

ВЛИЯНИЕ НА АНКЕРНИТЕ БОЛТОВЕ ВЪРХУ НАПРЕЖЕНИЯТА В БАЗОВАТА ПЛОЧА

Л. Здравков¹

Ключови думи: базова плоча, анкерен болт, напрежение, БДС EN 1993-1-8

РЕЗЮМЕ

Базовите плочи на стоманените колони, както подсказва името им, „работят“ на огъване. Тяхната дебелина зависи от стойностите на нормалните напрежения в бетона под тях и/или опънните усилия в анкерните болтове.

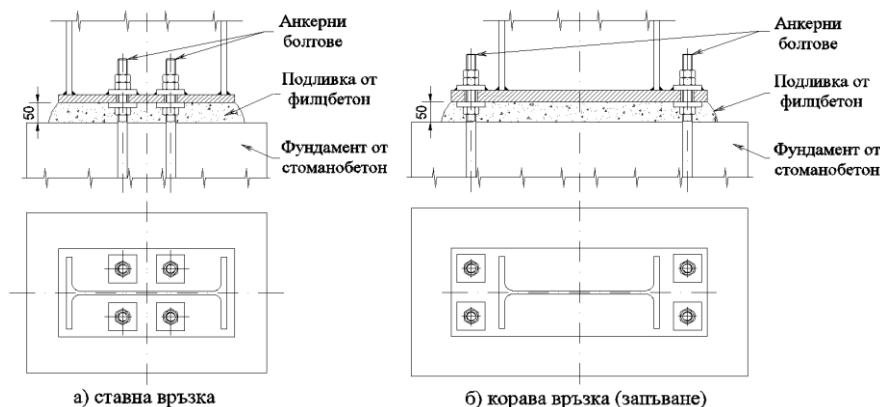
За да бъде нивелирана колоната до проектно положение, често под нейната базова плоча се поставят монтажни гайки. В резултат от наличието на гайки отдолу, под базовата плоча, анкерните болтове могат да понесат и да предават към фундамента натискови усилия.

При определяне на опънните усилия в анкерните болтове, стандарт БДС EN 1993-1-8 разглежда различни разпределения на силите между базовата плоча и нейната опора. Но в стандарта не е посочен случай на предаване на натиск чрез анкерния болт. Това кара някои строителни инженери - проектантите да не поставят гайки под базовите плочи, а вместо тях при монтажа да използват нивелиращи дървени трупчета.

С настоящото изследване авторът се е опитал да отчете влиянието на натиснатите анкери върху напреженията в базовите плочи.

1. Въведение

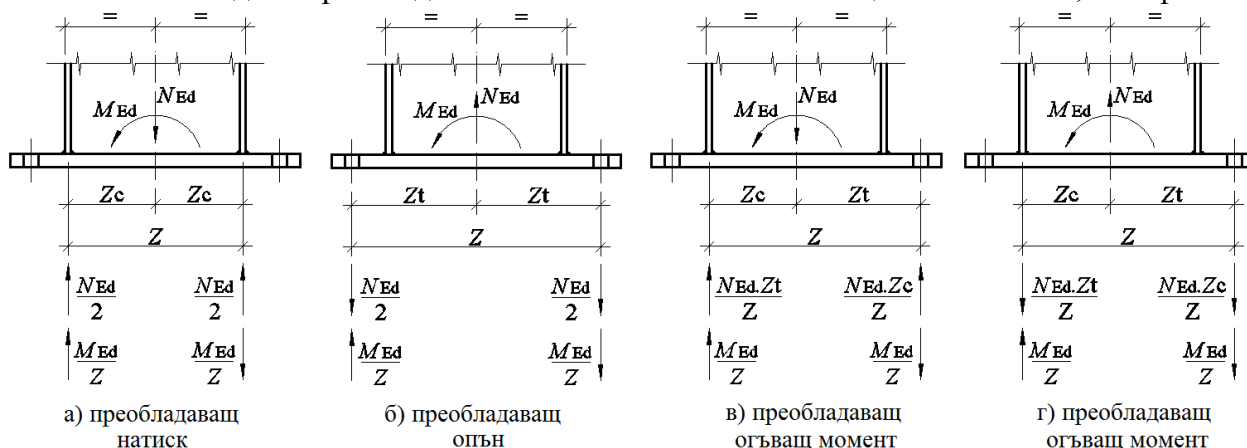
С цел монтаж на стоманената конструкция на проектно ниво, често под базовите плочи се поставят гайки, виж фиг. 1. Чрез въртенето им, колоната може да се премества осово нагоре - надолу. В резултат от поставянето на гайки отдолу, под базовата плоча, анкерните болтове могат да понесат и да предават към фундамента натискови усилия.



Фиг. 1. Детайли на свързване на стоманената колона към фундамента

¹ Любомир Здравков, доц. д-р инж., УАСГ, София 1046, бул. „Христо Смирненски“ №1, корпус «Б», ет. 7, каб. 733, e-mail: zdravkov_fce@uacg.bg

При определяне на опънните усилия в анкерните болтове, стандарт БДС EN 1993-1-8 [2] разглежда различни разпределения на силите между базовата плоча и нейната опора, в зависимост от това дали преобладава осовата сила N_{Ed} или огъващия момент M_{Ed} , виж фиг. 2.



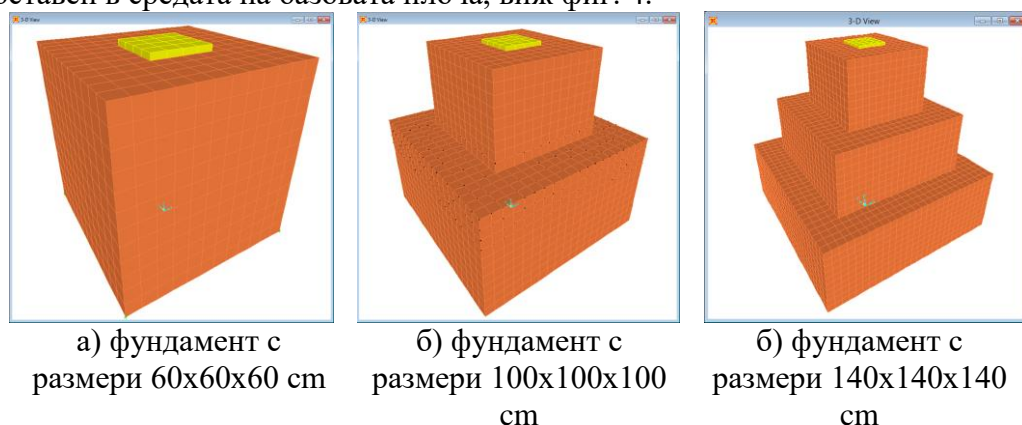
Фиг. 2. Разпределение на усилията между базовата плоча и фундамента

За съжаление в схемите на фиг. 2 не е посочен случай на предаване на натиск чрез анкерния болт. Това кара някои строителни инженери - проектанти да не поставят монтажни гайки под базовите плочи, а вместо тях да използват дървени трупчета за нивелиране на колоните.

За да избегне празното говорене и сляпо следване на чужди авторитети, авторът е провел числено изследване, в което се е опитал да отчете влиянието на натиснатите анкерни болтове върху напреженията в базовите плочи.

2. Изчислителен модел

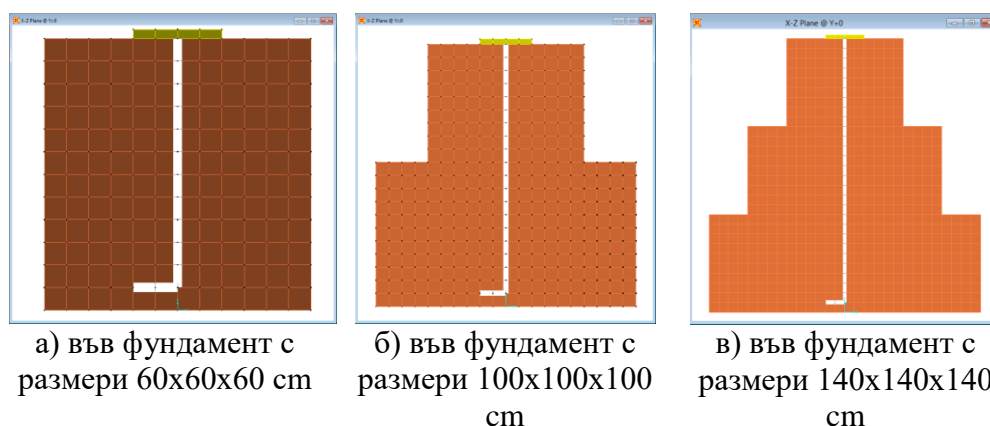
Чрез използване на програмния пакет SAP 2000 [5] са създадени изчислителни модели на шест бетонни фундамента с различни размери, виж фиг. 3. Върху всеки един от тях е поставена стоманена плоча, подложена на вертикални натискови усилия. В половината от моделите под плочата е симулиран анкерен болт, който достига почти до основната плоскост на фундаментите. Болтът е поставен в средата на базовата плоча, виж фиг. 4.



Фиг. 3. Модели на бетонни фундаменти

Телата на фундаментите са моделирани чрез обемни (solid) елементи с кубична форма, имащи дължина на ръба 50 mm. За материал е използван бетон клас C20/25. Механичните му показатели са определени съгласно стандарт БДС EN 1992-1-1 [1].

Анкерните болтове са моделирани чрез използване на рамкови (frame) елементи, които имат общи възли с обемните елементи. Използваната стомана е клас S235, с механични показатели съгласно стандарт БДС EN 10025-2:2005 [3].



Фиг. 4. Разположение на анкерния болт във фундаментите

Базовата плоча е с размери в план 200x200 mm. Поставена е в средата на фундаментите. При нея за материал е използвана стомана S235. Натоварена е с вертикална натискава сила $N_c = 1\ 600\ \text{kN}$, приложена към горната ѝ повърхност.

Податливостта на земното легло под фундаментите е симулирано чрез пружини, в които зависимостта “усилие - преместване” е линейна.

3. Резултати

Влиянието на анкерните болтове е търсено като разлика в скъсяването на фундамента в средата му. Идеята е, че ако има съществена разлика в скъсяването, приносът на натиснатите анкери следва да се отчита. Ако няма разлика или тя е пренебрежима, натиснатите анкери болтове не оказват влияние на базовата плоча, а натискът ще се предава чрез подливката от дребнозърнест бетон отдолу.

3.1. Фундамент с размери 60x60x60 cm от бетон C20/25

а) базова плоча с дебелина $t = 20\ \text{mm}$. Анкерен болт M20

Преместване, cm	Коефициент на леглото K_b , MN/m ³							
	20		40		60		80	
	без анкер	анкер M20	без анкер	анкер M20	без анкер	анкер M20	без анкер	анкер M20
под базовата плоча	22,25	22,24	11,14	11,13	7,43	7,43	5,58	5,58
в основната плоскост	22,22	22,22	11,11	11,11	7,41	7,41	5,56	5,56
скъсяване	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

б) базова плоча с дебелина $t = 28\ \text{mm}$. Анкерен болт M30

Преместване, cm	Коефициент на леглото K_b , MN/m ³							
	20		40		60		80	
	без анкер	анкер M30	без анкер	анкер M30	без анкер	анкер M30	без анкер	анкер M30
под базовата плоча	22,25	22,24	11,13	11,13	7,43	7,43	5,58	5,58
в основната плоскост	22,22	22,22	11,11	11,11	7,41	7,41	5,56	5,56
скъсяване	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

3.2. Фундамент с размери 100x100x100 cm от бетон C20/25

а) базова плоча с дебелина $t = 20$ mm. Анкерен болт M20

Преместване, cm	Коефициент на леглото K_b , MN/m ³							
	20		40		60		80	
	без анкер	анкер M20	без анкер	анкер M20	без анкер	анкер M20	без анкер	анкер M20
под базовата плоча	8,03	8,03	4,03	4,03	2,69	2,69	2,03	2,03
в основната плоскост	8	8	4	4	2,67	2,67	2	2
скъсяване	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03

б) базова плоча с дебелина $t = 28$ mm. Анкерен болт M30

Преместване, cm	Коефициент на леглото K_b , MN/m ³							
	20		40		60		80	
	без анкер	анкер M30	без анкер	анкер M30	без анкер	анкер M30	без анкер	анкер M30
под базовата плоча	8,03	8,02	4,03	4,02	2,69	2,69	2,03	2,02
в основната плоскост	8	8	4	4	2,67	2,67	2	2
скъсяване	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02

3.3. Фундамент с размери 140x140x140 cm от бетон C20/25

а) базова плоча с дебелина $t = 20$ mm. Анкерен болт M20

Преместване, cm	Коефициент на леглото K_b , MN/m ³							
	20		40		60		80	
	без анкер	анкер M20	без анкер	анкер M20	без анкер	анкер M20	без анкер	анкер M20
под базовата плоча	4,11	4,11	2,07	2,07	1,39	1,39	1,05	1,05
в основната плоскост	4,08	4,08	2,04	2,04	1,36	1,36	1,02	1,02
скъсяване	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

б) базова плоча с дебелина $t = 28$ mm. Анкерен болт M30

Преместване, cm	Коефициент на леглото K_b , MN/m ³							
	20		40		60		80	
	без анкер	анкер M30	без анкер	анкер M30	без анкер	анкер M30	без анкер	анкер M30
под базовата плоча	4,11	4,11	2,07	2,07	1,39	1,38	1,05	1,04
в основната плоскост	4,08	4,08	2,04	2,04	1,36	1,36	1,02	1,02
скъсяване	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02

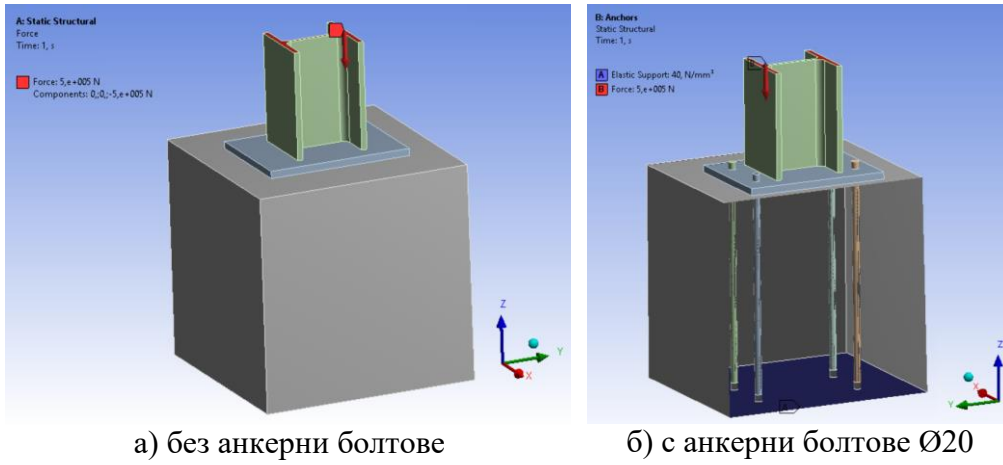
От резултатите по - горе ясно се вижда, че разликите в скъсяването на фундаментите без анкерни болтове и такива със, от натискава сила $N_c = 1\ 600$ kN, е в рамките на 0,1 mm, т.е. доста малка. Очевидно преобладаващата част от натисковото усилие се предава към фундамента чрез подливката под базата, а не чрез анкера.

С цел проверка на получените чрез SAP 2000 резултати и базираните на тях изводи, авторът е създавал и 2-а изчислителни модела чрез програмен продукт ANSYS [4]. Те симулират „стъпването“ на стоманена колона НЕВ 200, имаща базова плоча с дебелина $t = 20$ mm, върху бетонен фундамент с размери 60x60x60 cm. При единият модел няма анкерни болтове, а при другия има 4-и стоманени болта с диаметър $\varnothing 20$ mm, виж фиг. 5.

Колоната е натоварена с осова натискава сила с интензитет $N_c = 500$ kN.

За колоната НЕВ 200, базовата плоча с дебелина $t = 20$ mm и анкерните болтове $\varnothing 20$ mm е използвана стомана S235. Фундаментите са от бетон клас C20/25.

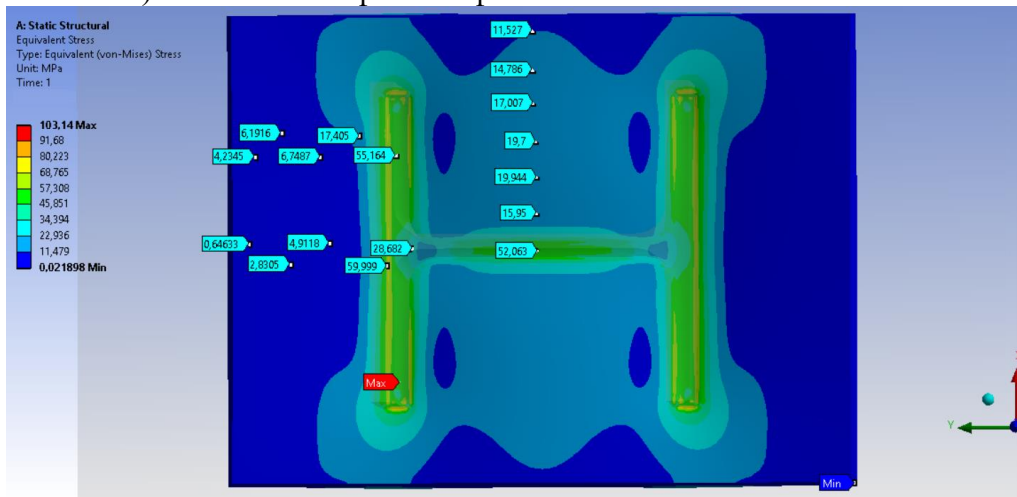
Връзката между базовата плоча и фундамента отдолу е симулирана по такъв начин, че да може да се предава само натиск.



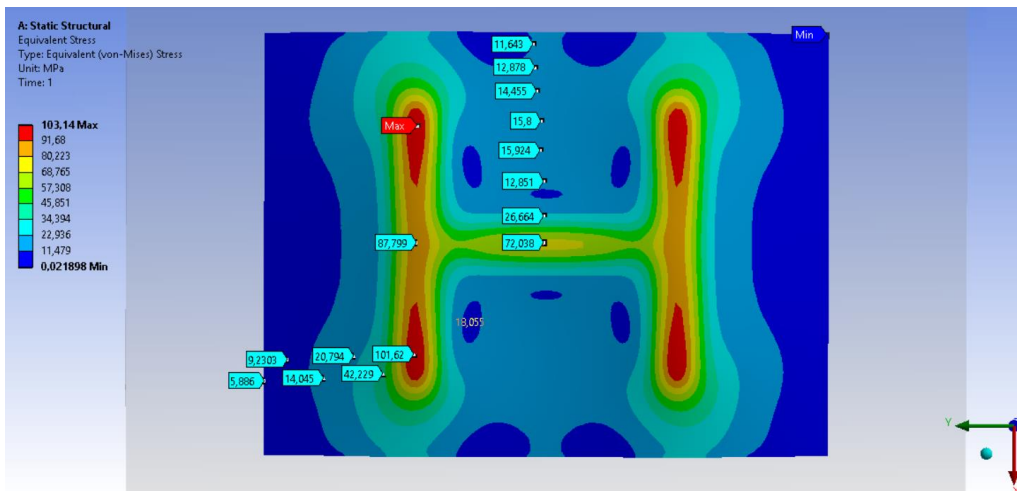
фиг. 5. Изчислителни модели с ANSYS

Податливостта на земното легло под фундаментите е симулирано чрез пружини с коравина 40 MN/m^3 , в които зависимостта “усилие - преместване” е линейна.

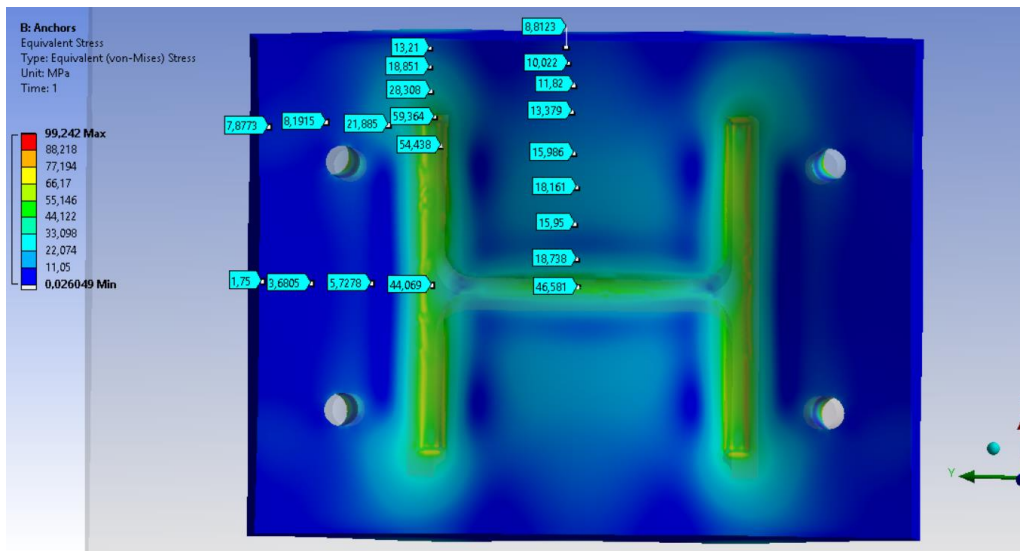
Разпределението на еквивалентните напрежения в базовите плочи, определени по von Mises (4-а якостна хипотеза) е показано на фиг. 6 ÷ фиг. 9.



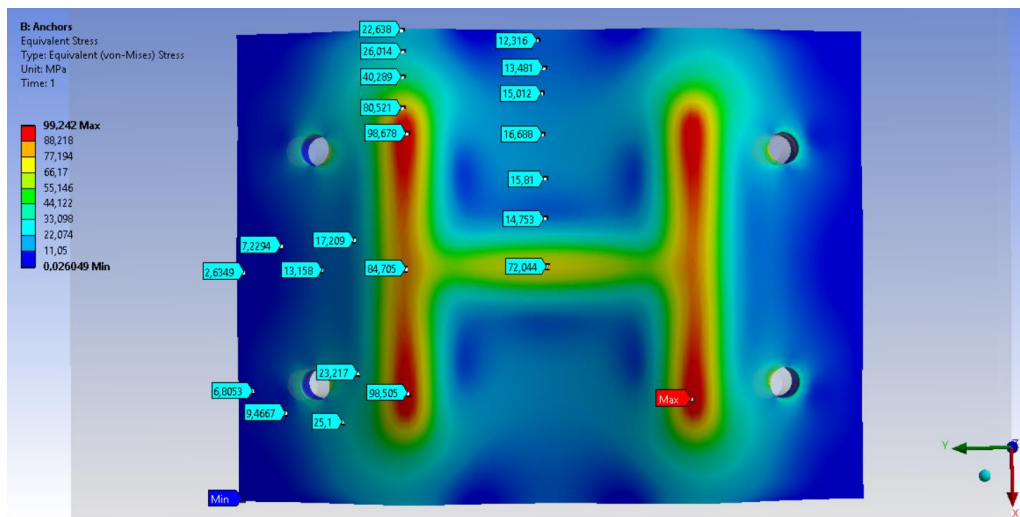
Фиг. 6. Еквивалентни нормални напрежения по горната повърхност на базова плоча без анкерни болтове



Фиг. 7. Еквивалентни нормални напрежения по долната повърхност на базова плоча без анкерни болтове



Фиг. 8. Еквивалентни нормални напрежения по горната повърхност на базова плоча с анкерни болтове



Фиг. 9. Еквивалентни нормални напрежения по долната повърхност на базова плоча с анкерни болтове

И в 2-та случая максималните стойности на напреженията са отчетени по долната повърхност на базовите плочи, под поясите на колоните. При базова плоча без анкери $\sigma_{eq,max} = 103,14$ МПа, а при база с анкери $\varnothing 20$ - $\sigma_{eq,max} = 99,24$ МПа. В този конкретен случай разликата е 3,9 %.

4. Заключение

От направените по - горе числени експерименти могат да се направят следните изводи:

а) анкерните болтове, подложени на натиск, оказват влияние върху скъсяването на фундамента, респективно върху разрезните усилия в стоманената базова плоча;

б) разликите в скъсяването на масовите фундаменти с клас на бетона C20/25, без анкерен болт и такива с болт, не надвишава 0,1 mm, което според автора е пренебрежимо малко. Явно съществена част от натисковото усилие се предава към фундамента чрез подливката под базата, а не чрез анкерните болтове.

в) разликата в отчетените еквивалентни нормални напрежения в базови плочи с поставени анкерни болтове и такива без, не е голяма. Като дори напреженията са по - големи в базовата плоча без анкери.

От тук следва, че методиката в стандарт БДС EN 1993-1-8 [2] може да се използва за определяне на опънните усилия в анкерните болтове, дори когато има поставени монтажни гайки под базовата плоча. Което се потвърждава от множество построени сгради и съоръжения, които имат фиксиращи гайки под базовите плочи, виж фиг. 10. И които очевидно не са в аврийно състояние.



Фиг. 10. Анкерни болтове с гайки под базовата плоча. Реализация.

ЛИТЕРАТУРА

1. БДС EN 1992-1-1:2005, Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции. Общи правила и правила за сгради.
2. БДС EN 1993-1-8:2005, Проектиране на стоманени конструкции. Проектиране на възли. Май 2005.
3. БДС EN 10025-2:2005, Горещовалцувани продукти от конструкционни стомани. Част 2: Технически условия на доставка за нелегирани конструкционни стомани.
4. ANSYS , Inc., Canonsburg, Pennsylvania, the U.S.A.
5. SAP 2000. Structural analysis program. Computers and Structures, Inc.

INFLUENCE OF ANCHOR BOLTS ON STRESSES IN BASE PLATES

L. Zdravkov¹

Key words: base plate, anchor bolt, stress , БДС EN 1993-1-8

ABSTRACT

Base plates of steel columns, as their name implies, "work" on bending. Their thickness depend on the values of the normal stresses in concrete below and / or tensile forces of the anchor bolts.

In order to mount the steel column on design level, often beneath the base plates are placed nuts. As a result of placing the nuts under base plate, the anchor bolts can bear and transmit to the foundation compressive forces.

When determines tensile forces in anchors, standard БДС EN 1993-1-8 considers different distributions of forces between the base plate and its support. But in the standard is not specified case of transmission of compression through the anchor bolt. This causes some structural engineers not to put nuts beneath the base plates and instead to use levelling wood pieces during mounting.

With present study the author attempted to take into account the influence of compressed anchor bolts on stresses in the base plates.

¹ Lyubomir Zdravkov, PhD, associate professor, civil engineer, UACEG, Sofia 1046, №1 „Hristo Smirnensky” str., floor 7, office 733, e-mail: zdravkov_fce@uacg.bg