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**

gost.e-ecolog.ru

## 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 *Специальные термины* ..... 5
   - 4.2 *Общие термины* ..... 6
5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕМЕНТАМ КРЕПЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ Hilti REBAR ..... 7
   - 5.1. *Технические требования к материалам основания* ..... 7
   - 5.2. *Технические требования к клеевому составу* ..... 8
   - 5.2.1. *Требования к клеевому составу HILTI HIT–HY 150 MAX* ..... 8
   - 5.2.2. *Требования к клеевому составу HILTI HIT–RE 500* ..... 11
   - 5.3. *Требования к арматурным стержням, вклеенным в бетон* ..... 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 Общеевропейскому 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, TEHNOLOGY «Hilti REBAR»**

**Calculation, design, installation.**

**Дата введения 2010-07-10**

### 1 Общие положения

Объектами стандартизации в настоящем Стандарте организации являются:

– требование к вклеенным 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 вклеенных арматурных выпусков, и непосредственно самой технологии работ по установке вклеенных 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

| | |
|---|---|
| - 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 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 Р53231-2008 | Бетоны. Правила контроля прочности |
| - ГОСТ Р 5781-82 | Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия |
| - Национальное приложение к Еврокод 2. EN 1992-1-1:2004 | Проектирование бетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий. |
| - Технический отчет EOTA TR 023 | «Оценка соединений с использованием вклеенной арматуры » Издание Ноябрь 2006. |

## 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 (EOTA) и утвержденных директивами (нормативными документами) ETAG. 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) поддерживается 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 натурных 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 –HIT–HY 150 MAX;

– состав высокой прочности и медленного твердения –HIT–RE 500.

### *5.2.1 Требования к клеевому составу HILTI HIT–HY 150 MAX*

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

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

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 $t_{зт,нач}$ | Время полного набора прочности $t_{зт,полн}$ |
|---|---|---|
| минус 10°С | 3 ч | 12 ч |
| минус 5°С | 40 мин | 4 ч |
| 0°С | 20 мин | 2 ч |
| 5°С | 8 мин | 1 ч |
| 20°С | 5 мин | 30 мин |
| 30°С | 3 мин | 30 мин |
| 40°С | 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°С до 25°С, при использовании кассеты увеличенного размера 1400мл она должна быть охлаждена перед использованием до температуры 15°С.

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 HIT–HY 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 HIT-HY 150 MAX , $f_{bd}$ (Н/мм$^2$)**

Таблица 5.2

| 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 | 3,4 | 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 | 3,7 | 3,7 | 3,7 |

**Минимальная/максимальная глубина установки и длина перехлеста для клеевого состава HILTI HIT-HY 150 MAX (Бетон B20)**

Таблица 5.3

| Арматура | Бурение электроперфоратором или пневмоперфоратором | | |
|---|---|---|---|
| Диаметр $d_s$, [мм] | $l_{b,мин}$, [мм] | $l_{o,мин}$, [мм] | $l_{макс}$, [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:

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

– $l_{0,мин}$ – минимальная длина перехлеста между устанавливаемой арматуры по технологии HR и существующей арматуры.

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

### *5.2.2 Требования к клеевому составу HIT–RE 500*

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

5.2.2.2 Время твердения клеевого 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°С расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном должно быть уменьшено на величину понижающего коэффициента (табл.5.4).

**Время твердения клеевого состава HIT–RE 500**

Таблица 5.4

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

*Продолжение*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 40°С | 12 мин | 4 ч | 1.0 |

Примечания:

– все промежутки времени измеряются от момента пропускания двухкомпонентного состава через смеситель;

– после $t_{зт,полн}$ 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 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 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 | 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 клеевого 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] | $L_{макс}$ [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:

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

– $l_{0,мин}$ – минимальная длина перехлеста между устанавливаемой арматуры по технологии HR и существующей арматуры.

– $l_{макс}$ [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;

$\sigma_{sd}$ – 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 ($\ell$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 $\alpha_5$ принимать равными:

$\alpha_1$ – коэффициент, учитывающий форму арматурных стержней. Для

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

$\alpha_2$ – 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.

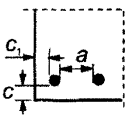



**Рисунок 6.1**

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

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

$\alpha_5$ - 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 соединение 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.

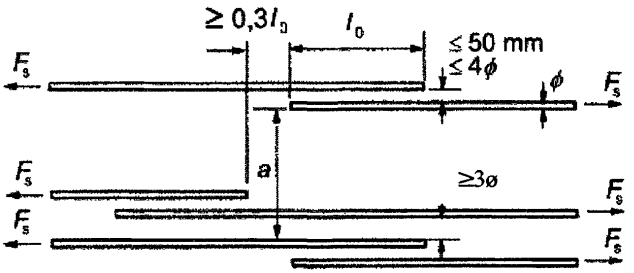



**Рисунок 6.2**

6.3.4 Расчетная длина перехлеста ($\ell_0$) определяется по формуле:

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

$\ell_{b,rqd}$ – см. формулу п. 6.1;

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

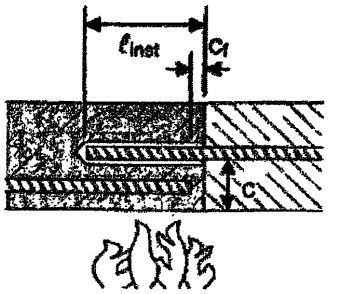
$$\ell_{0,мин} > \max\{0.3\alpha_6\ell_{b,rqd}; 15\times d_s; 200 \text{ мм}\};$$

Значения коэффициентов $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ и $\alpha_5$– см. п.6.2.

$\alpha_6$ – коэффициент, учитывающий отношение количества существующей и вклеиваемой 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.

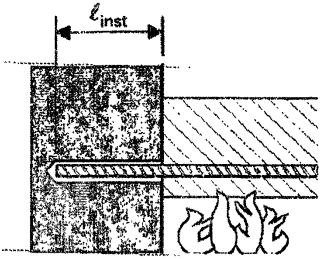



**Зависимость величины расчетного сопротивления сцепления арматуры с бетоном $f_{bd}$ клеевого состава HILTI HIT-HY 150 MAX от толщины защитного слоя и класса огнестойкости конструкции**

Таблица 7.1

| Расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном $f_{bd}$ (Н/мм²) | | | | | Защитный слой бетона, c |
|---|---|---|---|---|---|
| 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 HIT-HY 150MAX 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**

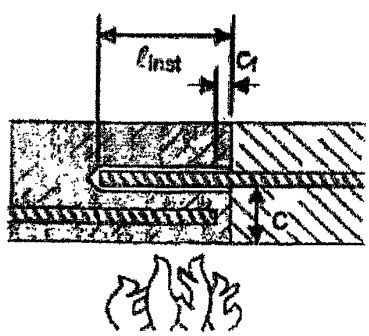
Таблица 7.2

| Арматура Ø мм | $\ell_{inst}$ мм | F30 кН | F60 кН | F90 кН | F120 кН | F180 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 |
| | 30,0 | | | | | 16,2 |
| 10 | 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 |
| | 28,0 | | | | 25,3 | 18,2 |
| | 32,0 | | | | | 25,3 |
| 11 | 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 |
| | 28,0 | | | 36,4 | 32,8 | 21,8 |
| | 30,0 | | | | 36,4 | 27,1 |
| | 34,0 | | | | | 36,0 |
| 14,0 | 14,0 | 20,5 | 8,8 | 4,7 | 3,0 | 1,0 |
| | 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 | 1 39,7 | 11 6,9 |
| | 43,0 | | | 158,1 | 1 50,7 | 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.

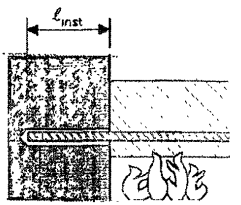


**Зависимость величины расчетного сопротивления сцепления арматуры с бетоном $f_{bd}$ клеевого состава HILTI HIT-RE 500 от толщины защитного слоя и класса огнестойкости конструкции**

Таблица 7.3

| Расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном $f_{bd}$ (Н/мм²) | | | | | Защитный слой бетона |
|---|---|---|---|---|---|
| F30 | F60 | F90 | F120 | F180 | [mm] |
| 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 [мм] | $l_{ins}$ [мм] | F30 [кН] | F60 [кН] | F90 [кН] | F120 [кН] | F180 [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 | | | | | 36,4 |
| 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 | | | | | 49,6 |
| 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 | | | | | 64,8 |
| 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,I | 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

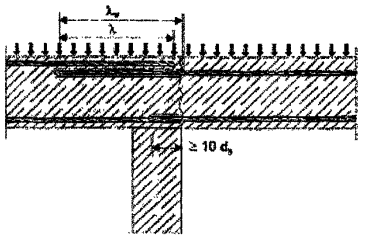
8.1 Для распределения срезающего усилия поверхность в месте соединения нового и старого бетона должна быть обработана путем устройства насечек.

8.2 Варианты применения технологии крепления **Hilti REBAR** показаны на рис. 8.1. Расчетную длину вклеивания ($\ell_{bd}$) и длину перехлеста ($\ell_0$) вклеенных арматурных стержней следует принимать согласно раздела 6.

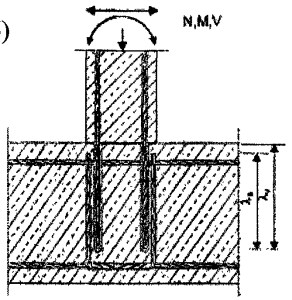
8.3 Для исключения разрушения бетона во время бурения отверстия под арматурные стержни необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

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

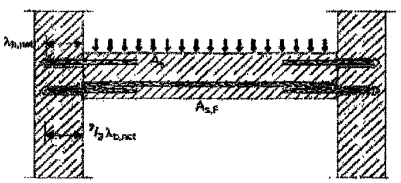
а)



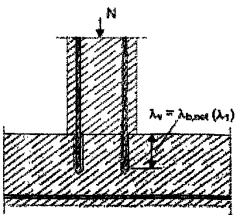

б)




в)



г)




д)

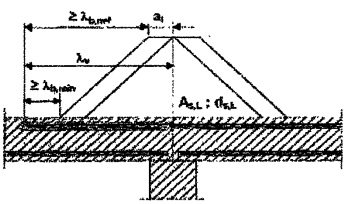


Рисунок 8.1 Варианты применения технологии крепления **Hilti REBAR** для различных конструкций: а) стык плиты перекрытия с балкой; б) стык колонны с плитой при наличии усилий растяжения; в) стык плиты перекрытия со стеной; г) стык колонны с плитой при отсутствии усилий растяжения; г) усиление конструкций 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 арматурном выпуском и существующей арматурой должно приниматься $\leq$50мм или $\leq 4\times d_s$

где $d_s$– диаметр арматуры (мм).

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

$$\ell_v \geq \ell_0 + c_1$$

$\ell_0$ - необходимая длина напуска согласно параграфу 4.4.

$c_1$ - защитный слой бетона (см. рис. 8.2).

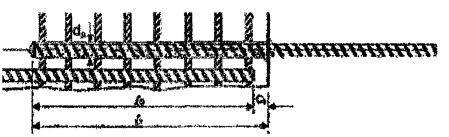


Рисунок 8.2

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 производиться 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.

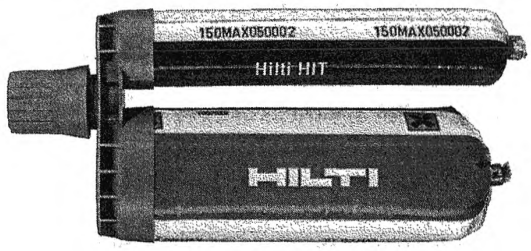
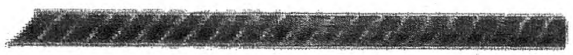
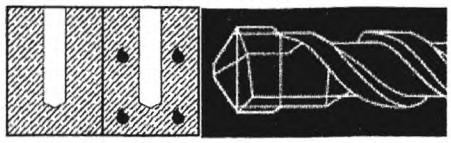
| | | |
|---|---|---|
|  | Hilti<br>HIT-HY 150<br>MAX<br>упаковка<br>330 ml<br>500 ml<br>1400 ml | - для бетона С 12/15 - С 50/60<br>- высокая несущая способность и быстрое твердение<br>- для сухого и влажного бетона<br>- диаметр арматуры до 25 мм<br>- защищает арматуру от коррозии<br>- высокая несущая способность при высоких температурах<br>- гибридный химический состав<br>- возможна глубина вклейки в бетон до 2000 мм<br>- применение до минус 10 °С |
|  | Смеситель | |
|  | Арматура | |

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-HY 150MAX.

**Влажный и водонасыщеннный бетон, бурение перфоратором**



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

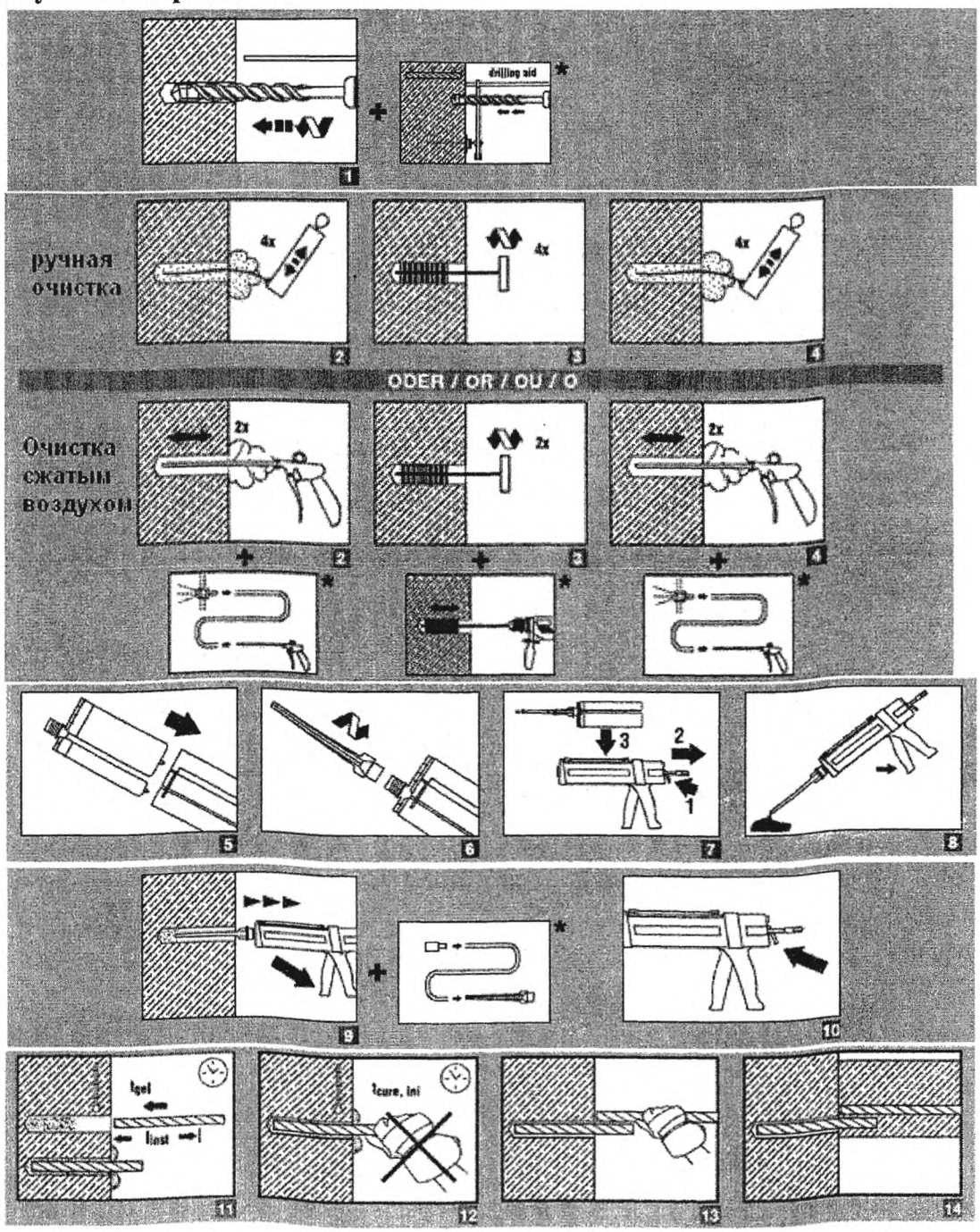



Рисунок 8.4

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.

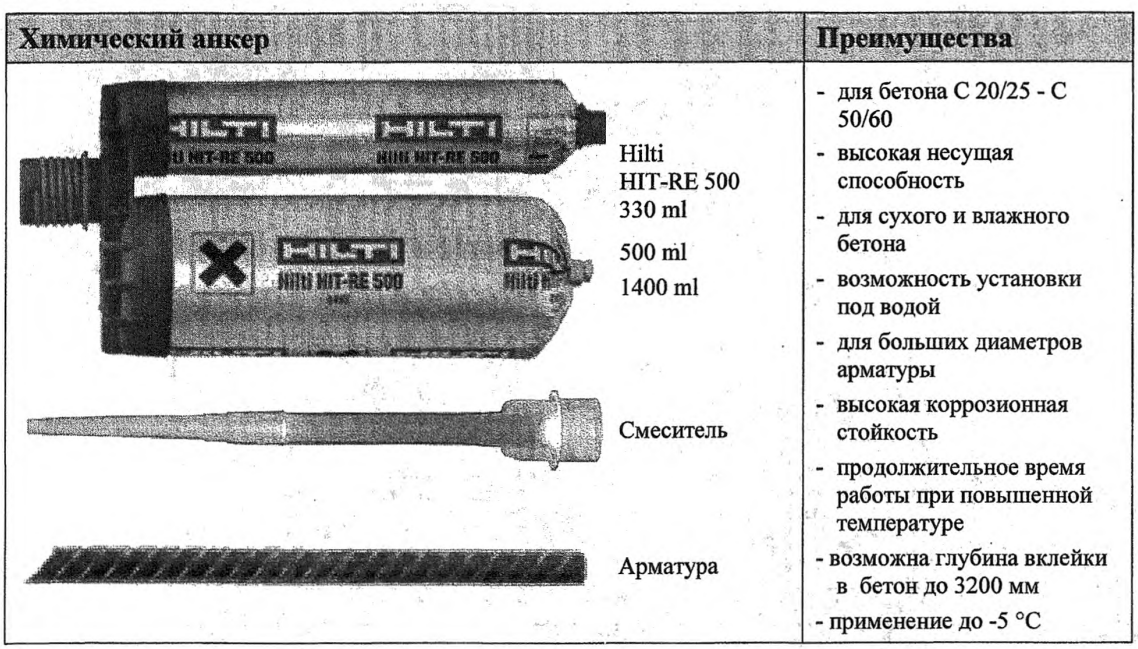
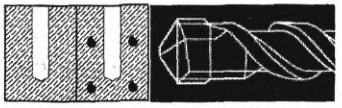



Рисунок 8.5

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 бетона (технология алмазного бурения).

**Влажный и водонасыщенный бетон, бурение перфоратором**



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

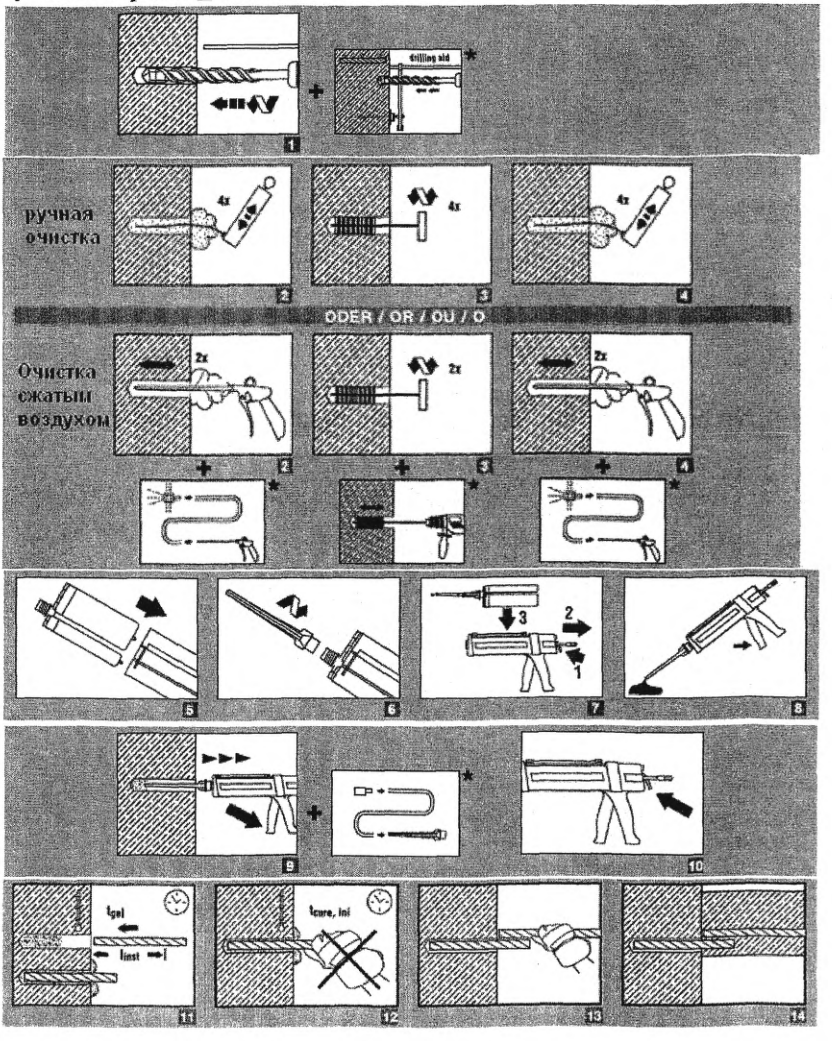
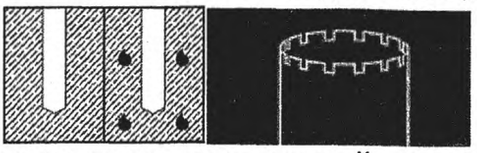



Рисунок 8.6а

**Сухой и насыщенный водой бетон, технология алмазного бурения**



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

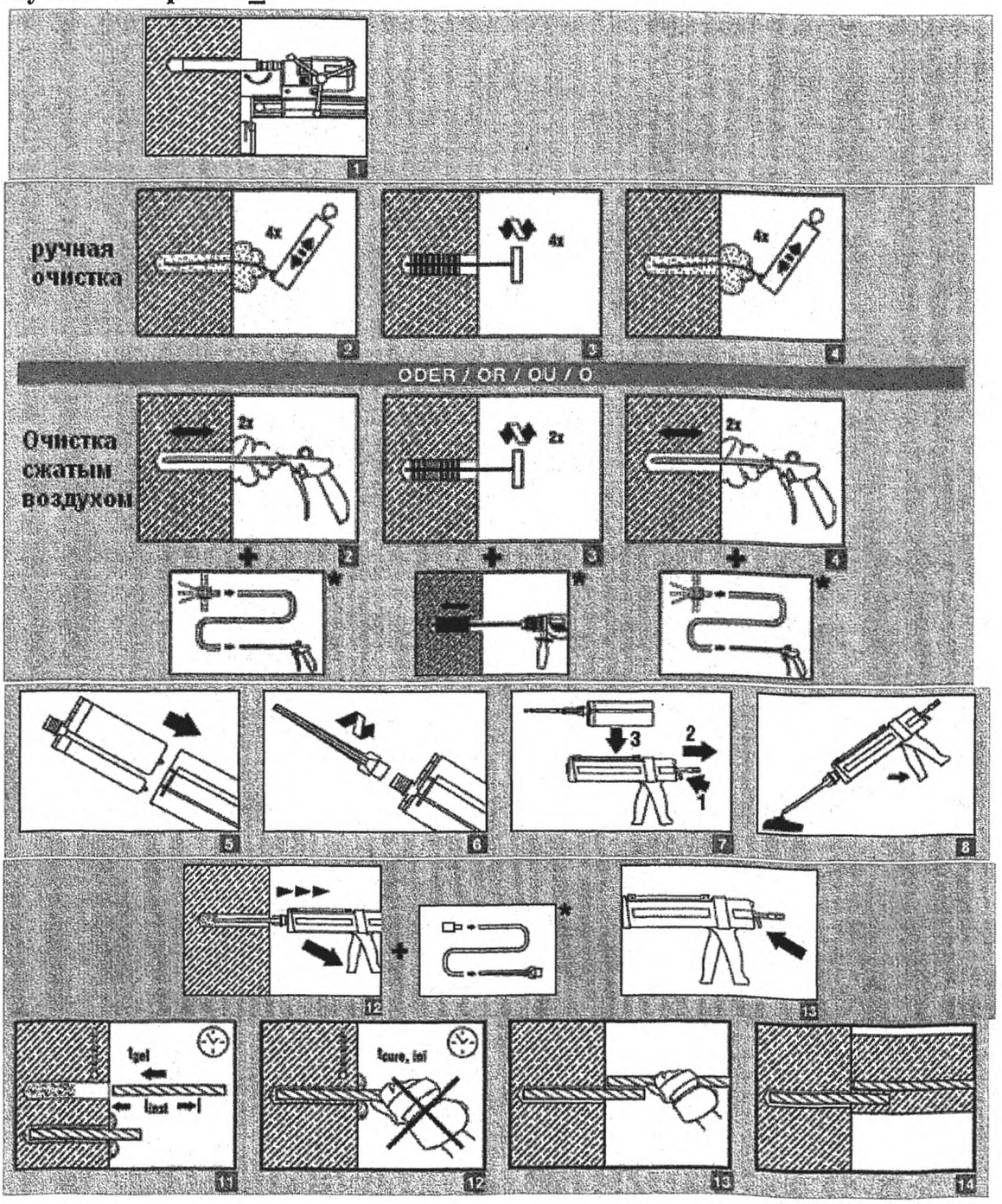



Рисунок 8.6б

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

**Сопротивление химическим веществам**

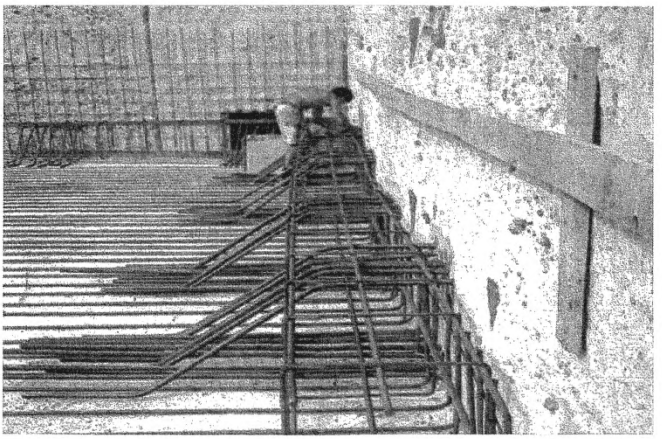
Таблица 8.2

| 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)

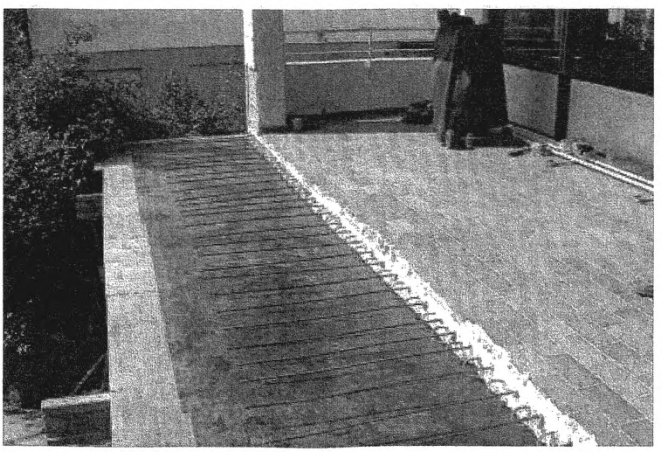
Технология вклеивания арматуры **Hilti REBAR** может использоваться как при возведении новых строительных объектов, так и при проведении работ по реконструкции зданий.

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



**2 Наращивание парапета и устройство балконных плит**

**а)**

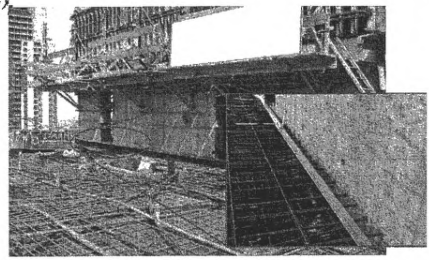


б)

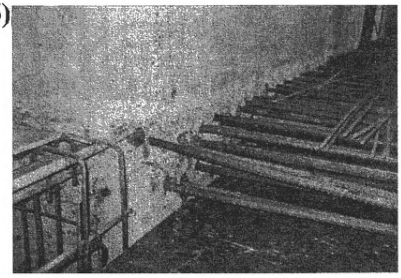



## 3 Работы по устройству новых плит перекрытий и увеличению их толщины

а)



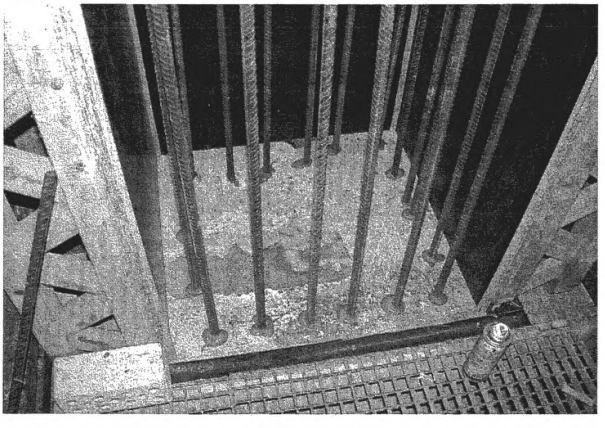
б)



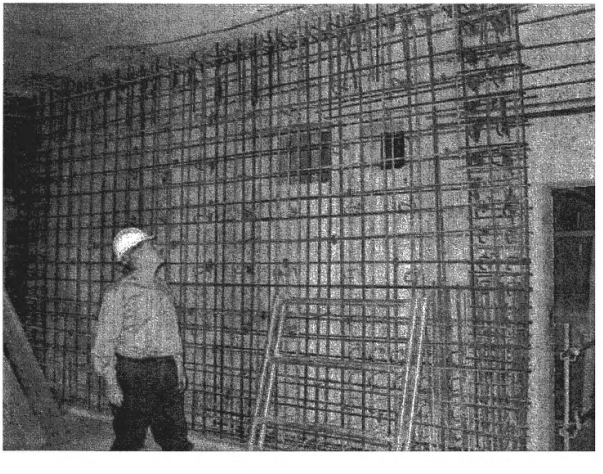
в)



**4 Устройство вертикальных и горизонтальных соединений**

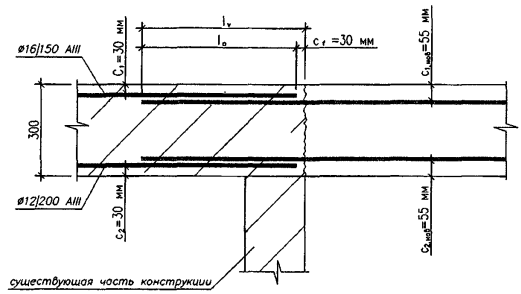


**5 Увеличение толщины стен при их усилении**



ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(примеры расчета)

**Пример расчета 1**
**Задача:**
Определить длину перехлеста вклеиваемой арматуры по технологии HILTI Rebar




**Исходные данные:**
$M_d$=120кНм/м;
Бетон В30;
Толщина плиты h =300 мм;
$c_1$ = 30 мм; Ø 16; s = 150мм;
$c_2$ = 30 мм; Ø 12; s = 200мм;
$c_{1,нов}$ = 55 мм;
$c_{2,нов}$ = 55 мм;
$c_f$ = 30мм;

**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:
$h_o = h - c_1 - d_s/2 = 300 - 55 - 16/2 = 237$мм;
Плечо сил упрощенно находим по формуле:
$z = 0,9\ h_o = 0,9*237 = 213,3$ мм;
Усилие в верхней арматуре от действия внешних нагрузок:
$F_s = M_d/z = 120/0,2133 = 562,6$ kH/м=$562,6*10^3$ Н/м.

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

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

где -$d_s$=16 мм – диаметр арматуры;

$f_{bd}$=3,0 Н/мм$^2$ - расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном, определяется по таблицам (5.2, 5.5, 5.6).
$\sigma_{sd}$ – расчетное напряжение в арматуре, находим по формуле:
$\sigma_{sd} = F_s / A_{существ}$, где $A_{существ}$ = 1340 мм2/м (для Ø 16; s = 150мм)

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

Базовая (основная) длина установки для вклеенной арматуры:

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

В соответствии с пунктом 6.3.4 данного стандарта расчетная длина перехлеста ($\ell_0$) определяется по формуле:

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

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

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

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

$\alpha_2$ – коэффициент, учитывающий краевые расстояния до кромки бетона и межосевое расстояние;

$\alpha_2$ = 1– 0,15*($c_d$ – $d_s$)/ $d_s$, при этом 0,7 ≤$\alpha_2$ ≤1,

$\alpha_2$ = 1-0,15*(55-16)/16 =0,63 → $\alpha_2$ =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 вклеиваемой арматуры.

Расчетная длина перехлеста для вклеенной верхней арматуры:

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

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

**Определение длины перехлеста для существующей арматуры:**

Рабочая высота для верхней арматуры в существующей конструкции равна:

$h_o$ = h - $c_1$ - $d_s$ /2=300 –30 – 16/2 = 262 мм;

Плечо сил упрощенно находим по формуле

z = 0,9 $h_o$ = 0,9*262= 235,8 мм;

Усилие в верхней арматуре от действия внешних нагрузок:

$F_s$ = $M_d$/z =120/0,2358 = 508,9 kH/м=508,9*$10^3$ Н/м.

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

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

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

$f_{bd}$=3,0 Н/мм$^2$

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

$\alpha_1$=1;
$\alpha_2$=1– 0,15*($c_d$ – $d_s$)/ $d_s$, при этом 0,7 ≤$\alpha_2$ ≤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:

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

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

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

$\ell_0$ =660,85 мм;

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

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

Длину перехлеста для нижней арматуры принимаем конструктивно:

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

Глубина бурения отверстия для нижней вклеиваемой арматуры:

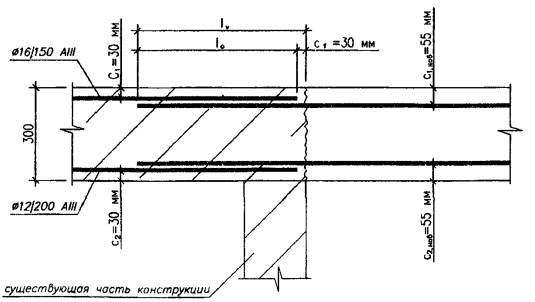
$\ell_v = \ell_0 + c_f$=200+30=230 мм;

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.
$M_d$ =120kНм/м;
Бетон В30;
Толщина плиты h =300 мм;
$c_1$ = 30 мм; Ø 16; s = 150мм;
$c_2$ = 30 мм; Ø 12; s = 200мм;
$c_{1,нов}$ = 55 мм;

$c_{2,нов}$ = 55 мм;
$c_f$ = 30мм;

**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:
$h_o = h - c_1 - d_s/2$=300–55–16/2 = 237мм;
Плечо сил упрощенно находим по формуле:
$z = 0,9\ h_o = 0,9*237 = 213,3$ мм;
Усилие в верхней арматуре от действия внешних нагрузок:
$F_s = M_d/z = 120/0,2133 = 562,6$ kH/м=$562,6*10^3$ Н/м.

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

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

$d_s$=16 мм – диаметр арматуры;
$f_{bd}$=1,4 Н/мм$^2$ - расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном с учетом огнестойкости конструкции, определяется по таблице 7.3.
$\sigma_{sd}$ – расчетное напряжение в арматуре, находим по формуле:
$\sigma_{sd} = F_s / A_{существ}$, где $A_{существ}$ = 1340 мм2/м (для Ø 16; s = 150мм)
$\sigma_{sd}$=$562,6*10^3/1340$ =419,82 Н/мм$^2$
Базовая (основная) длина установки для вклеенной арматуры:
$\ell_{b,rqd}$=(16/4)*( 419,82/ 1,4) = 1199,48 мм.

$\alpha_1$=1;
$\alpha_2 = 1 - 0,15*(c_d - d_s)/ d_s$, при этом $0,7 \le \alpha_2 \le 1$,
$\alpha_2$ = 1-0,15*(55-16)/16 =0,63 → $\alpha_2$ =0,7
$\alpha_3$=1;
$\alpha_5$=1;
$\alpha_6$=1,5;
Расчетная длина перехлеста для вклеенной верхней арматуры с учетом огнестойкости конструкции:
$\ell_o = \alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_5\alpha_6\ell_{b,rqd}$ = 1,0*0, 7*1,0*1,0*1,5*1199,48 =1259,45 мм;
$\ell_o > \ell_{o,мин} = \max\{0,3\alpha_6\ell_{b,rqd}; 15d_s; 200\text{ мм}\}$=251,9 мм;

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

Рабочая высота для верхней арматуры в существующей конструкции равна:

$h_o = h - c_1 - d_s/2 = 300 - 30 - 16/2 = 262$ мм;

Плечо сил упрощенно находим по формуле

$z = 0,9\ h_o = 0,9*262 = 235,8$ мм;

Усилие в верхней арматуре от действия внешних нагрузок:

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

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

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

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

$f_{bd}=3,0$ Н/мм$^2$;

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

$\alpha_1=1$;

$\alpha_2=1-0,15*(c_d - d_s)/d_s$, при этом $0,7 \le \alpha_2 \le 1$,

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

$\alpha_3=1$;

$\alpha_5=1$;

$\alpha_6=1,5$;

Расчетная длина перехлеста для верхней арматуры в существующей конструкции:

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

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

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

$\ell_o = 1259,45$ мм;

Глубина бурения отверстия для верхней вклеиваемой арматуры определятся в соответствии с п.8.4. данного СТО:

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

Длину перехлеста для нижней арматуры принимаем конструктивно:

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

Глубина бурения отверстия для нижней вклеиваемой арматуры

$\ell_v = \ell_o + c_f = 200 + 30 = 230$ 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 60×84 1/8.
Тираж 100 экз. Заказ № 907

*Отпечатано в ОАО «ЦПП»*

gost.e-ecolog.ru