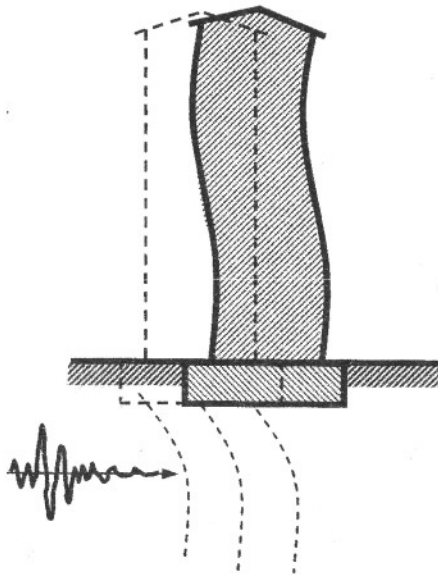


РОСИЦА ГАНЧЕВА

# ПРОЕКТИРАНЕ НА СТОМАНОБЕТОННИ КОНСТРУКЦИИ ЗА СЕИЗМИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ



УАСГ – 2007

# СЪДЪРЖАНИЕ

Предговор	1
<b>Глава 1. Основи на проектирането на сгради в сеизмични райони</b>	<b>3</b>
1.1. Основна концепция	3
1.1.1. Формулировка на основната концепция	3
1.1.2. Формулировка на основната концепция в европейските норми	5
1.2. Гранични състояния	6
1.2.1. Крайни гранични състояния	7
1.2.2. Ограничаващи повредите състояния	8
1.3. Свойства на конструкциите	8
1.3.1. Нелинейно поведение	9
1.3.1.1. Монотонно увеличаващо се натоварване	9
1.3.1.2. Знакопроменливо натоварване	11
1.3.2. Носеща способност	13
1.3.2.1. Изчислителна носеща способност	14
1.3.2.2. Нормативна носеща способност	14
1.3.2.3. Средна носеща способност	14
1.3.2.4. Деформационно завишена носеща способност (overstrength)	14
1.3.3. Деформативност и коравина	15
1.3.4. Дуктилност	16
1.3.4.1. Дефиниране на свойството дуктилност	16
1.3.4.2. Фактори, които влияят върху дуктилността	17
1.3.5. Зависимост между свойствата на конструкциите	20
1.3.6. Класификация в зависимост от дуктилността на конструкциите	22
1.4. Конструктивни системи	22
1.4.1. Рамкова конструктивна система	24
1.4.2. Стенна конструктивна система	25
1.4.3. Смесена конструктивна система	26
1.4.4. Конструктивна система с малка коравина на усукване	27
1.4.5. Конструктивна система “обърнато махало”	28
1.5. Реагиране на сградите при земетръс	28
1.5.1. Реагиране на сградите във височина	28
1.5.2. Реагиране на сградите в план	29
1.5.2.1. Център на масите	29
1.5.2.2. Център на коравините	30
<b>Глава 2. Основи принципи при композирането на сгради в сеизмични райони</b>	<b>37</b>
2.1. Основни принципи при проектирането	37
2.2. Разпределение на масите	41
2.3. Геометрична форма на сградите	42
2.3.1. Регулярност на геометричната форма в план	42
2.3.2. Регулярност на геометричната форма по височина	43
2.4. Конструктивна планировка	47
2.4.1. Хоризонтална конструктивна планировка	47
2.4.2. Вертикална конструктивна планировка	53
2.4.2.1. Плътни стени	54

2.4.2.2. Стени с отвори	56
2.4.2.3. Рамки	59
2.4.2.4. Рамки с пълнежна зидария	61
2.5. Функции на подовите конструкции	64
2.6. Критерии за регулярност на сградите	67
2.6.1. Критерии за регулярност в план	67
2.6.2. Критерии за регулярност по височина	69
2.6.3. Отчитане на регулярността на сградите в изчислителния процес	70
2.7. Особенности при фундирането	71
2.7.1. Геотехнически аспекти	71
2.7.1.1. Строителни почви	71
2.7.1.2. Топографски особености на местността	74
2.7.2. Основни принципи на фундиране	75
2.8. Противоземетръсни фуги	77
<b>Глава 3. Сеизмично въздействие</b>	<b>81</b>
3.1. Въведение	81
3.2. Реагиране на линейно-еластични системи с една степен на свобода на сеизмични въздействия	81
3.2.1. Уравнение на движението	81
3.2.2. Свободни незатихващи трептения	84
3.2.3. Свободни затихващи трептения	86
3.3. Спектри на реагиране	88
3.3.1. Еластични спектри на реагиране	88
3.3.1.1. Основни зависимости	88
3.3.1.2. Графическо представяне	94
3.3.1.3. Фактори, които влияят върху формата и свойствата на спектрите на реагиране	97
3.3.2. Изчислителни, еластични спектри на реагиране	98
3.3.3. Нееластични спектри на реагиране	101
3.4. Спектрален метод за представяне на сеизмичното въздействие	107
3.4.1. Общи положения	107
3.4.2. Сеизмично райониране	110
3.4.3. Дефиниране на сеизмичното въздействие съгласно с нормите за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони на Р България	112
3.4.3.1. Хоризонтален, еластичен спектър на ускоренията $S_{ae}(T)$	112
3.4.3.2. Хоризонтален, проектен спектър на ускоренията за линейни изследвания $S_{ad}(T)$	117
3.4.4. Дефиниране на сеизмичното въздействие съгласно с европейските норми	120
3.4.4.1. Хоризонтален, еластичен спектър на ускоренията $S_e(T)$	120
3.4.4.2. Вертикален, еластичен спектър на ускоренията $S_{ve}(T)$	124
3.4.4.3. Хоризонтален проектен спектър на ускоренията за линейни изследвания $S_d(T)$	125
3.4.4.4. Вертикален проектен спектър на ускоренията за линейни изследвания $S_d(T)$	129
3.4.5. Заключителни бележки върху дефинираните в българските и европейските норми спектри на ускоренията	130

3.4.6. Еластичен спектър на преместванията съгласно с европейските норми	132
3.5. Други начини за представяне на сеизмичното въздействие	133
3.5.1. Спектър на мощностите	133
3.5.2. Акселерограми	137
3.5.2.1. Изкуствени акселерограми	137
3.5.2.2. Реални или симулирани акселерограми	139
3.5.3. Пространствен модел на сеизмичното въздействие	139
<b>Глава 4. Реагиране на конструкциите за сеизмични въздействия</b>	<b>140</b>
4.1. Въведение	140
4.2. Модален спектрален анализ	142
4.2.1. Решение при използване на пространствен модел, основаващ се на диафрагменото действие на подовите конструкции	142
4.2.1.1. Решение при еднокомпонентно, хоризонтално сеизмично въздействие	142
4.2.1.2. Решение при двукомпонентно, хоризонтално сеизмично въздействие	151
4.2.1.3. Определяне на ефектите от усукване вследствие на случайния ексцентрицитет	155
4.2.1.4. Решение за вертикалната компонента на сеизмичното въздействие	156
4.2.2. Решение при използване на пространствен модел с деформируеми подови конструкции и трикомпонентно сеизмично въздействие	158
4.2.3. Решение при използването на равнинен модел	159
4.2.3.1. Динамично изследване	159
4.2.3.2. Определяне на ефектите от усукване	165
4.2.3.3. Разпределение на земетръсните сили или ефектите от сеизмичното въздействие между вертикалните конструктивни елементи	168
4.2.4. Комбиниране на модалните реакции на конструкциите	169
4.2.5. Комбиниране на ефектите от компонентите на сеизмичното въздействие	171
4.3. Метод на хоризонталните сили	173
4.4. Нелинейни методи	177
4.4.1. Динамичен нелинеен анализ с акселерограми	178
4.4.2. Статически нелинеен анализ	180
<b>Глава 5. Материали</b>	<b>190</b>
5.1. Въведение	190
5.2. Бетон	190
5.2.1. Бетон при едноосов натиск	190
5.2.1.1. Обикновен бетон	190
5.2.1.2. Ограничен бетон	195
5.2.2. Бетон при двумерно напрегнато състояние	203
5.3. Армировъчна стомана	206
5.4. Сцепление между бетона и армировката	211
<b>Глава 6. Осигуряване на конструкциите за сеизмични въздействия</b>	<b>219</b>
6.1. Въведение	219
6.2. Комбиниране на ефектите от сеизмичното въздействие с ефектите от другите натоварвания	220

6.3. Философия на капацитетното изчисляване на конструкциите	221
6.4. Изчислителни проверки	225
6.4.1. Изчислителни проверки за осигуряване на крайните гранични състояния	226
6.4.1.1. Носеща способност	227
6.4.1.2. Отчитане на ефектите от втори ред	227
6.4.1.3. Статическо равновесие	228
6.4.2. Изчислителни проверки за осигуряване на ограничаващите повредите гранични състояния	229
6.5. Осигуряване на дуктилността на конструкциите	230
6.5.1. Локална дуктилност по кривина	231
6.5.2. Дуктилност по преместване на конструктивен елемент	234
6.5.2.1. Конзолен елемент	234
6.5.2.2. Рамка	237
6.5.3. Дуктилност по завъртане	239
6.5.4. Дължина на пластична става	242
6.5.5. Обща дуктилност на конструкциите	243
6.5.5.1. Осигуряване на локална дуктилност по кривина в критичните зони на конструктивните елементи	243
6.5.5.2. Предпазване на надлъжната натискава армировка от изкълчване	245
6.5.5.3. Материали с подходящи механични свойства за осигуряване на дуктилността на конструкциите	247
6.5.5.4. Осигуряване на дуктилността на конструкциите чрез нелинеен анализ	249
6.6. Допълнителни конструктивни мерки	249
6.7. Закотвяне на армировъчните пръти	251
6.7.1. Надлъжна армировка	251
6.7.2. Напречна армировка	259
6.8. Снаждане на армировъчните пръти	260
<b>Глава 7. Рамкови конструкции</b>	<b>265</b>
7.1. Въведение	265
7.2. Изчисляване на рамковите конструкции	265
7.2.1. Общи положения	265
7.2.2. Моделиране на рамковите конструкции	266
7.2.3. Коравини на рамковите елементи	270
7.2.4. Методи за изчисляване на рамковите конструкции	271
7.2.4.1. Линеен анализ	271
7.2.4.2. Метод на преразпределение на усилията	272
7.2.4.3. Нелинеен анализ	277
7.3. Капацитетно изчисляване на рамки	277
7.3.1. Механизми на разрушение	277
7.3.2. Капацитетно изчисляване на греди	279
7.3.3. Капацитетно изчисляване на колони	282
7.3.4. Капацитетно изчисляване на рамкови възли	285
7.3.5. Елементи на капацитетно изчисляване на рамки съгласно с българските норми	290

7.4. Осигуряване на носещата способност на елементите на рамковите конструкции	291
7.4.1. Греди	291
7.4.1.1. Изчисляване за огъващ момент	292
7.4.1.2. Изчисляване за напречна сила	293
7.4.2. Колони	299
7.4.2.1. Изчисляване на нецентричен натиск	300
7.4.2.2. Изчисляване за напречна сила	301
7.4.3. Рамкови възли	301
7.5. Конструктивни мерки за осигуряване на локалната дуктилност на елементите на рамковите конструкции	308
7.5.1. Общи положения	308
7.5.2. Греди	309
7.5.3. Колони	314
7.5.4. Рамкови възли	320
<b>Глава 8. Стенни конструкции</b>	<b>321</b>
8.1. Въведение	321
8.2. Изчисляване на стенните конструкции	322
8.2.1. Общи положения	322
8.2.2. Моделиране на стенните конструкции	322
8.2.3. Коравини на стенните конструкции	325
8.2.4. Методи за изчисляване на стенните конструкции	325
8.2.4.1. Линеен анализ	325
8.2.4.2. Преразпределение на ефектите от сеизмичното въздействие между отделните стени на конструкцията	326
8.2.4.3. Преразпределение на ефектите от сеизмичното въздействие в стени с отвори	327
8.2.4.4. Нелинеен анализ	329
8.3. Капацитетно изчисляване на стени	330
8.3.1. Механизми на разрушение на плътни стени	330
8.3.2. Високи плътни стени	333
8.3.2.1. Капацитетно изчисляване за огъващ момент	334
8.3.2.2. Капацитетно изчисляване за напречна сила	337
8.3.3. Ниски плътни стени	339
8.3.4. Дълги, слабо армирани плътни стени	339
8.3.5. Елементи на капацитетно изчисляване на плътни стени съгласно с българските норми	340
8.3.6. Стени с отвори	340
8.4. Осигуряване на носещата способност на елементите на плътните, дуктилни стени	341
8.4.1. Изчисляване на нецентричен натиск	341
8.4.2. Изчисляване за напречна сила	344
8.4.2.1. Осигуряване срещу разрушение по натисков диагонал	344
8.4.2.2. Осигуряване срещу разрушение по опънен диагонал	345
8.4.2.3. Осигуряване срещу разрушение от срязване вследствие на хлъзгане	348
8.5. Конструктивни мерки за осигуряване на локалната дуктилност на плътните, дуктилни стени	351

8.5.1. Общи положения	351
8.5.2. Ограничаване на напречните деформации в крайните зони на стените	354
8.5.2.1. Стени с правоъгълно напречно сечение	354
8.5.2.2. Стени с уширения	356
8.5.2.3. Стени с дълги пояси	358
8.5.3. Конструктивни изисквания за стеблото	361
8.6. Осигуряване на дълги, слабо армирани стени	367
8.6.1. Носеща способност	367
8.6.2. Локална дуктилност	368
8.7. Осигуряване на стени с отвори	369
8.7.1. Стени с регулярни отвори	369
8.7.1.1. Плътни стенни елементи	369
8.7.1.2. Свързващи греди	369
8.7.2. Стени с нерегулярни отвори	373
8.8. Осигуряване на безкрайно коравите подови диафрагми	374
<b>Глава 9. Фундаменти</b>	<b>377</b>
9.1. Въведение	377
9.2. Механизми на разсейване на сеизмичната енергия от системата върхна конструкция – фундамент – земна основа	377
9.3. Видове фундаменти	379
9.3.1. Единични фундаменти	379
9.3.2. Ивични фундаменти	384
9.3.3. Фундаментни скари	384
9.3.4. Фундаментни плочи	385
9.3.5. Кутиеобразни фундаменти	386
9.3.6. Пилотни фундаменти	386
9.4. Капацитетно изчисляване на елементите на фундаментната конструкция	386
9.4.1. Фундаменти	386
9.4.1.1. Единични фундаменти	387
9.4.1.2. Фундаменти, служещи за основа на повече от един вертикален конструктивен елемент	388
9.4.1.3. Кутиеобразни фундаменти	389
9.4.2. Противоземетръсни, фундаментни връзки и пояси	391
9.5. Осигуряване на елементите на фундаментната конструкция	393
<b>Литература</b>	<b>396</b>