



Открытое акционерное общество
«Научно-исследовательский центр «Строительство»
ОАО «НИЦ «Строительство»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

УСТРОЙСТВО АРМАТУРНЫХ ВЫПУСКОВ, УСТАНОВЛЕННЫХ В БЕТОН ПО ТЕХНОЛОГИИ «Hilti REBAR»

Расчет, проектирование, монтаж

СТО-36554501-023-2010

**Москва
2010**

Предисловие

Цели и задачи разработки, а также использования стандартов организаций в РФ установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила разработки и оформления – ГОСТ Р 1.0 – 2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения» и ГОСТ Р 1.4 – 2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

Сведения о стандарте:

1. РАЗРАБОТАН и ВНЕСЕН лабораторией сейсмостойкости конструкций Центра исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – института ОАО «НИЦ «Строительство» (канд. техн. наук Грановский А.В.) при участии ЗАО «Хилти Дистрибьюшн Лтд»
2. РЕКОМЕНДОВАН К ПРИНЯТИЮ Научно-техническим советом ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко 12 апреля 2010 г.
3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН в действие приказом генерального директора ОАО «НИЦ «Строительство» от 5 июля № 148 и приказом генерального директора ЗАО «Хилти Дистрибьюшн Лтд» от 25 июня 2010 № 02/06-Gen
4. СТАНДАРТ ГАРМОНИЗИРОВАН с основными положениями европейских норм
5. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Замечания и предложения следует направлять в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – институт ОАО «НИЦ «Строительство»: т/ф 8-499-170-10-60, 8-499-174-77-87.

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве нормативного документа без разрешения ОАО «НИЦ «Строительство».

Применение настоящего стандарта следует осуществлять на базе договора с ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – институтом ОАО «НИЦ «Строительство», что определено положениями ГОСТ Р 1.4–2004.

© ОАО «НИЦ «Строительство», 2010
ЗАО «Хилти Дистрибьюшн Лтд»

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	IV
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	1
2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	2
3. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	3
4. ТЕРМИНЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	5
4.1 <i>Специальные термины</i>	5
4.2 <i>Общие термины</i>	6
5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕМЕНТАМ КРЕПЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ Hilti REBAR.....	7
5.1. <i>Технические требования к материалам основания</i>	7
5.2. <i>Технические требования к клеевому составу</i>	8
5.2.1. <i>Требования к клеевому составу HILTI HIT-HY 150 MAX.</i>	8
5.2.2. <i>Требования к клеевому составу HILTI HIT-RE 500</i>	11
5.3. <i>Требования к арматурным стержням, вклеенным в бетон</i>	14
6. РАСЧЕТ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ Hilti REBAR.....	15
7. ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ АРМАТУРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ Hilti REBAR В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛАССА ОГНЕСТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИИ.....	17
8. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ Hilti REBAR.....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ А (рекомендуемое).....	32
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (примеры расчета).....	35

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий стандарт разработан в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» №184-ФЗ и предназначен для разработчиков стандарта и организаций, разрабатывающих проектную и иную документацию при строительстве зданий и сооружений из железобетонных конструкций.

Стандарт может применяться организациями, выполняющими работы в области установленной стандартом, если эти организации имеют сертификаты соответствия, выданные Органом по сертификации в системе добровольной сертификации, созданной организациями разработчиками стандарта. Технология **Hilti REBAR** основывается на Европейских технических правилах ETA TR 023: «Оценка вклеиваемой арматуры» (редакция — ноябрь 2006 г.). Данные нормы соответствуют Общеввропейскому строительному техническому кодексу EC2, допускающему проектирование и расчет вклеиваемой арматуры как заранее забетонированной арматуры.

Применение технологии Hilti Rebar позволяет:

- повысить эксплуатационную надежность сборных железобетонных конструкций и их узловых соединений при проведении работ по их монтажу и усилению;
- существенно снизить расход стали и сократить сроки выполнения строительных работ при усилении конструкций по сравнению с типовыми методами усиления;
- снизить нагрузки на усиливаемые конструкции от веса элементов усиления.

При разработке настоящего Стандарта использовались результаты исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко и материалы ЗАО «Хилти Дистрибьюшн Лтд».

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

УСТРОЙСТВО АРМАТУРНЫХ ВЫПУСКОВ, УСТАНОВЛЕННЫХ В БЕТОН ПО ТЕХНОЛОГИИ «Hilti REBAR»

Расчет, проектирование, монтаж

POST INSTALLED REBAR CONNECTIOS, TECHNOLOGY «Hilti REBAR»

Calculation, design, installation.

Дата введения 2010-07-10

1 Общие положения

Объектами стандартизации в настоящем Стандарте организации являются:

- требование к клееным арматурным стержням;
- требования к материалу основания – бетону, в который устанавливаются (вклеиваются) арматурные стержни;
- требования к клеевому составу;
- технология работ при установке арматурных стержней в бетонное основание.

Настоящий Стандарт организации разработан в полном соответствии с действующими строительными нормами и правилами и регламентирует применение материалов при использовании технологии клеенных арматурных выпусков, и непосредственно самой технологии работ по установке клеенных арматурных выпусков. Положения, содержащиеся в настоящем документе, могут быть в дальнейшем дополнены, изменены или отменены при появлении новых данных, подтвержденных результатами научных исследований или практикой строительства.

Стандарт предназначен для специалистов проектных и строительных организаций, а также строительных инспекций.

2 Область применения

Настоящий Стандарт распространяется на арматурные стержни, вклеенные в железобетонные конструкции. Указанная конструкция анкерного крепежа используется для крепления следующих типов конструкций:

- для соединения элементов междуэтажных перекрытий между собой;
- для соединения монолитных (сборных) железобетонных стен с железобетонными балками;
- организация вертикальных и горизонтальных стыковых соединений колонн, панелей и т.д.;
- ремонт и усиление конструкций при проведении ремонтных работ и работ по капитальному ремонту зданий и сооружений;
- устройство консольных конструкций (балконы, платформы и лестничные площадки).

Настоящий Стандарт Организации (далее – СТО) определяет основные требования, предъявляемые к вклеенным в бетон арматурным стержням и к железобетонным основаниям, в которое они крепятся, а также устанавливает критерии применимости, которым они (арматурные стержни, клеевой химический состав и основание) должны удовлетворять.

Настоящий СТО устанавливает требования, необходимые при расчете, проектировании и при использовании в строительстве анкерных выпусков из арматуры, установленной в бетон по технологии **Hilti REBAR**, в том числе:

- требования к применяемым строительным материалам: монолитному или сборному железобетону, арматуре, клеевому составу;
- требования к сцеплению клеевого состава с бетоном и арматурой;
- требования к выбору и установке анкеров по технологии **Hilti REBAR** с учетом проектной нагрузки на анкер.

Требования настоящего стандарта необходимо соблюдать как при новом строительстве, так и при реконструкции существующих объектов с различными типами несущих и ограждающих конструкций.

Положения настоящего Стандарта распространяются на арматурные стержни, вклеенные в железобетон, подвергающийся воздействиям статических и динамических нагрузок в виде комбинации растягивающих и срезающих усилий.

Использование арматурных стержней, вклеенных в железобетон, в конструкциях зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах, возможно при подтверждении их применимости данными экспериментальных исследований или при наличии проектной документации, согласованной и утвержденной в установленном порядке.

3 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и классификаторы:

- СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия
- СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии

- СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений

- СНиП П-23-81* Стальные конструкции. Нормы проектирования

- СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения
- СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры

- ГОСТ 1.1-2002 Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения

СТО-36554501-023-2010

- ГОСТ Р 1.2-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления и отмены
- ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения
- ГОСТ Р 1.5-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения
- ГОСТ Р 1.10-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Правила стандартизации и рекомендации по стандартизации. Порядок разработки, утверждения, изменения, пересмотра и отмены
- ГОСТ 9.005-72 ЕСЗКС Металлы, сплавы, металлические и неметаллические покрытия. Допустимые и недопустимые контакты с металлами и неметаллами
- ГОСТ 27.002-83 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения
- ГОСТ 5781-82* Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия
- ГОСТ 8829-94 Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний на нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости
- ГОСТ 27751-88 Надежность строительных конструкций и основания. Основные положения по расчету
- ГОСТ 31251-2003 Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны

- ГОСТ Р 53231-2008 Бетоны. Правила контроля прочности
- ГОСТ Р 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия
- Национальное Приложение Проектирование бетонных конструкций. Часть 1-1. приложение к Общим правилам и правилам для зданий. Еврокод 2.
- EN 1992-1-1:2004
- Технический отчет «Оценка соединений с использованием клеенной арматуры» Издание Ноябрь 2006.
- EOTA TR 023

4 Термины и определения

В настоящем стандарте используются термины и определения, установленные в национальном стандарте Российской Федерации на термины и определения ГОСТ 1.1, ГОСТ Р 1.12 или в действующем в этом качестве межгосударственном стандарте на термины и определения, а также термины и определения, принятые Европейской Организацией по Техническому нормированию (ЕОТА) и утвержденных директивами (нормативными документами) ЕТАГ. Отдельные термины на анкерные крепления с соответствующими определениями приведены ниже.

4.1 Специальные термины

Пригодность к эксплуатации – способность изделия (анкерного) соответствовать своему целевому назначению и обеспечивать расчетный срок службы.

Срок службы – период времени, в течение которого эксплуатационные характеристики изделия (анкерного крепления) поддерживаются на соответствующем эксплуатационном уровне, т.е. на уровне, соответствующем их целевому назначению.

Долговечность – способность изделия (анкера) обеспечивать заданный срок службы анкерного крепления (при условии соответствующего технического обслуживания).

Арматурный выпуск, вклеенный в железобетон – арматурный стержень, заделываемый в какую-либо конструкцию здания или сооружения и предназначенный для обеспечения совместной работы существующих и вновь возводимых железобетонных конструкций.

Арматурный крепежный элемент включает в себя:

- собственно арматурный стержень;
- основание – несущие или ограждающие конструкции зданий, выполненные из монолитного или сборного железобетона, в которые устанавливается арматурный стержень;
- клеевой состав – материал, обеспечивающий связь арматурного стержня с основанием и закачиваемый в заранее просверленное отверстие.

4.2 Общие термины

Усилия, прикладываемые к арматурному стержню:

- усилие вырыва (F) – усилие, приложенное вдоль оси арматурного стержня;
- усилие среза (Q) – усилие, приложенное перпендикулярно (поперек) оси арматурного стержня;

Несущая способность арматурного стержня – характеристика арматурного стержня, которая выражается величиной нагрузки, отвечающей предельному состоянию анкерного крепления (бетонного основания или непосредственно арматурного стержня) по прочности.

Предельное состояние – состояние, при превышении которого узел крепления арматурного стержня в железобетон перестает удовлетворять

заданным эксплуатационным требованиям.

Предельные состояния анкерного узла подразделяются на:

- первое предельное состояние характеризуется разрушением анкерного узла по разным схемам: разрушение непосредственно анкера или разрушение основания;

- второе предельное состояние характеризуется достижением предельных деформаций (перемещений) элементов анкерного узла.

5 Технические требования к элементам крепления конструкций по технологии Hilti REBAR

5.1 Технические требования к материалам основания

5.1.1 Железобетонные и бетонные конструкции, в которые осуществляется вклеивание арматурных стержней, должны отвечать требованиям соответствующих нормативных документов и проекта в части прочности, трещиностойкости, огнестойкости и влажности.

5.1.2 Настоящий Стандарт распространяется на железобетонные и бетонные конструкции, минимальная толщина элементов которых при анкеровки (вклеивании) в них арматурных стержней должна быть не менее 100 мм. В случае, если толщина конструкции менее 100 мм применение технологии вклеивания арматурных стержней (**Hilti REBAR**) должно быть обосновано на основе расчета и натуральных испытаний.

5.1.3 Оценка прочностных и деформационных характеристик материала основания должна осуществляться в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

5.1.4 При вклеивании арматурных стержней по технологии **Hilti REBAR** в бетонное (железобетонное) основание необходимо учитывать прочность бетона, степень трещиностойкости материала и наличия раковин и сколов.

Указанное необходимо для правильного выбора марки клеевого состава,

геометрических характеристик арматурных стержней и глубины их заделки в основании.

5.1.5 На поверхности соединяемых по технологии **Hilti REBAR** конструктивных элементов не должно быть повреждений, за исключением поверхностных усадочных или силовых трещин, ширина раскрытия которых регламентируется СП 52-101-2003

Применение технологии **Hilti REBAR** рекомендуется в конструкциях из бетона класса не менее В15.

5.1.7 При вклеивании арматурных стержней по технологии **Hilti REBAR** в стержневые железобетонные конструкции – ригели и балки и в плоские элементы – плиты перекрытий и покрытий необходимо учитывать следующие требования:

- минимальные расстояния от края конструкции до вклеиваемого арматурного стержня и между арматурными стержнями должны определяться в соответствии с указаниями данного Стандарта;

- при установке арматурных стержней в плиты должны учитываться их конструктивные особенности.

5.2 Технические требования к клеевому составу

Для вклеивания арматурных стержней в бетон на основе использования технологии **Hilti REBAR** следует использовать следующие клеевые составы:

- состав быстрого твердения –НIT–НУ 150 МАХ;
- состав высокой прочности и медленного твердения –НIT–RE 500.

5.2.1 Требования к клеевому составу HILTI НIT–НУ 150 МАХ

5.2.1.1 Передача усилий на вклеенные в бетон по технологии **Hilti REBAR** арматурные стержни должна осуществляться после затвердения клеювого состава согласно данных табл. 5.1.

5.2.1.2 Температурный диапазон эксплуатации клеевого состава от минус 40°C до 80°C. При этом максимальная продолжительная температура должна быть не более 50°C, максимальная кратковременная температура – 80°C.

5.2.1.3 Максимальный диаметр арматурных стержней, вклеиваемых в бетон по технологии **Hilti REBAR** с использованием клеевой массы **HIT-HY 150 MAX**, не должен превышать 25 мм.

Время твердения клеевого состава **HILTI HIT-HY 150 MAX**

Таблица 5.1

Температура базового материала	Время схватывания $t_{\text{эт,нач}}$	Время полного набора прочности $t_{\text{эт,полн}}$
минус 10°C	3 ч	12 ч
минус 5°C	40 мин	4 ч
0°C	20 мин	2 ч
5°C	8 мин	1 ч
20°C	5 мин	30 мин
30°C	3 мин	30 мин
40°C	2 мин	30 мин

Примечания:

- Все промежутки времени измеряются от момента смешивания компонентов (пропускания через смеситель)
- Температура капсул с клеевым составом в момент использования должна быть от 5°C до 25°C, при использовании кассеты увеличенного размера 1400мл она должна быть охлаждена перед использованием до температуры 15°C.

5.2.1.4 Величину сопротивления сцепления арматуры с бетоном в зависимости от класса бетона следует определять по табл.5.2.

5.2.1.5 При установке анкеров по технологии **Hilti REBAR** с использованием клеевой массы марки **НТ-НУ 150 MAX** необходимо соблюдать параметры глубины посадки анкеров в бетон и длину нахлеста на существующую рабочую арматуру усиливаемых конструкций, указанные в табл. 5.3.

**Расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном для
клеевого состава HILTI НТ-НУ 150 MAX, f_{bd} (Н/мм²)**

Таблица 5.2

Арматура (мм)	Класс бетона							
	В 15	В 20	В 22,5	В 30	В 35	В 40	42,5	В 45
8	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,4	3,4	3,7
10	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,4	3,4	3,7
12	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,4	3,4	3,7
14	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,4	3,4	3,7
16	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,4	3,4	3,7
18	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,4	3,4	3,7
20	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,4	3,4	3,7
22	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,4	3,4	3,7
24	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,4	3,4	3,7
25	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,4	3,4	3,7

**Минимальная/максимальная глубина установки и длина перехлеста
для клеевого состава HILTI НТ-НУ 150 MAX (Бетон В20)**

Таблица 5.3

Арматура	Бурение электроперфоратором или пневмоперфоратором		
	Диаметр d_s [мм]	l_{min} [мм]	l_{max} [мм]
8	113	200	1000
10	142	200	1000
12	170	200	1000
14	198	210	1000
16	227	240	1500
18	255	270	2000
20	284	300	2000
22	312	330	2000
24	340	360	2000
25	354	375	2000

Продолжение

Примечания:

– $l_{b, \text{мин}}$ – минимальная глубина установки при условии передачи усилия на бетон.

– $l_{o, \text{мин}}$ – минимальная длина перехлеста между устанавливаемой арматуры по технологии HR и существующей арматуры.

– $l_{\text{max [мм]}}$ – максимально допустимая глубина установки анкера

5.2.2 Требования к клеевому составу HIT-RE 500

5.2.2.1 Температурный диапазон эксплуатации клевого состава HIT-RE 500 от минус 40°C до 80°C. При этом максимальная продолжительная температура должна быть не более 50°C, максимальная кратковременная температура – 80°C.

5.2.2.2 Время твердения клевого состава HIT-RE 500 и начальный момент приложения нагрузки к анкеру при установке в сухой бетон приведены в таблице 5.4. При вклейке арматуры при температурах ниже 5°C расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном должно быть уменьшено на величину понижающего коэффициента (табл.5.4).

Время твердения клевого состава HIT-RE 500

Таблица 5.4

Температура базового материала	Время схватывания $t_{\text{эт, нач}}$	Время полного набора прочности $t_{\text{эт, полн}}$	Понижающий коэффициент
минус 5°C	4 ч	72 ч	0.6
0°C	3 ч	50 ч	0.7
5°C	2 ч 30 мин	36 ч	1.0
20°C	30 мин	12 ч	1.0
30°C	20 мин	8 ч	1.0

40°C	12 мин	4 ч	1.0
------	--------	-----	-----

Примечания:

- все промежутки времени измеряются от момента пропускания двухкомпонентного состава через смеситель;
- после $t_{\text{эт,полн}}$ может быть приложена полная нагрузка.

5.2.2.3 Усилие сцепления анкера с бетоном в зависимости от способа бурения отверстия в бетоне следует определять по табл.5.5 и 5.6.

Расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном для клеевого состава HILTI HIT-RE 500 при бурении электроперфоратором, пневмоперфоратором и для сухого алмазного бурения, f_{bd} (Н/мм²)

Таблица 5.5

Арматура (мм)	Класс бетона							
	B 15	B 20	B 22.5	B 30	B 35	B 40	42.5	B 45
8	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
10	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
12	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
14	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
16	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
18	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
20	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
22	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
24	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
25	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
26	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
28	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
30	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
32	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
34	2,0	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	3,9	4,2
36	1,9	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	3,8	4,1
40	1,8	2,1	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0

5.2.2.4 При вклейке арматуры по технологии Hilti REBAR с использованием клеевого состава HIT-RE 500 необходимо соблюдать параметры глубины посадки анкеров в бетон и длину перехлеста на существующую рабочую арматуру усиливаемых конструкций, указанные в табл. 5.7.

**Расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном для
клевого состава HILTI HIT-RE 500 для влажного алмазного
бурения, f_{bd} (Н/мм²)**

Таблица 5.6

Арматура (мм)	Класс бетона							
	В 15	В 20	В 22.5	В 30	В 35	В 40	42.5	В 45
8	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
10	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
12	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
14	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
16	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
18	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
20	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
22	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
24	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
25	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
26	2,0	2,3	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
28	2,0	2,3	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
30	2,0	2,3	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
32	2,0	2,3	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
34	2,0	2,3	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
36	1,9	2,2	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
40	1,8	2,1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

**Минимальная/максимальная глубина установки и длина перехлеста
для клеевого состава HILTI HIT-RE-500 (Бетон В20)**

Таблица 5.7

Арматура	Бурение электроперфоратором, пневмоперфоратором и сухое алмазное бурение		Влажное алмазное бурение			
	Диаметр, d_s [мм]	$l_{b, мин}$ [мм]	$l_{o, мин}$ [мм]	$l_{b, мин}$ [мм]	$l_{o, мин}$ [мм]	L_{max} [мм]
8		113	200	170	300	1000
10		142	200	213	300	1000
12		170	200	255	300	1200
14		198	210	298	315	1400

Продолжение

16	227	240	340	360	1600
18	255	270	383	405	1800
20	284	300	425	450	2000
22	312	330	468	495	2200
24	340	360	510	540	2400
25	354	375	532	563	2500
26	369	390	553	585	2600
28	397	420	595	630	2800
30	425	450	638	675	3000
32	454	480	681	720	3200
34	492	510	738	765	3200
36	532	540	797	810	3200
40	616	621	925	932	3200

Примечания:

– $l_{b, \text{мин}}$ – минимальная глубина установки при условии передачи усилия на бетон. (Минимальная глубина установки при использовании влажного алмазного бурения должна быть увеличена в 1.5 раза)

– $l_{o, \text{мин}}$ – минимальная длина перехлеста между устанавливаемой арматуры по технологии HR и существующей арматуры.

– $l_{\text{макс}}$ [мм] – максимальная глубина установки

5.3 Требования к арматурным стержням, вклеенным в бетон

5.3.1 Материал арматурных стержней должен удовлетворять требованиям действующих нормативных документов.

5.3.2 Срок службы арматурных стержней должен соответствовать сроку службы конструкций, соединяемых по технологии **Hilti REBAR**.

5.3.4 Крепление (соединение) бетонных (железобетонных) элементов по технологии **Hilti REBAR** должны проектироваться и выполняться таким образом, чтобы нагрузки, воздействиям которых они подвергаются при эксплуатации, не приводили бы к любому из перечисленных ниже последствий:

– полному или частичному разрушению арматурного стержня или основания;

– к значительным деформациям (перемещениям) анкерных стержней или основания, в результате которых эксплуатационная надежность самих конструкций или их соединений не обеспечена, т.е. имеет место их повреждение или разрушение.

5.3.5 Требования по коррозионной защите вклеенных арматурных выпусков аналогичны требованиям, предъявляемым к арматуре монолитных железобетонных конструкций.

6 Расчет анкерного крепления по технологии Hilti REBAR

(стандарт EN 1992-1-1-2004/E п.8.4.4)

6.1 Базовую (основную) длину установки для вклеенной арматуры ($\ell_{b,rqd}$) следует определять по формуле

$$\ell_{b,rqd} = (d_s/4)(\sigma_{sd}/f_{bd}),$$

где d_s – диаметр арматуры;

σ_{sd} – расчетное напряжение в арматуре;

f_{bd} – расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном, определяется по таблицам (5.2, 5.5, 5.6).

6.2 Требуемую расчетную глубину установки (ℓ_{bd}) арматуры следует определять по формуле:

$$\ell_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \ell_{b,rqd} \geq \ell_{b,мин};$$

$\ell_{b,мин}$ – минимальная глубина посадки (см. таб. 5.3 и 5.7)

6.2.1 При работе арматуры на сжатие $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1$ и принимать:

$$\ell_{bd} = \ell_{b,rqd} \geq \ell_{b,мин}.$$

6.2.2 При работе арматуры на растяжение значения коэффициентов $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ и α_5 принимать равными:

α_1 – коэффициент, учитывающий форму арматурных стержней. Для

технологии **Hilti REBAR** $\alpha_1=1$;

α_2 – коэффициент, учитывающий краевые расстояния до кромки бетона и межосевое расстояние.

$$\alpha_2 = 1 - 0.15(c_d - d_s) / d_s,$$

$$0.7 < \alpha_2 < 1,$$

где d_s – диаметр арматуры

$c_d = \min \{a/2, c_1, c\}$ – см. рис.6.1.

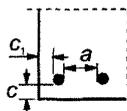


Рисунок 6.1

α_3 – коэффициент, учитывающий влияние усиления кромки. Для технологии **Hilti REBAR** $\alpha_3=1$;

α_4 – коэффициент, учитывающий влияние одной или более сварной поперечной арматуры вдоль расчетной длины анкеровки (ℓ_{bd}). Для технологии **Hilti REBAR** $\alpha_4=1$;

α_5 – коэффициент, учитывающий влияние дополнительного поперечного давления на арматуру. Для технологии **Hilti REBAR** $\alpha_5=1$;

При назначении коэффициентов должно соблюдаться условие:

$$(\alpha_2 \alpha_3 \alpha_5) \geq 0.7$$

В случае если произведение $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_5$ меньше 0.7, принимается 0.7.

6.3 При соединении арматурных стержней внахлест необходимо учитывать следующее.

6.3.1 Перехлест арматуры должен обеспечивать:

- передачу усилий между арматурными стержнями;
- отсутствие сколов бетона в области арматурных соединений;

– отсутствие трещин в зоне нахлеста арматуры;

6.3.2 Перехлесты арматур не должны быть расположены в областях повышенных значений моментов сил.

6.3.3 Армирование внахлест должно выполняться с соблюдением указаний, приведенных на рис.6.2.

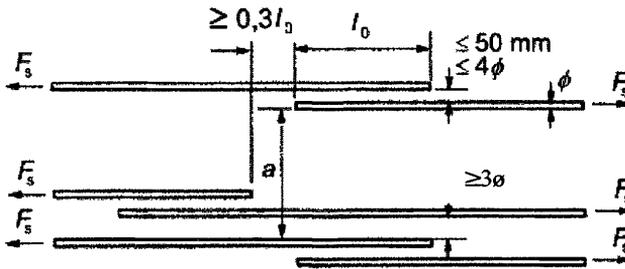


Рисунок 6.2

6.3.4 Расчетная длина перехлеста (l_0) определяется по формуле:

$$l_0 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 l_{b,rqd} \geq l_{0, \text{мин}}, \text{ где}$$

$l_{b,rqd}$ – см. формулу п. 6.1;

$l_{0, \text{мин}}$ – минимальная длина перехлеста равная (см. таб. 5.3 и 5.7)

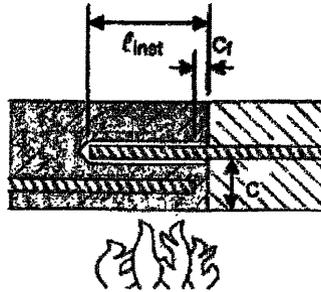
$$l_{0, \text{мин}} > \max \{0,3\alpha_6 l_{b,rqd}; 15 \times d_s; 200 \text{ мм}\};$$

Значения коэффициентов $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ и α_5 – см. п.6.2.

α_6 – коэффициент, учитывающий отношение количества существующей и клеиваемой арматуры. Для технологии Hilti REBAR $\alpha_6=1,5$;

7 Оценка прочности арматурных соединений при использовании технологии Hilti REBAR в зависимости от класса огнестойкости конструкции

7.1 При применении технологии вклейки арматуры Hilti REBAR с использованием клеевого состава HILTI HIT-HY 150 MAX допускаемый защитный слой бетона в зависимости от предъявляемой к конструкции класса огнестойкости следует определять по табл. 7.1.

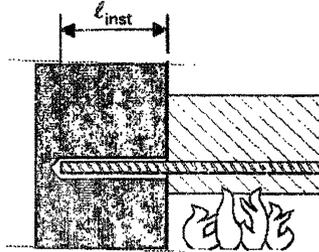


Зависимость величины расчетного сопротивления сцепления арматуры с бетоном f_{bd} клевого состава NITLI HIT-HY 150 MAX от толщины защитного слоя и класса огнестойкости конструкции

Таблица 7.1

Расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном f_{bd} (Н/мм ²)					Защитный слой бетона, c ₁
F30	F60	F90	F120	F180	Мм
0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	30
0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	35
0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	40
0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	45
1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	50
1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	55
1,5	0,6	0,0	0,0	0,0	60
1,9	0,7	0,4	0,0	0,0	65
2,2	0,9	0,5	0,0	0,0	70
	1,0	0,5	0,0	0,0	75
	1,2	0,6	0,4	0,0	80
	1,4	0,7	0,4	0,0	85
	1,5	0,8	0,5	0,0	90
	1,7	0,9	0,6	0,0	95
	2,0	1,1	0,7	0,0	100
	2,2	1,2	0,8	0,4	105
		1,4	0,9	0,4	110
		1,6	1,1	0,5	115
		1,9	1,2	0,5	120
		2,1	1,4	0,6	125
		2,2	1,6	0,7	130
			1,8	0,8	135
			2,1	0,8	140
			2,2	0,9	145
				0,9	150
				1,0	155
				1,1	160
				1,2	165
				1,4	170
				1,6	175
				1,9	180
				2,1	185
				2,2	190

7.2 При использовании клеевой массы НТ-НУ 150МАХ усилие вырыва вклеенных в железобетон арматурных стержней при заданном классе огнестойкости конструкций следует определять по табл. 7.2.



**Зависимость усилия вырыва (кН) арматуры от глубины установки
и класса огнестойкости конструкций**

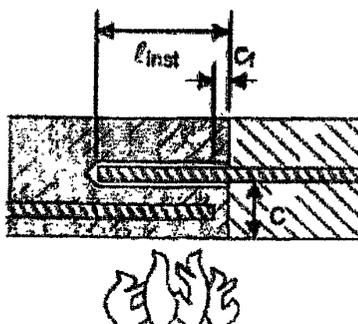
Таблица 7.2

Арматура Ø	мм	F30	F60	F90	F120	F180
		кН	кН	кН	кН	кН
8	8,0	2,2	0,7	0,2	0,1	0,0
	12,0	8,2	2,9	1,4	0,8	0,2
	17,0	16,2	10,0	6,0	3,7	1,4
	21,0		16,2	13,0	9,5	3,6
	23,0			16,2	13,0	5,7
	25,0				16,2	9,3
10	30,0					16,2
	10,0	5,9	2,0	0,8	0,4	0,0
	15,0	16,9	8,1	4,5	2,8	1,0
	19,0	25,3	16,8	11,9	7,7	2,9
	23,0		25,3	20,7	16,3	7,2
	26,0			25,3	22,9	13,8
11	28,0				25,3	18,2
	32,0					25,3
	12,0	12,3	4,4	2,2	1,2	0,3
	18,0	28,2	17,6	11,6	7,1	2,7
	22,0	36,4	28,1	22,2	16,9	6,8
	26,0		36,4	32,7	27,5	16,5
14,0	28,0			36,4	32,8	21,8
	30,0				36,4	27,1
	34,0					36,0
	14,0	20,5	8,8	4,7	3,0	1,0
14,0	21,0	42,1	29,7	22,8	16,7	6,3
	24,0	49,6	39,0	32,0	25,9	13,1
	28,0		49,6	44,3	38,2	25,4
	30,0			49,6	44,4	31,6

Продолжение

	33,0				49,6	40,8
	36,0					49,6
16,0	16,0	30,5	16,4	9,3	58,0	2,0
	24,0	58,7	44,5	36,6	29,6	15,0
	26,0	64,8	51,6	43,6	36,6	22,0
	30,0		64,8	57,7	50,7	36,1
	33,0			64,8	61,3	46,7
	36,0				64,8	57,2
	40,0					64,8
20,0	20,0	55,7	38,1	28,1	19,4	7,2
	25,0	77,7	60,1	50,1	41,4	23,2
	31,0	101,2	86,5	76,5	67,8	49,5
	35,0		101,2	94,1	85,4	67,1
	37,0			101,2	94,2	75,9
	39,0				101,2	84,7
	43,0					101,2
25,0	25,0	97,1	75,1	62,6	51,7	28,9
	28,0	113,6	91,6	79,1	68,2	45,4
	37,0	158,1	141,0	128,6	117,7	94,9
	41,0		158,1	150,6	139,7	116,9
	43,0			158,1	150,7	127,9
	45,0				158,1	138,9
	50,0					158,1

7.3. При применении технологии вклейки арматуры **Hilti REBAR** с использованием клеевого состава **HILTI HIT-RE500** допускаемый защитный слой бетона в зависимости от предъявляемой к конструкции класса огнестойкости следует определять по табл. 7.3.

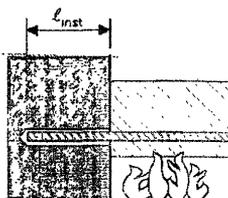


**Зависимость величины расчетного сопротивления сцепления
арматуры с бетоном f_{bd} клеевого состава HILTI HIT-RE 500 от толщины
защитного слоя и класса огнестойкости конструкции**

Таблица 7.3

Расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном f_{bd} (Н/мм ²)					Защитный слой бетона
F30	F60	F90	F120	F180	[мм]
0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	30
0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	35
0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	40
1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	45
1,2	0,6	0,0	0,0	0,0	50
1,4	0,7	0,5	0,0	0,0	55
1,6	0,8	0,5	0,0	0,0	60
1,9	0,9	0,6	0,4	0,0	65
2,2	1,0	0,7	0,5	0,0	70
	1,2	0,7	0,5	0,0	75
	1,4	0,8	0,6	0,0	80
	1,5	0,9	0,7	0,0	85
	1,7	1,1	0,8	0,5	90
	2,0	1,2	0,9	0,5	95
	2,2	1,4	1,0	0,6	100
		1,5	1,1	0,6	105
		1,7	1,2	0,7	110
		2,0	1,4	0,7	115
		2,2	1,6	0,8	120
			1,7	0,9	125
			2,0	1,0	130
			2,2	1,1	135
				1,2	140
				1,3	145
				1,4	150
				1,6	155
				1,7	160
				1,9	165

7.4 При использовании клеевой массы HIT-RE500 усилие вырыва вклеенных в железобетон арматурных стержней при заданном классе огнестойкости конструкций следует определять по табл. 7.4.



**Зависимость усилия вырыва (кН) арматуры от глубины установки и
класса огнестойкости конструкций.**

Таблица 7.4

Арматура Ø	$l_{\text{выр}}$	F30	F60	F90	F120	F180
[мм]	[мм]	[кН]	[кН]	[кН]	[кН]	[кН]
8	8,0	2,4	1,0	0,5	0,3	0,0
	9,5	3,9	1,7	0,9	0,6	0,1
	11,5	7,3	3,1	1,7	1,1	0,4
	15,0	16,2	8,2	4,6	3,1	1,4
	18,0		16,2	10,0	6,7	2,9
	20,5			16,2	12,4	5,1
	22,0				16,2	7,0
	26,5					16,2
10	10,0	5,7	2,5	1,3	0,8	0,2
	12,0	10,7	4,4	2,5	1,7	0,7
	14,0	17,6	7,8	4,4	3,0	1,3
	16,5	25,3	15,1	8,5	5,8	2,6
	19,5		25,3	17,6	12,2	5,1
	22,0			25,3	20,7	8,7
	23,5				25,3	11,8
	28,0					25,3
12	12,0	12,8	5,3	3,0	2,0	0,8
	15,0	25,2	12,2	6,9	4,7	2,1
	18,0	36,4	24,3	15,0	10,1	4,4
	21,0		36,4	27,4	20,6	8,5
	23,5			36,4	31,0	14,2
	25,0				36,4	19,1
		29,5				
14	14,0	24,6	10,9	6,1	42,0	1,9
	17,0	39,1	23,5	13,5	92,0	4,1
	19,5	49,6	35,6	24,7	17,1	72,0
	22,5		49,6	39,2	31,3	13,5
	25,0			49,6	43,4	22,3
	26,5				49,6	29,5
		31,0				
16	16,0	39,2	21,3	11,9	8,1	38,0
	19,0	55,8	37,9	25,5	17,3	7,3
	21,0	64,8	49,0	36,5	27,5	11,3
	24,0		64,8	53,1	44,1	20,9
	26,5			64,8	57,9	33,7
	28,0				64,8	42,0
		32,5				
20,0	20,0	76,6	54,3	38,7	27,5	11,4
	24,0	101,2	82,0	66,4	55,1	26,1
	27,0		101,2	87,1	75,9	45,6
	29,5			101,2	93,2	62,9
	31,0				101,2	73,2

Продолжение таблица 7.4

	35,5					101,2
25,0	25,0	139,0	111,1	91,6	77,6	39,9
	27,5	158,1	132,7	113,2	99,2	61,3
	30,5		158,1	139,1	125,1	87,2
	33,0			158,1	146,7	108,8
	34,5				158,1	121,8
	39,0					158,1
28,0	28,0	184,7	153,4	131,6	115,9	73,5
	29,5	198,3	168,0	146,1	130,4	88,0
	33,0		198,3	180,0	164,3	121,9
	35,0			198,3	183,6	141,2
	37,0				198,3	160,6
	41,0					198,3
32,0	32,0	255,3	219,6	194,7	176,7	128,2
	32,5	259,0	225,1	200,2	182,2	133,8
	36,0		259,0	238,9	220,9	172,5
	38,0			259,0	243,1	194,6
	39,5				259,0	211,2
	44,0					259,0
40,0	40,0	404,7	385,1	353,9	331,5	270,9
	41,5		404,7	374,6	352,2	291,6
	44,0			404,7	386,8	326,2
	45,5				404,7	346,9
	50,0					404,7

8 Производство работ при использовании технологии Hilti REBAR

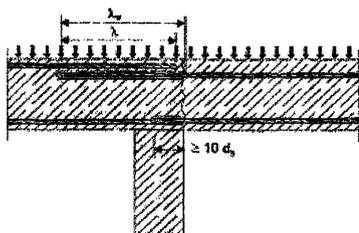
8.1 Для распределения срезающего усилия поверхность в месте соединения нового и старого бетона должна быть обработана путем устройства насечек.

8.2 Варианты применения технологии крепления Hilti REBAR показаны на рис. 8.1. Расчетную длину вклеивания (ℓ_{bd}) и длину перехлеста (ℓ_0) вклеенных арматурных стержней следует принимать согласно раздела 6.

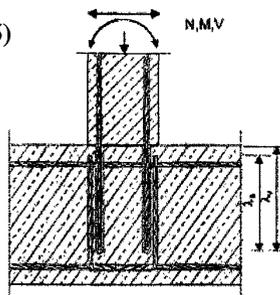
8.3 Для исключения разрушения бетона во время бурения отверстия под арматурные стержни необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- минимальный защитный слой бетона при установке вклеенных стержней должен составлять:

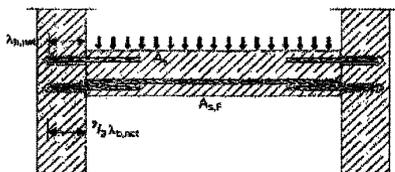
а)



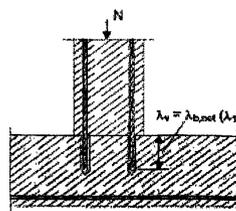
б)



в)



г)



д)

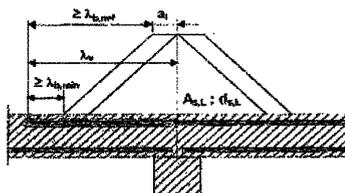


Рисунок 8.1 Варианты применения технологии крепления **Hilti REBAR** для различных конструкций: а) стык плиты перекрытия с балкой; б) стык колонны с плитой при наличии усилий растяжения; в) стык плиты перекрытия со стеной; г) стык колонны с плитой при отсутствии усилий растяжения; г) усиление конструкций в зоне растяжения.

$c_{\min}=30+0.06 \times L_v \geq 2 \times d_s$ (мм) для отверстий, выполненных электроперфоратором;

$c_{\min}=50+0.08 \times L_v \geq 2 \times d_s$ (мм) для отверстий, выполненных пневмоперфоратором;

– расстояние в свету между вклеенным арматурным выпуском и существующей арматурой должно приниматься ≤ 50 мм или $\leq 4 \times d_s$

где d_s – диаметр арматуры (мм).

8.4 Для вычисления глубины бурения отверстия l_v (мм), необходимо учесть защитный слой бетона в торцевой поверхности вклеиваемой арматуры c_1 :

$$l_v \geq l_0 + c_1$$

l_0 – необходимая длина напуска согласно параграфу 4.4.

c_1 – защитный слой бетона (см. рис. 8.2).



Рисунок 8.2

8.5 Бурение и очистка отверстий, а также установка вклеенных арматурных стержней должна быть осуществлена с использованием оборудования, рекомендуемого производителем.

8.6 Установка арматурных вклеенных стержней производится согласно инструкции по технологии крепления **Hilti REBAR** специально обученным персоналом.

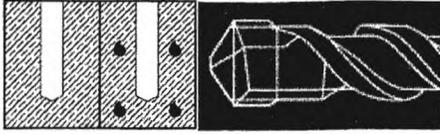
8.7 На рис. 8.3 приведен комплект компонентов и оборудования технологии **Hilti REBAR** при использовании клеевой массы **HILTI HIT-HY 150 MAX**, а также указаны основные параметры при которых может использоваться данная клеевая масса.



Рисунок 8.3

8.8 На рис.8.4 показана последовательность работ при установке вклеиваемой арматуры в бетон в случае использования клеевого состава HILTI HIT-НУ 150MAX.

Влажный и водонасыщенный бетон, бурение перфоратором



Ручную очистку отверстий допускается производить при диаметре отверстия ≤ 20 мм и глубине отверстия < 250 мм.

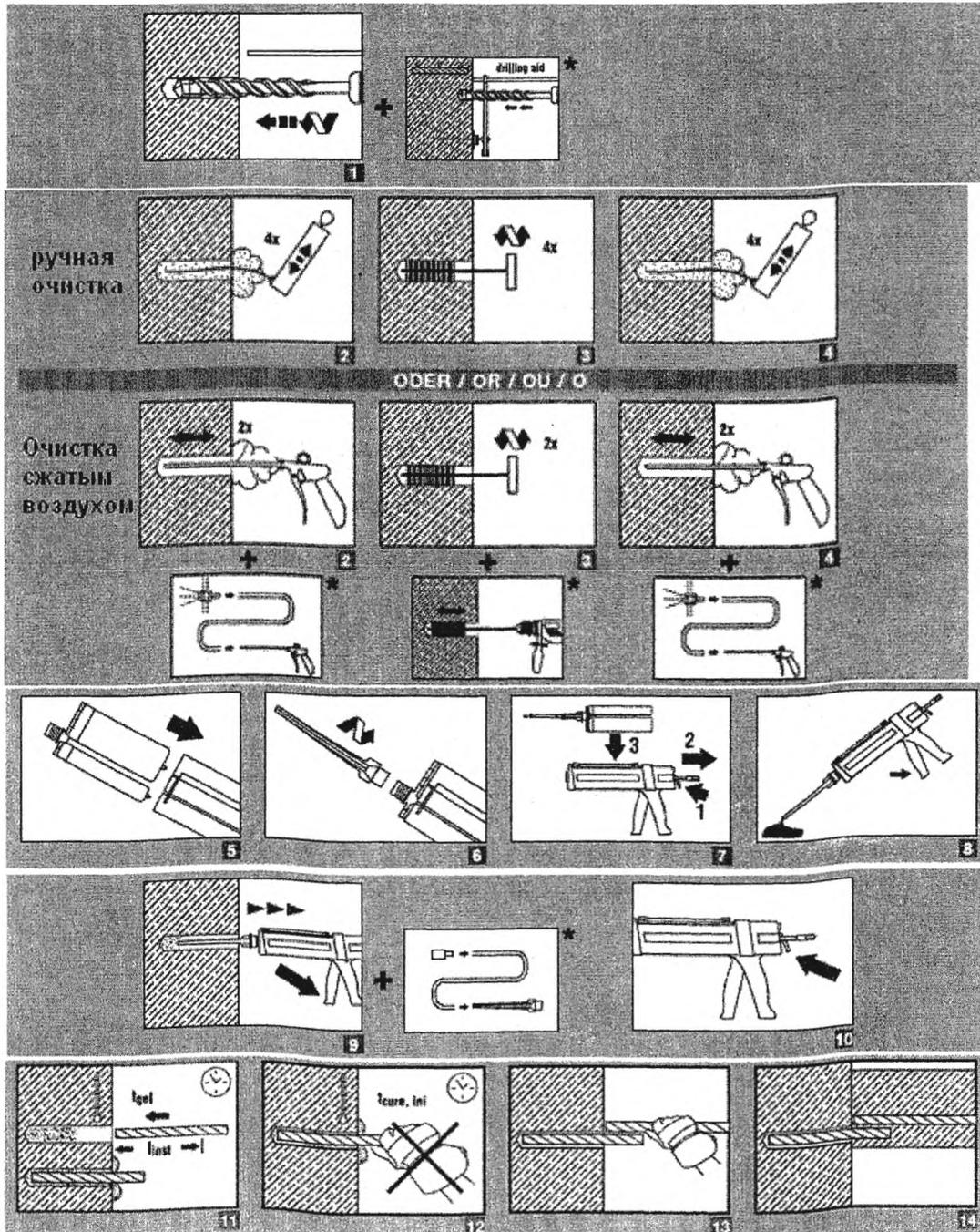


Рисунок 8.4

8.9 Клеевой состав HILTI HIT-HY 150MAX допускается применять в агрессивных средах, содержащих химические вещества, указанные в табл. 8.1.

Сопротивление химическим веществам

Таблица 8.1

Химические вещества	Условия	Стойкость
Серная кислота	23°C	+
Морская вода	23°C	+
Речная вода	23°C	+
Щелочная среда	pH = 13,2, 23°C	+

8.10 На рис. 8.5 приведен комплект компонентов и оборудования технологии **Hilti REBAR** при использовании клеевого состава HILTI HIT-RE 500, а также указаны основные параметры при которых может использоваться данная клеевая масса.

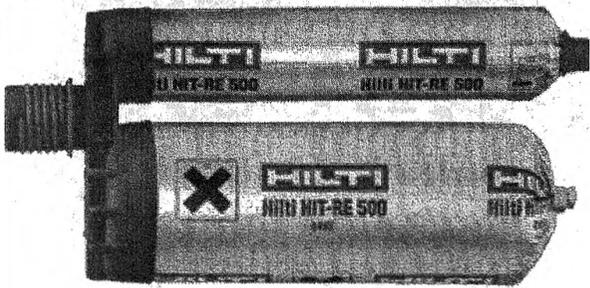
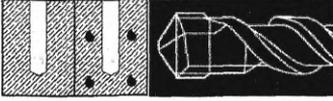
Химический анкер	Преимущества
 <p>Hilti HIT-RE 500 330 ml 500 ml 1400 ml</p>	<ul style="list-style-type: none"> - для бетона С 20/25 - С 50/60 - высокая несущая способность - для сухого и влажного бетона - возможность установки под водой - для больших диаметров арматуры - высокая коррозионная стойкость - продолжительное время работы при повышенной температуре - возможна глубина вклейки в бетон до 3200 мм - применение до -5 °С
 <p>Смеситель</p>	
 <p>Арматура</p>	

Рисунок 8.5

8.11 На рис. 8.6 а,б показана последовательность работ при установке вклеиваемой арматуры в бетон в случае использования клеевого состава HILTI HIT-RE 500. На рис. 8.6а рассмотрен вариант влажного и водонасыщенного бетона (бурение перфоратором), на рис. 8.6б – сухого и

насыщенного водой бетоном (технология алмазного бурения).

Влажный и водонасыщенный бетон, бурение перфоратором



Ручную очистку отверстий допускается производить при диаметре отверстия ≤ 20 мм и глубине отверстия ≤ 250 мм.

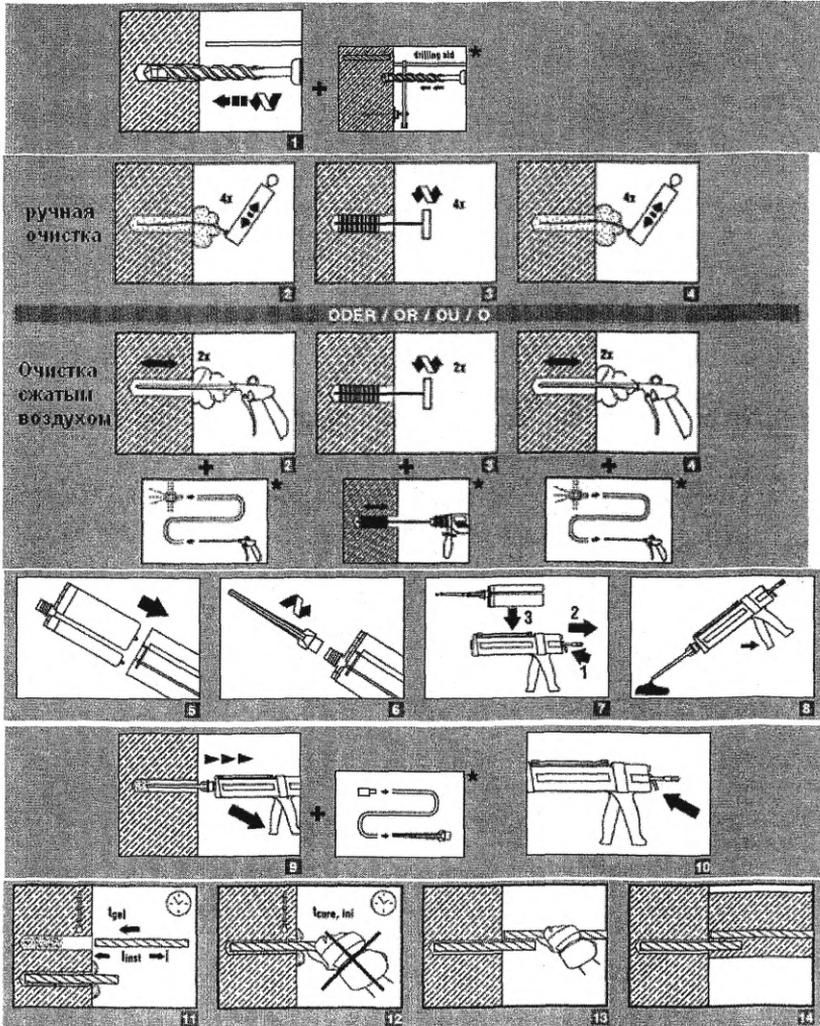
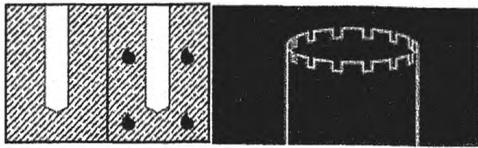


Рисунок 8.6а

Сухой и насыщенный водой бетон, технология алмазного бурения



Ручную очистку отверстий допускается производить при диаметре отверстия ≤ 20 мм и глубине отверстия ≤ 250 мм.

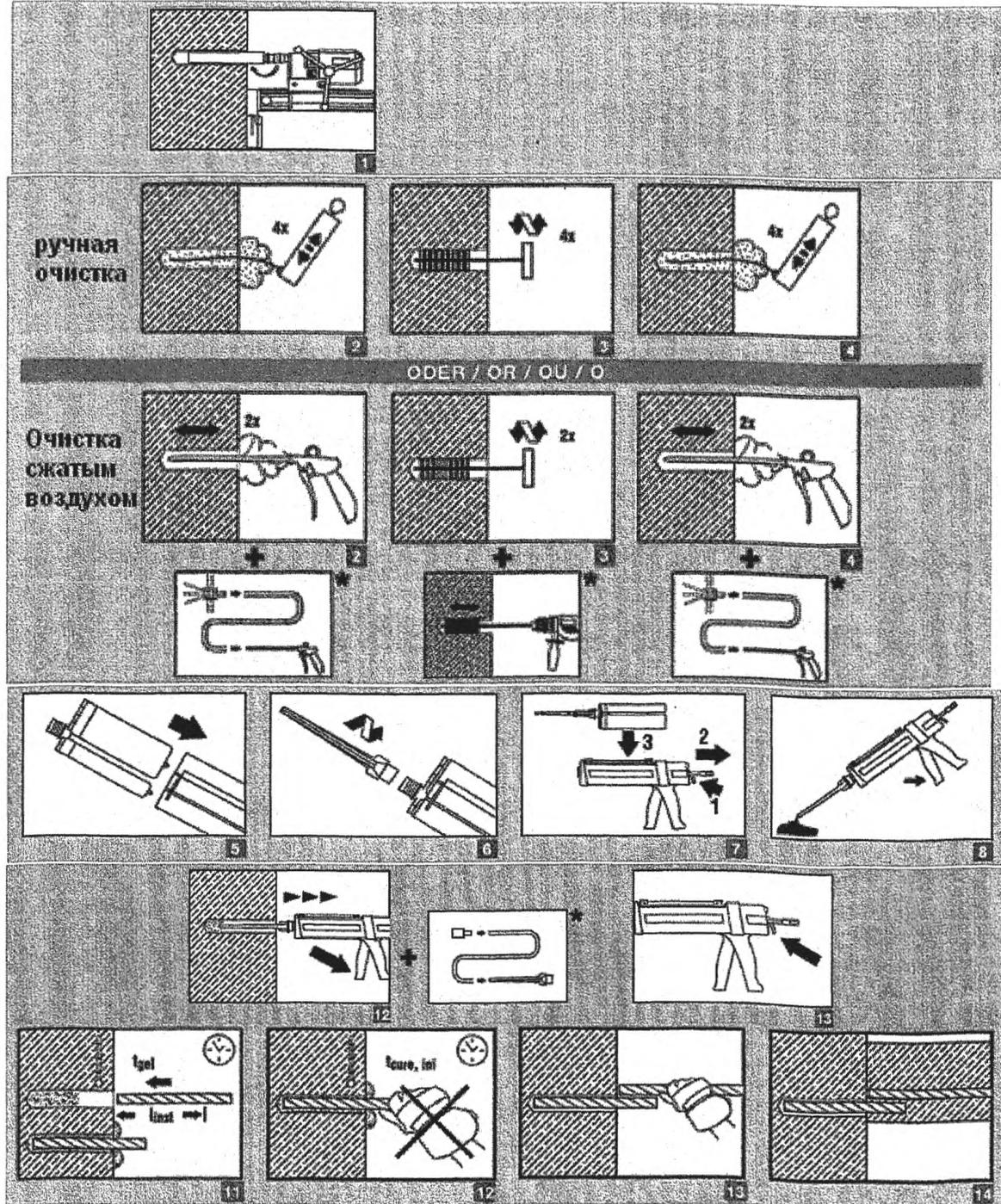


Рисунок 8.66

8.12 Клеевой состав HILTI HIT-RE 500 допускается применять в агрессивных средах, содержащих химические вещества, указанные в табл. 8.2.

Сопротивление химическим веществам

Таблица 8.2

Химические вещества	Условия	Стойкость
Жидкий раствор пыли	pH = 12,6	+
Раствор гидроокиси калия	(10%) pH = 14	+
Уксусная кислота	10%	-
Азотная кислота	10%	-
Соляная кислота	10%	-
Серная кислота	10%	-
Бензоловый спирт		-
Этиловый спирт		-
Этилацетат		-
Метиловый этилкетон		-
Этилентрихлор		-
Ксилол		+
Пластификатор бетона		+
Дизельное топливо		+
Машинное масло		+
Бензин		+
Масло для производства		+
Вода		+
Деминерализованная вода		+
Сернистая атмосфера	80 циклов	+

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

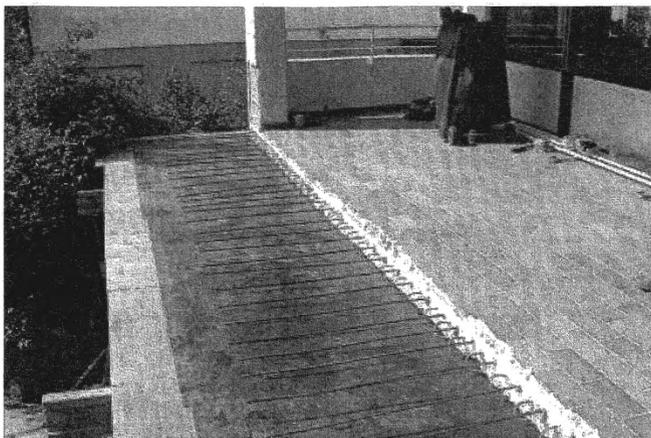
Технология вклеивания арматуры **Hilti REBAR** может использоваться как при возведении новых строительных объектов, так и при проведении работ по реконструкции зданий.

1 Применение арматуры при устройстве примыкания фундаментной плиты к существующей «стене в грунте»

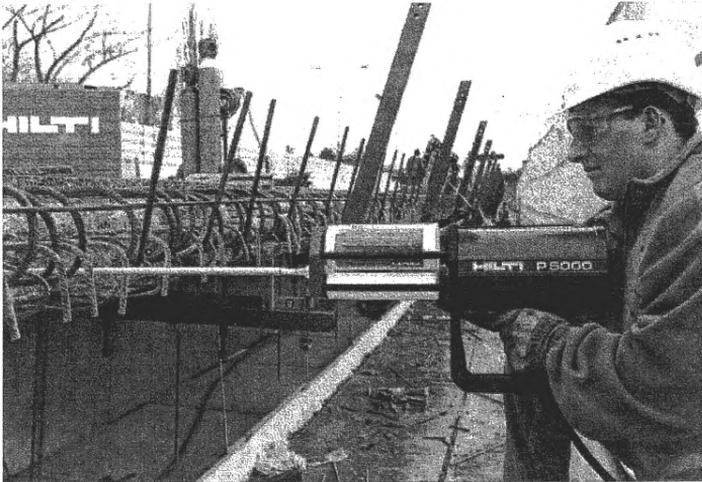


2 Нарращивание парапета и устройство балконных плит

а)

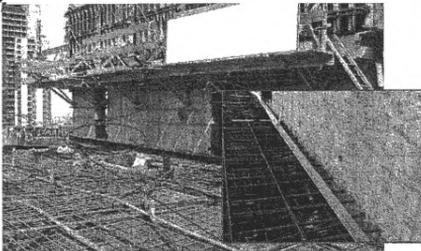


б)

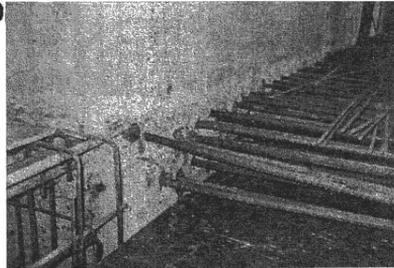


**3 Работы по устройству новых плит перекрытий и увеличению их
толщины**

а)



б)



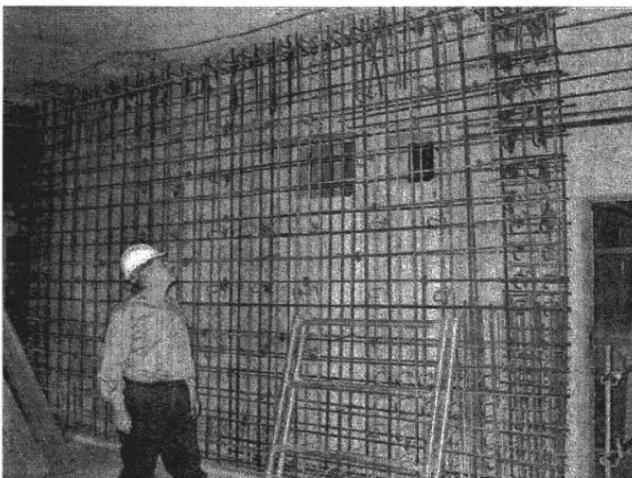
в)



4 Устройство вертикальных и горизонтальных соединений



5 Увеличение толщины стен при их усилении



ПРИЛОЖЕНИЕ Б (примеры расчета)

Пример расчета 1

Задача:

Определить длину перехлеста клеиваемой арматуры по технологии HILTI Rebar

Исходные данные:

$M_d = 120 \text{ кНм/м}$;

Бетон В30;

Толщина плиты $h = 300 \text{ мм}$;

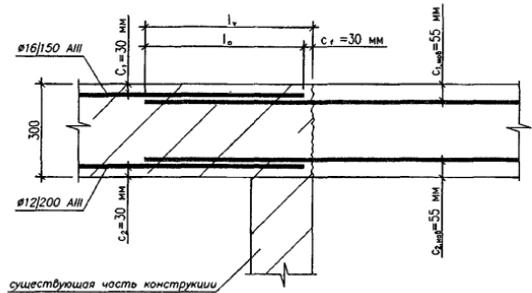
$c_1 = 30 \text{ мм}$; $\varnothing 16$; $s = 150 \text{ мм}$;

$c_2 = 30 \text{ мм}$; $\varnothing 12$; $s = 200 \text{ мм}$;

$c_{1, \text{нов}} = 55 \text{ мм}$;

$c_{2, \text{нов}} = 55 \text{ мм}$;

$c_f = 30 \text{ мм}$;



Определение длины перехлеста для клеиваемой арматуры:

Диаметр клеиваемой арматуры принимаем равным диаметру соответствующей арматуры в существующей части конструкции.

Рабочая высота для клеенной верхней арматуры равна:

$$h_0 = h - c_1 - d_s / 2 = 300 - 55 - 16 / 2 = 237 \text{ мм};$$

Плечо сил упрощенно находим по формуле:

$$z = 0,9 h_0 = 0,9 * 237 = 213,3 \text{ мм};$$

Усилие в верхней арматуре от действия внешних нагрузок:

$$F_s = M_d / z = 120 / 0,2133 = 562,6 \text{ кН/м} = 562,6 * 10^3 \text{ Н/м}.$$

В соответствии с пунктом 6.1 данного стандарта базовую (основную) длину установки для клеенной арматуры определяем по формуле:

$$l_{b, \text{reqd}} = (d_s / 4) * (\sigma_{sd} / f_{bd}),$$

где $-d_s = 16 \text{ мм}$ – диаметр арматуры;

$f_{bd} = 3,0 \text{ Н/мм}^2$ – расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном, определяется по таблицам (5.2, 5.5, 5.6).

σ_{sd} – расчетное напряжение в арматуре, находим по формуле:

$$\sigma_{sd} = F_s / A_{\text{существ}}, \text{ где } A_{\text{существ}} = 1340 \text{ мм}^2/\text{м} \text{ (для } \varnothing 16; s = 150 \text{ мм)}$$

СТО-36554501-023-2010

$$\sigma_{sd} = 562,6 \cdot 10^3 / 1340 = 419,82 \text{ Н/мм}^2$$

Базовая (основная) длина установки для клеенной арматуры:

$$\ell_{b,rqd} = (16/4)(419,82 / 3,0) = 559,76 \text{ мм.}$$

В соответствии с пунктом 6.3.4 данного стандарта расчетная длина перехлеста (ℓ_0) определяется по формуле:

$$\ell_0 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 \ell_{b,rqd} \geq \ell_{0,\text{мин}};$$

$\ell_{b,\text{мин}}$ – минимальная глубина посадки (см. таб. 5.3 и 5.7 данного стандарта);

$$\ell_{0,\text{мин}} > \max \{0,3\alpha_6 \ell_{b,rqd}; 15d_s; 200 \text{ мм}\};$$

$\alpha_1 = 1$ – коэффициент, учитывающий форму арматурных стержней;

α_2 – коэффициент, учитывающий краевые расстояния до кромки бетона и межосевое расстояние;

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \cdot (c_d - d_s) / d_s, \text{ при этом } 0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \cdot (55 - 16) / 16 = 0,63 \rightarrow \alpha_2 = 0,7$$

$\alpha_3 = 1$ – коэффициент, учитывающий влияние усиления кромки;

$\alpha_5 = 1$ – коэффициент, учитывающий влияние дополнительного поперечного давления на арматуру;

$\alpha_6 = 1,5$ – коэффициент, учитывающий отношение количества существующей и клеиваемой арматуры.

Расчетная длина перехлеста для клеенной верхней арматуры:

$$\ell_0 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 \ell_{b,rqd} = 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 559,76 = 587,75 \text{ мм};$$

$$\ell_0 > \ell_{0,\text{мин}} = \max \{0,3\alpha_6 \ell_{b,rqd}; 15d_s; 200 \text{ мм}\} = 251,9 \text{ мм};$$

Определение длины перехлеста для существующей арматуры:

Рабочая высота для верхней арматуры в существующей конструкции равна:

$$h_0 = h - c_1 - d_s / 2 = 300 - 30 - 16 / 2 = 262 \text{ мм};$$

Плечо сил упрощенно находим по формуле

$$z = 0,9 h_0 = 0,9 \cdot 262 = 235,8 \text{ мм};$$

Усилие в верхней арматуре от действия внешних нагрузок:

$$F_s = M_d / z = 120 / 0,2358 = 508,9 \text{ кН/м} = 508,9 \cdot 10^3 \text{ Н/м.}$$

Базовую (основную) длину установки для клеенной арматуры определяем по формуле:

$$\ell_{b,rqd} = (d_s / 4) (\sigma_{sd} / f_{bd}),$$

$$\sigma_{sd} = 508,9 \cdot 10^3 / 1340 = 379,78 \text{ Н/мм}^2$$

$$f_{bd} = 3,0 \text{ Н/мм}^2$$

$$\ell_{b,rqd} = (16/4)(379,78/3) = 506,4 \text{ мм};$$

$$\alpha_1=1;$$

$$\alpha_2=1-0,15*(c_d-d_s)/d_s, \text{ при этом } 0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,$$

$$\alpha_2=1-0,15*(30-16)/16=0,87;$$

$$\alpha_3=1;$$

$$\alpha_5=1;$$

$$\alpha_6=1,5;$$

Расчетная длина перехлеста для верхней арматуры в существующей конструкции:

$$\ell_0 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 \ell_{b, \text{reqd}} = 1,0 * 0,87 * 1,0 * 1,0 * 1,5 * 506,4 = 660,85 \text{ мм};$$

$$\ell_0 > \ell_{0, \text{мин}} = \max \{0,3 \alpha_6 \ell_{b, \text{reqd}}; 15d_s; 200 \text{ мм}\} = 227,88 \text{ мм};$$

Окончательно длину перехлеста принимаем максимальную из найденных для существующей и вклеенной арматуры:

$$\ell_0 = 660,85 \text{ мм};$$

Глубина бурения отверстия для верхней вклеиваемой арматуры определяется в соответствии с п.8.4. данного стандарта:

$$\ell_v = \ell_0 + c_f = 660,85 + 30 = 690,85 \text{ мм};$$

Длину перехлеста для нижней арматуры принимаем конструктивно:

$$\ell_{0, \text{мин}} = \max \{0,3 \alpha_6 \ell_{b, \text{reqd}}; 15d_s; 200 \text{ мм}\} = 200 \text{ мм};$$

Глубина бурения отверстия для нижней вклеиваемой арматуры:

$$\ell_v = \ell_0 + c_f = 200 + 30 = 230 \text{ мм};$$

Поверхность в месте соединения нового и старого бетона согласно п.8.1. данного СТО должна быть обработана путем устройства насечек.

Пример расчета 2

Задача:

Определить длину перехлеста вклеиваемой арматуры по технологии HILTI Rebar с учетом предела огнестойкости конструкции F30.

Исходные данные:

Огнестойкость конструкции F30.

$M_d = 120 \text{ кНм/м}$;

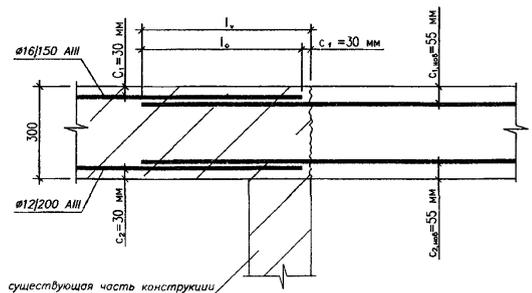
Бетон В30;

Толщина плиты $h = 300 \text{ мм}$;

$c_1 = 30 \text{ мм}$; $\varnothing 16$; $s = 150 \text{ мм}$;

$c_2 = 30 \text{ мм}$; $\varnothing 12$; $s = 200 \text{ мм}$;

$c_{1, \text{нов}} = 55 \text{ мм}$;



$$c_{2, \text{нов}} = 55 \text{ мм};$$

$$c_f = 30 \text{ мм};$$

Определение длины перехлеста для вклеиваемой арматуры:

Диаметр вклеиваемой арматуры принимаем равным диаметру соответствующей арматуры в существующей части конструкции.

Рабочая высота для вклеенной верхней арматуры равна:

$$h_0 = h - c_1 - d_s / 2 = 300 - 55 - 16 / 2 = 237 \text{ мм};$$

Плечо сил упрощенно находим по формуле:

$$z = 0,9 h_0 = 0,9 * 237 = 213,3 \text{ мм};$$

Усилие в верхней арматуре от действия внешних нагрузок:

$$F_s = M_d / z = 120 / 0,2133 = 562,6 \text{ кН/м} = 562,6 * 10^3 \text{ Н/м}.$$

В соответствии с пунктом 6.1 данного СТО базовую (основную) длину установки для вклеенной арматуры определяем по формуле:

$$l_{b, \text{рд}} = (d_s / 4) * (\sigma_{sd} / f_{bd}), \text{ где -}$$

$d_s = 16 \text{ мм}$ – диаметр арматуры;

$f_{bd} = 1,4 \text{ Н/мм}^2$ - расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном с учетом огнестойкости конструкции, определяется по таблице 7.3.

σ_{sd} – расчетное напряжение в арматуре, находим по формуле:

$$\sigma_{sd} = F_s / A_{\text{существ}}, \text{ где } A_{\text{существ}} = 1340 \text{ мм}^2/\text{м} \text{ (для } \varnothing 16; s = 150 \text{ мм)}$$

$$\sigma_{sd} = 562,6 * 10^3 / 1340 = 419,82 \text{ Н/мм}^2$$

Базовая (основная) длина установки для вклеенной арматуры:

$$l_{b, \text{рд}} = (16 / 4) * (419,82 / 1,4) = 1199,48 \text{ мм}.$$

$$\alpha_1 = 1;$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 * (c_d - d_s) / d_s, \text{ при этом } 0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 * (55 - 16) / 16 = 0,63 \rightarrow \alpha_2 = 0,7$$

$$\alpha_3 = 1;$$

$$\alpha_5 = 1;$$

$$\alpha_6 = 1,5;$$

Расчетная длина перехлеста для вклеенной верхней арматуры с учетом огнестойкости конструкции:

$$l_o = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 l_{b, \text{рд}} = 1,0 * 0,7 * 1,0 * 1,0 * 1,5 * 1199,48 = 1259,45 \text{ мм};$$

$$l_o > l_{o, \text{мин}} = \max \{0,3 \alpha_6 l_{b, \text{рд}}; 15 d_s; 200 \text{ мм}\} = 251,9 \text{ мм};$$

Определение длины перехлеста для существующей арматуры (огнестойкость конструкции не влияет на f_{bd}):

Рабочая высота для верхней арматуры в существующей конструкции равна:

$$h_o = h - c_1 - d_s / 2 = 300 - 30 - 16 / 2 = 262 \text{ мм};$$

Плечо сил упрощенно находим по формуле

$$z = 0,9 h_o = 0,9 * 262 = 235,8 \text{ мм};$$

Усилие в верхней арматуре от действия внешних нагрузок:

$$F_s = M_d / z = 120 / 0,2358 = 508,9 \text{ кН/м} = 508,9 * 10^3 \text{ Н/м.}$$

Базовую (основную) длину установки для клеенной арматуры определяем по формуле:

$$\ell_{b,rqd} = (d_s / 4) (\sigma_{sd} / f_{bd}),$$

$$\sigma_{sd} = 508,9 * 10^3 / 1340 = 379,78 \text{ Н/мм}^2;$$

$$f_{bd} = 3,0 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\ell_{b,rqd} = (16 / 4) (379,78 / 3) = 506,4 \text{ мм};$$

$$\alpha_1 = 1;$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 * (c_d - d_s) / d_s, \text{ при этом } 0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 * (30 - 16) / 16 = 0,87;$$

$$\alpha_3 = 1;$$

$$\alpha_5 = 1;$$

$$\alpha_6 = 1,5;$$

Расчетная длина перехлеста для верхней арматуры в существующей конструкции:

$$\ell_o = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 \ell_{b,rqd} = 1,0 * 0,87 * 1,0 * 1,0 * 1,5 * 506,4 = 660,85 \text{ мм};$$

$$\ell_o > \ell_{o, \text{мин}} = \max \{0,3 \alpha_6 \ell_{b,rqd}; 15 d_s; 200 \text{ мм}\} = 227,88 \text{ мм};$$

Окончательно длину перехлеста принимаем максимальную из найденных для существующей и клеенной арматуры:

$$\ell_o = 1259,45 \text{ мм};$$

Глубина бурения отверстия для верхней клеиваемой арматуры определяется в соответствии с п.8.4. данного СТО:

$$\ell_v = \ell_o + c_f = 1259,45 + 30 = 1289,45 \text{ мм};$$

Длину перехлеста для нижней арматуры принимаем конструктивно:

$$\ell_{o, \text{мин}} = \max \{0,3 \alpha_6 \ell_{b,rqd}; 15 d_s; 200 \text{ мм}\} = 200 \text{ мм};$$

Глубина бурения отверстия для нижней клеиваемой арматуры

$$\ell_v = \ell_o + c_f = 200 + 30 = 230 \text{ мм};$$

Поверхность в месте соединения нового и старого бетона согласно п.8.1. данного СТО должна быть обработана путем устройства насечек.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «НИЦ «Строительство»
УСТРОЙСТВО АРМАТУРНЫХ ВЫПУСКОВ,
УСТАНОВЛЕННЫХ В БЕТОН ПО ТЕХНОЛОГИИ
«Hilti REBAR»

Расчет, проектирование, монтаж

СТО 36554501-023-2010

Формат 60×84¹/₈.
Тираж 100 экз. Заказ № 907

Отпечатано в ОАО «ЦПП»
