

Техническое руководство по анкерной технике



SPIT

the right fixing

Содержание

Введение	2
Типы анкеров	3
Части ETAG и сферы применения каждого типа анкеров	3
Опции ETA	3
Терминология	4
Концепция безопасности – Метод расчета в соответствии с ETA	5
Sollicitations de calcul	6
Виды нагрузок	
Расчет нагрузок	
Расчетные сопротивления	7
Предельная сопротивление	
Характерное сопротивление	
Расчет коэффициентов запаса прочности	
Метод расчета анкерного крепления СС (по несущей способности бетона)	8
Принцип	
Влияние межосевого расстояния на нагрузку на вырыв	
Влияние расстояния по края на нагрузку на вырыв	
Влияние межосевого расстояния и расстояния по края на нагрузку на срез	
Комбинированная нагрузка	10
Метод расчета СС по несущей способности бетона	11
Примеры расчета	12
Метод расчета выпусков арматуры	15
Бетон	16
Сопротивление бетона	
Сферы применения : в растрянутой зоне бетона, в сжатой зоне бетона	
Иные базовые материалы	18
Механические свойства стали	18
Размеры: гайки / шайбы	19
Единицы измерения / Табл. конвертации	19
Коррозия / Атмосферная коррозия	20
Защита от коррозии	21
Крепление хим анкерами в потолоч полож	22
Пожаробезопасность	23
Научно-испытательная лаборатория SPIT	32
Выбор анкеров в зависимости от типов базовых материалов	

Введение

Расчет анкерных креплений осуществляется в соответствии с Европейской Технической Директивой (ETAG) - Приложением С и Европейскими Техническими Свидетельствами (ETA). Данный метод расчета учитывает направления действующих нагрузок и различные виды отказов.

Для упрощения расчета анкерных креплений проектными организациями, данное руководство предлагает Метод расчета анкерного крепления по несущей способности бетона "Metod СС" (Concrete Capacity).

Типы анкеров

Распорные анкера с регулированием зоны расклинивания - Тип А

Распорная зона создается в результате смещения клина по отношению к втулке, при закручивании гайки / болта динамометрическим ключом (с регулировкой момента затяжки).

Анкера с созданием распорной зоны ударом - Тип В

Распорная зона создается ударом по клину анкера специальным установочным инструментом. Качество анкерного крепления контролируется продвижению клина.

Распорные анкера с созданием формы упора - Тип С

Крепление создается за счет создания в специально подготовленном отверстии формы упора.

Химические анкера - Тип D

Крепление создается за счет адгезионной связи между резьбовой шпилькой / втулкой, химическим клеящим составом и стенками отверстия в базовом материале, при полной полимеризации химического анкера.

Пластиковые анкера

Распорная зона в высверленном отверстии создается деформацией пластиковой части от удара гвоздем либо при вкручивании винта.

ETAG (Европейская Техническая Директива) и область применения каждого типа анкеров

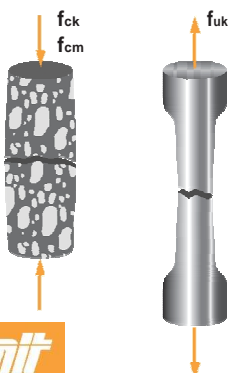
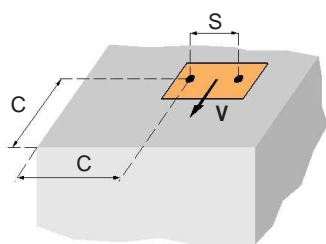
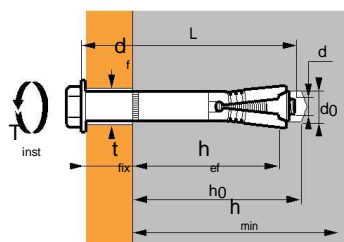
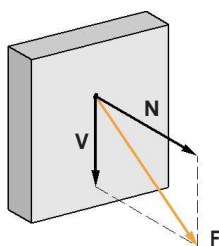
Тип анкера	Раздел ETAG	Области применения
Распорные анкера с регулированием зоны расклинивания	ETAG n°001, Часть 2	Applications pour béton à haut niveau de risque • Risque de pertes de vies humaines "réel"
Распорные анкера с созданием формы упора	ETAG n°001, Часть 3	• Conséquences économiques notables
Анкера с созданием распорной зоны ударом	ETAG n°001, Часть 4	• Aptitude de l'ouvrage à remplir ses fonctions compromise
Химические анкера: les éléments encastrés peuvent être une tige filetée, une douille femelle	ETAG n°001, Часть 5	Applications pour béton à risque modéré • Risque de pertes en vies humaines "négligeable" • Conséquences économiques faibles • Dommages localisés
Химические анкера: Вклеивание арматуры в бетон	ETAG n°001, Часть 5 - TR n°023 - Тех. заключение на вклеивание арматурных прутков в бетон	Application pour assemblages fers à béton conçus conformément à l'Eurocode 2
Распорные анкера с регулированием зоны расклинивания Распорные анкера с созданием формы упора Анкера с созданием распорной зоной от удара Химические анкера	ETAG n°001, Часть 6	Анкера многофункционального на, pour applications non structurales (les exemples types comprennent les tuyauteries, les canalisations et les chemins de câbles)
Пластиковые анкера	ETAG n°014	Chevilles pour fixations de systèmes composites d'isolation thermique extérieure par enduit
ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ	TR n°020 – Технич. заключение по огнестойкости	Evaluation des ancrages dans le béton vis à vis de leur résistance au feu.

Расшифровка опций присуждаемых согласно ЕТА

Опция n°	Растянутая и сжатая зона бетона	Только сжатая зона бетона	Только бетон марки C20/25	свыше C20/25 до C50/60	Значение F_{Rk}	F_{Rk} в зависимости от направления нагрузки	C_{cr}	S_{cr}	C_{min}	S_{min}	Метод расчета согласно Европейской Тех. Директиве
1	•			•		•	•	•	•	•	А
2	•		•			•	•	•	•	•	
3	•			•	•	•	•	•	•	•	
4	•		•		•	•	•	•	•	•	В
5	•			•	•	•	•	•	•	•	
6	•		•		•	•	•	•	•	•	С
7		•		•		•	•	•	•	•	
8		•	•			•	•	•	•	•	А
9		•		•	•	•	•	•	•	•	
10		•	•		•	•	•	•	•	•	
11		•		•	•	•	•	•	•	•	В
12		•	•		•	•	•	•	•	•	
											С

Терминология

Принятые обозначения



Нагрузки

S_k	Расчетная нагрузка (ELS)
S_d	Действующая нагрузка (ELU)

Сопротивление анкерного крепления

$R_{u,m}$	Предельное сопротивление
R_k	Характерное сопротивление
R_d	Расчетное сопротивление
R_{rec}	Рекомендуемое сопротивление

Виды нагрузок

N	Нагрузка на вырыв ($N_{Sd}, N_{R_{u,m}}, N_{R_k}, N_{R_{dp}}, N_{R_{ds}}, N_{R_{dc}}, N_{rec}$)
V	Нагрузка на срез ($V_{Sd}, V_{R_{u,m}}, V_{R_k}, V_{R_{ds}}, V_{R_{dc}}, V_{rec}$)
F	Комбинированная нагрузка ($F_{Sd}, F_{R_{u,m}}, F_{R_k}, F_{R_{ds}}, F_{R_{dc}}, F_{rec}$)
M	Скручивающий момент (M_{R_k}, M_{rec})

Анкерное крепление

h_{ef}	Эффективная глубина анкеровки
h_{nom}	Номинальная глубина анкеровки
h_0	Глубина засверливания
d	Диаметр резьбовой части
d_0	Диаметр просверленного отверстия
d_f	Диаметр сквозного отверстия в закрепляемом элементе
d_{nom}	Внешний диаметр анкера
L	Общая длина анкера
l_2	Длина резьбовой части
T_{inst}	Момент затяжки
t_{fix}	Толщина закрепляемого элемента
h_{min}	Минимальная толщина базового материала

Расстояния

S	Межосевое расстояние
S_{cr}	Характерное межосевое расстояние позволяющее добиться характерного сопротивления на вырыв R_k
S_{min}	Минимально допустимое межосевое расстояние
C_{min}	Минимально допустимое расстояние до края
$C_{cr,N}$	Характерное расстояние до края позволяющее добиться характерного сопротивления на вырыв R_k

БЕТОН И СТАЛЬ

f_{cm}	Среднее номинальное значение сопротивления бетона (цилиндр) на сжатие
f_{ck}	Характерное сопротивление бетона (цилиндр) на сжатие
f_{uk}	Номинальное значение сопротивления стали (разрыв) при растяжении
f_{yk}	Номинальное значение предела эластичности стали

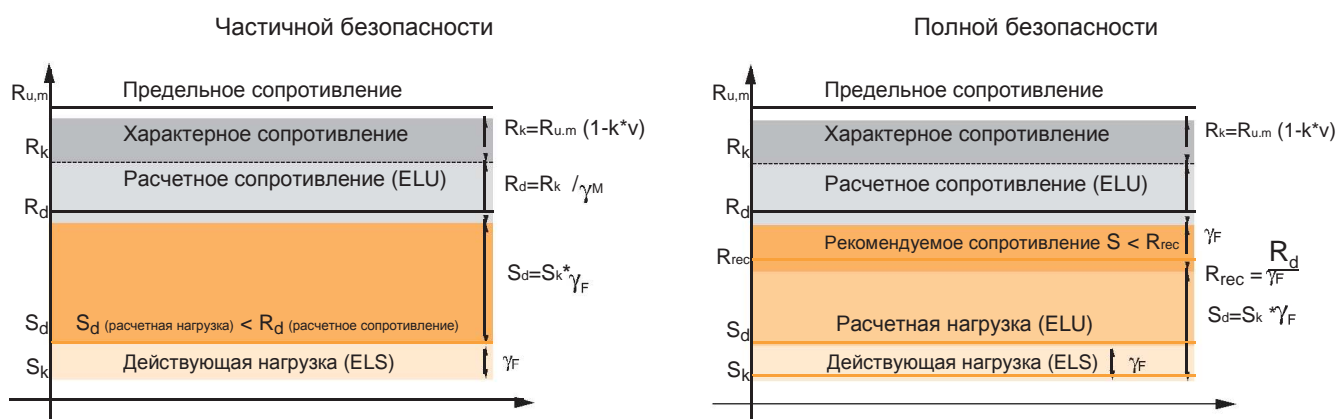
Концепция безопасности

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Dans la conception d'ancrages selon la méthode A du guide ATE 001, on appliquera le concept des coefficients partiels de sécurité à l'état limite ultime. On montrera que la valeur de la sollicitation S_d est inférieure à la valeur de la résistance de la cheville à l'état limite ultime R_d .

$$S_d \leq R_d$$

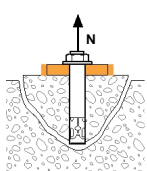
ПРИНЦИП КОНЦЕПЦИИ ЧАСТИЧНОЙ И ГЛОБАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ



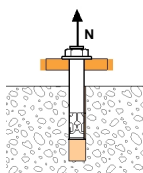
ВИДЫ РАЗРУШЕНИЯ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ

Согласно Методу А Европейского Технического Свидетельства ETA 001, прочность анкерного соединения должна быть испытана на каждый вид разрушения под нагрузками на вырыв (растяжение) и на срез (сдвиг). Данная методика позволяет подобрать адаптированный коэффициент запаса прочности, в зависимости от вида разрушения.

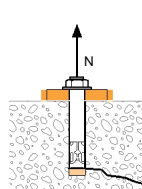
Прочность на вырыв (растяжение)



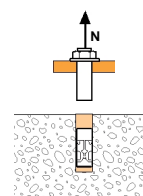
Разрушение бетона по конусу



Вырыв анкера

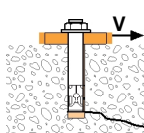


Разрушение бетона по краю

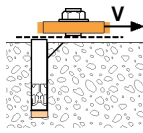


Разрушение по стали

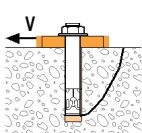
Прочность на срез (сдвиг)



Разрушение бетона по краю



Разрушение по стали

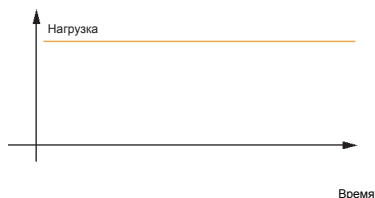


Разрушение бетона под действием рычага

Расчеты нагрузок

Виды нагрузок

Статические нагрузки



К статическим относят нагрузки: собственного веса соединения, снега, ветра, и др. постоянные нагрузки.

Динамические нагрузки



Динамическая нагрузка характеризуется быстрым изменением во времени её значения, направления или точки приложения и вызывающая в элементах конструкции значительные силы инерции. Их обычно классифицируют по 3 основным группам: импульсные, ударные и гармонические.

Расчет нагрузок

Расчет нагрузок при выборе концепции частичной безопасности, расчетные нагрузки на вырыв и срез, рассчитываются по формуле Eurocode 2 или 3.

В самом простом случае

Расчет нагрузки рассчитывается по следующей формуле (где "G" - статическая и "Q" – динамическая нагрузки):

$$S_d = 1,35 \times G + 1,5 \times Q$$

Коэффициенты 1,35 и 1,5 являются коэффициентами частичного запаса прочности (безопасности), применяемых при расчетах.

В данном руководстве мы используем коэффициент запаса прочности (безопасности) $\gamma_F = 1,4$:

$$S_d = \gamma_F \cdot S_k$$

где $\gamma_F = 1,4$
 $S_k = G + Q$

В других случаях

При присутствии переменных нагрузок: ветер, снег, температура и т.д., при расчете нагрузок по концепции частичной безопасности, мы выбираем самое неблагоприятное из всех возможных сочетаний и рассчитываем по следующим формулам. (Подробности в Eurocode 1).

	Постоянная нагрузка		Переменная нагрузка		
	собственный вес		снег, ветер, и т.д.		
ELU	1,35 G	+	1,5 Q _B	+	1,2 W
	1,35 G	+	1,5 W	+	1,3 Ψ_0 Q _B
	1,35 G	+	1,5 S _n	+	1,3 Ψ_0 Q _B

Обозначения G = постоянная нагрузка

Q_B = charge d'exploitation des planchers de bâtiment

W = переменная нагрузка под действием ветра

S_n = переменная нагрузка под действием снега

$\Psi_0 = 0,77$ для всех типов здания, за исключением паркингов и зданий архивов.

В случае комбинированной переменной нагрузки (нагрузка от не несущих элементов

(дополнительное покрытие) + снег), Ψ_0 увеличивают на 10%.

Расчет сопротивлений

ПРЕДЕЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

Значение предельного сопротивления R_d , в любом из возможных направлений / видов нагрузок, рассчитывается исходя из Характерного Сопротивления и частичного коэффициента запаса прочности.

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

где R_k : Характерное сопротивление анкерного крепления
 γ_M : частичный коэффициент запаса прочности в зависимости от типа разрушения

ХАРАКТЕРНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

Характерное сопротивление анкерного крепления, в случае разрушения бетона по конусу, в любом из направлений действий нагрузки, рассчитывается исходя из значения предельной нагрузки одиночного анкера, без учета влияния каких-либо расстояний.

(Получаемая величина характерного сопротивления в этом случае превышает действительное значение с фиксированной вероятностью лишь в 5%).

$$F_{Rk} = (1 - k \cdot v) \cdot F_{Ru,m}$$

Результат данного расчета зависит от количества произведенных испытаний (k) и коэф. неравномерности (v)
Например : при кол-ве испытаний равном 10, $k = 2,568$.

Характерные сопротивления по разрушению стали рассчитываются по следующим формулам :

• На вырыв :

$$N_{Rk,s} = A_o \cdot f_{yk} [N]$$

A_o : поверхность min. [mm^2]

f_{yk} : сопротивление min. стали на растяжение [N/mm^2]

• На срез :

$$V_{Rk,s} = 0,5 \cdot A_s \cdot f_{yk} [N]$$

A_s : поверхность сопротивления [mm^2]

f_{yk} : сопротивление min. стали на растяжение [N/mm^2]

Расчет частичных коэффициентов запаса прочности (безопасности)

При разрушении по конусу бетона : $\gamma_{Mc} = \gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2$

γ_c : Частичный коэф. запаса для высокопрочного бетона (утрамбованного) : $\gamma_c = 1,5$

γ_1 : Частичный коэф. запаса учитывающий разброс значений сопротивления одной марки бетона на вырыв ($\gamma_1 = 1$ для бетона изготовленного следуя указаниям правил EUROCODE 2, глава 7)

γ_2 : Частичный коэф. запаса прочности, сглаживающий возможные нюансы при установке анкера в отверстие.

Нагрузка на вырыв :

$\gamma_2 = 1$ для анкерный креплений с высоким качеством / ответственностью монтажа*,

$\gamma_2 = 1,2$ для анкерный креплений с обычным качеством / ответственностью монтажа*,

$\gamma_2 = 1,4$ для анкерный креплений с минимально допустимым качеством / ответственностью монтажа*.

Нагрузка на срез:

$\gamma_2 = 1$

При разрушении по стали : γ_{Ms}

Нагрузка на вырыв:

$$\gamma_{Ms} = \frac{1,2}{f_{yk}/f_{uk}} \geq 1,4$$

Нагрузка на срез:

$$\gamma_{Ms} = \frac{1,0}{f_{yk}/f_{uk}} \geq 1,25 \text{ при } f_{uk} \leq 800N/mm^2 \text{ или } f_{yk}/f_{uk} \leq 0,8$$

$$\gamma_{Ms} = 1,5 \text{ при } f_{uk} > 800N/mm^2 \text{ или } f_{yk}/f_{uk} > 0,8$$

(*) Концепция безопасности на уровне установки означает применение понижающих коэф., учитывающих возможные недостатки монтажа, такие как: диаметр высверленного отверстия, качество очистки отверстия от шлама и т.д.

Метод расчета по несущей способности бетона СС

ПРИНЦИП

В данном техническом руководстве мы используем Метод расчета СС по несущей способности бетона, который представляет собой упрощенный расчет, основывающийся на Методе А, ETAG (Annexe C).

Проектная нагрузка на вырыв

Вырыв анкера

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^O \cdot f_b$$

$N_{Rd,p}^O$ Базовое значение проектной нагрузки при вырыве анкера

f_b Коэффициент учитывающий класс прочности бетона

Разрушение по конусу бетона

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^O \cdot f_b \cdot \Psi_s \cdot \Psi_{c,N}$$

$N_{Rd,c}^O$ Базовое значение проектной нагрузки при разрушении по конусу бетона

f_b Коэффициент учитывающий класс прочности бетона

Ψ_s Коэффициент учитывающий влияние межосевого расстояния

$\Psi_{c,N}$ Коэффициент учитывающий влияние расстояния до края

Разрушение по стали

$$N_{Rd,s}$$

$N_{Rd,s}$ Предельное значение проектной нагрузки при разрушении по стали

Удержанная проектная нагрузка на вырыв (минимальная из трех)

$$NRd = \text{мин. из } (NRd,p ; NRd,c ; NRd,s)$$

$$\text{Козф. } \beta_N = NSd / NRd$$

Разрушение бетона по краю

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^O \cdot f_b \cdot f_{\beta,V} \cdot \Psi_{C,S-V}$$

$V_{Rd,c}^O$ Базовое значение проектной нагрузки анкера, расположенного на расстоянии S_{min} до края

f_b Коэффициент учитывающий класс прочности бетона

$f_{\beta,V}$ Коэффициент учитывающий влияние направления нагрузки на срез.

$\Psi_{C,S-V}$ Коэффициент учитывающий влияние расстояния между анкером и краем

Разрушение бетона под действием рычага

$$V_{Rd,cp} = V_{Rd,cp}^O \cdot f_b \cdot \Psi_s \cdot \Psi_{c,N}$$

$V_{Rd,cp}^O$ Базовое значение проектной нагрузки при разрушении бетона под действием рычага

f_b Коэффициент учитывающий класс прочности бетона

Ψ_s Коэффициент учитывающий влияние межосевого расстояния

$\Psi_{c,N}$ Коэффициент учитывающий влияние расстояния до края

Удержанная проектная нагрузка на срез (минимальная из трех)

$$VRd = \text{мин. из } (VRd,c ; VRd,cp ; VRd,s)$$

Разрушение по стали

$$V_{Rd,s}$$

$V_{Rd,s}$ Предельное значение проектной нагрузки при разрушении стали

Проектная нагрузка на срез

Должны быть соблюдены следующие условия:

$$\beta_N = NSd / NRd \leq 1$$

$$\beta_V = VSd / VRd \leq 1$$

$$\beta_N + \beta_V \leq 1,2$$

Комбинированная проектная нагрузка

Анкерное крепление подобрано верно

Метод расчета СС

Расчет коэффициентов, учитывающих влияние межосевых и расстояний до края на сопротивление анкерного крепления нагрузкам на вырыв/срез

ВЛИЯНИЕ МЕЖОСЕВОГО РАССТОЯНИЯ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ НАГРУЗКЕ НА ВЫРЫВ

Коэф. Ψ_s рассчитывается по формуле:

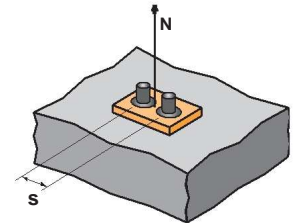
Для металлического распорного анкера
$$S = 2 C_{cr,N} = 3 h_{ef}$$

$$\frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0}$$

для группы из 2 анкеров без влияния расстояния до края

Коэф. Ψ_s позволяет учесть влияние межосевого расстояния:

$$\Psi_s = \frac{A_{c,N}}{2 A_{c,N}^0} = 0.5 \frac{S}{6 \cdot h_{ef}}$$



ВЛИЯНИЕ РАССТОЯНИЯ ДО КРАЯ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ НАГРУЗКЕ НА ВЫРЫВ

Коэф. $\Psi_{c,N}$ рассчитывается по формуле:

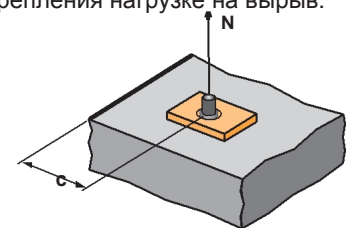
$$\frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \Psi_{s,N}$$

для анкера расположенного близко к краю.

Nota : Согласно ETAG annexe C, коэф. $\Psi_{s,N}$ позволяет также учесть эффект распределения установочных напряжений в бетоне, при установке анкерного крепления вблизи от края.

Коэф. $\Psi_{c,N}$ позволяет учесть влияние расстояния до края на сопротивление анкерного крепления нагрузке на вырыв:

$$\Psi_{c,N} = 0.25 + 0.5 * \frac{C}{h_{ef}}$$

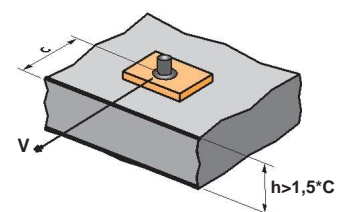


ВЛИЯНИЕ МЕЖОСЕВОГО РАССТОЯНИЯ И РАССТОЯНИЯ ДО КРАЯ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ НАГРУЗКЕ НА СРЕЗ

Данный коэф. позволяет внести корректировки в значение $V_{Rk,c}$ рассчитанному для расстояния C_{min}

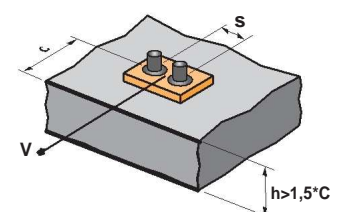
Коэф. $\Psi_{s-c,v}$ рассчитывается из соотношения $\frac{A_{c,v}}{A_{c,v}^0}$, для крепления близкого к краю:

$$\Psi_{s-c,v} = \frac{A_{c,v}}{A_{c,v}^0} * \frac{C^{1.5}}{C_{min}^{1.5}}$$



Коэф. $\Psi_{s-c,v}$ позволяет учесть влияние межосевого и расстояния до края на сопротивление нагрузке на срез:

$$\Psi_{s-c,v} = \frac{3C + S}{6C_{min}} * \sqrt{\frac{C}{C_{min}}}$$



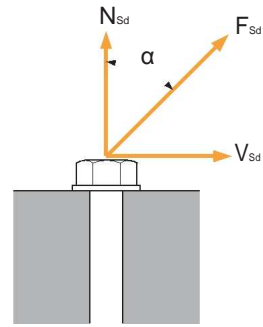
Комбинированная нагрузка

Расчет комбинированной нагрузки F_{Sd} действующей под углом α рассчитывается по формуле :

$$F_{Sd} = \sqrt{N_{Sd}^2 + V_{Sd}^2}$$

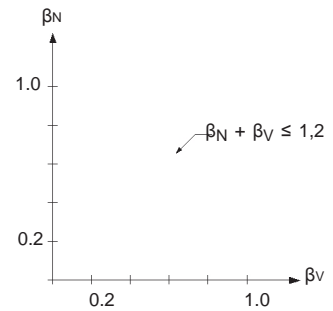
$$\alpha = \arctan \frac{V_{Sd}}{N_{Sd}}$$

где N_{Sd} - нагрузка на вырыв ($N_{Sd} = F_{Sd} \times \cos \alpha$)
 V_{Sd} - нагрузка на срез ($V_{Sd} = F_{Sd} \times \sin \alpha$)



Чтобы проверить прочность анкерного крепления на комбинированную нагрузку, по Методу СС, мы должны проверить выполнение условий :

- Сопротивление на вырыв : $\beta_N = N_{Sd} / N_{Rd} \leq 1$
- Сопротивление на срез : $\beta_V = V_{Sd} / V_{Rd} \leq 1$
- Сопротивление на комбинированную нагрузку должно удовлетворять условию : $\beta_N + \beta_V \leq 1,2$



Использование Метода СС при расчетах

Этот упрощенный метод repose sur le principe de la Méthode A du guide ATE – Annexe C, sans tenir compte du fendage. Cette méthode a été simplifiée pour respecter au mieux le nouveau concept de la méthode ATE, tout en conservant le principe de l'ancienne méthode de dimensionnement.

В данном техническом руководстве, каждый вид анкера рассчитан по Методу СС на 4 страницах :

- Страницы 1/4 и 2/4 отображают общие технические данные на анкер и результаты расчетов при следующих условиях: Бетон, с пределом прочности на сжатие $f_{ck, cube} = 25 \text{ Н/мм}^2$, в сжатой либо растянутой зоне бетона (согласно указаниям) и без учета влияний межосевых расстояний и расстояний до края.

Внимание! Не используйте эти данные как конечные в при присутствии влияния расстояний и др. марках бетона.

- Страницы 3/4 и 4/4 отображают результаты расчетов анкерного крепления с учетом влияния межосевых и расстояний до края.

Страница 3/4 отображает расчетное сопротивление R_d по каждому виду разрушений, рассчитанной исходя из характерного сопротивления R_k с применением частичных коэф. запаса прочности (безопасности) (γ_M).

Страница 4/4 содержит коэф. (Ψ_s , $\Psi_{C,N}$ и $\Psi_{S-C,V}$), необходимые для расчета разрушения по конусу бетона под воздействием нагрузки на вырыв / срез, с учетом влияний межосевых и расстояний до края.