группе, но стабилизированная (свариваемая через вплавление в Ti)

A5 = Сталь в A4 группе, но стабилизированная (свариваемая через вплавление в Ti) и т.д.

№ материала	DIN обозначение	АСI Производитель	Комментарий Марка стали/группа
1.4301	X5 CrNi 18 10	304	A2 (DIBT)
1.4401	X5CrNiMo 17 12 2	316	A4 (DIBT)
1.4404	X2CrNiMo 17 12 2	316L	A4L (DIBT)
1.4571	X6CrNiMoTi 17 12 2	316Ti	A5 (DIBT)
1. 4565	X2CrNiMoNbN 25 18 54 4	--	A4 X- CR ("powder-actuated" крепление)
1.4462	X2CrNiMoN 22 5 3	318 LN	AK (DIBT)
1.4529	X1NiCrMoCuN 25 20 6	--	KK (DIBT) HCR (высококоррозионно устойчивый)

Таблица: Нержавеющая сталь используется по большей части компанией Hilti для крепежей и соединительных звеньев

СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ

Применение	Предельные условия	Рекомендации	
Фасад/крыша			
Профилированный листовой металл, плакировка несущей стены, крепление утеплителей, несущая конструкция фасада	Сельская среда (без выбросов), альпийская среда с очень небольшим загрязнением воздуха	Внутреннее применение, наружное применение, изоляционные материалы	Электрохимическое цинковое покрытие до 5 - 10 микрон Цинкование горячим способом / шерардирование до мин. 45 микрон X- CR Dacromet / пластик, A4 (316) сталь
	Промышленная среда Высокое содержание SO ₂ и, в этих условиях, другие разъедающие вещества (без галогенидов)	Внутреннее применение, наружное применение, изоляционные материалы	Электрохимическое цинковое покрытие до 5-10 микрон A4 (316) сталь, X- CR A4 (316) сталь, X- CR
	Городская среда Высокое содержание SO ₂ и NO _x , могут накапливаться хлориды сухой соли	Внутреннее применение, наружное применение, изоляционные материалы	Электрохимическое цинковое покрытие до 5 - 10 микрон (Оценивать каждый случай.) Цинкование горячим способом / шерардирование до мин. 45 микрон X- CR, с хлоридами HILTI HCR (Оценивать каждый случай.)
	Прибрежная среда Высокое содержание хлорида, среди прочего содержания в промышленной окружающей среде	Внутреннее применение, наружное применение, изоляционные материалы	Электрохимическое цинковое покрытие до 5 - 10 микрон Hilti HCR, возможно X- CR (Оценивать каждый случай.)
Точки крепления подвергающиеся воздействию атмосферным явлениям: например, хлориды и другие радионуклидные примеси могут скапливаться между фасадом и несущей стеной и т.о. создавать более коррозионные условия. A4 (316) сталь может испытывать коррозию.			Hilti-HCR и специальные материалы

M & E УСТАНОВКИ

Применение	Предельные условия	Рекомендации
<p>Трубы и электроустановки</p> <p>Монтаж трубопровода, трассы кабеля, вентиляционные каналы</p> <p>Электроустановки: Трассы кабеля, освещение, антенны</p>	<p>Сухие закрытые помещения, без конденсата</p> <p>Влажные закрытые помещения, плохо проветриваемые помещения, подвалы, возникновение конденсата из-за высокой влажности и колебаний температуры</p> <p>Частый и продолжительный конденсат (оранжерен), незакрытые помещения или ангары, галереи и т.д.</p>	<p>Электрохимическое цинковое покрытие до 5 - 10 микрон</p> <p>Цинкование горячим способом / шерардирование до мин. 45 микрон</p> <p>A4 (316), возможно цинкование горячим способом или шерардирование (Оценивать каждый случай.)</p>
<p>Промышленное оборудование</p> <p>Подкрановые рельсы, барьеры, конвейеры, механизм соединения</p>	<p>Сухие закрытые помещения без конденсата</p> <p>Влажные закрытые помещения, плохо проветриваемые помещения, подвалы, возникновение конденсата из-за высокой влажности и колебаний температуры</p> <p>Частый и продолжительный конденсат (оранжерен), незакрытые помещения или ангары, галереи и т.д.</p>	<p>Электрохимическое цинковое покрытие до 5 - 10 микрон</p> <p>Цинкование горячим способом / шерардирование до мин. 45 микрон</p> <p>A4 (316), возможно цинкование горячим способом или шерардирование (Оценивать каждый случай.)</p>

ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Применение	Предельные условия	Рекомендации
Строительство мостов и дорог		
Монтаж трубопровода, трассы кабеля, дорожная разметка, звукоизолирующие стены, барьеры на автостраде, связующие конструкции	Подвергающиеся атмосферным влияниям (хлориды смываются регулярно), например, установленные трубы к нижней части моста Часто сильное воздействие сухой слои Высокая степень безопасности	Возможно, цинкование горячим способом или шерардирование , A4 (316) стали, нержавеющая Duplex сталь или аустенитная сталь с приблизительно 4 - 5 % Mo (Оценивать каждый случай.) Hilti HCR
Строительство туннелей		
Обшивка туннеля, арматурная сетка, дорожная разметка, освещение, наружная обшивка стен туннеля, вентиляционные каналы, потолочная подвеска, и т.д.	Вторичная значимость для безопасности Высокая степень безопасности	X- CR, Duplex сталь, возможна также A4 (316) сталь (Оценивать каждый случай.) Hilti HCR
Доки/плавучие основания		
Крепления к стенкам набережных, оборудование дока, портовые сооружения Плавучие основания	Вторичная значимость для безопасности и временные крепежные детали, высокая влажность, хлориды, часто смешивание с промышленной средой или чередование масла/морской воды на платформе	Цинкование горячим способом Hilti HCR, специальные материалы X CR и возможно A4 (316) сталь (Оценивать каждый случай.)
Под водой: Там, где крепежные детали должны находиться в/под водой, часто встречается убыточная/катодная система защиты (подаваемый ток). Это должно учитываться при выборе подходящих материалов.		

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Применение	Предельные условия	Рекомендации
Промышленность /химическая промышленность		
Монтаж трубопровода, трассы кабеля, связующие конструкции, освещение	Сухое закрытое помещение Коррозионные закрытые помещения, например крепежные детали в лабораториях, гальваническое оборудование, и т.д. очень коррозионные испарения, наружное применения с очень высоким содержанием SO ₂ и, в дополнение, разъедающие вещества (только кислотные среды) Химическая промышленность	Электрохимическое цинковое покрытие до 5 - 10 микрон (Оценивать каждый случай.) Нержавеющая сталь, Hilti HCR; специальные материалы A4 (316) сталь и специальные материалы (Оценивать каждый случай.) (Оценивать каждый случай.)
Электростанции		
Крепежные детали, существенные для безопасности	Очень высокие требования к безопасности	(Оценивать каждый случай.)
Дымовые трубы мусоросжигательных станций/производство удобрений		
Крепежные детали, например, ступенек, молниеотводов и т.д.	На нижней части химического воздействия	Цинкование горячим способом / шерардирование до мин. 45 микрон и A4 (316)
	На самой верхней части химического воздействия: Конденсат кислот и часто высокое содержание хлорида и других концентраций галогенидов	сталь. Специальные материалы (Оценивать каждый случай.)

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Применение	Предельные условия	Рекомендации
Очистные сооружения		
Монтаж трубопровода, трассы кабеля, связующие конструкции и т.д.	Внешняя часть в атмосфере с высокой влажностью, автоклав/биогаз, и т.д. Подводные применения, сточные воды	Цинкование горячим способом / шерардирование , А4 (316) Hilti HCR Специальные материалы
Внимание: Т.к. отстойные резервуары имеют в большинстве случаев общие способы грунтования/заземления, необходимо избегать контакта между анкерами и арматурой. Риск контактной коррозии		
Многоуровневая парковка		
	Большое количество хлоридов (сухая соль) ввезенных подвижным составом, циклическая смена влажности	Hilti HCR
Закрытые плавательные бассейны / другие бассейны и т.д.		
	Крепежные детали вторичной важности для безопасности Крепежные детали, важные для безопасности	Возможно цинкование горячим способом, Duplex сталь, аустенитная сталь (приблизительно 5% Mo) Hilti HCR
Стадионы / промышленные сооружения		
	Сельская среда Городская среда Крепежные детали, которые могут быть проверены Недоступные крепежные детали	Цинкование горячим способом / шерардирование Цинкование горячим способом / шерардирование до мин. 45 микрон и А4 (316) сталь А4 (316) сталь

артикул	Название анкера	Ед. Изм.	Вес нетто (граммы)
373477	Анкер для порист. бетона HPD M8/20	ШТ	80
373478	Анкер для порист. бетона HPD M10/10	ШТ	118,35
373479	Анкер для порист. бетона HPD M10/30	ШТ	118
373484	Инструм. для устан. HPE-G 6/10	ШТ	3,25
373488	Инструм. для устан. HPE-G 8/10	ШТ	398
373489	Инструм. для устан. HPE-M 8/10	ШТ	275
373490	Инструм. для устан. HPE-G 8/20	ШТ	390
373491	Инструм. для устан. HPE-M 8/20	ШТ	255
373492	Инструм. для устан. HPE-G 10/10	ШТ	477
373494	Инструм. для устан. HPE-G 10/30	ШТ	483
376039	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M8X75/10	ШТ	31,46
376041	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M8X95/30	ШТ	37,5
376043	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M10X90/10	ШТ	61,04
376044	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M10X110/30	ШТ	70,76
376045	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M10X130/50	ШТ	84,26
376047	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M12X115/20	ШТ	108,04
376048	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M12X145/50	ШТ	128,24
376049	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M12X185/90	ШТ	157,04
376051	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M16X140/25	ШТ	232,917
376052	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M16X165/50	ШТ	264,25
376053	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M16X215/10	ШТ	331,583
376054	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M16X255/14	ШТ	390,167
376056	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M20X170/30	ШТ	458,2
377343	Анкер высоких нагруз. HSL-3-SH M12/25	ШТ	228
378160	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x70	ШТ	10,3
378161	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x90	ШТ	11,228
378162	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x110	ШТ	13,15
378163	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x130	ШТ	14,63
378164	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x150	ШТ	16,807
378165	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x170	ШТ	18,38
378166	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x190	ШТ	21,28
378167	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x210	ШТ	22,74
383047	Анкер-шуроп HUS 7,5x35	ШТ	8,22

Вес анкеров

артикул	Название анкера	Ед. Изм.	Вес нетто (граммы)
230774	Анкер-гильза HLC 8X85/57	ШТ	29.6
230775	Анкер-гильза HLC 10X40/8	ШТ	29.06
230776	Анкер-гильза HLC 10X50/18	ШТ	35.006
230777	Анкер-гильза HLC 10X60/28	ШТ	39.22
230778	Анкер-гильза HLC 10X80/48	ШТ	48.98
230779	Анкер-гильза HLC 10X100/68	ШТ	58.5
230780	Анкер-гильза HLC 12X55/17	ШТ	56.44
230781	Анкер-гильза HLC 12X75/37	ШТ	71.42
230782	Анкер-гильза HLC 12X100/62	ШТ	91.24
230783	Анкер-гильза HLC 16X60/12	ШТ	104.2
230784	Анкер-гильза HLC 16X100/52	ШТ	155.7
230785	Анкер-гильза HLC 16X140/92	ШТ	209
230786	Анкер-гильза HLC 20X80/25	ШТ	215
230787	Анкер-гильза HLC 20X115/60	ШТ	283.9
230788	Анкер-гильза HLC 20X150/95	ШТ	351.8
238159	Дюбель-гвоздь HPS-1 6/0X25	ШТ	3.673
238160	Дюбель-гвоздь HPS-1 8/0X25	ШТ	5.52
242861	Забивной анкер HKD-S M6X25	ШТ	7.07
242862	Забивной анкер HKD-S M6X30	ШТ	8.85
242866	Забивной анкер HKD-S M8X30	ШТ	11.71
242869	Забивной анкер HKD-S M10X40	ШТ	22.215
242871	Забивной анкер HKD-S M12X50	ШТ	42.58
242873	Забивной анкер HKD-S M16X65	ШТ	97.1
242875	Забивной анкер HKD-S M20X80	ШТ	180.92
247852	Дюбель-гвоздь HPS-1 6/15X40 COMBO	ШТ	5.24
247852	Забивной анкер HKD-SR M8X30	ШТ	12.29
247853	Забивной анкер HKD-SR M10X40	ШТ	23.46
248124	Забивной анкер HKD-S M10X40 BUCKET	ШТ	21.022
248126	Забивной анкер HKD-S M12X50 BUCKET	ШТ	42.668
251932	Забивной анкер HKD-S M8X30 BUCKET	ШТ	11.866
252961	Забивной анкер HKD-D M12X50	ШТ	52.21
252963	Забивной анкер HKD-E M10X40	ШТ	21.1
254434	Забивной анкер HKD-S M6X25 BUCKET	ШТ	6.937
255830	Анкер-шпилька станд. HSA M6X50/-/5	ШТ	12.065
255831	Анкер-шпилька станд. HSA M6X65/10/20	ШТ	14.52
255832	Анкер-шпилька станд. HSA M6X85/30/40	ШТ	18.07
255834	Анкер-шпилька станд. HSA M8X57/-/5	ШТ	24.9
255835	Анкер-шпилька станд. HSA M8X75/10/23	ШТ	30.49
255836	Анкер-шпилька станд. HSA M8X92/27/40	ШТ	36.412
255837	Анкер-шпилька станд. HSA M8X115/50/63	ШТ	43.22
255838	Анкер-шпилька станд. HSA M8X137/72/85	ШТ	50.06
255839	Анкер-шпилька станд. HSA M10X68/-/5	ШТ	50.145
255840	Анкер-шпилька станд. HSA M10X90/20/25	ШТ	60.26
255841	Анкер-шпилька станд. HSA M10X108/37/45	ШТ	69.14
255842	Анкер-шпилька станд. HSA M10X120/50/57	ШТ	73.72
255843	Анкер-шпилька станд. HSA M10X140/70/77	ШТ	85.64
255844	Анкер-шпилька станд. HSA M12X80/-/5	ШТ	81.72
255845	Анкер-шпилька станд. HSA M12X100/5/25	ШТ	96
255846	Анкер-шпилька станд. HSA M12X120/25/45	ШТ	109.8
255847	Анкер-шпилька станд. HSA M12X150/55/75	ШТ	131.08
255848	Анкер-шпилька станд. HSA M12X180/85/105	ШТ	149.9
255849	Анкер-шпилька станд. HSA M12X220/125/145	ШТ	182.96
255850	Анкер-шпилька станд. HSA M12X240/145/165	ШТ	197.04
255851	Анкер-шпилька станд. HSA M12X300/205/225	ШТ	238.08
255852	Анкер-шпилька станд. HSA M16X100/-/5	ШТ	178.563
255853	Анкер-шпилька станд. HSA M16X120/5/25	ШТ	206.854
255854	Анкер-шпилька станд. HSA M16X140/25/45	ШТ	231.271
255855	Анкер-шпилька станд. HSA M16X190/75/95	ШТ	295.063
255856	Анкер-шпилька станд. HSA M16X240/125/145	ШТ	362.063
255857	Анкер-шпилька станд. HSA M20X125/-/10	ШТ	342.2

артикул	Название анкера	Ед. Изм.	Вес нетто (граммы)
255858	Анкер-шпилька станд. HSA M20X170/30/55	ШТ	433.1
256311	Анкер-клин DBZ 6/35	ШТ	17.44
256312	Анкер-клин DBZ 6/4,5	ШТ	11.85
257272	Рамный анкер HRD-UGT 10X80/10	ШТ	26.76
257273	Рамный анкер HRD-UGT 10X100/30	ШТ	33.84
257274	Рамный анкер HRD-UGT 10X120/50	ШТ	40.666
257275	Рамный анкер HRD-UGT 10X140/70	ШТ	47.32
257276	Рамный анкер HRD-UGT 10X180/110	ШТ	60.94
257277	Рамный анкер HRD-UGS 10X80/10	ШТ	30.04
257278	Рамный анкер HRD-UGS 10X100/30	ШТ	36.96
257279	Рамный анкер HRD-UGS 10X120/50	ШТ	43.5
257280	Рамный анкер HRD-UGS 10X140/70	ШТ	51.24
257281	Рамный анкер HRD-UGS 10X180/110	ШТ	63.8
257282	Рамный анкер HRD-UGS 10X80/10 U	ШТ	34.96
257283	Рамный анкер HRD-UGT 10X160/90	ШТ	55.575
257284	Рамный анкер HRD-UGT 10X200/130	ШТ	70.1
257285	Рамный анкер HRD-UGT 10X230/160	ШТ	77.42
257286	Рамный анкер HRD-UGS 10X160/90	ШТ	57.28
257287	Рамный анкер HRD-UGS 10X200/130	ШТ	71.1
257288	Рамный анкер HRD-UGS 10X230/160	ШТ	80.9
258044	Забивной анкер HKD-E M12X50	ШТ	42.64
258045	Забивной анкер HKD-E M16X65	ШТ	99
259938	Анкерная шпилька HAS M12X110/88	ШТ	175
259941	Анкерная шпилька HAS M16X125/108	ШТ	391.4
260347	Дюбель-гвоздь HPS-1 5/5X25	ШТ	2.8
260348	Дюбель-гвоздь HPS-1 5/15X35	ШТ	3.49
260349	Дюбель-гвоздь HPS-1 6/5X30	ШТ	4.54
260350	Дюбель-гвоздь HPS-1 6/15X40	ШТ	5.4
260351	Дюбель-гвоздь HPS-1 6/25X50	ШТ	6.43
260352	Дюбель-гвоздь HPS-1 6/40X65	ШТ	8.12
260353	Дюбель-гвоздь HPS-1 8/10X40	ШТ	7.7
260354	Дюбель-гвоздь HPS-1 8/30X60	ШТ	10.88
260355	Дюбель-гвоздь HPS-1 8/60X90	ШТ	15.1
260395	Дюбель-гвоздь HPS-1 5/0X20	ШТ	2.204
273656	Анкер-шуруп HUS-H 7,5x45	ШТ	15.41
273663	Анкер-шуруп HUS-H 7,5x80	ШТ	22.5
274697	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M20x260/120	ШТ	617.4
277910	Цил. шуруп потайной шест. M4X6	ШТ	2
285405	Забивной анкер HKV M8x30	ШТ	11
285406	Забивной анкер HKV M10x30	ШТ	15.9
285407	Забивной анкер HKV M10x40	ШТ	20.408
285627	Пластина для изоляции HDT 90	ШТ	5.58
305180	Рамный анкер HRD-URS 10X100/30 U	ШТ	43.44
309340	Анкер-шуруп HUS-H 7,5X35	ШТ	13.6
309341	Анкер-шуруп HUS-H 7,5X45	ШТ	15.41
309342	Анкер-шуруп HUS-H 7,5X60	ШТ	18.61
309343	Анкер-шуруп HUS-H 7,5X80	ШТ	22.5
309348	Анкер-шуруп HUS-A 7,5X45-M10/21	ШТ	26.08
309349	Анкер-шуруп HUS-A 7,5X65-M10/21	ШТ	30.62
312622	Рамный анкер HRD-UGT 14X80/10	ШТ	58.42
312623	Рамный анкер HRD-UGT 14X110/40	ШТ	73.78
312624	Рамный анкер HRD-UGT 14X140/70	ШТ	91.04
312625	Рамный анкер HRD-UGT 14X160/90	ШТ	103.78
312626	Рамный анкер HRD-UGT 14X180/110	ШТ	116.24
312627	Рамный анкер HRD-UGT 14X200/130	ШТ	139
312628	Рамный анкер HRD-UGT 14X230/160	ШТ	151.48
312631	Рамный анкер HRD-UGT 14X350/280	ШТ	234.92
312632	Рамный анкер HRD-UGS 14X80/10	ШТ	66.82
312633	Рамный анкер HRD-UGS 14X110/40	ШТ	83.66
312634	Рамный анкер HRD-UGS 14X140/70	ШТ	101.96

Вес анкеров

артикул	Название анкера	Ед. Изм.	Вес нетто (граммы)
312635	Рамный анкер HRD-UGS 14X160/90	ШТ	128,39
312636	Рамный анкер HRD-UGS 14X180/110	ШТ	126
312637	Рамный анкер HRD-UGS 14X200/130	ШТ	140,54
312638	Рамный анкер HRD-UGS 14X230/160	ШТ	159
312639	Рамный анкер HRD-UGS 14X270/200	ШТ	187,26
312640	Рамный анкер HRD-UGS 14X310/240	ШТ	212,94
312641	Рамный анкер HRD-UGS 14X350/280	ШТ	241,5
315938	Универсальный анкер HUD-L 6X50	ШТ	1,017
315939	Универсальный анкер HUD-L 8X60	ШТ	2,39
315940	Универсальный анкер HUD-L 10X70	ШТ	3,71
324930	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M24/30	ШТ	1.210,375
331500	Рамный анкер HRD-SGT 10X60/10	ШТ	21,42
331504	Рамный анкер HRD-SGT 10X140/90	ШТ	47,6
331506	Рамный анкер HRD-SGS 10X60/10	ШТ	24,14
331507	Рамный анкер HRD-SGS 10X80/30	ШТ	29,76
331508	Рамный анкер HRD-SGS 10X100/50	ШТ	36,14
331509	Рамный анкер HRD-SGS 10X120/70	ШТ	42,92
331510	Рамный анкер HRD-SGS 10X140/90	ШТ	50,02
331511	Рамный анкер HRD-SGS 10X160/110	ШТ	56,92
331517	Рамный анкер HRD-SRS 10X80/30	ШТ	9,06
331518	Рамный анкер HRD-SRS 10X100/50	ШТ	37,196
331546	Анкер с подрезкой HDA-P 22-M12*125/30	ШТ	367,5
331550	Анкер с подрезкой HDA-P 30-M16*190/40	ШТ	1,015
331552	Анкер с подрезкой HDA-T 30-M16*190/40	ШТ	1.155,750
331553	Анкер с подрезкой HDA-T 30-M16*190/60	ШТ	1.251,750
331615	Универсальный анкер HUD-1 5X25	ШТ	0,85
331616	Универсальный анкер HUD-1 6X30	ШТ	0,596
331617	Универсальный анкер HUD-1 8X40	ШТ	1,405
331618	Универсальный анкер HUD-1 10X50	ШТ	2,47
331619	Универсальный анкер HUD-1 12X60	ШТ	3,7
331620	Универсальный анкер HUD-1 14X70	ШТ	5,72
331844	Инструм. для устан. TE-C-HDA-ST22-M12	ШТ	279
331846	Инструм. для устан. TE-Y-HDA ST30-M16	ШТ	899,3
332061	Анкер для гипсокартона NHD-S M4/6X32	ШТ	6,89
332069	Анкер для гипсокартона NHD-S M6/9X38	ШТ	17,04
332070	Анкер для гипсокартона NHD-S M6/12X52	ШТ	24,05
332071	Анкер для гипсокартона NHD-S M6/24X65	ШТ	27,92
332072	Анкер для гипсокартона NHD-S M6/40X80	ШТ	34,5
332073	Анкер для гипсокартона NHD-S M8/12X54	ШТ	34
332075	Анкер для гипсокартона NHD-S M8/40X83	ШТ	49,16
332076	Инструм. для устан. NHD-S	ШТ	541,15
332097	Сверло с ограничителем TE-Y HDA-B 30*190	ШТ	1,184
332105	Изолирующий стержень IDP 0/2	ШТ	6,9
332106	Изолирующий стержень IDP 2/4	ШТ	9,496
332107	Изолирующий стержень IDP 4/6	ШТ	10,416
332108	Изолирующий стержень IDP 6/8	ШТ	12,872
332109	Изолирующий стержень IDP 8/10	ШТ	12,94
332110	Изолирующий стержень IDP 10/12	ШТ	15,92
332111	Изолирующий стержень IDP 13/15	ШТ	18,2
332185	Анкер-шпилька станд. HSA-R M6X85/30/-	ШТ	18,22
332187	Анкер-шпилька станд. HSA-R M8X75/10/23	ШТ	30,57
332189	Анкер-шпилька станд. HSA-R M8X115/50/63	ШТ	43,42
332191	Анкер-шпилька станд. HSA-R M10X90/20/25	ШТ	61,06
332192	Анкер-шпилька станд. HSA-R M10X120/50/57	ШТ	75,64
332193	Анкер-шпилька станд. HSA-R M12X80/-/5	ШТ	82,72
332194	Анкер-шпилька станд. HSA-R M12X100/5/25	ШТ	96,6
332195	Анкер-шпилька станд. HSA-R M12X120/25/45	ШТ	111,84
332219	Анкерная шпилька HAS-E M8X80/14	ШТ	47,105
332220	Анкерная шпилька HAS-E M10X90/21	ШТ	70
332221	Анкерная шпилька HAS-E M12X110/28	ШТ	136,05

артикул	Название анкера	Ед. Изм.	Вес нетто (граммы)
332222	Анкерная шпилька HAS-E M16X125/38	ШТ	278.8
332223	Анкерная шпилька HAS-E M20X170/48	ШТ	560.8
332224	Анкерная шпилька HAS-E M24X210/54	ШТ	1,000
332295	Рамный анкер HRD-SGS 10X60/10U	ШТ	29.08
332519	Анкерная шпилька HAS-TZ M16X125/30	ШТ	287
333101	Анкерная шпилька HAS-E M10X90/81	ШТ	111.69
333102	Анкерная шпилька HAS-E M12X110/88	ШТ	174.4
333103	Анкерная шпилька HAS-E M12X110/128	ШТ	208.6
333109	Анкерная шпилька HAS-E M16X125/348	ШТ	683
333111	Анкерная шпилька HAS-E M20X170/108	ШТ	682.3
333113	Анкерная шпилька HAS-E M20X170/208	ШТ	912
333114	Анкерная шпилька HAS-E M27X240/60	ШТ	1,498
333115	Анкерная шпилька HAS-E M30X270/70	ШТ	2,045
333116	Анкерная шпилька HAS-E M33X300/80	ШТ	2,758,500
333117	Анкерная шпилька HAS-E M36X330/90	ШТ	3,615
333118	Анкерная шпилька HAS-E M39X360/100	ШТ	4,698
333120	Анкерная шпилька HAS-E-R M8X80/54	ШТ	51.7
333122	Анкерная шпилька HAS-E-R M10X90/21	ШТ	76.55
333123	Анкерная шпилька HAS-E-R M10X90/61	ШТ	95
333124	Анкерная шпилька HAS-E-R M10X90/81	ШТ	112.29
333125	Анкерная шпилька HAS-E-R M10X90/111	ШТ	147.1
333126	Анкерная шпилька HAS-E-R M12X110/28	ШТ	135.75
333127	Анкерная шпилька HAS-E-R M12X110/88	ШТ	172.2
333129	Анкерная шпилька HAS-E-R M12X110/168	ШТ	241
333132	Анкерная шпилька HAS-E-R M16X125/108	ШТ	382.46
333134	Анкерная шпилька HAS-E-R M16X125/198	ШТ	505.96
333135	Анкерная шпилька HAS-E-R M20X170/48	ШТ	559.4
333136	Анкерная шпилька HAS-E-R M20X170/108	ШТ	689.3
333137	Анкерная шпилька HAS-E-R M24X210/54	ШТ	1,008,500
333138	Анкерная шпилька HAS-E-R M27X240/60	ШТ	1,520
334936	Рамный анкер HRD-UGS 10X100/30 U	ШТ	42.36
334937	Рамный анкер HRD-SGS 10X80/30 U	ШТ	33.72
335506	Анкер для легких нагрузок HLD 2	ШТ	2.19
335507	Анкер для легких нагрузок HLD 3	ШТ	2.616
335508	Анкер для легких нагрузок HLD 4	ШТ	2.85
337121	Анкер-шпилька станд. HSA-F M6X65/10/20	ШТ	15,045
337122	Анкер-шпилька станд. HSA-F M8X57/-/5	ШТ	25.61
337123	Анкер-шпилька станд. HSA-F M8X75/10/23	ШТ	31.59
337124	Анкер-шпилька станд. HSA-F M8X92/27/40	ШТ	37.63
337125	Анкер-шпилька станд. HSA-F M8X137/72/85	ШТ	52.32
337126	Анкер-шпилька станд. HSA-F M10X68/-/5	ШТ	50.74
337127	Анкер-шпилька станд. HSA-F M10X90/20/25	ШТ	61.94
337128	Анкер-шпилька станд. HSA-F M10X108/37/45	ШТ	71.3
337129	Анкер-шпилька станд. HSA-F M10X120/50/57	ШТ	78
337130	Анкер-шпилька станд. HSA-F M12X80/-/5	ШТ	83.6
337131	Анкер-шпилька станд. HSA-F M12X100/5/25	ШТ	98.2
337132	Анкер-шпилька станд. HSA-F M12X120/25/45	ШТ	113.04
337133	Анкер-шпилька станд. HSA-F M12X150/55/75	ШТ	135.72
337134	Анкер-шпилька станд. HSA-F M16X100/-/5	ШТ	180.188
337135	Анкер-шпилька станд. HSA-F M16X140/25/45	ШТ	232.063
337136	Анкер-шпилька станд. HSA-F M16X190/75/95	ШТ	315.812
337918	Инструм. для устан. HS-SC 150	ШТ	118
338260	Анкер-шпилька станд. HSA-F M6X50/-/5	ШТ	12.34
338261	Анкер-шпилька станд. HSA-F M12X240/145/1	ШТ	200.64
339265	Анкер с подрезкой HDA-P 37-M20X250/50	ШТ	1,994,500
339269	Инструм. для устан. TE-Y-HDA-ST37-M20	ШТ	1,569,643
339271	Сверло с ограничителем TE-Y HDA-B 37X300	ШТ	1,947
339349	Анкер с подрезкой HDA-PR 30-M16X190/40	ШТ	1,039,750
339350	Анкер с подрезкой HDA-PR 30-M16X190/60	ШТ	1,075,750
339356	Анкер с подрезкой HDA-PF 20-M10X100/20	ШТ	241.833

Вес анкеров

артикул	Название анкера	Ед. Изм.	Вес нетто (граммы)
339357	Анкер с подрезкой HDA-PF 22-M1 2X125/30	ШТ	375.25
340957	Забивной анкер HKD-D M12X50 BUCKET	ШТ	51.368
369309	Анкер для гипсокартона HHD M6/12X52	ШТ	12.913
369310	Анкер для гипсокартона HHD M6/24X65	ШТ	13.72
371217	Анкер для пустотелого кирпича HKH M8/10	ШТ	75.6
371218	Анкер для пустотелого кирпича HKH M10/10	ШТ	110
371581	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M8X75/10	ШТ	30.68
371582	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M8X95/30	ШТ	36.73
371583	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M8X115/50	ШТ	43.24
371584	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M10X90/10	ШТ	59.56
371585	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M10X110/30	ШТ	69.2
371586	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M10X130/50	ШТ	80.2
371587	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M12X115/20	ШТ	106.32
371588	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M12X145/50	ШТ	126.72
371589	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M12X185/90	ШТ	156.44
371590	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M12X215/120	ШТ	178.72
371591	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M12X235/140	ШТ	192.76
371592	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M12X255/160	ШТ	206.72
371593	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M16X140/25	ШТ	231.667
371594	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M16X165/50	ШТ	258.333
371595	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M16X215/100	ШТ	324.833
371596	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M16X255/140	ШТ	380.417
371597	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M16X295/180	ШТ	431.5
371598	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M20X170/30	ШТ	434
371599	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M20X200/60	ШТ	495.8
371600	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M20X270/130	ШТ	685.2
371601	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M24X200/30	ШТ	771.8
371602	Анкер-шпил. отв. крепл. HST M24X230/60	ШТ	876
371775	Анкер высоких нагруз. HSL-3 M8/20	ШТ	70.375
371776	Анкер высоких нагруз. HSL-3 M8/40	ШТ	86.125
371778	Анкер высоких нагруз. HSL-3 M10/20	ШТ	130
371779	Анкер высоких нагруз. HSL-3 M10/40	ШТ	153
371781	Анкер высоких нагруз. HSL-3 M12/25	ШТ	221.9
371782	Анкер высоких нагруз. HSL-3 M12/50	ШТ	271.1
371784	Анкер высоких нагруз. HSL-3 M16/25	ШТ	482.033
371785	Анкер высоких нагруз. HSL-3 M16/50	ШТ	561.966
371787	Анкер высоких нагруз. HSL-3 M20/30	ШТ	792.833
371788	Анкер высоких нагруз. HSL-3 M20/60	ШТ	922
371790	Анкер высоких нагруз. HSL-3 M24/30	ШТ	1,200
371791	Анкер высоких нагруз. HSL-3 M24/60	ШТ	1,372,500
371793	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M8/20	ШТ	68
371794	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M8/40	ШТ	82.475
371796	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M10/20	ШТ	129.25
371797	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M10/40	ШТ	151.45
371799	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M12/25	ШТ	219.4
371800	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M12/50	ШТ	270.5
371802	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M16/25	ШТ	467.2
371803	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M16/50	ШТ	546.05
371805	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M20/30	ШТ	739.334
371806	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M20/60	ШТ	894
371811	Анкер высоких нагруз. HSL-3-B M16/25	ШТ	499.1
371812	Анкер высоких нагруз. HSL-3-B M16/50	ШТ	584.4
371814	Анкер высоких нагруз. HSL-3-B M20/30	ШТ	835.334
371829	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M8/100	ШТ	126
371830	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M10/100	ШТ	219.1
371831	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M12/100	ШТ	350.1
371832	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M16/100	ШТ	697.2
371833	Анкер высоких нагруз. HSL-3-G M20/100	ШТ	1,062,667
373474	Анкер для порист. бетона HPD M6/10	ШТ	50
373476	Анкер для порист. бетона HPD M8/10	ШТ	77

артикул	Название анкера	Ед. Изм.	Вес нетто (граммы)
373477	Анкер для порист. бетона HPD M8/20	ШТ	80
373478	Анкер для порист. бетона HPD M10/10	ШТ	118,35
373479	Анкер для порист. бетона HPD M10/30	ШТ	118
373484	Инструм. для устан. HPE-G 6/10	ШТ	3,25
373488	Инструм. для устан. HPE-G 8/10	ШТ	398
373489	Инструм. для устан. HPE-M 8/10	ШТ	275
373490	Инструм. для устан. HPE-G 8/20	ШТ	390
373491	Инструм. для устан. HPE-M 8/20	ШТ	255
373492	Инструм. для устан. HPE-G 10/10	ШТ	477
373494	Инструм. для устан. HPE-G 10/30	ШТ	483
376039	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M8X75/10	ШТ	31,46
376041	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M8X95/30	ШТ	37,5
376043	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M10X90/10	ШТ	61,04
376044	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M10X110/30	ШТ	70,76
376045	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M10X130/50	ШТ	84,26
376047	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M12X115/20	ШТ	108,04
376048	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M12X145/50	ШТ	128,24
376049	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M12X185/90	ШТ	157,04
376051	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M16X140/25	ШТ	232,917
376052	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M16X165/50	ШТ	264,25
376053	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M16X215/10	ШТ	331,583
376054	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M16X255/14	ШТ	390,167
376056	Анкер-шпил. отв. крепл. HST-R M20X170/30	ШТ	458,2
377343	Анкер высоких нагруз. HSL-3-SH M12/25	ШТ	228
378160	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x70	ШТ	10,3
378161	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x90	ШТ	11,228
378162	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x110	ШТ	13,15
378163	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x130	ШТ	14,63
378164	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x150	ШТ	16,807
378165	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x170	ШТ	18,38
378166	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x190	ШТ	21,28
378167	Креп. элем. изол. матер. IZ 8x210	ШТ	22,74
383047	Анкер-шуроп HUS 7,5x35	ШТ	8,22

Вся команда Hilti всегда в Вашем распоряжении



Отдел по работе с клиентами:

Мы хотим максимально упростить Вам жизнь. Независимо от того, что Вы желаете узнать, дружески настроенная команда службы работы с заказчиками Hilti всегда готова оказать быструю и квалифицированную помощь.

- Профессиональные консультации и помощь при покупке
- Принятие заказа
- Информация о ценах и поставках
- Обработка рекламаций
- Технические консультации
- Связь с обслужившим Вас техническим консультантом Hilti
- Реквизиты центра Hilti по соседству с Вами



Ваш технический консультант Hilti

Если Вам необходимо получить профессиональный совет или увидеть работу изделия на рабочем месте, в Вашем офисе или в мастерской, торговый представитель Hilti или один из наших инженеров-эксплуатационников немедленно с Вами свяжется. Каждый из них специализируется в Вашем деле/бизнесе, а потому Ваши требования ему полностью известны. Каждый может предложить:

- Профессиональные консультации и помощь при покупке,
- Демонстрацию продукта и применения, а также
- Обслуживание на месте.



Центры Hilti

Если Вам необходимо изделие Hilti очень быстро, или Вы немедленно хотите наблюдать его в действии, Вам необходимо попасть в центр Hilti. Вам предложат:

- Профессиональные консультации и помощь при покупке,
- Демонстрацию изделий, а также
- Пункт приема для ремонта.

Торгово-технические центры Hilti

г. Белгород 380000
ул. Победы, 49, корп. 3
Т (4722) 58 57 03
Ф (4722) 33 97 28
E rublghc@hilti.com

г. Владивосток 690003
ул. Посьетская, 19
Т (4232) 41 16 75
Ф (4232) 41 16 75
E ruvidhc@hilti.com

г. Волгоград 400131
ул. Бульвар 30-летия Победы, 39А
Т (8442) 33 42 69
Ф (8442) 33 42 81
E ruvgghc@hilti.com

г. Воронеж 394006
ул. 20 лет Октября, 55
Т (4732) 78 01 65, 77 00 08
Ф (4732) 72 02 67
E ruvrnhc@hilti.com

г. Екатеринбург 620026
ул. Мамина-Сибиряка, 132
Т (343) 379 59 97, 379 59 99
Ф (343) 379 59 98
E ruekbhc@hilti.com

г. Иркутск: 664007
ул. Поленова 33/5
Т (3952) 70 32 02, 70 32 99
Ф (3952) 70 32 54
E ruirkhc@hilti.com

г. Казань 420006
ул. Рахимова, 8
Т (843) 511 98 61
Ф (843) 511 98 60
E rukazhc@hilti.com

г. Калининград 236023
Советский пр-т, 159
Т (4012) 66 85 32
Ф (4012) 66 85 32
E ruklgzhc@hilti.com

г. Краснодар 350020
ул. Бабушкина, 246
Т (861) 215 42 75, 215 56 52
Ф (861) 215 42 75
E rukrdhc@hilti.com

г. Красноярск 660093
ул. Академика Вавилова, 1, стр. 10
Т (3912) 58 89 91, 76 80 70
Ф (3912) 76 80 69
E rukrahc@hilti.com

г. Москва (ХЦ-1) 143441
Московская обл., МКАД 69 км, "Гринвуд"
Т (495) 792 52 52
Ф (495) 792 52 53
E rumskhc1@hilti.com

г. Набережные Челны 423800
пос. Орловка, ул. Центральная, 212А
Т/Ф (8552) 51 86 63, 51 55 36
E runchhc@hilti.com

г. Нижний Новгород 603057
ул. Бекетова, 3Б
Т (831) 416 82 65
Ф (831) 416 82 66
E runnghc@hilti.com

г. Новокузнецк 654027
Проспект Курако, 22
Т/Ф (3843) 74 52 11
E runvkhc@hilti.com

г. Новосибирск: 630005
ул. Ипподромская, д. 19
Т (383) 201 55 30, 201 55 33
Ф (383) 201 55 36
E runsbhc@hilti.com

г. Омск 644046
пр-т К. Маркса, 41
Т (3812) 30 66 88
Ф (3812) 53 26 96
E ruomshc@hilti.com

г. Пермь 614107
ул. Металлистов, 8
Т (342) 260 37 63, 260 36 95
Ф (342) 260 37 92
E ruprmhc@hilti.com

г. Ростов-на-Дону 344038
пр-т. Михаила Нагибина, 27
Т (863) 230 50 21
Ф (863) 245 99 03
E rurndhc@hilti.com

г. Самара 443041
ул. Красноармейская, 74
Т/Ф (846) 310 00 14, 310 00 13
E rusamhc@hilti.com

г. Санкт-Петербург 192102
ул. Фучика, 4В
Т (812) 718 19 19, 703 12 47
Ф (812) 718 19 29
E ruspbhc1@hilti.com

г. Оренбург 460051
ул. Газовиков, 1
Т (3532) 32 80 05
Ф (3532) 32 80 05
E ruornhc@hilti.com

г. Саратов 410005
ул. Вольская, 127/133
Т (8452) 21 60 01
Ф (8452) 21 60 01
E rusarhc@hilti.com

г. Сочи 354002
ул. Комсомольская, 13
Т (8622) 62 38 90
Ф (8622) 62 60 68
E rusochc@hilti.com

г. Ставрополь 355038
ул. Ленина, 423-Л
Т/Ф (8652) 56 06 20
E rustahc@hilti.com

г. Сургут 628400
Пролетарский проспект, 11
Т/Ф (3462) 22 16 60
E rusrgchc@hilti.com

г. Тольятти 445044
ул. Офицерская 4а
Т (8482) 31 18 96, 53 88 36
Ф (8482) 31 18 96
E ruttlhc@hilti.com

г. Тюмень 625013
ул. 50 лет Октября 80
Т (3452) 41 44 03, 41 52 06
Ф (3452) 41 52 06
E rutmnhc@hilti.com

г. Уфа, Республика Башкортостан, 450014
ул. Кирова, 136/1
Т/Ф (347) 248 15 55, 248 15 50
E ruufahc@hilti.com

г. Хабаровск 680030
ул. Востречева, 6
Т (4212) 41 16 07
Ф (4212) 29 37 96
E rukhahc@hilti.com

г. Челябинск 454092
ул. Воровского, 63
Т (351) 232 85 05, 232 85 08
Ф (351) 232 85 09
E ruchehc@hilti.com

г. Южно-Сахалинск 693012
пр-т Мира, 1В,
Т/Ф (4242) 77 94 58
E rusakhc@hilti.com

г. Ярославль 150003
ул. Володарского, 1А
Т (4852) 45 79 57, 48 66 56
Ф (4852) 48 66 56
E ruyarhc@hilti.com

Сервисные центры Hilti

г. Екатеринбург 620137
ул. Бархотская, 2
T (343) 379 59 97, 345 17 40
F (343) 379 59 97
E ruekbrc@hilti.com

г. Казань 420006
ул. Рахимова, 8
T/F (843) 512 21 38
E rukazrc@hilti.com

г. Краснодар 350020
ул. Бабушкина, 246
T/F (861) 512 21 38
E rukrarc@hilti.com

г. Москва 141207
М.О. г. Пушкино
Пушкинское поле, вл.10, стр.3, бокс 1
T/F (495) 792 52 57
E rualcsrmoscow@hilti.com

г. Новосибирск 630019
ул. Малыгина, 7
T/F (383) 356 61 58
E runsbrc@hilti.com

г. Самара 443041
ул. Красноармейская, 74
T/F (846) 310 04 56
E rusamrc@hilti.com

г. Санкт-Петербург 192102
ул. Фучика, 4В
T/F (812) 718 19 17
E ruspbrc@hilti.com

г. Хабаровск 680030
ул. Вострецова, 6
T/F (4212) 41 16 07, 29 37 96
E rukharc@hilti.com

Технические консультанты Hilti

г. Абакан
M +7(913) 440 01 11

г. Астрахань
M +7(8512) 73 15 73

г. Барнаул
M +7(3852) 60 06 90

г. Владимир
M +7(910) 777 00 36

г. Вологда
M +7(911) 511 00 30

г. Иваново
M +7(910) 901 22 22

г. Ижевск
M +7(3412) 56 57 34

г. Кемерово
M +7(913) 300 34 60

г. Киров
M +7(8332) 49 45 70

г. Кострома
M +7(910) 901 22 22

г. Курск
M +7(910) 341 04 27

г. Липецк
M +7(910) 355 07 35

г. Магнитогорск
M +7(919) 111 70 50, 111 70 60

г. Нижнекамск
M +7(917) 260 78 31

г. Новороссийск
M +7(918) 496 33 33
+7(918) 450 00 02

г. Новый Уренгой
M +7(922) 207 91 07

г. Норильск
M +7(913) 530 08 55
+7(3919) 41 58 55

г. Орел
M +7(910) 344 40 05

г. Пенза
M +7(9272) 89 39 92

г. Пятигорск
M +7(8652) 40 48 15

г. Рыбинск
M +7(910) 973 10 82

г. Рязань
M +7 (910) 628 28 10

г. Смоленск
M +7(910) 789 35 28

г. Старый Оскол
M +7(910) 320 62 72

г. Стерлитамак
M +7(917) 444 49 95

г. Сыктывкар
M +7(912) 861 25 35

г. Тверь
M +7(910) 647 58 59

г. Томск
M +7(3822) 50 64 22

г. Тула
M +7(910) 702 28 21

г. Ульяновск
M +7(8422) 70 94 18

г. Чебоксары
M +7(917) 650 40 30

г. Череповец
M +7(911) 508 88 66

г. Чита
M +7(914) 470 09 59

г. Якутск
M +7(4112) 76 06 93