

# Документы по стандартизации

ОАО «Научно-исследовательский центр «Строительство»  
(НИИЖБ им. А.А. Гвоздева)

ЗАО «Хилти Дистрибьюшн ЛТД»

## СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ ПЛИТ  
НА ПРОДАВЛИВАНИЕ  
ХИМИЧЕСКИМИ АНКЕРАМИ «НИЛТИ НЗА-Р»

Расчет, проектирование, монтаж

(СТО-36554501-029-2013)

Москва, 2013г.



Открытое акционерное общество  
«Научно-исследовательский центр «Строительство»

ОАО «НИЦ «Строительство»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ ПЛИТ НА  
ПРОДАВЛИВАНИЕ ХИМИЧЕСКИМИ АНКЕРАМИ  
«HILTI HZA-P»**

Расчет, проектирование, монтаж

СТО 36554501–029–2012

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандартов организации Российской Федерации — ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

### Сведения о стандарте организации

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН лабораторией железобетонных конструкций и контроля качества НИИЖБ им. А.А. Гвоздева – института ОАО «НИЦ «Строительство» (кандидат техн. наук А.Н. Болгов, инж. А.З. Сокуров), при участии ЗАО «Хилти Дистрибьюшн Лтд» (инженер по стандартизации и сертификации Т.А. Наумович, инженер Д.В. Алексеенко).

2 РЕКОМЕНДОВАН К ПРИМЕНЕНИЮ конструкторской секцией Научно-технического совета при НИИЖБ им. А.А. Гвоздева НТС ОАО «НИЦ «Строительство» (протокол №01/13 от 24 января 2013г.).

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН в действие приказом генерального директора ОАО «НИЦ «Строительство» от 29.03.2013г. № 72 с 01.04.2013г.

4 СТАНДАРТ ГАРМОНИЗИРОВАН с основными положениями российских норм

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

**Замечания и предложения следует направлять в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева – институт ОАО «НИЦ «Строительство» по адресу:**

**Россия. 109428, Москва, 2-я Институтская ул., дом.6. Тел./факс (499) 174-75-02, (499) 174-75-15, 8(499) 174-79-00, E-mail: [200651@mail.ru](mailto:200651@mail.ru), [Snimshchikov@cstroy.ru](mailto:Snimshchikov@cstroy.ru)**

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

Помощь в разработке проектов на основе данного стандарта может осуществляться на базе договора с НИИЖБ им. А.А. Гвоздева – институтом ОАО «НИЦ «Строительство».

© ОАО «НИЦ «Строительство», 2013

## Содержание

1	Область применения .....	1
2	Нормативные ссылки .....	1
3	Термины и определения .....	2
4	Основные положения .....	2
5	Расчет плит усиленных клеенной арматурой HZA-P .....	2
5.1	Общие положения .....	2
5.2	Расчет элемента на продавливание при действии сосредоточенной силы .....	5
5.3	Расчет на продавливание при действии сосредоточенной силы и изгибающего момента 7	
5.4	Расчет на продавливание при действии сосредоточенной силы и изгибающего момента в двух взаимно перпендикулярных плоскостях .....	8
6	Конструктивные требования к постановке арматуры HZA-P .....	8
	Приложение А Пример расчета системы усиления Hilti HZA-P .....	10
	Приложение Б Технология установки Hilti HZA-P .....	16
	Приложение В Материалы .....	24

## СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ ПЛИТ НА ПРОДАВЛИВАНИЕ

## ХИМИЧЕСКИМИ АНКЕРАМИ «HILTI HZA-P»

## Расчет, проектирование, монтаж

## Post-Installed shear reinforcement Hilti HZA-P

## Principles and design

Дата введения

**1 Область применения**

Настоящий стандарт организации предназначен для расчета и конструирования усиления железобетонных плит перекрытий, покрытий и фундаментных плит на продавливание клеенной арматурой фирмы Hilti HZA-P в сейсмических районах, с прочностью бетона, соответствующей классам бетона на сжатие в диапазоне В15-40. Допускается расширять диапазон по согласованию с авторами стандарта.

Усиление клеенной арматурой фирмы Hilti предназначено для конструкций из тяжелого бетона, в том числе нагруженных на момент усиления.

Действующие усилия на плиту на момент усиления не должны превышать 60% значения предельной несущей способности конструкций без усиления.

Усиление конструкций клеенной арматурой фирмы Hilti может применять как отдельно, и при необходимости, в комбинации с другими типами: устройство обойм, воротников, капителей и др.

Для установки связей HZA-P в бетон на основе использования технологии Hilti Punching следует использовать составы высокой прочности и медленного твердения Hilti HIT-RE 500, Hilti HIT-RE 500-SD, Hilti HIT-RE 700.

Объектами стандартизации в настоящем стандарте организации являются:

- Требование к клееным арматурным стержням;
- Требования к материалу основания – бетону, в который устанавливаются (вклеиваются) арматурные стержни;
- Технология работ при установке арматурных стержней в бетонное основание;
- Требования к расчету усиленных плит.

Стандарт предназначен для специалистов проектных и строительных организаций, строительных инспекций, а также может являться частью конструкторской и технологической документации при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте зданий и сооружений из железобетонных конструкций.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте организации использованы ссылки на следующие нормативные документы:

СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003»

СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений»

СТО 36554501-023-2010 «Устройство арматурных выпусков, установленных в бетон по технологии «HILTI REBAR»

ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности»

ГОСТ 22904-93 «Конструкции железобетонные. Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры»

**Примечание** — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому Информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

- 3.1 продавливание** – механизм разрушения плиты от приложения нагрузки в виде сосредоточенных сил, действующих по ограниченной площадке, связанный с разрушением плиты вокруг этой площадки с выделением из плиты, тела в форме усеченного конуса (пирамиды).
- 3.2 арматура Hilti HZA-P** – система усиления фирмы Hilti в виде комбинированного стержня периодического сечения и гладкого стержня с резьбой, а также анкерных шайб и гаек.
- 3.3 клеевой состав** – клеевой состав на основе эпоксидных смол фирмы Hilti;
- 3.4 периметр расчетного сечения** – длина условного расчетного контура единичной ширины, расположенного в соответствии с указаниями СП 63.13330.2012.

### 4 Основные положения

Нормы данного стандарта соответствуют Российским нормам проектирования железобетонных конструкций СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.

Применение технологии усиления Hilti позволяет:

- Повысить эксплуатационную надежность и безопасность плитных железобетонных конструкций и их узловых соединений при проведении работ по 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 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева и материалы ЗАО «Хилти Дистрибьюшн Лтд».

### 5 Расчет плит усиленных клеенной арматурой HZA-P

#### 5.1 Общие положения

5.1.1. Расчет плоских железобетонных элементов на продавливание следует выполнять, учитывая сосредоточенные силы и изгибающие моменты, действующие на ограниченной площадке.

5.1.2. Расчет прочности выполняют для ряда расчетных периметров (см. рис. 5.1, 5.2), расположенных:

- $u_1$  - на расстоянии  $h_0/2$  от площадки;
- $u_2$  - на расстоянии  $h_{0v}/2$  от границы поперечного армирования.
- $u_3$  - на расстоянии  $h_0/2$  от грани капители.

Окончательно принимают наименьшую несущую способность плиты.

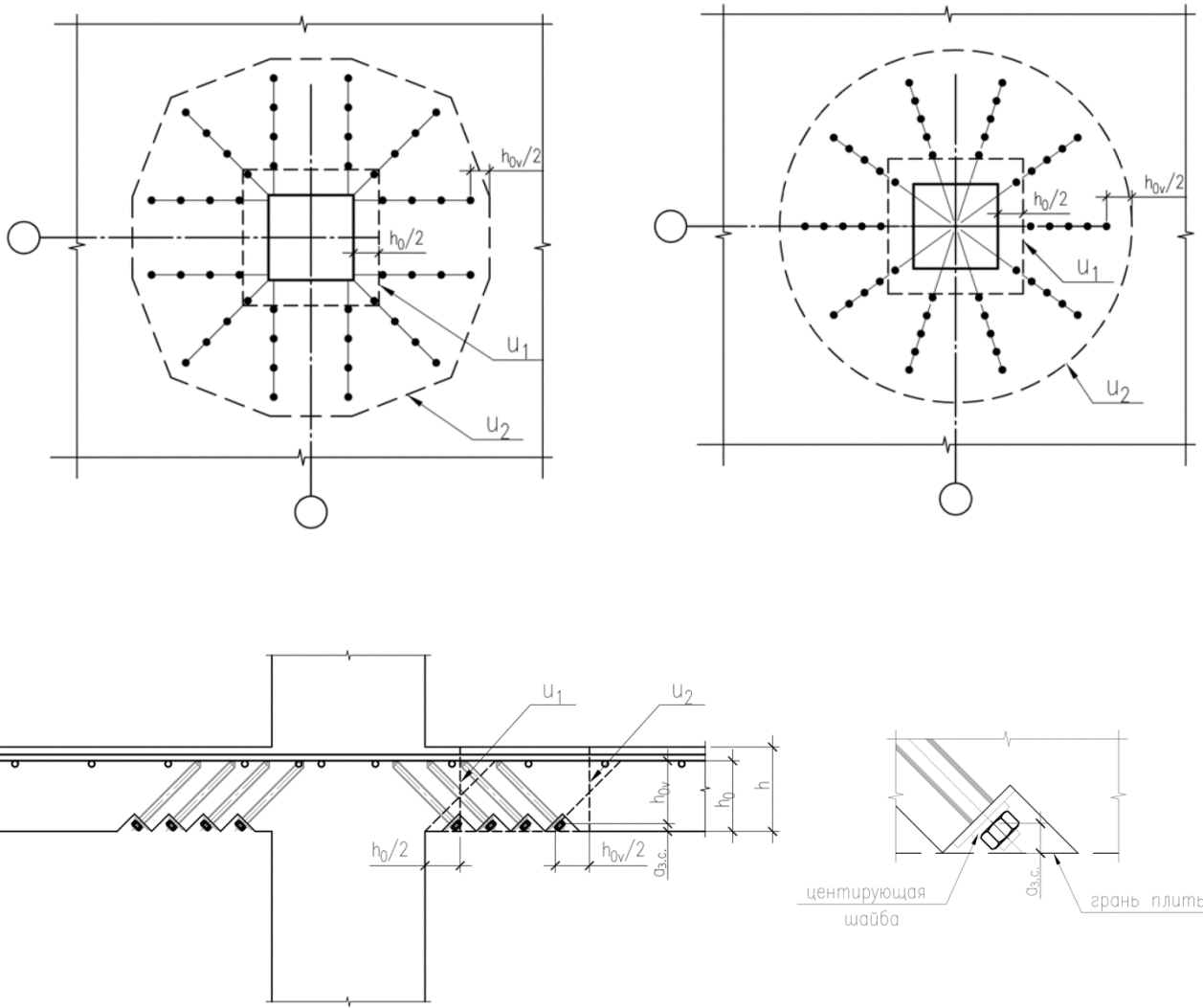


Рисунок 5.1. Периметры расчетных сечений.

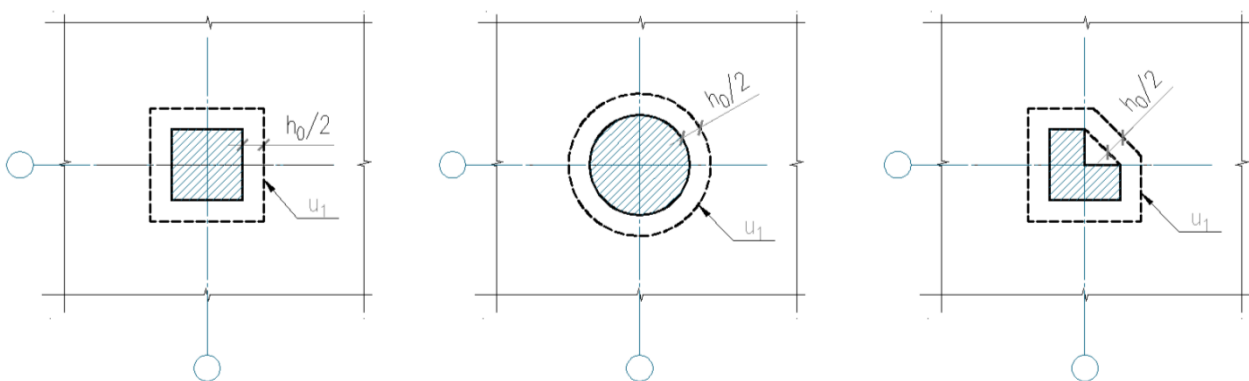


Рисунок 5.2. Расчетный периметр с колоннами разных сечений.

5.1.3. При наличии вблизи площадки приложения нагрузки проемов или отверстий, расположенных на расстоянии  $\leq 6h$ , часть расчетного периметра следует исключать согласно схеме на рисунке 5.3.



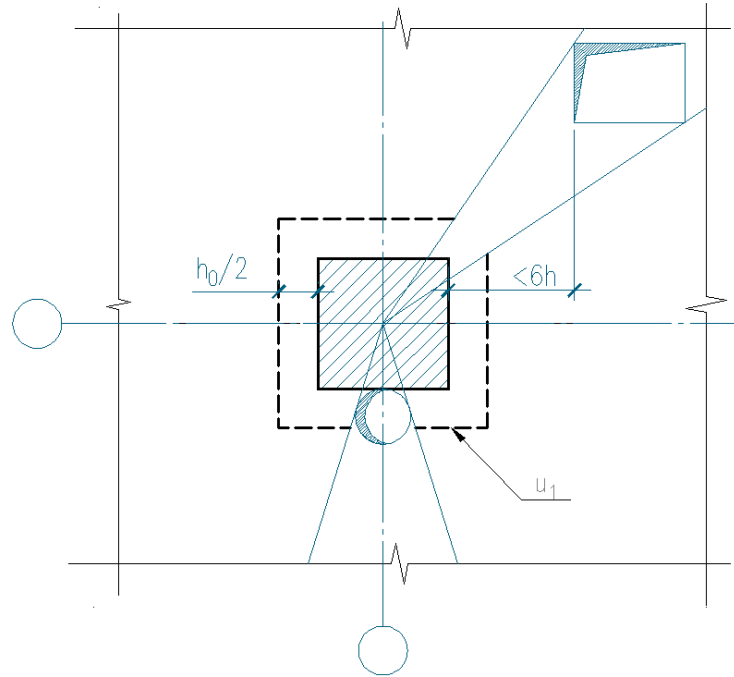


Рисунок 5.3. Расчетный периметр при наличии отверстий.

5.1.4. Продавливающую сосредоточенную силу следует принимать из результата расчета за вычетом сил, действующих с противоположной продавливающей силе стороне элемента (давление грунта, нагрузка на плиту перекрытия и т.п.), действующих внутри большего основания пирамиды продавливания (см. рис. 5.4).

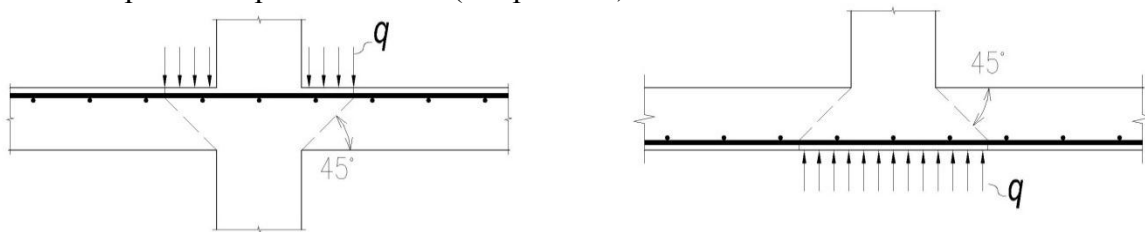


Рисунок 5.4. Разгружающие усилия при расчете на продавливание.

5.1.5. Продавливающий сосредоточенный момент следует принимать согласно общему расчету конструктивной системы, численно равно полу сумме изгибающих моментов в верхнем основании нижней колонны и нижнем основании верхней колонны (нижнем основании колонны – при расчете фундаментной плиты; верхнем основании колонны при расчете плиты перекрытия) и дополнительного момента от эксцентриситета сосредоточенной силы относительно центра тяжести контура расчетного сечения.

$$M = \frac{M_1 + M_2 \pm M_e}{2}, \quad (1) \quad \text{где}$$

$M_1$  – изгибающий момент в верхнем основании нижней колонны;

$M_2$  – изгибающий момент в нижнем основании верхней колонны;

$M_e$  – изгибающий момент от внецентренного приложения сосредоточенной силы;

$$M_e = F \cdot e, \quad (2) \quad \text{где}$$

$e$  – эксцентриситет сосредоточенной силы относительно центра тяжести контура расчетного сечения.

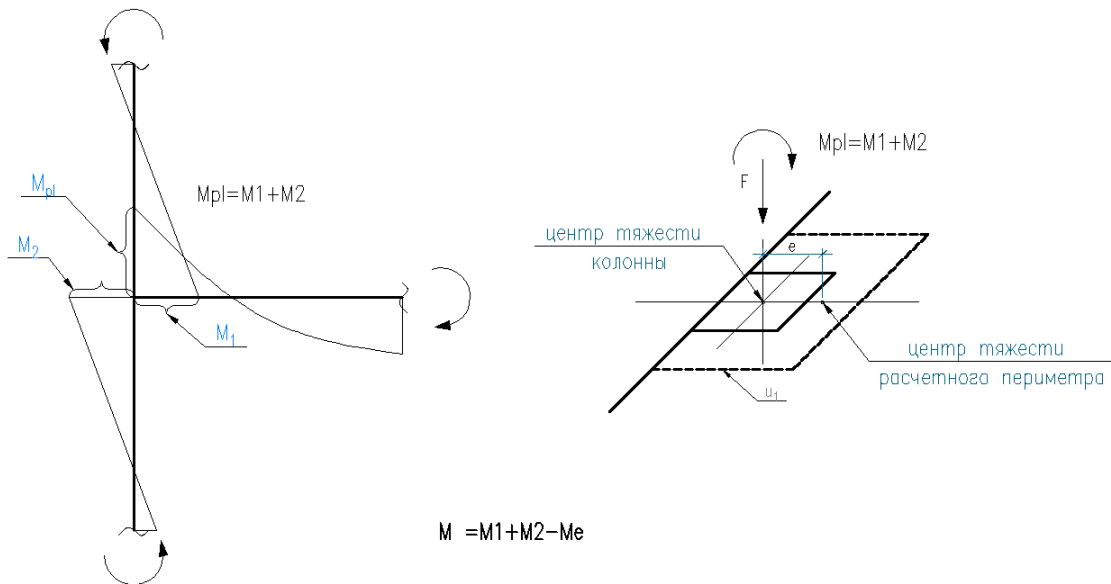


Рисунок 5.5. Расчетные усилия в плите перекрытия при опирании на крайние колонны.

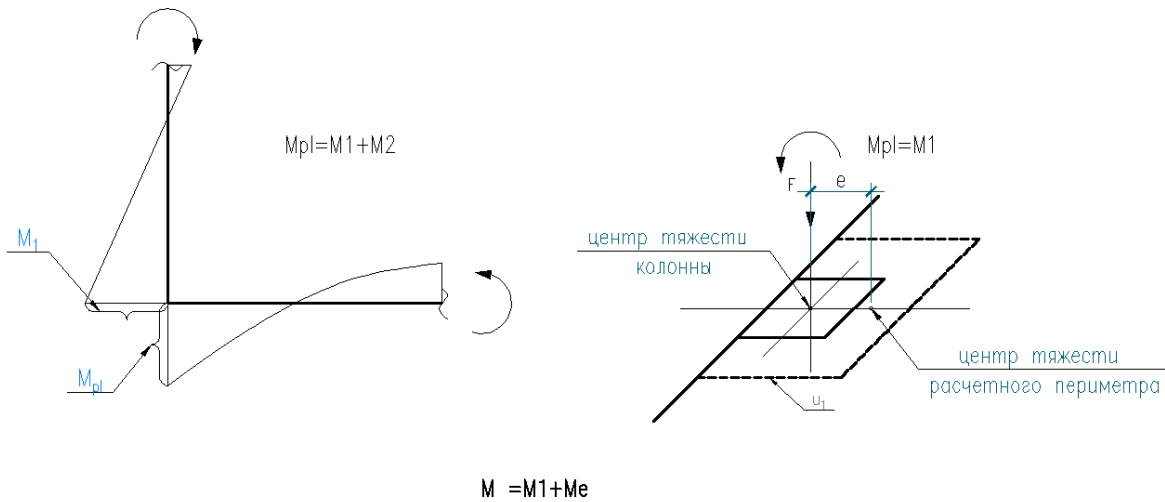


Рисунок 5.6. Расчетные усилия в фундаментной плите при опирании на крайние колонны.

5.1.6. При действии сосредоточенных моментов и силы в условиях прочности соотношение между действующими сосредоточенными моментами  $M$ , учитываемыми при продавливании, и предельными  $M_{ult}$  принимают не более соотношения между действующим сосредоточенным усилием  $F$  и предельным  $F_{ult}$ .

## 5.2 Расчет элемента на продавливание при действии сосредоточенной силы

5.2.1. Расчет плит производится из условия:

$$F \leq F_{b,ult} + F_{sw,ult}, \quad (3) \quad \text{где}$$

$F$  – сосредоточенная сила от внешней нагрузки, действующая на плиту за вычетом разгружающих сил;

$F_{b,ult}$  – предельное усилие, воспринимаемое бетоном расчетного поперечного сечения плиты;

$F_{sw,ult}$  – предельное усилие, воспринимаемое арматурой НЗА-Р поперечного сечения плиты;

5.2.2. Предельное усилие, воспринимаемое бетоном, вычисляется по формуле:

$$F_{b,ult} = R_{bt} \cdot u \cdot h_0, \quad (4) \quad \text{где}$$

$R_{bt}$  – расчетное сопротивление бетона на растяжение;

$u$  – периметр расчетного сечения бетона, принимаемый на расстоянии  $h_0/2$  от границы приложения продавливающей силы, либо границы крайнего ряда поперечной арматуры;

$h_0$  – рабочая высота плиты, рассчитываемая по формуле:

$$h_0 = 1/2(h_{0x} + h_{0y}), \quad (5) \quad \text{где}$$

$h_{0x}, h_{0y}$  – рабочая высота сечений плиты для продольной (растянутой при изгибе) арматуры, расположенной в направлении взаимно перпендикулярных осей X и Y.

$h_{0vx}, h_{0vy}$  – рабочая высота сечений плиты за контуром поперечного армирования, уменьшенная на толщину защитного слоя бетона до анкерной шайбы (см. рис. ).

5.2.3. Количество поперечной арматуры HZA-P, учитываемой в расчете, принимается из следующего условия:

$$F_{b,ult} \geq F_{sw,ult} \geq 0,5 \cdot F_{b,ult} \quad (6)$$

5.2.4. Предельное усилие в арматуре каждого ряда HZA-P ( $F_{sw}$ ) принимается равным минимальной величине:

$$F_{sw} = \min \{F_{sw}^R, F_{sw}^{bond}, F_{sw}^{pul}\}, \quad (7) \quad \text{где}$$

$F_{sw}^R$  – расчетное сопротивление анкера при разрушении по материалу, вычисляемое по формуле:

$$F_{sw}^R = 0,8 \cdot R_{sw} \cdot A_{sw} \cdot \sin(\alpha), \quad (8) \quad \text{где}$$

$R_{sw}$  – расчетное сопротивление анкера HZA-P растяжению, принимаемое равным  $350 \text{ Н/мм}^2$ ;

$A_{sw}$  – площадь поперечного сечения анкера HZA-P;

$\alpha$  – угол наклона анкера к горизонтальной плоскости плиты, принимаемый равным  $45^\circ$ .

$F_{sw}^{bond}$  – расчетное сопротивление клеювого состава, определяемого по формуле:

$$F_{sw}^{bond} = \tau_{bd} \cdot d_s \cdot \pi \cdot l_{b,sup,i} \cdot \sin(\alpha), \quad (9) \quad \text{где}$$

$\tau_{bd}$  – расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном (принимается в соответствии с таблицей 5.1 данного раздела);

$d_s$  – диаметр анкера HZA-P, принимаемый равным номинальному диаметру стержня;

$l_{b,sup,i}$  – длина заделки анкера HZA-P в пирамиду продавливания, равная расстоянию от точки пересечения стержня с пирамидой продавливания до верхнего конца стержня (см. рис. 5.8).

$F_{sw}^{pul}$  – расчетное сопротивление бетона выкалыванию под анкерной шайбой на нижнем конце анкера HZA-P (см. рис. 5.7), определяемое по формуле:

$$F_{sw}^{pul} = 0,2 \cdot A_{sw} \cdot \sqrt{R_b} \cdot \frac{l_{b,inf,i}^{1,5}}{d_{s,i}^2} \left( 1 + \frac{d_{inf,i}}{l_{b,inf,i}} \right) \cdot \sin(\alpha), \quad [\text{МН}], [\text{М}] \quad (10) \quad \text{где}$$

$l_{b,inf,i}$  – расстояние от точки пересечения стержня с пирамидой продавливания до нижнего конца стержня, в м (см. рис. 5.8);

$d_{inf,i}$  – диаметр нижней анкерной шайбы, в м;

5.2.5. Предельная несущая способность плиты с учетом усиления арматурой Hilti HZA-P рассчитывается по формуле:

$$F_{ult} = 2R_{bt} \cdot u \cdot h_0, \quad (11)$$

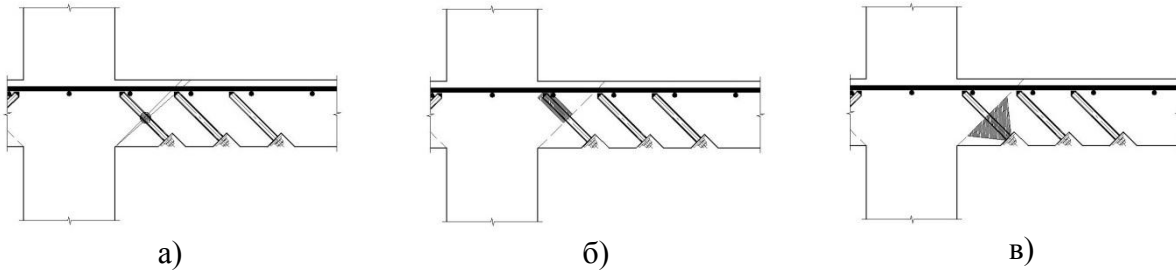


Рисунок 5.7. Механизмы разрушения: а) по стали, б) по клеевому составу, в) выкалывание бетона под шайбой.

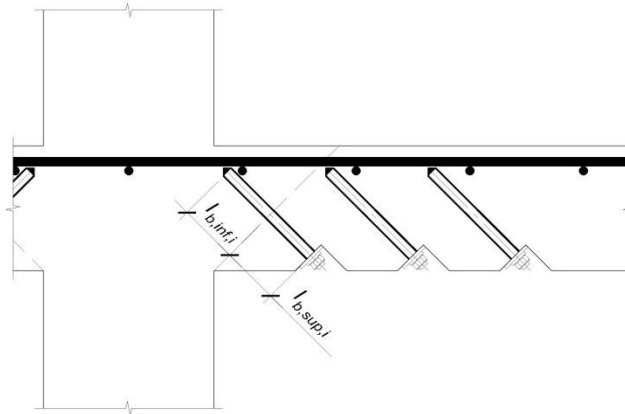


Рисунок 5.8. Расчетная схема при расчете прочности по клеевому составу.

Таблица 5.1. Расчетное сопротивление сцепления клевого состава Hilti

Класс бетона	Расчетное сопротивление $\tau_{bd}$ , (Н/мм <sup>2</sup> )
В 15	1,6
В 20	2,0
В 25	2,3
В 30	2,7
В 35	2,9
В 40	3,1

### 5.3 Расчет на продавливание при действии сосредоточенной силы и изгибающего момента

5.3.1. Расчет плиты производится из условия:

$$\frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}} + \frac{M}{M_{b,ult} + M_{sw,ult}} \leq 1, \quad (12) \quad \text{где}$$

$M_{b,ult}$  – предельный момент, воспринимаемый бетоном расчетного сечения, определяемый по формуле:

$$M_{b,ult} = R_{bt} \cdot W_b \cdot h_0, \quad (13) \quad \text{где}$$

$W_b$  – момент сопротивления контура расчетного сечения плиты;

$M_{sw,ult}$  – предельный момент, воспринимаемый арматурой HZA-P, определяемый по формуле:  $M_{sw,ult} = q_{sw} \cdot W_{sw}$ , (14) где

$q_{sw}$  – интенсивность поперечной арматуры HZA-P, рассчитываемая по формуле:

$$q_{sw} = \frac{\sum F_{sw,i}}{u}, \quad (15) \quad \text{где}$$

$\sum F_{sw,i}$  – суммарное предельное усилие в анкерах HZA-P каждого ряда, пересекаемого пирамидой продавливания;

$W_{sw}$  – момент сопротивления анкеров Hilti HZA-P при их равномерном расположении вдоль расчетного контура. Принимается равным значению  $W_b$ .

5.3.2. Предельная несущая способность плиты при совместном действии сосредоточенной силы и изгибающего момента, усиленная анкерами Hilti HZA-P определяется по формуле:

$$F(1+k) \leq 2F_{b,ult}, \quad (16) \quad \text{где}$$

$$k = \frac{M}{F} \cdot \frac{u}{W_b} \quad (\text{значение коэффициента } k \text{ принимается не более } 1).$$

#### 5.4 Расчет на продавливание при действии сосредоточенной силы и изгибающего момента в двух взаимно перпендикулярных плоскостях

5.4.1. Расчет плиты на продавливание при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов, действующих в двух взаимно перпендикулярных плоскостях выполняются по формуле:

производиться из условия:

$$\frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}} + \frac{M_x}{M_{bx,ult} + M_{swx,ult}} + \frac{M_y}{M_{by,ult} + M_{swy,ult}} \leq 1, \quad (17)$$

5.4.2. Предельная несущая способность плиты при совместном действии сосредоточенной силы и изгибающего момента, усиленная анкерами Hilti HZA-P определяется по формуле:  $F(1+k) \leq 2F_{b,ult}$ , где

$$k = \frac{M_x}{F} \cdot \frac{u}{W_{bx}} + \frac{M_y}{F} \cdot \frac{u}{W_{by}} \quad (\text{значение коэффициента } k \text{ принимается не более } 1).$$

### 6 Конструктивные требования к постановке арматуры HZA-P

6.1. Соблюдение данных требований обеспечивает выполнение расчетных формул и является обязательным при использовании Hilti HZA-P.

6.2. Размер зоны усиления, шаг поперечных стержней а также диаметр стержней Hilti HZA-P определяется по результатам расчета, при этом следует руководствоваться следующими правилами при расстановке поперечной арматуры Hilti HZA-P:

- поперечную арматуру Hilti HZA-P следует располагать в виде лучей, в радиальном направлении от центра колонны;
- угол наклона поперечной арматуры Hilti HZA-P к горизонтальной плоскости следует принимать равным  $45^0 (\pm 5^0)$ ;
- максимальный угол между соседними лучами не должен превышать  $45^0 (\pm 5^0)$ ;
- минимальное количество стержней в ряду (луче) – 2 шт.;
- расстояние от грани опоры до нижнего конца анкера первого ряда не должно превышать  $0,75h_0$  (до верхнего конца анкера – для фундаментов) и не ближе  $0,5h_0$ ;
- расстояние между двумя соседними стержнями в ряду не должно превышать  $0,75h_0$  и 300мм и не ближе  $0,5h_0$ ;
- расстояние между соседними стержнями 2-го ряда в тангенциальном направлении не должно превышать  $1,5 h_0$ ;
- высоту сверления отверстий под арматуру Hilti HZA-P следует принимать равной расстоянию от грани плиты до внутренней грани растянутой арматуры плиты, в случае попадания на верхнюю продольную арматуру плиты допускается уменьшать

## **СТО 36554501–029–2012**

высоту сверления. При этом в расчете должна учитываться уменьшенная высота постановки арматуры Hilti HZA-P;

- толщина огнезащитного состава СР636 составляет: для анкера d16 – 40мм, для анкера d20 – 50мм.

6.3. Допускается отклонение в расположении арматуры Hilti HZA-P в плане +/-30мм; допускаемое отклонение угла наклона арматуры Hilti HZA-P +/- 5°.

## Приложение А Пример расчета системы усиления Hilti HZA-P

Исходные данные:

Размеры поперечного сечения крайней колонны – 400x400 [мм]. Толщина железобетонной плиты – 220 мм, рабочая высота плиты – 184 мм. Класс бетона по прочности – В25.

Нагрузки на плиту:  $F = 250$  кН;  $M_{loc,x} = 30$  кН·м;  $M_{loc,y} = 50$  кН·м;

### ШАГ 1 – определяем несущую способность плиты без поперечного армирования:

Несущая способность плиты на продавливание определяется из условия прочности:

$$\frac{F}{F_{b,ult}} + \frac{M_x}{M_{bx,ult}} + \frac{M_y}{M_{by,ult}} \leq 1$$

$F, M_{x(y)}$  – действующие сосредоточенные силы и моменты;

$F_{b,ult} = R_{bt} \cdot u \cdot h_0$ ; – предельное усилие, которое может воспринять бетон расчетного сечения;

$M_{bx(y),ult} = R_{bt} \cdot W_{bx(y)} \cdot h_0$  – предельный момент, который может воспринять бетон расчетного сечения.

$$M_{x(y)} = \frac{M_{loc,x(y)} - F \cdot e_{y(x)}}{2} \text{ – момент, учитываемый при расчете на продавливание.}$$

Согласно СП 52-101-2003 для бетона В25  $R_b = 14,0$  МПа,  $R_{bt} = 1,05$  МПа.

Периметр расчетного сечения при расчете на продавливание:

$$u = (a + h_0) + 2 \left( a + \frac{h_0}{2} \right) = (400 + 184) + 2 * \left( 400 + \frac{184}{2} \right) = 1568 \text{ мм}$$

$$F_{b,ult} = R_{bt} \cdot u \cdot h_0 = 1,05 \cdot 1568 \cdot 184 / 1000 = 303 \text{ кН};$$

$W_{x(y)}$  – момент сопротивления расчетного сечения относительно центра тяжести.

$$W_x = \frac{2 * 492 * \left( \frac{584}{2} \right)^2 + 584^3 / 12}{584 / 2} = 344171 \text{ мм}^2$$

$$W_y = \frac{2 * \left( \frac{492^3}{12} + 492 * (338 - 492/2)^2 \right) + 584 * (492 - 338)^2}{338} = 124343 \text{ мм}^2$$

Эксцентриситеты приложения нагрузки относительно центра тяжести расчетного сечения –  $e_x = 338 - 492/2 = 138$  мм,  $e_y = 0$  мм.

Определяем предельный момент, который может воспринять бетон расчетного сечения:

$$M_{bx,ult} = R_{bt} \cdot W_{bx} \cdot h_0 = 1,05 \cdot 344171 \cdot 184 / 10^6 = 66,5 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{by,ult} = R_{bt} \cdot W_{by} \cdot h_0 = 1,05 \cdot 124343 \cdot 184 / 10^6 = 24 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Действующие сосредоточенные моменты, принимаемые для расчета на продавливание с учетом дополнительного момента от внецентренного приложения сосредоточенной силы относительно центра тяжести контура расчетного поперечного сечения:

$$M_x = \frac{30 - 250 \cdot 0}{2} = 15 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_y = \frac{50 - 250 \cdot 0.138}{2} = 7.75 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Проверяем условие прочности:

$$\frac{250}{303} + \frac{15}{66.5} + \frac{7.75}{24} = 1.37 > 1$$

Условие прочности не выполняется, необходимо выполнить усиление плиты на продавливание.

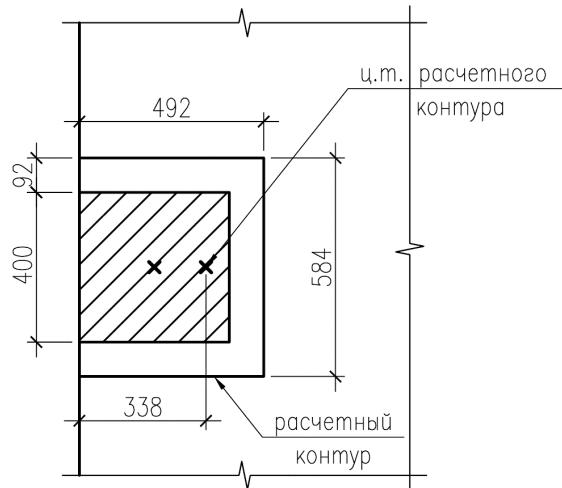


Рисунок А1. Расчетная схема на продавливание без поперечного армирования.

## ШАГ 2 – определяем требуемое количество поперечной арматуры Hilti HZA-P:

Усиление плиты выполняем по следующей схеме, показанной на рисунке А.2, принимая в 1-ом приближении 2 ряда стержней.

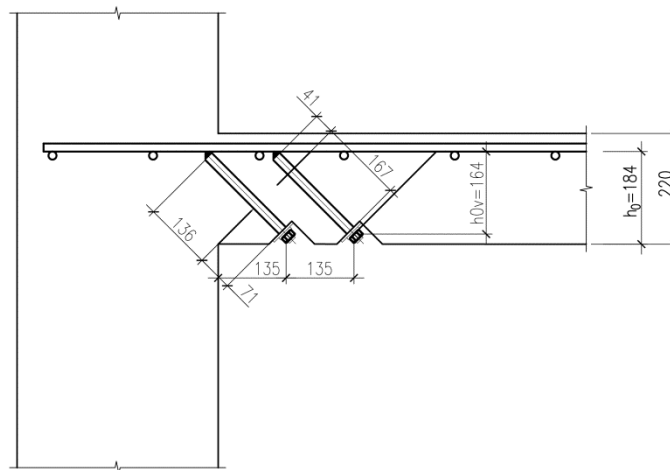


Рисунок А2. Схема установки поперечной арматуры Hilti HZA-P.



Поперечная арматура из HZA-P M16. Клеевой раствор – Hilti HIT-RE 500. Закладная шайба диаметром 52 мм. Защитный слой анкерной гайки (расстояние от гайки до нижней поверхности плиты) 20мм, при этом огнестойкость арматуры Hilti обеспечивается нанесением дополнительного слоя специального Hilti состава толщиной 20мм.

Условие прочности плиты на продавливание с поперечной арматурой:

$$\frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}} + \frac{M_x}{M_{bx,ult} + M_{swx,ult}} + \frac{M_y}{M_{by,ult} + M_{swy,ult}} \leq 1$$

Предельное усилие, которое может воспринять расчетное поперечное сечение, определяется по формуле:

$$F_{sw} = \sum_{i=1}^n F_{sw,i} \cdot \sin(\alpha)$$

где  $F_{sw,i} = \min(F_{sw,i}^R, F_{sw,i}^{bond}, F_{sw,i}^{pul})$

$F_{sw,i}^R = 0.8 \cdot R_{sw,i} \cdot A_{sw,i}$  - усилие сопротивление в арматуре при разрушении по стали.

Для всех рядов арматуры:

Прочность стержней Hilti по материалу:

$$F_{sw,1,(2),(3)}^R = 0.8 \cdot 350 \cdot 201 / 1000 = 56,3 \text{ кН}$$

Прочность стержней Hilti по клеевому составу HIT RE-500:

$F_{sw,i}^{bond} = \tau_{bd} \cdot d_s \cdot \pi \cdot l_{b,sup,i}$  - усилие сопротивления клеевого состава.  
 $\tau_{bd} = 2.3 \text{ МПа}$  (согласно таб. 5.1)

$$F_{sw,1}^{bond} = 2,3 \cdot 16 \cdot 3,14 \cdot \frac{136}{1000} = 15,7 \text{ кН};$$

$$F_{sw,2}^{bond} = 2,3 \cdot 16 \cdot 3,14 \cdot \frac{41}{1000} = 4,7 \text{ кН};$$

Прочность стержней Hilti по усилию выкалывания под анкерной шайбой арматуры HZA-P, [МН], [м]:

$$F_{sw,i}^{pul} = 0,2 \cdot A_{s,i} \cdot \sqrt{R_b} \cdot \frac{l_{b,inf,i}^{1.5}}{d_{s,i}^2} \left( 1 + \frac{d_{inf,i}}{l_{b,inf,i}} \right)$$

$$F_{sw,1}^{pul} = 0,2 \cdot 0,0002 \cdot \sqrt{14,5} \cdot \frac{0,071^{1.5}}{0,016^2} \left( 1 + \frac{0,052}{0,071} \right) \cdot 1000 = 19,5 \text{ кН};$$

$$F_{sw,2}^{pul} = 0,2 \cdot 0,0002 \cdot \sqrt{14,5} \cdot \frac{0,167^{1.5}}{0,016^2} \left( 1 + \frac{0,052}{0,167} \right) \cdot 1000 = 53,2 \text{ кН};$$

Выбираем минимальную несущую способность арматуры Hilti:

$$F_{sw,1} = \min(56,3; 15,7; 19,5) = 15,7 \text{ кН};$$

$$F_{sw,2} = \min(56,3; 4,7; 53,2) = 4,7 \text{ кН};$$

Вычисляем усилие, воспринимаемое поперечной арматурой 1 луча:

$$F_{sw}(1) = (15,7 + 4,7) \cdot \sin 45^\circ = 14,4 \text{ кН}$$

Приближение 1

Вычисляем приближенное количество лучей поперечной арматуры Hilti:

$$n_{sw} = \frac{F_{b,ult} \cdot \left( \frac{F}{F_{b,ult}} + \frac{M}{M_{b,ult}} \right)}{2 \cdot F_{sw}(1)} = \frac{303 \cdot 1.37}{2 \cdot 14.4} = 14,4 \quad \text{принимаем 14 лучей;}$$

Вычисляем усилие, воспринимаемое поперечной арматурой:

$$F_{sw} = 14,4 \cdot 10 = 201,6 \text{ кН}$$

Проверяем условие (6):  $F_{b,ult} \geq F_{sw,ult} \geq 0,5 \cdot F_{b,ult}$

$$F_{b,ult} = 303 \text{ кН} \geq F_{sw} = 201,6 \text{ кН} \geq 151,5 \text{ кН} = 0,5 \cdot F_{b,ult} \quad \text{условие (6) выполнено}$$

Предельный момент, который может воспринять расчетное сечение, определяем по формуле:

$$M_{swx(y),ult} = \frac{F_{sw} \cdot W_{swx(y)}}{u}, \quad \text{где } W_{swx(y)} = W_{bx(y)}.$$

$$M_{swx,ult} = \frac{201,6 \cdot 344171}{1568 \cdot 1000} = 44,2 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad M_{swx,ult} = \frac{204 \cdot 124343}{1568 \cdot 1000} = 16,0 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Условие прочности плиты с поперечной арматурой на продавливание:

$$\frac{250}{303+201,6} + \frac{15}{66,5+44,2} + \frac{7,75}{24+16,0} = 0,49 + 0,13 + 0,19 = 0,82$$

Условие прочности выполняется, несущая способность плиты на продавливание в зоне поперечного армирования при постановке 14 лучей обеспечена.

Приближение 2

Принимаем в следующем приближении 11 лучей;

Вычисляем усилие, воспринимаемое поперечной арматурой:

$$F_{sw} = 14,4 \cdot 11 = 158 \text{ кН}$$

Проверяем условие (6):  $F_{b,ult} \geq F_{sw,ult} \geq 0,5 \cdot F_{b,ult}$

$$F_{b,ult} = 303 \text{ кН} \geq F_{sw} = 158 \text{ кН} \geq 151,5 \text{ кН} = 0,5 \cdot F_{b,ult} \quad \text{условие (6) выполнено}$$

$$M_{swx,ult} = \frac{158 \cdot 344171}{1568 \cdot 1000} = 34,7 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad M_{swx,ult} = \frac{163 \cdot 124343}{1568 \cdot 1000} = 12,5 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Условие прочности плиты с поперечной арматурой на продавливание:

$$\frac{250}{303+158} + \frac{15}{66,5+34,7} + \frac{7,75}{24+12,5} = 0,54 + 0,15 + 0,21 = 0,9;$$

Условие прочности выполняется, несущая способность плиты на продавливание в зоне поперечного армирования при постановке 11 лучей обеспечена.

Так как поперечное армирование из 10 лучей составляет

$F_{sw} = 14,4 * 10 = 144 \text{кН} \leq 151,5 \text{кН} = 0,5 * F_{b,ult}$  окончательно принимаем поперечное армирование из 11 лучей (см. рис. А3). Стержни Hilti HZA-P располагаем в плане с соблюдением конструктивных требований раздела 6.

### ШАГ 3 – определяем требуемое количество поперечной арматуры Hilti HZA-P вдоль луча:

Требуемое количество арматуры определяем из условия обеспечения прочности плиты на продавливание за контуром поперечного армирования.

Условие прочности:

$$\frac{F}{F_{b,ult}} + \frac{M_x}{M_{bx,ult}} + \frac{M_y}{M_{by,ult}} \leq 1$$

Геометрические размеры расчетного контура за пределами поперечного армирования приведены на рисунке А3.

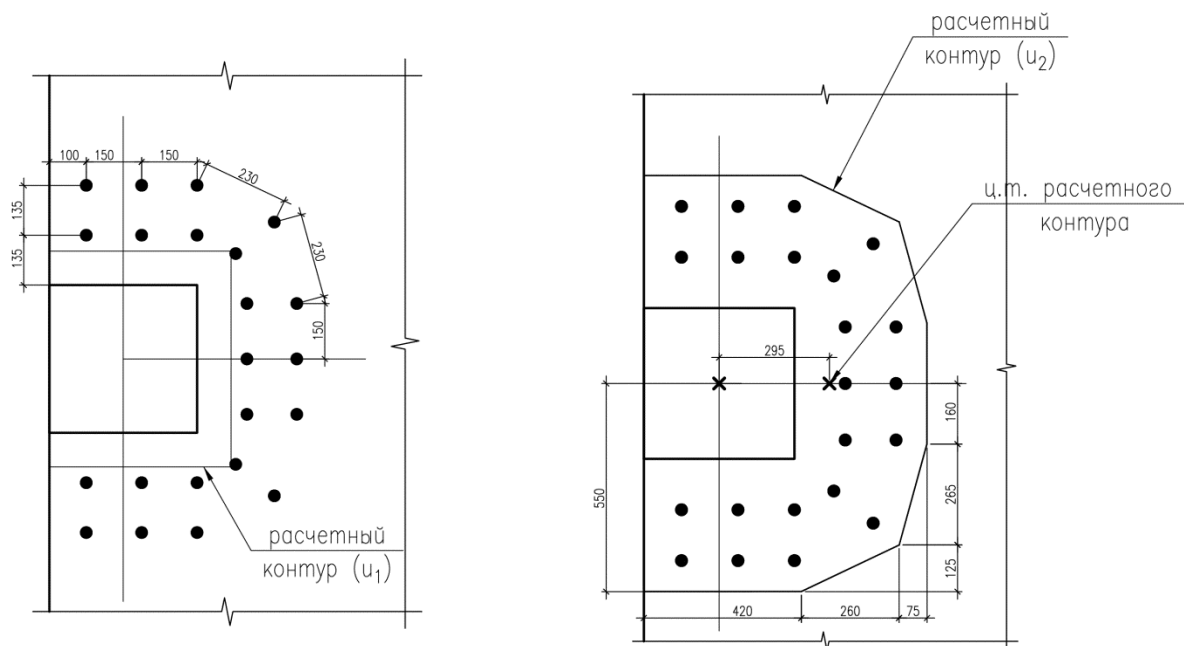


Рисунок А3. Расчетная схема за контуром поперечной арматуры Hilti HZA-P.

Геометрические характеристики: момент сопротивления расчетного контура относительно главных осей, проходящие через центр тяжести расчетного контура, определяем по общим правилам.

длина расчетного контура:

$$u_2 = 2280 \text{мм};$$

моменты сопротивления вокруг главных осей:

$$W_x = 815258 \text{мм}^2;$$

$$W_y = 270440 \text{мм}^2;$$

Действующие сосредоточенные моменты, принимаемые для расчета на продавливание с учетом дополнительного момента от внецентренного приложения сосредоточенной силы относительно центра тяжести контура расчетного поперечного сечения:

$$M_x = \left| \frac{30-250 \cdot 0}{2} \right| = 15 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad M_y = \left| \frac{50-250 \cdot 0.295}{2} \right| = 11,9 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Определяем предельные внутренние усилия, воспринимаемые бетоном расчетного контура:

$$F_{b,ult} = 1,05 \cdot 2280 \cdot 164/1000 = 393 \text{ кН};$$

$$M_{bx,ult} = 1,05 \cdot 815258 \cdot 164/10^6 = 140 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{by,ult} = 1,05 \cdot 270440 \cdot 164/10^6 = 46 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Условие прочности плиты с поперечной арматурой на продавливание с учетом того, что соотношение между действующими сосредоточенными моментами и предельными должно быть не больше соотношения между действующим сосредоточенным усилием и предельным, принимает вид:

$$\frac{250}{393} + \frac{15}{140} + \frac{11,4}{46} = 0,64 + 0,11 + 0,24 = 0,99 < 1$$

Условие прочности выполняется, несущая способность плиты перекрытия на продавливание обеспечена.

## Приложение Б Технология установки Hilti HZA-P (обязательное)

Для установки связей HZA-P в бетон на основе использования технологии Hilti Punching следует использовать состав высокой прочности и медленного твердения HILTI HIT -RE500.

Время твердения клеевого состава HILTI HIT -RE500 и начальный момент приложения нагрузки к анкеру при установке в сухой бетон приведены в таблице 1.

Таблица 1

Температура базового материала	Время схватывания	Время полного набора прочности
Минус 5 <sup>0</sup> С	4 ч	72 ч
0 <sup>0</sup> С	3 ч	50 ч
5 <sup>0</sup> С	2ч 30 мин	36 ч
20 <sup>0</sup> С	30 мин	12 ч
30 <sup>0</sup> С	20 мин	8 ч
40 <sup>0</sup> С	12 мин	4 ч

Примечание — Все промежутки времени измеряются от момента пропускания двухкомпонентного состава через смеситель. После полного набора прочности может быть приложена полная нагрузка.

Анкерная система включает в себя картридж, капсулу с двухкомпонентным полимерным составом со смесителем (Рис.1). На упаковке должен быть указаны: наименование производителя, марку изделия, артикул, номер партии, год и месяц до которого можно использовать капсулу (включительно).

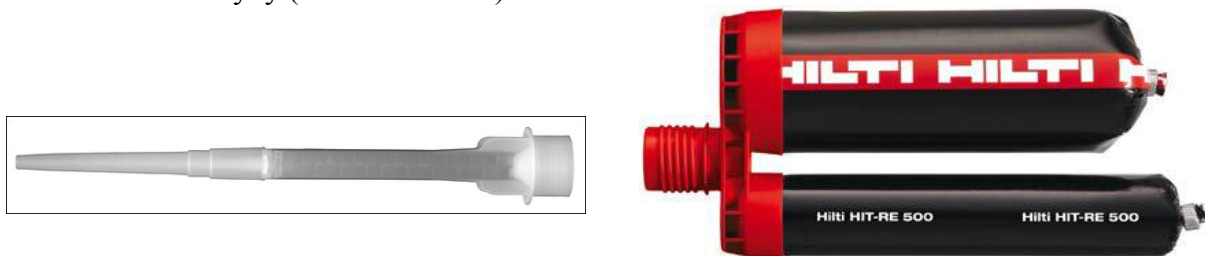


Рисунок 1

Срок службы стержней HZA-P (Рис.2) должен соответствовать сроку службы конструкций, усиливаемых по технологии Hilti Punching.

Требования по коррозионной защите вклеенных HZA-P связей аналогичны требованиям, предъявляемым к арматуре монолитных железобетонных конструкций.



Рисунок 2

### Подготовительные работы

До начала производства работ необходимо выполнить подготовительные работы

1. Обеспечить строительную площадку (участок производства работ) рабочими чертежами, необходимым оборудованием и расходными материалами;
2. Произвести устройство замкнутого теплового контура с поддержанием в нем температуры не ниже -5<sup>0</sup>С тепловыми пушками до полного набора прочности химического состава (в зимнее время).
3. Произвести геодезическую разбивку;
4. Центры мест необходимого бурения разметить строительным маркером по бетону или произвести бурение небольшого отверстия перфоратором.

5. Произвести определение и разметку нижнего армирования плиты, чтобы избежать попадания на арматуру.

Зона 180X180см (по меньшей мере) части плиты вокруг колонны определяется с помощью системы PS200 тем самым, мы размечаем нижнее армирование.



Рисунок 3: Определение местоположения армирования с помощью PS200

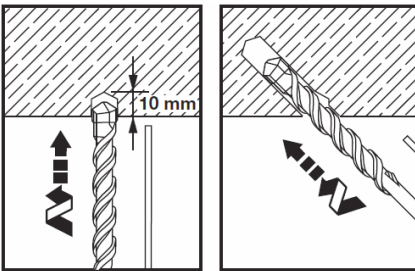
### Бурение и установка анкера

Ниже приведено описание процедуры установки анкеров HZA-P в потолок. Установочная длина анкера ограничена 800мм.

Нормы безопасности:

- Перед использованием ознакомьтесь с содержанием паспорта безопасности по данным материалам
- Используйте хорошо прилегающие защитные очки, перчатки и защитную одежду, когда будете работать с Hilti HIT
- Прочитайте инструкцию по установке

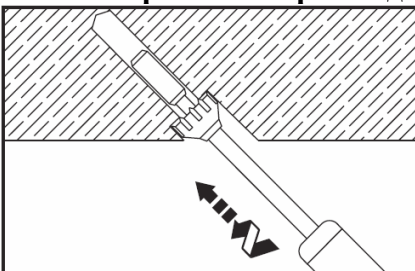
### Бурение отверстия



- Пробурите примерно 10мм вертикально вверх
- Поверните инструмент
- Бурите отверстие под углом 45<sup>0</sup> к поверхности до необходимой глубины установки, используя перфоратор с необходимым буром
- Отверстия могут быть пробурены с помощью перфоратора TE70 и соответствующих буров: для HZA-P M16: Ø22; HZA-P M20: Ø 25



### Расширение отверстия для анкеров



- При HZA-P M16 используйте специальный бур TE-Y-GB 55/59
- При HZA-P M20 используйте специальный бур TE-Y-GB 66/59

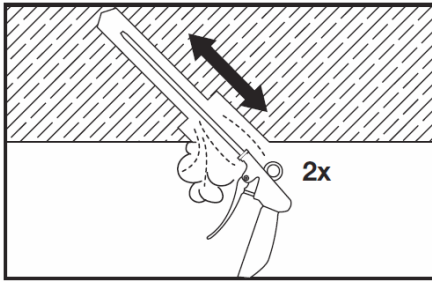


### Очистка отверстия

Нагрузка на анкеры зависит от качества очистки отверстия. Недостаточная очистка приводит к снижению несущей способности. Для безопасной установки, пожалуйста,

проконтролируйте с инженером по проекту, какой метод чистки был принят на стадии проекта. Перед инъецированием состава отверстие должно быть обеспылено, удален весь шлам, вода, лед, масло, смазка и другие загрязнения.

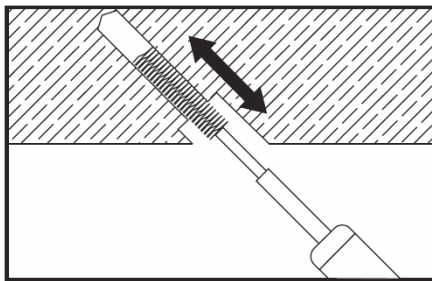
#### А Сжатый воздух



- Продуйте отверстие с помощью безмасляного компрессора (6 bar) до тех пор, пока из отверстия не будет выходить чистый воздух без пыли. Повторите 2 раза
- Для отверстий глубиной более 250мм используйте воздушные форсунки Hilti HIT DL
- Соедините выбранную воздушную форсунку с подходящим удлинителем HIT-DL 20 или HIT-DL 25 с HIT-DL 16/0.8 или HIT-DL B и/или HIT-VL 16/0.7 и/или HIT-VL16

Примечание – смотрите Приложение Б для выбора соответствующей форсунки и щетки для перфоратора.

#### Б Чистка щеткой



- Удлинители щеток HIT-RBS для чистки перфоратором применяется для очистки отверстий более 250мм
- Выберите соответствующий удлинитель щетки HIT-RBS
- Присоедините круглую стальную щетку, HIT-RB, на один конец удлинителя, чтобы достать дно отверстия
- Необходимо обеспечить удлинитель насадной для перфоратора
- Начинайте чистку перфоратором медленно, когда щетка уже находится в отверстии

Примечание – смотрите Приложение Б для выбора соответствующего удлинителя для перфоратора.

#### Комплект для очистки:

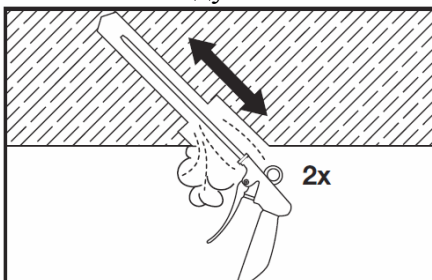
Щетка HIT-RB    Удлинитель HIT-RBS 10/0.7

Насадка-держатель для перфоратора TE-Y/C

Перфоратор

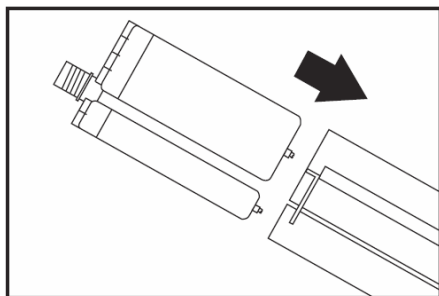


#### С Сжатый воздух

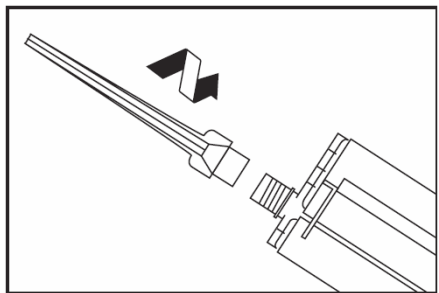


- Продуйте отверстие сжатым воздухом начиная со дна отверстия, пока воздух не будет чистым, повторите 2 раза

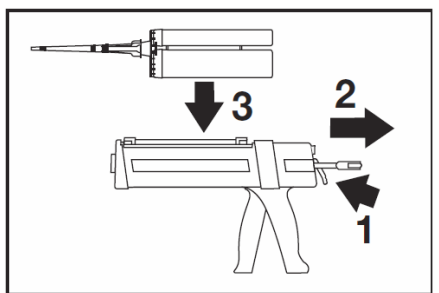
## Подготовка к инъекционанию



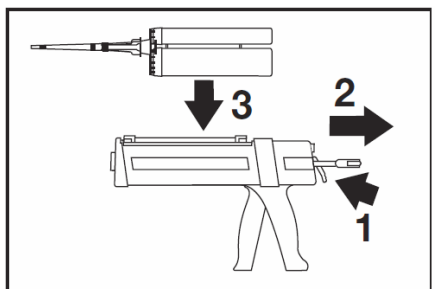
- Вставьте капсулу в держатель (картридж)
- Ознакомьтесь с инструкцией по использованию дозатора
- Проверьте работоспособность картриджа
- Вставьте капсулу в картридж
- Не использовать поврежденные капсулы/картриджи



- Плотно прикрутите смеситель к коллектору капсулы
- Используйте смеситель, который поставляется вместе с капсулой
- Присоедините смеситель плотно к коллектору перед началом инъекционирования
- Не модифицировать смеситель
- Если требует использование удлинителя НИТ-VL 16/0.7 или НИТ-VL 16, используйте смеситель НИТ-RE-M



- Вставьте картридж с капсулой в дозатор:
- Нажмите на спусковой механизм (1), вытасните поршень (2) и вставьте картридж с капсулой в соответствующий дозатор НИЛТИ(3).



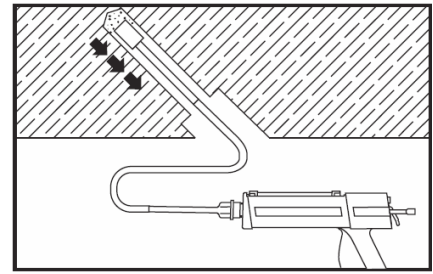
- Сбрасывание первых качков
- Ознакомьтесь с инструкцией по использованию состава, чтобы узнать количество состава, которое необходимо сбросить
  - Капсула автоматически открывается при старте инъекционирования
  - Не открывайте капсулу самостоятельно
  - После смены смесителя, первые качки должны быть сброшены
  - Для каждой новой капсулы используйте новый смеситель



### Инъецирование состава

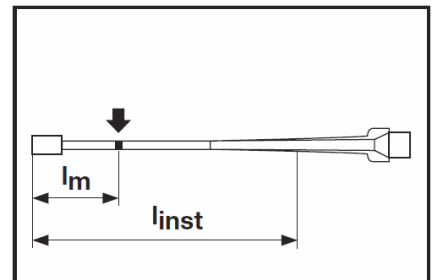
**Инъецирование состава в отверстие, начинайте со дна отверстия, без образования воздушных пустот.**

- Проконтролируйте, изменилось ли состояние отверстия после очистки. Если да, то повторите очистку.
- Закачайте состав начиная с дна отверстия после того, как проверите, соответствует ли глубина отверстия проектному значению.
- Важно! Используйте удлинители для глубоких отверстий, как описано ниже для спец. случаев.
- Заполните отверстие примерно на 2/3, или, как требуется по кольцевому зазору между анкером и бетоном, т.е. заполнить на всю глубину установки.



### Инъецирование в потолок

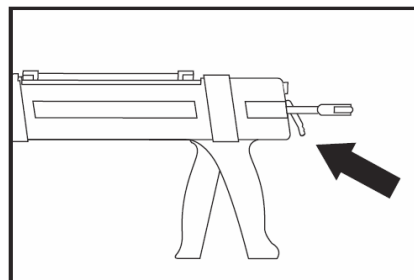
- Ознакомьтесь с инструкцией по использованию состава с применением поплавков НТ-SZ в случае применения в потолок.
- Если в течение установки в потолок использованы удлинители, гибкий шланг НТ-VL (0.5 м.) должен быть использован со смесителем.
- В процессе закачки раствора должно быть обеспечено давление, которое будет выталкивать удлинитель.
- Присоедините выбранный поплавок к соответствующему удлинителю: НТ-SZ 22 и НТ-SZ 25 с НТ-VL 16 или НТ-VL 16/0.7.
- Для простоты установки, отметьте маркером необходимый уровень состава  $l_m$  и глубину установки  $l_{inst}$  на удлинителе.
- Быстрая оценка  $l_m \sim 1/3 l_{inst}$ .
- Удлинитель смесителя с поплавком должен быть вставлен на дно отверстия без каких-либо затруднений.
- В течение закачки поплавок будет выдавливаться естественным образом (из-за давления состава).
- Внимание! Если вытягивать удлинитель с поплавком самостоятельно, есть вероятность привести его в нерабочее состояние и могут образовываться воздушные пустоты.
- -Внимание! Разъединять можно только соединение между смесителем и капсулой. В случае закачки с помощью дозатора НТ-Р 8000 D, проверьте соединение между новым смесителем и удлинителями.



Примечание – в Примечании В вы можете найти соответствующие поплавки\щетки для перфоратора.

### Снятие давления в дозаторе

- После закачки состава, сбросьте давление в дозаторе, нажав на кнопку сброса. Это предотвратит дальнейшее вытекание состава из смесителя

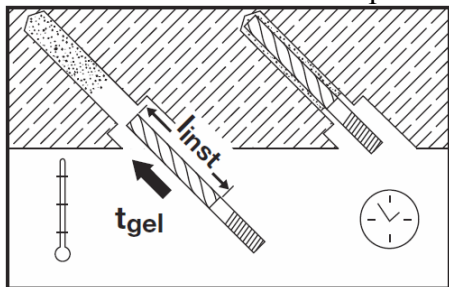


Эффективная установка анкеров обеспечивается использованием картриджей НТ-РЕ 500, 1400 ml и пневматического дозатора НТ-Р 8000-D.



### Установка поперечного армирования

Установка элемента в отверстие



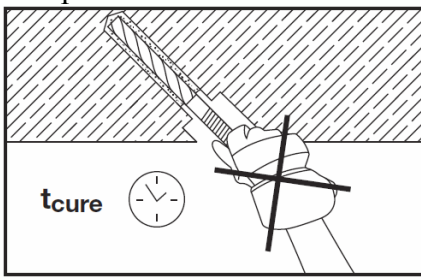
- Пометьте элемент по необходимой глубине установки  $l_{inst}$ .
- Поместите центрирующее кольцо на резьбу.
- Установите элемент на необходимую глубину установки. **Необходимая глубина установки должна соответствовать проектному значению.**
- Перед использованием убедитесь, что элемент сухой, не масляный и без прочих загрязнений
- Для простоты установки, элемент может быть медленно вкручен в отверстие.
- После установки, межкольцевое пространство должно быть заполнено составом.

Примечание - ознакомьтесь со временем гелеобразования  $t_{gel}$ , которое варьируется от температуры базового материала, для этого посмотрите инструкцию по использованию состава для уточнения деталей о  $t_{gel}$ . Можно осуществить небольшую корректировку в процессе гелеобразования. По времени гелеобразования обратитесь к инструкциям по использованию состава.

### Особый случай: установка в потолок

- Будьте особо внимательны при установке в потолок.
- Избыточный состав будет выдавливаться из отверстия и возможно, будет капать. Вы должны полностью избегать контакта с вытекающим раствором.
- Для более легкой установки используйте чашки НТ-ОНС 2 (расходный элемент) и выставите их до отметки  $l_{inst}$ .
- Вставьте элемент с чашкой в отверстие.
- Извлеките чашку с избыточным составом.
- После застывания состав безвреден.

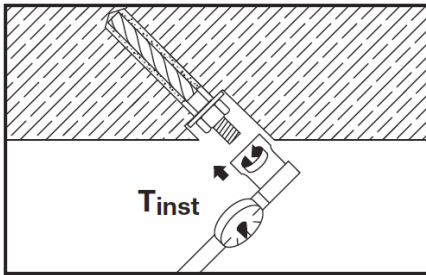
Не трогайте элемент!



Когда закончится время гелеобразования  $t_{gel}$ , не шевелите элемент, пока время  $t_{cure}$  не пройдет. Следуйте инструкциям по использованию состава.

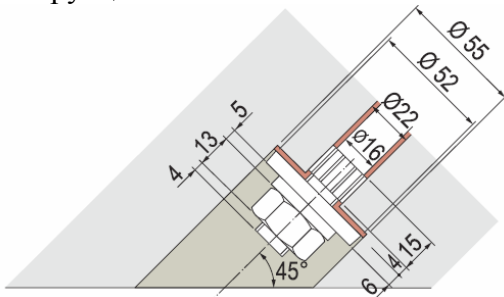
После инъекции состава, анкер HZA-P устанавливается в пробуренное отверстие, таким образом, как описано в тексте выше.

#### Установка головной части анкера

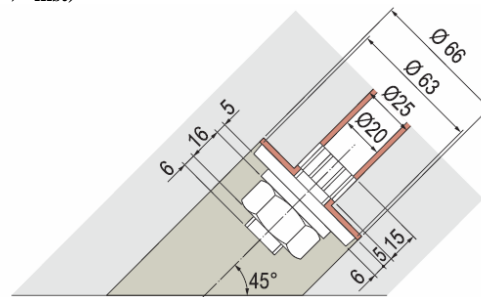


После застывания раствора HIT-RE 500 устанавливается головная часть анкера, шайба для инъектирования HIT M16, сферическая шайба C17, и гайка M16 или шайба для инъектирования HIT M20, сферическая шайба C21, и гайка M20, зафиксированная на резьбе. Момент закручивания 100Нм (HZA-P M16) и 160 Нм (HZA-P M20).

После того, как  $t_{cure}$  закончится, можно применить  $t_{inst}$  (момент закручивания), следуйте инструкциям по использованию состава ( $t_{cure full}$ ,  $t_{inst}$ )



Головная часть анкера и расширение отверстия HZA-P M16

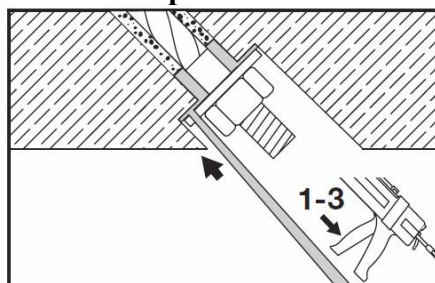
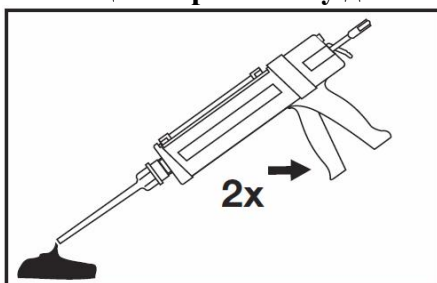


Головная часть анкера и расширение отверстия HZA-P M20

#### Закачка состава HIT-RE 500 через шайбу

После приложения необходимого момента закручивания, шайба на головной части анкера прокачивается адгезивным составом HIT-RE500

#### Инъекция через шайбу динамического набора




**Заполнение расширенного отверстия с Противопожарный состав СР636  
помощью противопожарного состава  
СР 636**

Головная часть анкера покрывается  
противопожарным составом СР636.




**Приложение В Материалы  
(обязательное)**

**Буры**

	Обозначение	Размер (диаметр)	Арт.
	TE-YX 22/32	M16	339021
	TE-Y 22/52	M16	339022
	TE-YX 25/32	M20	339026
	TE-Y 25/52	M20	339027
	TE-Y 25/92	M20	339028


**Расширительные буры**

	Обозначение	Размер (диаметр)	Арт.
	TE-Y GB 55/36	M16	261862
	TE-Y GB 66/36	M20	261863

**Материалы для очистки**

	Обозначение	Размер (диаметр)	Арт.
	Круглая щетка Round brush HIT RB 22	M16	370774
	Round brush HIT RB 25	M20	336553
	Удлинитель RB 10/07	M16/M20	336645
	Переходник для перфоратора RBS TE-C	M16/M20	263437
	Пистолет для продувки	M16/M20	381215
	Воздушная форсунка (сопло) HIT DL 20	M16	371719
	HIT DL 24	M20	371720
	Удлинитель для продувки	M20	336553

**Анкера HZA-P**

	Обозначение	Количество в упаковке	Арт.
	HZA-P M16X350	20 шт.	388729
	HZA-P M20X700	10 шт.	388730

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ ПЛИТ  
НА ПРОДАВЛИВАНИЕ ХИМИЧЕСКИМИ АНКЕРАМИ «HILTI HZA-P»

Расчет, проектирование, монтаж

СТО 36554501-029-2012



