

ГОДИШНИК НА УНИВЕРСИТЕТА ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ – СОФИЯ

Първа научно-приложна конференция с международно участие  
„СТОМАНОБЕТОННИ И ЗИДАНИ КОНСТРУКЦИИ – ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА“

22 – 23 октомври 2015

22 – 23 October 2015

First Scientific-Applied Conference with International Participation

“REINFORCED CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES – THEORY AND PRACTICE”

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY – SOFIA

48 <sup>ТОМ</sup>  
vol.

2015

СВ. 12 – I  
fasc.

## ДЕФОРМАЦИИ ОТ СЪСЪХВАНЕ ПРИ "ДЕБЕЛИ" СТОМАНОБЕТОННИ ЕЛЕМЕНТИ, ИЗПЪЛНЕНИ С ЦИМЕНТ КЛАС N СЪГЛАСНО ЕВРОКОД 2

Д. Димитров<sup>1</sup>, Е. Георгиев<sup>2</sup>

*Ключови думи:* собствено съсъхване, съсъхване при изсъхване, деформация, дебели елементи, Еврокод 2, Еврокод 2-2

*Научна област:* стоманобетон и стоманобетонни конструкции

### РЕЗЮМЕ

Предложено е дефиниране на "дебелите" конструктивни стоманобетонни елементи в сгради и мостове в зависимост от условията размер  $h_0$  на напречното сечение. Представени са удобни за практически цели таблици и графики за определяне на собственото съсъхване, съсъхването при изсъхване и общото съсъхване в такива елементи. Представеният начин за определяне на деформацията от съсъхване е валиден за всички класове бетон и относителна влажност на въздуха. Разгледано е съсъхването за всички класове на бетона съгласно БДС EN1992-1-1 и междинните класове на бетона съгласно Националното приложение на БДС-EN206-1:2002/NA, а именно C28/35 и C32/40. Съсъхването е определено за бетони, изпълнени с цимент клас N съгласно БДС EN1992-1-1 и БДС EN1992-2. Разгледани са бетони, изпълнени със и без микро-силициев прах съгласно БДС EN1992-2. Анализирани са разликите в деформациите от съсъхване съгласно БДС EN1992-1-1 и БДС EN1992-2.

<sup>1</sup> Димитър Димитров, проф. д-р инж., кат. „Масивни конструкции”, УАСГ, бул. „Христо Смирненски” № 1, 1046 София, e-mail: simeonovd\_fce@uacg.bg

<sup>2</sup> Евгени Георгиев, гл. ас. д-р инж., кат. „Масивни конструкции”, УАСГ, бул. „Христо Смирненски” № 1, 1046 София, e-mail: evgeni\_georgiev\_fce@abv.bg

## 1. Въведение

Определянето на деформациите от съсъхване според БДС EN1992-1-1 [1], наричан за краткост по-долу ЕК2 за сгради, се извършва съгласно т. 3.1.4 и Приложение В. Очаква се, че тази методика ще бъде общовалидна, включително и за стоманобетонни мостове. В БДС EN1992-2 [2], наричан по-долу ЕК2-2 за мостове, е дадено Приложение В, в което се дават други методи за определяне на деформацията от съсъхване за специфичните случаи на:

- високоякостни бетони с якост на натиск, по-голяма от C50/60 и приготвени с цимент клас R със и без микросилициев прах;
- “елементи с особено големи сечения”;
- “дебели елементи”.

Уточнява се, че под бетони с микросилициев прах се разбират бетони със съдържание на микросилициев прах най-малко 5% от теглото на цимента. За дефинирането на “елементи с особено големи сечения” и на “дебели елементи” липсват критерии. Формулировката, че това са “елементи, при които кинетиката на основното пълзене и пълзенето при изсъхване са съвсем различни” е очевидно не съвсем ясна. Поради това след направения анализ в [4] е предложено да се приеме като критерий условният размер на напречното сечение на елемента  $h_0$ . Предлага се това да бъдат всички видове стоманобетонни елементи с  $h_0 \geq 500$  mm. Такива елементи могат да бъдат фундаментни плочи, стълбове на мостове, колони или греди на многоетажни сгради с големи подпорни разстояния и др.

В основния ЕК2 както в т. 3.1.4, така и останалите раздели никъде не се споменава за “дебели елементи”, за бетони със или без микросилициев прах. Очевидни са противоречията и липсата на връзка между Приложенията В в ЕК2 и ЕК2-2, които могат да объркат проектантите.

Случаите, в които е необходимо точното определяне на деформацията от съсъхване, са дадени в [3]. Също там са анализирани факторите, които влияят върху собственото съсъхване и съсъхването при изсъхване. Важно е да се отбележи, че “дебелината” на елемента, чрез условния размер на елемента  $h_0$ , не влияе върху “собственото съсъхване”, а само върху “съсъхването при изсъхване”.

Разработени са таблици и графики за определяне на собственото съсъхване, съсъхването при изсъхване и общото съсъхване за елементи с:

- $h_0 = 500$  mm;  $h_0 = 1000$  mm и  $h_0 = 1500$  mm;
- всички класове на бетона съгласно БДС EN1992-1-1, както и междинните класове на бетона съгласно Националното приложение на БДС-EN206-1:2002/NA, а именно C28/35 и C32/40;
- влажност на околната среда  $RH = 50\%$  и  $RH = 70\%$ ;
- бетони, изпълнени с цимент клас N съгласно БДС EN1992-1-1 и БДС EN1992-2;
- бетони, изпълнени със и без микросилициев прах (МП) съгласно БДС EN1992-2.

Деформациите от съсъхване са определени за следните възрасти на бетона  $t$  в дни:

- 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 14, 18, 20, 21, 25, 27, 28, 30, 40, 50, 60, 90, 100, 180, 200, 270, 365, 550, 730, 1095, 1460, 1825, 3650, 5475, 9125, 18250, 25550, 27375 и 36500.

Поради ограниченията в обема на статията:

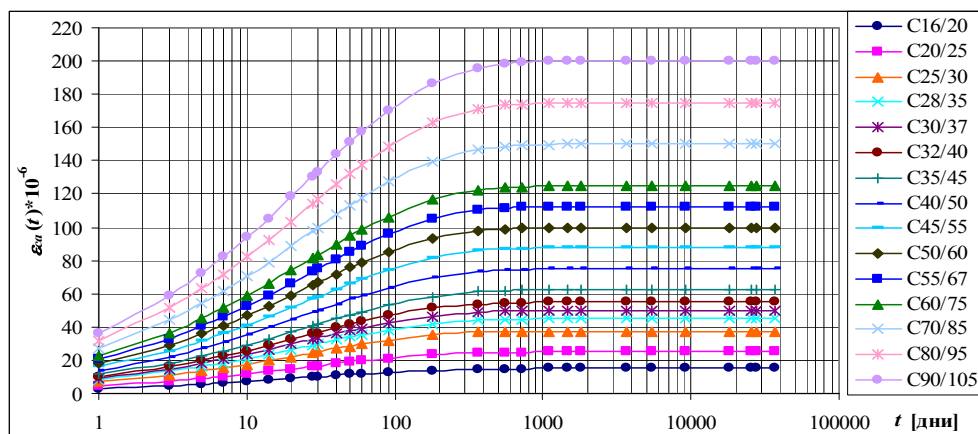
- са показани резултатите само за елементи с  $h_0 = 500 \text{ mm}$  и  $h_0 = 1500 \text{ mm}$ ;
- са представени таблици за деформациите от собствено съсъхване и съсъхването при изсъхване само за следните възрасти на бетона  $t$  в дни – 7, 14, 28, 90, 365, 1095, 1460, 3650, 18250, 25550 и 36500. Дадени са графиките за тези съсъхвания;
- не са представени таблици за общата деформация от съсъхването, тъй като тя е равна на сумата от деформациите от собствено съсъхване и съсъхването при изсъхване. Дадени са само графиките на общата деформация от съсъхване.

**Забележка:** Деформациите от съсъхване са с положителна стойност и това означава, че даденият елемент се скъпява.

## 2. Деформация от собствено съсъхване $\varepsilon_{ca}(t)$

Деформацията от собственото съсъхване на бетона  $\varepsilon_{ca}(t)$  не зависи от използвания клас цимент (S, N, R) съгласно ЕК2 [1], но според ЕК2-2 [2] тя зависи от класа на цимента при възраст на бетона  $t < 28$  дни.

### 2.1. Деформация от собствено съсъхване $\varepsilon_{ca}(t)$ съгласно ЕК2 [1]



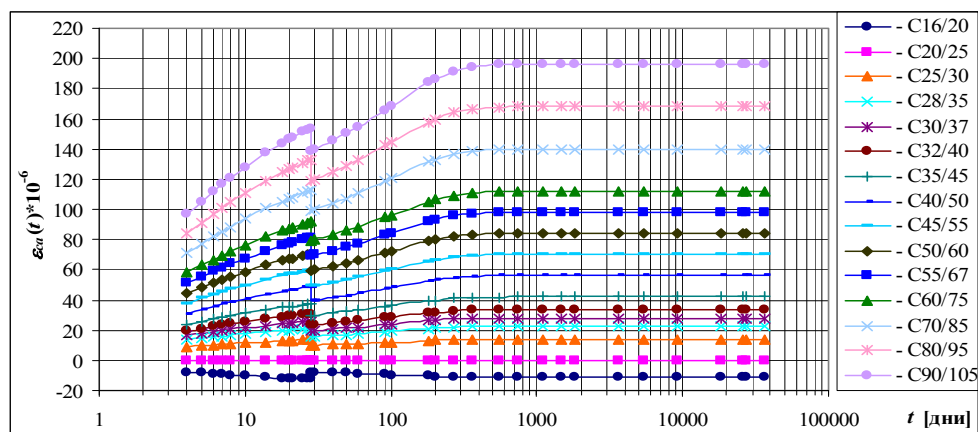
Фиг. 1. Собствено съсъхване  $\varepsilon_{ca}(t) * 10^{-6}$  – ЕК2

Таблица 1. Собствено съсъхване  $\varepsilon_{ca}(t) * 10^{-6}$  – ЕК2

Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]										
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500
C16/20	6,2	7,9	9,8	12,8	14,7	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
C20/25	10,3	13,2	16,3	21,3	24,5	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
C25/30	15,4	19,8	24,5	31,9	36,7	37,4	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
C28/35	18,5	23,7	29,4	38,3	44,0	44,9	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
C30/37	20,5	26,3	32,6	42,5	48,9	49,9	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
C32/40	22,6	29,0	35,9	46,8	53,8	54,9	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
C35/45	25,7	32,9	40,8	53,1	61,1	62,4	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5

Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]										
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500
C45/55	36,0	46,1	57,1	74,4	85,6	87,4	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
C50/60	41,1	52,7	65,3	85,0	97,8	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
C55/67	46,2	59,3	73,5	95,6	110,0	112,3	112,4	112,5	112,5	112,5	112,5
C60/75	51,4	65,9	81,6	106,3	122,3	124,8	124,9	125,0	125,0	125,0	125,0
C70/85	61,6	79,0	97,9	127,5	146,7	149,8	149,9	150,0	150,0	150,0	150,0
C80/95	71,9	92,2	114,3	148,8	171,2	174,8	174,9	175,0	175,0	175,0	175,0
C90/105	82,2	105,4	130,6	170,0	195,6	199,7	199,9	200,0	200,0	200,0	200,0

## 2.2. Деформация от собствено съсъхване $\epsilon_{ca}(t)$ за бетони с цимент клас N съгласно ЕК2-2 [2]



Фиг. 2. Собствено съсъхване  $\epsilon_{ca}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони с цимент клас N – ЕК2-2

Таблица 2. Собствено съсъхване  $\epsilon_{ca}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони с цимент клас N – ЕК2-2

Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]										
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500
C16/20	-9,5	-11,1	-7,9	-9,5	-11,1	-11,2	-11,2	-11,2	-11,2	-11,2	-11,2
C20/25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C25/30	10,3	12,1	9,9	11,8	13,9	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
C28/35	16,0	18,8	15,8	19,0	22,2	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4
C30/37	19,7	23,1	19,8	23,7	27,8	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
C32/40	23,3	27,4	23,7	28,4	33,3	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6
C35/45	28,6	33,6	29,7	35,5	41,6	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
C40/50	37,1	43,6	39,6	47,4	55,5	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0
C45/55	45,4	53,4	49,5	59,2	69,4	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
C50/60	53,6	63,0	59,3	71,1	83,3	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0
C55/67	61,7	72,5	69,2	82,9	97,1	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
C60/75	69,7	81,9	79,1	94,8	111,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0

Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]										
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500
C80/95	101,1	118,9	118,7	142,2	166,5	168,0	168,0	168,0	168,0	168,0	168,0
C90/105	116,6	137,2	138,5	165,8	194,3	196,0	196,0	196,0	196,0	196,0	196,0

### 3. Деформация от съсъхване при изсъхване $\varepsilon_{cd}(t)$

Деформацията от съсъхване при изсъхване на бетона  $\varepsilon_{cd}(t)$  зависи от използвания клас цимент (S, N, R) съгласно ЕК2 [1], но според ЕК2-2 [2] тя не зависи от класа на цимента, а от това дали бетонът е със или без микросилициев прах (МП).

#### 3.1. Деформация от съсъхване при изсъхване $\varepsilon_{cd}(t)$ за бетони, изпълнени с цимент клас N съгласно ЕК2 [1]

Таблица 3. Съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони с цимент клас N – ЕК2

$h_0$	500 [mm]	RH	50	[%]	Възраст на бетона $t$ [дни]										
Клас бетон	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500				
C16/20	3,5	9,6	21,1	65,0	178,6	283,3	305,5	355,7	389,8	392,5	394,5				
C20/25	3,4	9,1	20,2	62,0	170,3	270,0	291,2	339,0	371,5	374,1	376,0				
C25/30	3,2	8,6	19,0	58,4	160,3	254,3	274,3	319,3	349,9	352,3	354,1				
C28/35	3,1	8,3	18,3	56,3	154,7	245,3	264,6	308,0	337,5	339,8	341,6				
C30/37	3,0	8,1	17,9	55,0	151,0	239,5	258,3	300,7	329,5	331,8	333,5				
C32/40	2,9	7,9	17,4	53,7	147,4	233,8	252,2	293,6	321,7	323,9	325,6				
C35/45	2,8	7,6	16,8	51,8	142,2	225,5	243,2	283,2	310,3	312,4	314,1				
C40/50	2,7	7,2	15,9	48,8	133,9	212,4	229,1	266,7	292,2	294,2	295,8				
C45/55	2,5	6,8	14,9	45,9	126,1	200,0	215,7	251,2	275,2	277,1	278,5				
C50/60	2,4	6,4	14,1	43,2	118,8	188,4	203,2	236,5	259,2	261,0	262,3				
C55/67	2,2	6,0	13,2	40,7	111,9	177,4	191,3	222,8	244,1	245,8	247,0				
C60/75	2,1	5,7	12,5	38,4	105,4	167,1	180,2	209,8	229,9	231,5	232,7				
C70/85	1,9	5,0	11,1	34,0	93,4	148,2	159,8	186,1	203,9	205,3	206,4				
C80/95	1,6	4,4	9,8	30,2	82,9	131,4	141,8	165,0	180,8	182,1	183,0				
C90/105	1,5	3,9	8,7	26,8	73,5	116,6	125,7	146,4	160,4	161,5	162,3				

Таблица 4. Съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони с цимент клас N – ЕК2

$h_0$	500 [mm]	RH	70	[%]	Възраст на бетона $t$ [дни]										
Клас бетон	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500				
C16/20	2,7	7,2	15,9	48,8	134,1	212,7	229,4	267,1	292,7	294,7	296,2				
C20/25	2,5	6,9	15,1	46,5	127,8	202,7	218,7	254,6	278,9	280,9	282,3				

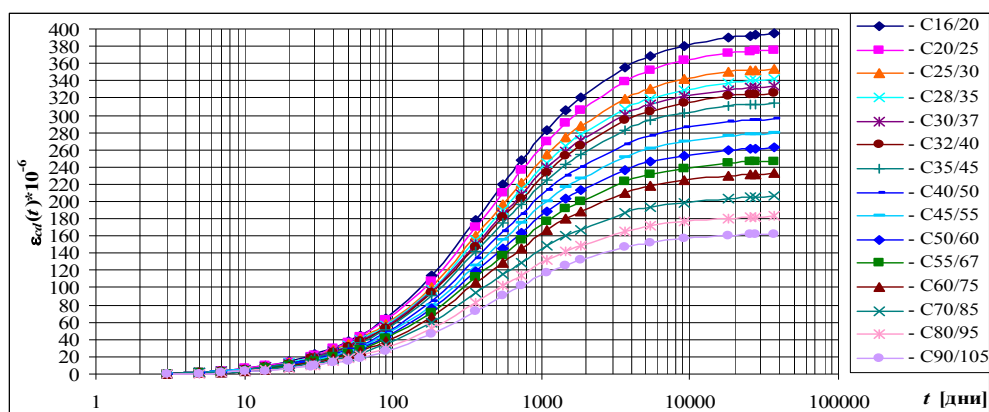
$h_0$	500	[mm]	$RH$	70	[%]						
Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]										
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500
C25/30	2,4	6,5	14,2	43,8	120,4	190,9	205,9	239,7	262,7	264,5	265,9
C28/35	2,3	6,2	13,7	42,3	116,1	184,2	198,6	231,3	253,4	255,2	256,5
C30/37	2,2	6,1	13,4	41,3	113,4	179,8	193,9	225,8	247,4	249,1	250,4
C32/40	2,2	5,9	13,1	40,3	110,7	175,6	189,3	220,4	241,5	243,2	244,5
C35/45	2,1	5,7	12,6	38,9	106,8	169,4	182,6	212,6	233,0	234,6	235,8
C40/50	2,0	5,4	11,9	36,6	100,6	159,5	172,0	200,2	219,4	220,9	222,1
C45/55	1,9	5,1	11,2	34,5	94,7	150,2	162,0	188,6	206,6	208,1	209,1
C50/60	1,8	4,8	10,6	32,5	89,2	141,5	152,6	177,6	194,6	196,0	197,0
C55/67	1,7	4,5	9,9	30,6	84,0	133,2	143,7	167,3	183,3	184,5	185,5
C60/75	1,6	4,2	9,4	28,8	79,1	125,5	135,3	157,5	172,6	173,8	174,7
C70/85	1,4	3,8	8,3	25,5	70,2	111,3	120,0	139,7	153,1	154,1	154,9
C80/95	1,2	3,3	7,4	22,7	62,2	98,7	106,4	123,9	135,8	136,7	137,4
C90/105	1,1	3,0	6,5	20,1	55,2	87,5	94,4	109,9	120,4	121,3	121,9

Таблица 5. Съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{sd}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони с цимент клас N – ЕК2

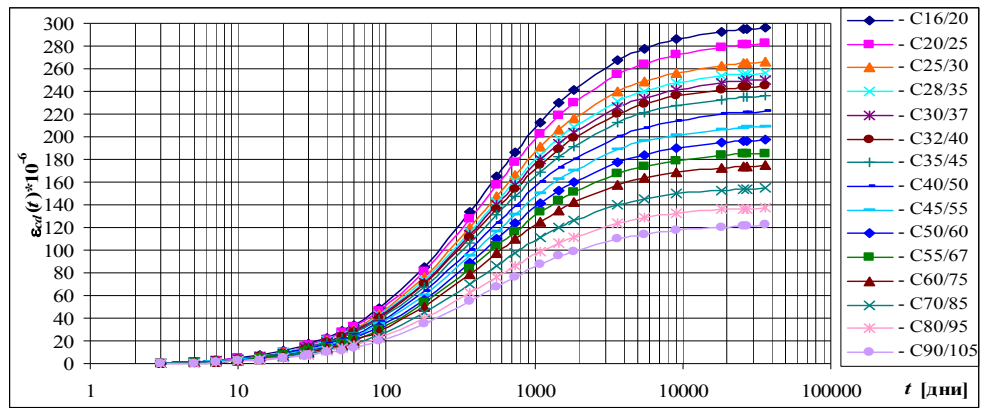
$h_0$	1500	[mm]	$RH$	50	[%]						
Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]										
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500
C16/20	0,7	1,9	4,3	14,4	53,8	127,7	153,9	243,9	354,2	366,0	375,4
C20/25	0,7	1,8	4,1	13,7	51,3	121,7	146,7	232,5	337,6	348,9	357,8
C25/30	0,6	1,7	3,8	12,9	48,3	114,6	138,1	218,9	318,0	328,6	337,0
C28/35	0,6	1,6	3,7	12,5	46,6	110,5	133,2	211,2	306,7	316,9	325,1
C30/37	0,6	1,6	3,6	12,2	45,5	107,9	130,1	206,2	299,4	309,4	317,4
C32/40	0,6	1,6	3,5	11,9	44,4	105,4	127,0	201,3	292,3	302,1	309,8
C35/45	0,5	1,5	3,4	11,5	42,8	101,6	122,5	194,2	282,0	291,4	298,9
C40/50	0,5	1,4	3,2	10,8	40,4	95,7	115,4	182,9	265,6	274,4	281,5
C45/55	0,5	1,3	3,0	10,2	38,0	90,1	108,7	172,2	250,1	258,5	265,1
C50/60	0,5	1,3	2,8	9,6	35,8	84,9	102,3	162,2	235,5	243,4	249,6
C55/67	0,4	1,2	2,7	9,0	33,7	79,9	96,4	152,7	221,8	229,2	235,1
C60/75	0,4	1,1	2,5	8,5	31,7	75,3	90,8	143,9	208,9	215,9	221,4
C70/85	0,4	1,0	2,2	7,5	28,2	66,8	80,5	127,6	185,3	191,5	196,4
C80/95	0,3	0,9	2,0	6,7	25,0	59,2	71,4	113,2	164,3	169,8	174,2
C90/105	0,3	0,8	1,7	5,9	22,1	52,5	63,3	100,4	145,8	150,6	154,5

Таблица 6. Съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони с цимент клас N – ЕК2

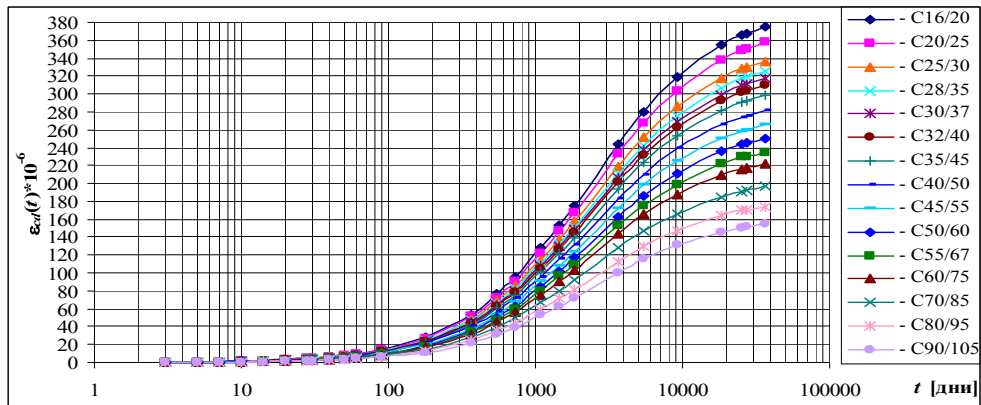
$h_0$	1500	[mm]	RH	70	[%]	Възраст на бетона $t$ [дни]														
Клас бетон	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500									
C16/20	0,5	1,4	3,2	10,8	40,4	95,9	115,5	183,1	266,0	274,8	281,9									
C20/25	0,5	1,3	3,0	10,3	38,5	91,4	110,1	174,6	253,5	262,0	268,7									
C25/30	0,5	1,3	2,9	9,7	36,3	86,0	103,7	164,4	238,7	246,7	253,0									
C28/35	0,4	1,2	2,8	9,4	35,0	83,0	100,1	158,6	230,3	238,0	244,1									
C30/37	0,4	1,2	2,7	9,1	34,2	81,0	97,7	154,8	224,8	232,3	238,3									
C32/40	0,4	1,2	2,6	8,9	33,4	79,1	95,4	151,1	219,5	226,8	232,6									
C35/45	0,4	1,1	2,5	8,6	32,2	76,3	92,0	145,8	211,7	218,8	224,4									
C40/50	0,4	1,1	2,4	8,1	30,3	71,9	86,6	137,3	199,4	206,1	211,3									
C45/55	0,4	1,0	2,3	7,6	28,5	67,7	81,6	129,3	187,8	194,1	199,0									
C50/60	0,3	0,9	2,1	7,2	26,9	63,7	76,8	121,8	176,9	182,8	187,4									
C55/67	0,3	0,9	2,0	6,8	25,3	60,0	72,4	114,7	166,6	172,1	176,5									
C60/75	0,3	0,8	1,9	6,4	23,8	56,5	68,1	108,0	156,9	162,1	166,3									
C70/85	0,3	0,7	1,7	5,7	21,1	50,1	60,4	95,8	139,1	143,8	147,5									
C80/95	0,2	0,7	1,5	5,0	18,7	44,5	53,6	85,0	123,4	127,5	130,8									
C90/105	0,2	0,6	1,3	4,5	16,6	39,4	47,5	75,4	109,4	113,1	116,0									



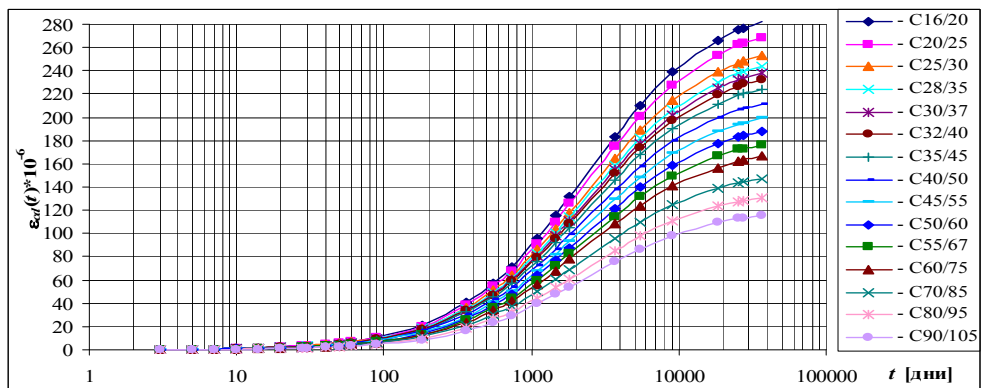
Фиг. 3. Съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N – ЕК2 –  $h_0 = 500$  mm и RH = 50%



Фиг. 4. Съсърване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N – ЕК2 –  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 70\%$

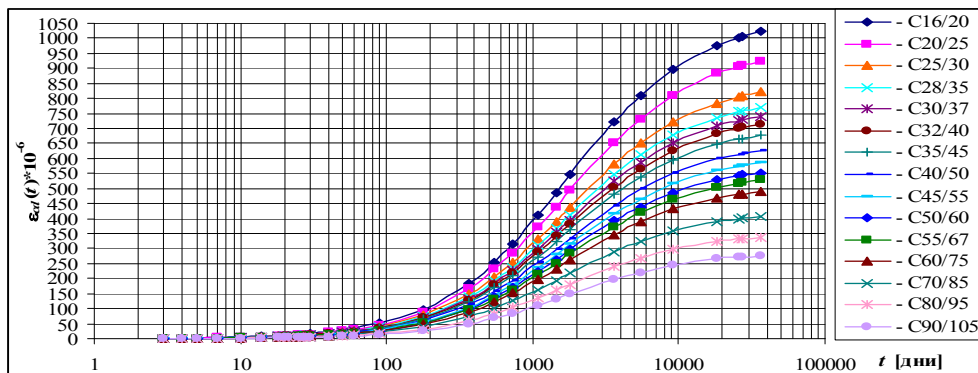


Фиг. 5. Съсърване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  за цименти N – ЕК2 –  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 50\%$

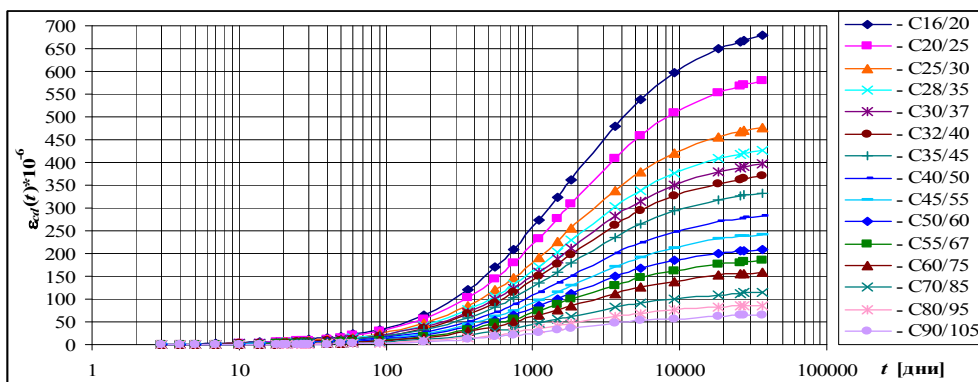


Фиг. 6. Съсърване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  за цименти N – ЕК2 –  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 70\%$

**3.2. Деформация от съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t)$  за бетони, изпълнени с микросилициев прах (МП), съгласно ЕК2-2 [2]**



**Фиг. 7. Съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) * 10^{-6}$  за бетони с МП – ЕК2-2 –  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 50\%$**



**Фиг. 8. Съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) * 10^{-6}$  за бетони с МП – ЕК2-2 –  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 70\%$**

**Таблица 7. Съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) * 10^{-6}$  за бетони с МП – ЕК2-2**

$h_0$	500	[mm]	$RH$	50	[%]	Възраст на бетона $t$ [дни]						
Клас бетон	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500	
C16/20	2,4	6,7	15,1	50,7	183,5	411,4	486,5	723,6	977,1	1002,2	1021,8	
C20/25	2,2	6,0	13,6	45,8	165,7	371,4	439,1	653,1	881,9	904,5	922,3	
C25/30	2,0	5,4	12,1	40,7	147,5	330,6	390,9	581,4	785,1	805,2	821,0	
C28/35	1,8	5,0	11,4	38,2	138,4	310,3	366,8	545,6	736,8	755,7	770,5	
C30/37	1,8	4,8	10,9	36,8	133,0	298,2	352,6	524,4	708,1	726,3	740,5	
C32/40	1,7	4,7	10,5	35,4	128,1	287,2	339,6	505,0	682,0	699,5	713,2	
C35/45	1,6	4,4	10,0	33,6	121,5	272,4	322,1	479,1	647,0	663,6	676,6	

$h_0$	500	[mm]	$RH$	50	[%]						
Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]										
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500
<b>C40/50</b>	1,5	4,1	9,2	31,1	112,4	252,0	298,0	443,2	598,4	613,8	625,8
<b>C45/55</b>	1,4	3,8	8,6	29,1	105,2	235,7	278,7	414,6	559,8	574,2	585,5
<b>C50/60</b>	1,3	3,6	8,2	27,5	99,4	222,8	263,5	391,9	529,2	542,8	553,4
<b>C55/67</b>	1,3	3,5	7,8	26,2	94,8	212,6	251,3	373,8	504,8	517,8	527,9
<b>C60/75</b>	1,2	3,2	7,2	24,4	88,2	197,6	233,7	347,5	469,3	481,3	490,8
<b>C70/85</b>	1,0	2,7	6,0	20,2	73,1	163,9	193,8	288,2	389,2	399,2	407,0
<b>C80/95</b>	0,8	2,2	5,0	16,8	60,7	136,0	160,8	239,2	323,0	331,3	337,8
<b>C90/105</b>	0,7	1,8	4,1	13,7	49,7	111,5	131,9	196,1	264,8	271,6	276,9

Таблица 8. Съсърване при изсъхване  $\varepsilon_{sh}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони с МП – ЕК2-2

$h_0$	500	[mm]	$RH$	70	[%]						
Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]										
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500
<b>C16/20</b>	1,6	4,4	10,0	33,7	121,8	273,1	322,9	480,3	648,6	665,2	678,3
<b>C20/25</b>	1,4	3,8	8,5	28,7	104,0	233,0	275,5	409,8	553,4	567,6	578,7
<b>C25/30</b>	1,1	3,1	7,0	23,7	85,8	192,3	227,3	338,1	456,6	468,3	477,5
<b>C28/35</b>	1,0	2,8	6,3	21,2	76,7	171,9	203,3	302,4	408,3	418,8	427,0
<b>C30/37</b>	0,9	2,6	5,9	19,7	71,3	159,9	189,0	281,1	379,6	389,4	397,0
<b>C32/40</b>	0,9	2,4	5,5	18,3	66,4	148,8	176,0	261,8	353,5	362,6	369,7
<b>C35/45</b>	0,8	2,2	4,9	16,5	59,8	134,1	158,6	235,9	318,5	326,7	333,1
<b>C40/50</b>	0,7	1,8	4,2	14,0	50,7	113,7	134,4	199,9	269,9	276,9	282,3
<b>C45/55</b>	0,6	1,6	3,6	12,0	43,5	97,4	115,2	171,3	231,3	237,3	241,9
<b>C50/60</b>	0,5	1,4	3,1	10,4	37,7	84,5	99,9	148,6	200,7	205,8	209,9
<b>C55/67</b>	0,4	1,2	2,7	9,2	33,1	74,2	87,8	130,6	176,3	180,8	184,4
<b>C60/75</b>	0,4	1,0	2,3	7,9	28,5	63,9	75,5	112,4	151,7	155,6	158,7
<b>C70/85</b>	0,3	0,8	1,7	5,7	20,7	46,3	54,8	81,4	110,0	112,8	115,0
<b>C80/95</b>	0,2	0,6	1,3	4,3	15,4	34,6	40,9	60,8	82,1	84,2	85,9
<b>C90/105</b>	0,2	0,4	1,0	3,2	11,7	26,2	31,0	46,1	62,3	63,9	65,1

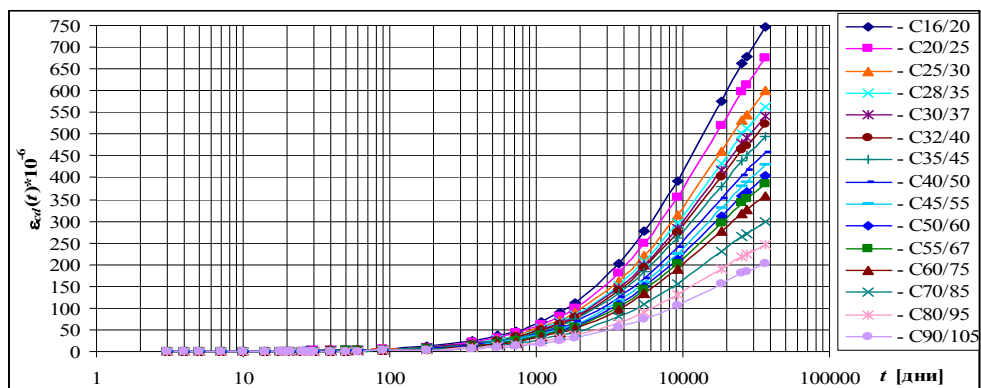
Таблица 9. Съсърване при изсъхване  $\varepsilon_{sh}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони с МП – ЕК2-2

$h_0$	1500	[mm]	$RH$	50	[%]						
Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]										
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500
<b>C16/20</b>	0,3	0,7	1,7	5,9	24,1	69,4	90,7	201,3	574,7	662,4	748,0
<b>C20/25</b>	0,2	0,7	1,5	5,3	21,7	62,7	81,8	181,7	518,7	597,9	675,1

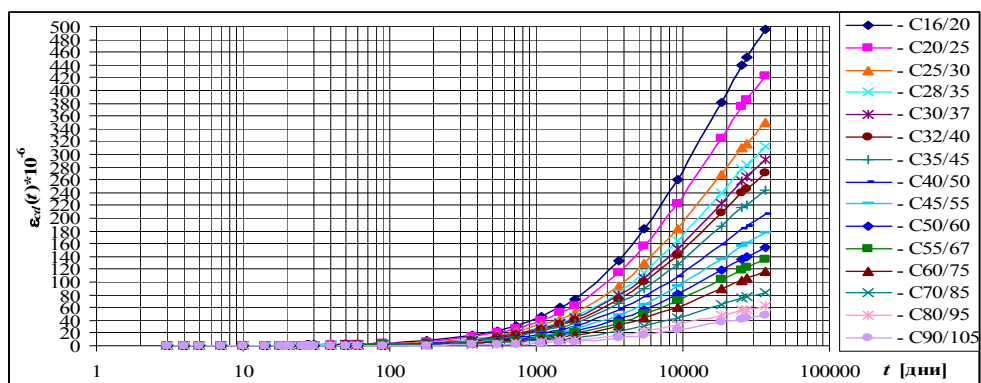
$h_0$	1500	[mm]	$RH$	50	[%]						
Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]										
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500
C25/30	0,2	0,6	1,4	4,7	19,3	55,8	72,9	161,8	461,8	532,2	601,0
C28/35	0,2	0,6	1,3	4,4	18,1	52,4	68,4	151,8	433,4	499,5	564,1
C30/37	0,2	0,5	1,2	4,3	17,4	50,3	65,7	145,9	416,5	480,1	542,1
C32/40	0,2	0,5	1,2	4,1	16,8	48,5	63,3	140,5	401,1	462,3	522,1
C35/45	0,2	0,5	1,1	3,9	15,9	46,0	60,0	133,3	380,6	438,6	495,3
C40/50	0,2	0,5	1,0	3,6	14,7	42,5	55,5	123,3	352,0	405,7	458,1
C45/55	0,2	0,4	1,0	3,4	13,8	39,8	52,0	115,4	329,3	379,5	428,6
C50/60	0,1	0,4	0,9	3,2	13,0	37,6	49,1	109,0	311,3	358,8	405,1
C55/67	0,1	0,4	0,9	3,0	12,4	35,9	46,8	104,0	296,9	342,2	386,5
C60/75	0,1	0,4	0,8	2,8	11,6	33,3	43,5	96,7	276,0	318,1	359,3
C70/85	0,1	0,3	0,7	2,3	9,6	27,7	36,1	80,2	228,9	263,8	297,9
C80/95	0,1	0,2	0,6	1,9	8,0	23,0	30,0	66,6	190,0	219,0	247,3
C90/105	0,1	0,2	0,5	1,6	6,5	18,8	24,6	54,6	155,8	179,5	202,7

Таблица 10. Съсъхване при изсъхване  $\epsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони с МП – ЕК2-2

$h_0$	1500	[mm]	$RH$	70	[%]						
Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]										
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500
C16/20	0,2	0,5	1,1	3,9	16,0	46,1	60,2	133,6	381,5	439,7	496,5
C20/25	0,2	0,4	1,0	3,3	13,6	39,3	51,4	114,0	325,5	375,2	423,7
C25/30	0,1	0,3	0,8	2,7	11,2	32,4	42,4	94,1	268,6	309,5	349,5
C28/35	0,1	0,3	0,7	2,5	10,1	29,0	37,9	84,1	240,2	276,8	312,6
C30/37	0,1	0,3	0,7	2,3	9,3	27,0	35,2	78,2	223,3	257,4	290,6
C32/40	0,1	0,3	0,6	2,1	8,7	25,1	32,8	72,8	207,9	239,6	270,6
C35/45	0,1	0,2	0,6	1,9	7,8	22,6	29,6	65,6	187,3	215,9	243,8
C40/50	0,1	0,2	0,5	1,6	6,6	19,2	25,0	55,6	158,8	183,0	206,6
C45/55	0,1	0,2	0,4	1,4	5,7	16,4	21,5	47,7	136,1	156,8	177,1
C50/60	0,1	0,2	0,3	1,2	4,9	14,3	18,6	41,4	118,0	136,1	153,6
C55/67	0,0	0,1	0,3	1,1	4,3	12,5	16,4	36,3	103,7	119,5	135,0
C60/75	0,0	0,1	0,3	0,9	3,7	10,8	14,1	31,3	89,3	102,9	116,2
C70/85	0,0	0,1	0,2	0,7	2,7	7,8	10,2	22,7	64,7	74,6	84,2
C80/95	0,0	0,1	0,1	0,5	2,0	5,8	7,6	16,9	48,3	55,7	62,8
C90/105	0,0	0,0	0,1	0,4	1,5	4,4	5,8	12,8	36,6	42,2	47,7

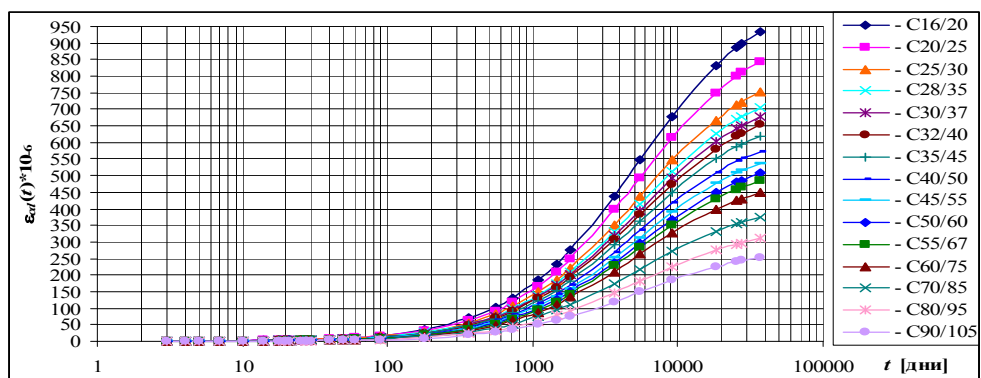


Фиг. 9. Съсърване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони с МП – ЕК2-2 –  $h_0 = 1500 \text{ mm}$  и  $RH = 50\%$

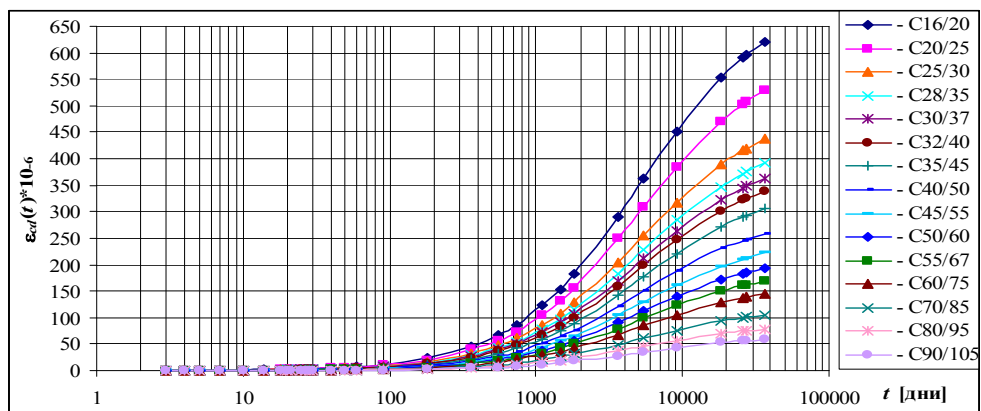


Фиг. 10. Съсърване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони с МП – ЕК2-2 –  $h_0 = 1500 \text{ mm}$  и  $RH = 70\%$

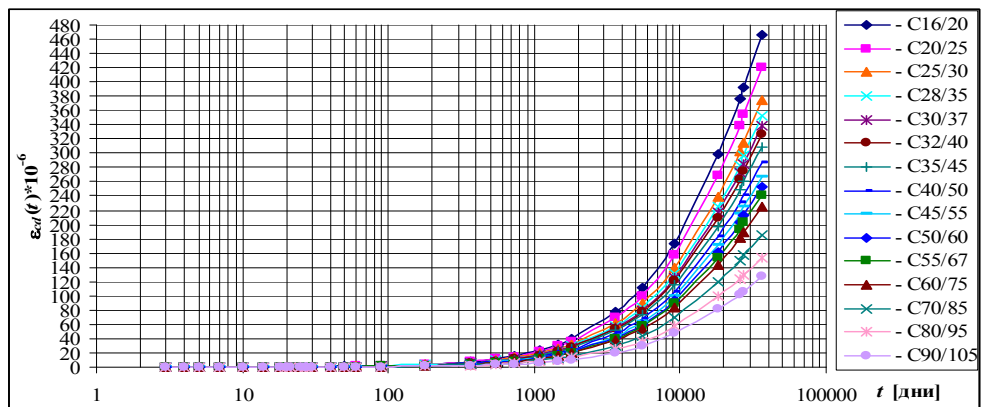
### 3.3. Деформация от съсърване при изсъхване $\varepsilon_{cd}(t)$ за бетони, изпълнени без микросилициев прах (МП), съгласно ЕК2-2 [2]



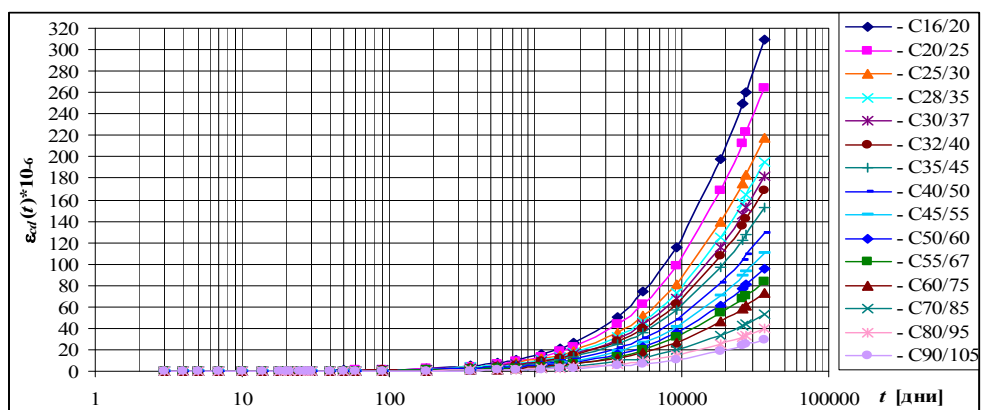
Фиг. 11. Съсърване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони без МП – ЕК2-2 –  $h_0 = 500 \text{ mm}$  и  $RH = 50\%$



Фиг. 12. Съсърване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони без МП – ЕК2-2 –  $h_0 = 500 \text{ mm}$  и  $RH = 70\%$



Фиг. 13. Съсърване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони без МП – ЕК2-2 –  $h_0 = 1500 \text{ mm}$  и  $RH = 50\%$



Фиг. 14. Съсърване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t) \cdot 10^{-6}$  за бетони без МП – ЕК2-2 –  $h_0 = 1500 \text{ mm}$  и  $RH = 70\%$

Таблица 11. Съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t)*10^{-6}$  за бетони без МП – ЕК2-2

$h_0$	500	[mm]	$RH$	50	[%]							
Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]											
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500	
C16/20	0,8	2,2	5,1	17,5	69,1	184,4	232,6	438,9	831,6	888,3	936,2	
C20/25	0,7	2,0	4,6	15,8	62,3	166,4	210,0	396,2	750,5	801,7	844,9	
C25/30	0,7	1,8	4,1	14,0	55,5	148,1	186,9	352,7	668,1	713,7	752,2	
C28/35	0,6	1,7	3,8	13,2	52,1	139,0	175,4	331,0	627,1	669,8	705,9	
C30/37	0,6	1,6	3,7	12,7	50,1	133,6	168,6	318,1	602,7	643,8	678,5	
C32/40	0,6	1,6	3,5	12,2	48,2	128,7	162,4	306,4	580,4	620,0	653,4	
C35/45	0,5	1,5	3,4	11,6	45,7	122,1	154,0	290,7	550,6	588,2	619,9	
C40/50	0,5	1,4	3,1	10,7	42,3	112,9	142,5	268,8	509,3	544,0	573,4	
C45/55	0,5	1,3	2,9	10,0	39,6	105,6	133,3	251,5	476,5	508,9	536,4	
C50/60	0,4	1,2	2,7	9,5	37,4	99,9	126,0	237,7	450,4	481,1	507,0	
C55/67	0,4	1,2	2,6	9,0	35,7	95,3	120,2	226,8	429,6	458,9	483,7	
C60/75	0,4	1,1	2,4	8,4	33,2	88,6	111,7	210,8	399,4	426,6	449,6	
C70/85	0,3	0,9	2,0	7,0	27,5	73,4	92,7	174,8	331,2	353,8	372,9	
C80/95	0,3	0,7	1,7	5,8	22,8	60,9	76,9	145,1	274,9	293,6	309,5	
C90/105	0,2	0,6	1,4	4,7	18,7	50,0	63,0	119,0	225,4	240,8	253,7	

Таблица 12. Съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t)*10^{-6}$  за бетони без МП – ЕК2-2

$h_0$	500	[mm]	$RH$	70	[%]							
Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]											
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500	
C16/20	0,5	1,5	3,4	11,6	45,9	122,4	154,4	291,4	552,0	589,6	621,4	
C20/25	0,5	1,3	2,9	9,9	39,1	104,4	131,7	248,6	471,0	503,1	530,2	
C25/30	0,4	1,0	2,4	8,2	32,3	86,2	108,7	205,1	388,6	415,1	437,4	
C28/35	0,3	0,9	2,1	7,3	28,9	77,0	97,2	183,4	347,5	371,2	391,2	
C30/37	0,3	0,9	2,0	6,8	26,8	71,6	90,4	170,5	323,1	345,1	363,7	
C32/40	0,3	0,8	1,8	6,3	25,0	66,7	84,2	158,8	300,8	321,3	338,7	
C35/45	0,3	0,7	1,7	5,7	22,5	60,1	75,8	143,1	271,1	289,6	305,2	
C40/50	0,2	0,6	1,4	4,8	19,1	50,9	64,3	121,3	229,7	245,4	258,6	
C45/55	0,2	0,5	1,2	4,1	16,4	43,7	55,1	103,9	196,9	210,3	221,7	
C50/60	0,2	0,5	1,0	3,6	14,2	37,9	47,8	90,2	170,8	182,4	192,3	
C55/67	0,1	0,4	0,9	3,2	12,5	33,3	42,0	79,2	150,1	160,3	168,9	
C60/75	0,1	0,3	0,8	2,7	10,7	28,6	36,1	68,2	129,1	137,9	145,4	
C70/85	0,1	0,3	0,6	2,0	7,8	20,8	26,2	49,4	93,6	100,0	105,4	
C80/95	0,1	0,2	0,4	1,5	5,8	15,5	19,5	36,9	69,9	74,6	78,7	
C90/105	0,1	0,1	0,3	1,1	4,4	11,7	14,8	28,0	53,0	56,6	59,6	

Таблица 13. Съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t)*10^{-6}$  за бетони без МП – ЕК2-2

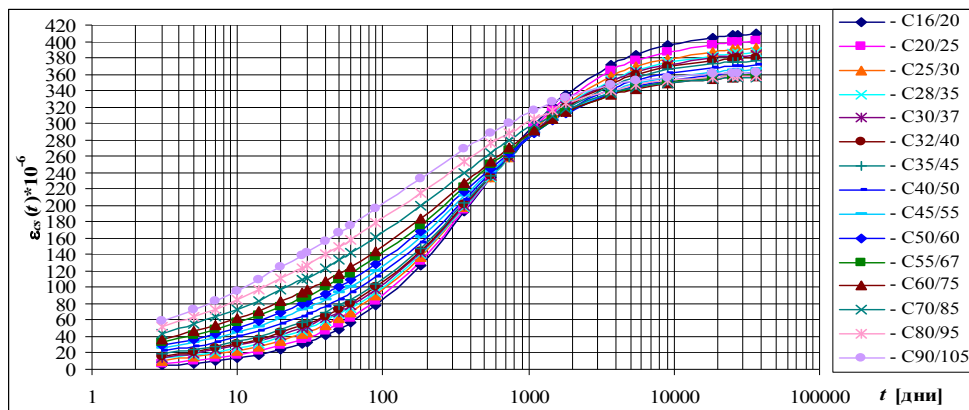
$h_0$	1500	[mm]	$RH$	50	[%]							
Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]											
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500	
C16/20	0,1	0,2	0,6	2,0	8,1	24,2	32,0	76,7	298,3	375,8	466,7	
C20/25	0,1	0,2	0,5	1,8	7,3	21,8	28,9	69,3	269,3	339,2	421,2	
C25/30	0,1	0,2	0,5	1,6	6,5	19,4	25,7	61,6	239,7	301,9	374,9	
C28/35	0,1	0,2	0,4	1,5	6,1	18,2	24,2	57,9	225,0	283,4	351,9	
C30/37	0,1	0,2	0,4	1,4	5,9	17,5	23,2	55,6	216,2	272,3	338,2	
C32/40	0,1	0,2	0,4	1,4	5,7	16,9	22,4	53,6	208,2	262,3	325,7	
C35/45	0,1	0,2	0,4	1,3	5,4	16,0	21,2	50,8	197,5	248,8	309,0	
C40/50	0,1	0,2	0,3	1,2	5,0	14,8	19,6	47,0	182,7	230,2	285,8	
C45/55	0,1	0,1	0,3	1,1	4,7	13,9	18,4	44,0	170,9	215,3	267,4	
C50/60	0,0	0,1	0,3	1,1	4,4	13,1	17,3	41,6	161,6	203,5	252,7	
C55/67	0,0	0,1	0,3	1,0	4,2	12,5	16,5	39,6	154,1	194,2	241,1	
C60/75	0,0	0,1	0,3	0,9	3,9	11,6	15,4	36,9	143,3	180,5	224,1	
C70/85	0,0	0,1	0,2	0,8	3,2	9,6	12,8	30,6	118,8	149,7	185,9	
C80/95	0,0	0,1	0,2	0,7	2,7	8,0	10,6	25,4	98,6	124,2	154,3	
C90/105	0,0	0,1	0,2	0,5	2,2	6,6	8,7	20,8	80,9	101,9	126,5	

Таблица 14. Съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t)*10^{-6}$  за бетони без МП – ЕК2-2

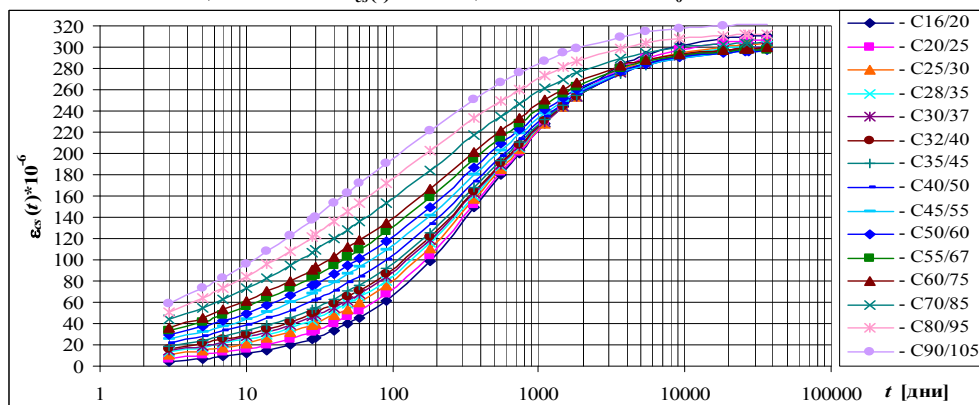
$h_0$	1500	[mm]	$RH$	70	[%]							
Клас бетон	Възраст на бетона $t$ [дни]											
	7	14	28	90	365	1095	1460	3650	18250	25550	36500	
C16/20	0,1	0,2	0,4	1,3	5,4	16,1	21,3	50,9	198,0	249,5	309,8	
C20/25	0,1	0,1	0,3	1,1	4,6	13,7	18,1	43,5	169,0	212,8	264,3	
C25/30	0,0	0,1	0,3	0,9	3,8	11,3	15,0	35,9	139,4	175,6	218,1	
C28/35	0,0	0,1	0,2	0,8	3,4	10,1	13,4	32,1	124,7	157,0	195,0	
C30/37	0,0	0,1	0,2	0,8	3,2	9,4	12,4	29,8	115,9	146,0	181,3	
C32/40	0,0	0,1	0,2	0,7	2,9	8,8	11,6	27,8	107,9	135,9	168,8	
C35/45	0,0	0,1	0,2	0,6	2,7	7,9	10,4	25,0	97,2	122,5	152,1	
C40/50	0,0	0,1	0,2	0,5	2,2	6,7	8,8	21,2	82,4	103,8	128,9	
C45/55	0,0	0,1	0,1	0,5	1,9	5,7	7,6	18,2	70,6	89,0	110,5	
C50/60	0,0	0,1	0,1	0,4	1,7	5,0	6,6	15,8	61,3	77,2	95,8	
C55/67	0,0	0,0	0,1	0,4	1,5	4,4	5,8	13,8	53,8	67,8	84,2	
C60/75	0,0	0,0	0,1	0,3	1,3	3,8	5,0	11,9	46,3	58,4	72,5	
C70/85	0,0	0,0	0,1	0,2	0,9	2,7	3,6	8,6	33,6	42,3	52,5	
C80/95	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	2,0	2,7	6,4	25,1	31,6	39,2	
C90/105	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,5	2,0	4,9	19,0	23,9	29,7	

#### 4. Обща деформация от съсъхване $\varepsilon_{cs}(t)$

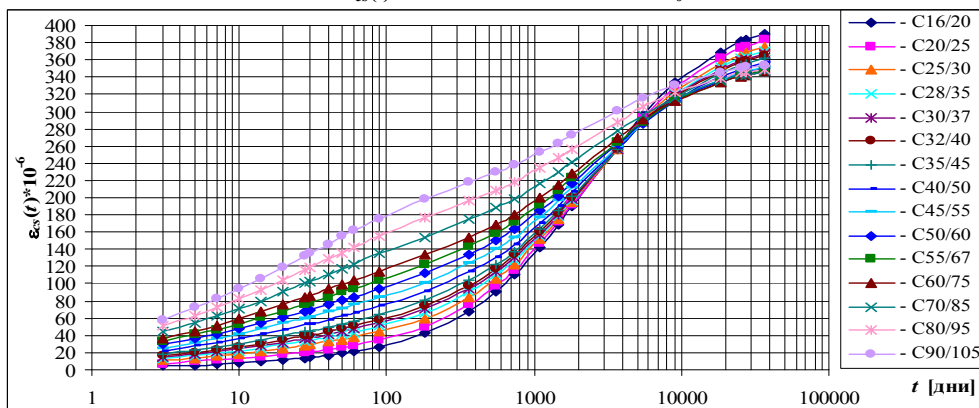
##### 4.1. Обща деформация от съсъхване $\varepsilon_{cs}(t)$ за бетони, изпълнени с цимент клас N съгласно ЕК2 [1]



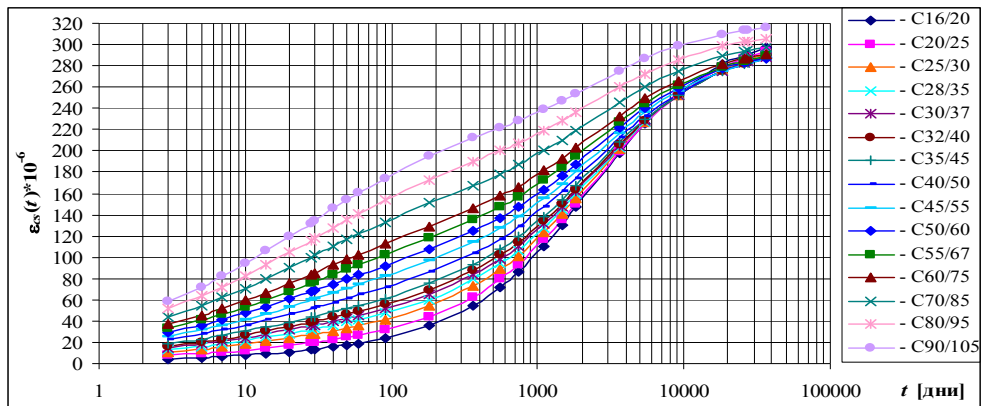
Фиг. 15. Общо съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N – ЕК2 –  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 50\%$



Фиг. 16. Общо съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N – ЕК2 –  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 70\%$

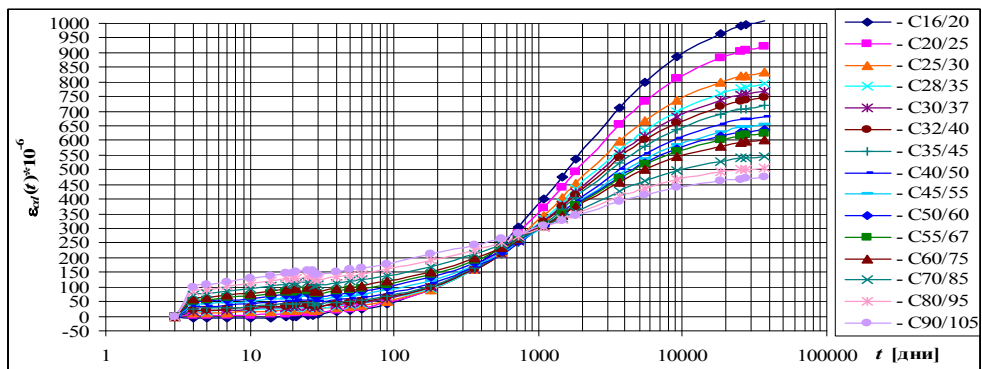


Фиг. 17. Общо съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N – ЕК2 –  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 50\%$

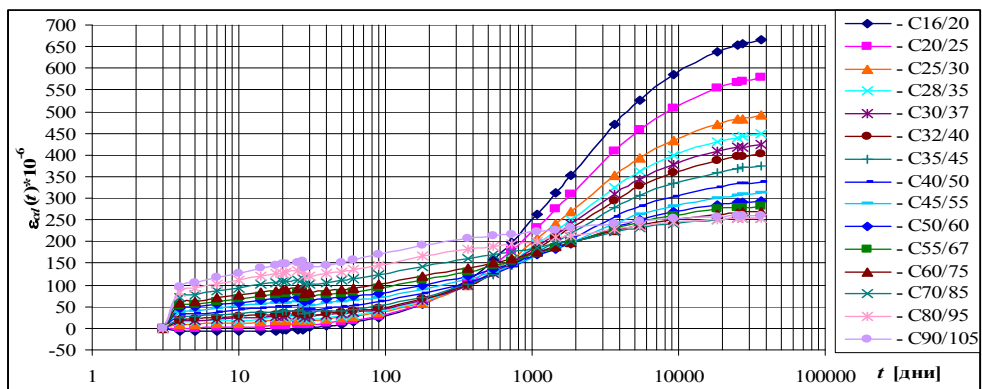


Фиг. 18. Общо съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N – EK2 –  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 70\%$

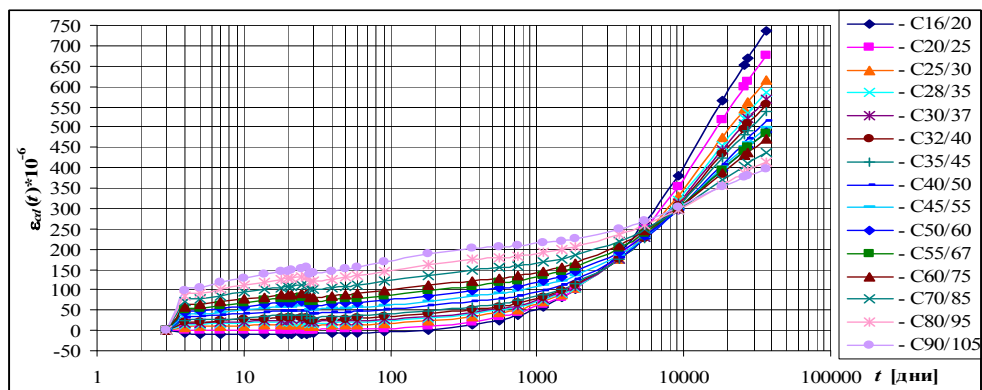
#### 4.2. Обща деформация от съсъхване $\varepsilon_{cs}(t)$ за бетони, изпълнени с цимент клас N (N) и с микросилициев прах (МП) съгласно EK2-2 [2]



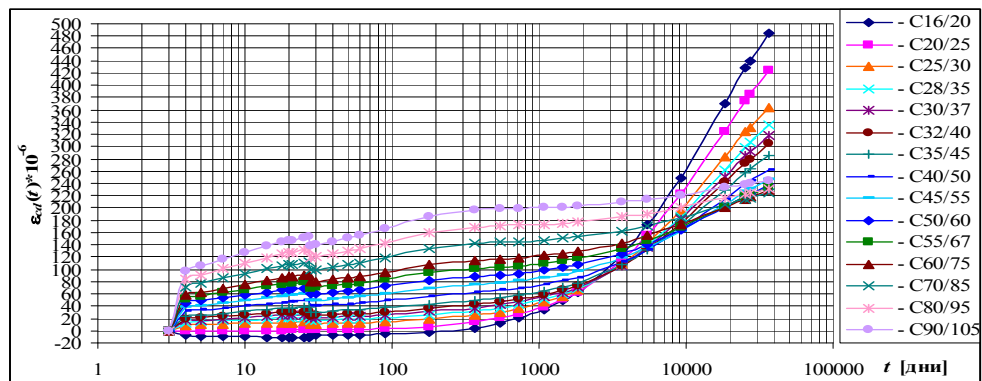
Фиг. 19. Общо съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N и с МП – EK2-2 –  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 50\%$



Фиг. 20. Общо съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N и с МП - EK2-2 -  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 70\%$

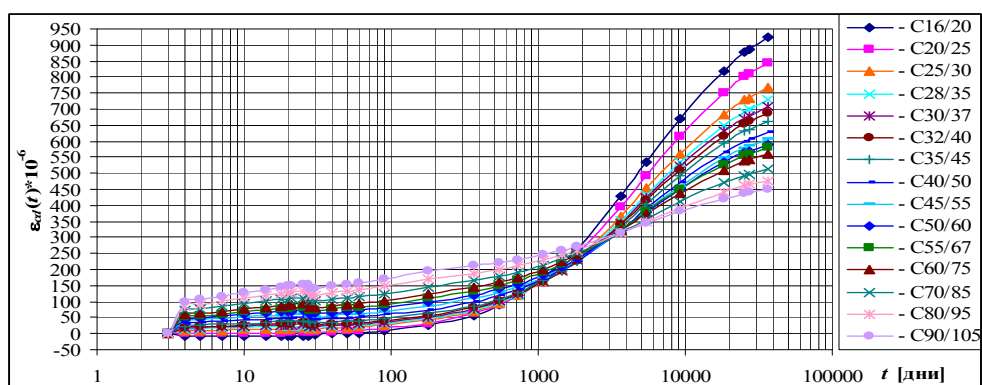


Фиг. 21. Общо съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N и с МП - ЕК2-2 -  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 50\%$

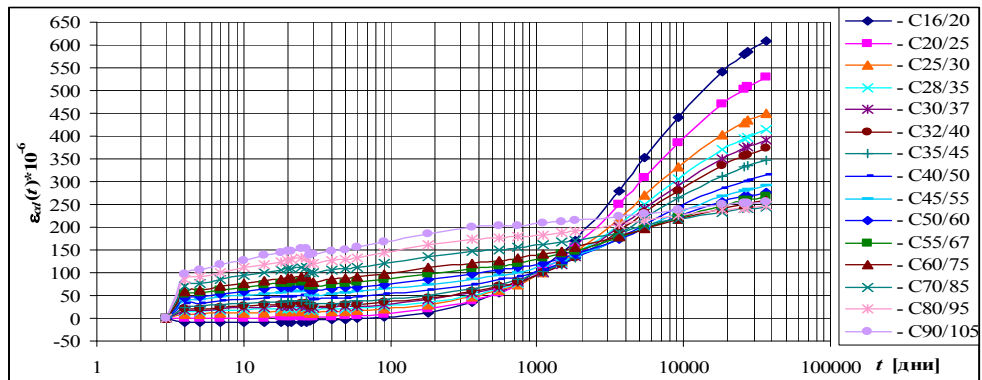


Фиг. 22. Общо съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N и с МП - ЕК2-2 -  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 70\%$

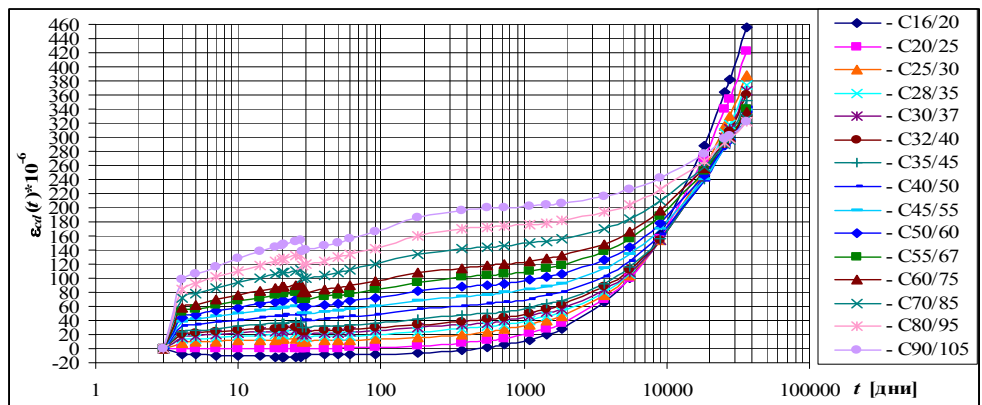
### 4.3. Обща деформация от съсъхване $\varepsilon_{cs}(t)$ за бетони, изпълнени с цимент клас N и без микросилициев прах (МП) съгласно ЕК2-2 [2]



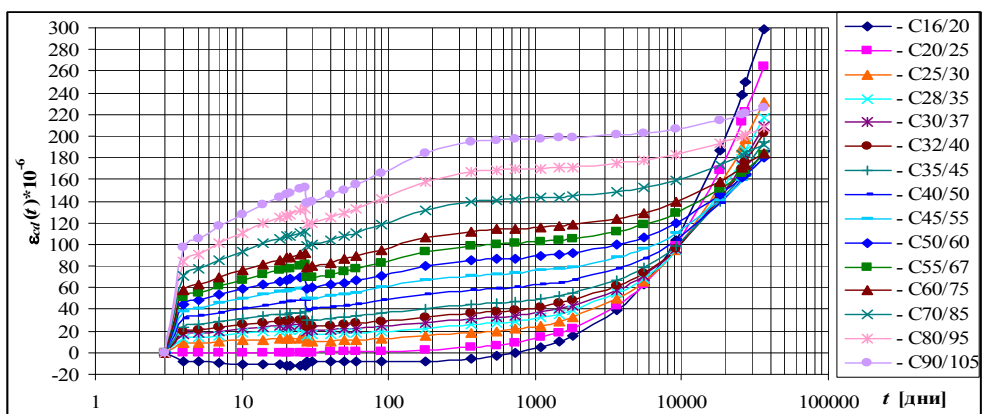
Фиг. 23. Общо съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N и без МП - ЕК2-2 -  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 50\%$



Фиг. 24. Общо съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N и без МП – ЕК2-2 –  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 70\%$



Фиг. 25. Общо съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N и без МП – ЕК2-2 –  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 50\%$



Фиг. 26. Общо съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t) \cdot 10^{-6}$  с цимент N и без МП – ЕК2-2 –  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 70\%$

## 5. Сравнение между ЕК2 [1] и ЕК2-2 [2]

Представени са процентните разлики (таблици 15 и 17) между деформациите от собствено съсъхване, съсъхване при изсъхване и общото съсъхване за бетони с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и за бетони със и без микросилициев прах (МП) според ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36\ 500$  дни =  $\infty$ ). В таблици 16 и 18 са представени стойностите на разликите от таблици 15 и 17.

В резултатите от таблици 15, 16, 17 и 18 са използвани следните означения:

–  $\Delta \varepsilon_{ca}$  е процентната разлика между деформацията от собствено съсъхване за бетони с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36\ 500$  дни =  $\infty$ ;

–  $\Delta \varepsilon_{cd,SFC}$  е процентната разлика между деформацията от съсъхването при изсъхване за бетони, изпълнени с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и с микросилициев прах според ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36\ 500$  дни =  $\infty$ ;

–  $\Delta \varepsilon_{cd}$  е процентната разлика между деформацията от съсъхването при изсъхване за бетони, изпълнени с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и без микросилициев прах според ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36\ 500$  дни =  $\infty$ ;

–  $\Delta \varepsilon_{cs,SFC}$  е процентната разлика между общата деформацията от съсъхването за бетони, изпълнени с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и с микросилициев прах според ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36\ 500$  дни =  $\infty$ ;

–  $\Delta \varepsilon_{cs}$  е процентната разлика между общата деформацията от съсъхването за бетони, изпълнени с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и без микросилициев прах според ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36\ 500$  дни =  $\infty$ ;

–  $\Delta \varepsilon_{ca}$  е разликата между деформацията от собствено съсъхване за бетони с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36\ 500$  дни =  $\infty$ ;

–  $\Delta \varepsilon_{cd,SFC}$  е разликата между деформацията от съсъхването при изсъхване за бетони, изпълнени с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и с микросилициев прах според ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36\ 500$  дни =  $\infty$ ;

–  $\Delta \varepsilon_{cd}$  е разликата между деформацията от съсъхването при изсъхване за бетони, изпълнени с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и без микросилициев прах според ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36\ 500$  дни =  $\infty$ ;

–  $\Delta \varepsilon_{cs,SFC}$  е разликата между общата деформацията от съсъхването за бетони, изпълнени с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и с микросилициев прах според ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36\ 500$  дни =  $\infty$ ;

–  $\Delta \varepsilon_{cs}$  е разликата между общата деформацията от съсъхването за бетони, изпълнени с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и без микросилициев прах според ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36\ 500$  дни =  $\infty$ .

**Забележки за таблици 15, 16 17, и 18:** Знакът минус "-" пред разликата и процентна разлика означава, че деформацията от това съсъхване според ЕК2-2 е с по-голяма стойност от тази според ЕК2. Положителната стойност на разликата и на процентната разлика означава, че деформацията от съсъхване съгласно ЕК2 е по-голяма от тази според ЕК2-2.

Таблица 15. Процентни разлики между деформациите от собствено съсъхване и съсъхване при изсъхване за бетони с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36500$  дни =  $\infty$

	$h_0$ [mm]	500	500	1000	1000	1500	1500
	RH [%]	50	70	50	70	50	70
Клас бетон	$\Delta\varepsilon_{ca}$	$\Delta\varepsilon_{cd,SFC}$	$\Delta\varepsilon_{cd,SFC}$	$\Delta\varepsilon_{cd,SFC}$	$\Delta\varepsilon_{cd,SFC}$	$\Delta\varepsilon_{cd,SFC}$	$\Delta\varepsilon_{cd,SFC}$
C16/20	233,93	-159,02	-129,00	-132,80	-105,81	-99,25	-76,15
C20/25	$\infty$	-145,28	-104,99	-120,45	-84,24	-88,68	-57,68
C25/30	167,86	-131,85	-79,58	-108,38	-61,40	-78,35	-38,14
C28/35	100,89	-125,57	-66,48	-102,74	-49,63	-73,52	-28,06
C30/37	78,57	-122,06	-58,55	-99,58	-42,50	-70,82	-21,96
C32/40	63,69	-119,06	-51,22	-96,88	-35,91	-68,50	-16,32
C35/45	48,81	-115,44	-41,25	-93,63	-26,95	-65,72	-8,65
C40/50	33,93	-111,59	-27,11	-90,17	-14,24	-62,76	2,27
C45/55	25,00	-110,18	-15,68	-88,91	-3,97	-61,68	12,38
C50/60	19,05	-110,96	-6,55	-89,60	4,42	-62,27	22,01
C55/67	14,80	-113,69	0,60	-92,06	11,93	-64,38	30,78
C60/75	11,61	-110,93	10,09	-89,58	22,49	-62,25	43,12
C70/85	7,14	-97,23	34,73	-77,27	49,91	-51,72	75,15
C80/95	4,17	-84,56	60,06	-65,87	78,09	-41,97	108,08
C90/105	2,04	-70,61	87,21	-53,34	108,30	-31,24	143,38

Таблица 15 – продължение

$h_0$ [mm]	500	500	1000	1000	1500	1500
RH [%]	50	70	50	70	50	70
Клас бетон	$\Delta\varepsilon_{cd}$	$\Delta\varepsilon_{cd}$	$\Delta\varepsilon_{cd}$	$\Delta\varepsilon_{cd}$	$\Delta\varepsilon_{cd}$	$\Delta\varepsilon_{cd}$
C16/20	-137,31	-109,80	-76,12	-55,70	-24,30	-9,89
C20/25	-124,72	-87,80	-66,77	-39,38	-17,71	1,65
C25/30	-112,41	-64,52	-57,64	-22,10	-11,26	16,04
C28/35	-106,66	-52,52	-53,37	-13,19	-8,25	25,17
C30/37	-103,44	-45,26	-50,98	-7,80	-6,57	31,43
C32/40	-100,69	-38,54	-48,94	-2,82	-5,12	37,80
C35/45	-97,38	-29,41	-46,48	4,13	-3,39	47,53
C40/50	-93,85	-16,45	-43,86	15,71	-1,54	63,93
C45/55	-92,56	-5,98	-42,91	27,14	-0,87	80,14
C50/60	-93,27	2,44	-43,44	38,03	-1,24	95,57
C55/67	-95,78	9,80	-45,29	47,96	-2,55	109,63
C60/75	-93,25	20,17	-43,42	61,92	-1,23	129,41
C70/85	-80,70	47,06	-34,10	98,16	5,65	180,75
C80/95	-69,08	74,71	-25,49	135,41	12,91	233,53
C90/105	-56,31	104,34	-16,00	175,34	22,13	290,11

Таблица 16. Разлики между деформациите от собствено съсъхване и съсъхване при изсъхване  $\cdot 10^{-6}$  за бетони с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36500$  дни =  $\infty$

	$h_0$ [mm]	500	500	1000	1000	1500	1500
	RH [%]	50	70	50	70	50	70
<b>Клас бетон</b>	$\Delta_{ca}$	$\Delta_{cd,SFC}$	$\Delta_{cd,SFC}$	$\Delta_{cd,SFC}$	$\Delta_{cd,SFC}$	$\Delta_{cd,SFC}$	$\Delta_{cd,SFC}$
<b>C16/20</b>	26,2	-627,3	-382,1	-512,5	-306,6	-372,6	-214,7
<b>C20/25</b>	25,0	-546,3	-296,4	-443,1	-232,7	-317,3	-155,0
<b>C25/30</b>	23,5	-466,9	-211,6	-375,5	-159,7	-264,0	-96,5
<b>C28/35</b>	22,6	-428,9	-170,5	-343,3	-124,5	-239,0	-68,5
<b>C30/37</b>	22,0	-407,1	-146,6	-324,9	-104,1	-224,7	-52,3
<b>C32/40</b>	21,4	-387,6	-125,2	-308,6	-85,9	-212,2	-38,0
<b>C35/45</b>	20,5	-362,5	-97,3	-287,7	-62,2	-196,4	-19,4
<b>C40/50</b>	19,0	-330,0	-60,2	-260,9	-30,9	-176,7	4,7
<b>C45/55</b>	17,5	-306,9	-32,8	-242,3	-8,1	-163,5	21,9
<b>C50/60</b>	16,0	-291,1	-12,9	-230,0	8,2	-155,5	33,8
<b>C55/67</b>	14,5	-280,9	1,1	-222,5	19,3	-151,4	41,5
<b>C60/75</b>	13,0	-258,1	16,0	-203,9	31,4	-137,8	50,1
<b>C70/85</b>	10,0	-200,6	39,9	-156,0	50,5	-101,6	63,3
<b>C80/95</b>	7,0	-154,8	51,6	-118,0	59,0	-73,1	67,9
<b>C90/105</b>	4,0	-114,6	56,8	-84,7	62,0	-48,3	68,3

Таблица 16 – продължение

$h_0$ [mm]	500	500	1000	1000	1500	1500
RH [%]	50	70	50	70	50	70
<b>Клас бетон</b>	$\Delta_{cd}$	$\Delta_{cd}$	$\Delta_{cd}$	$\Delta_{cd}$	$\Delta_{cd}$	$\Delta_{cd}$
<b>C16/20</b>	-541,7	-325,2	-293,8	-161,4	-91,2	-27,9
<b>C20/25</b>	-468,9	-247,9	-245,6	-108,8	-63,4	4,4
<b>C25/30</b>	-398,1	-171,6	-199,7	-57,5	-38,0	35,0
<b>C28/35</b>	-364,3	-134,7	-178,4	-33,1	-26,8	49,1
<b>C30/37</b>	-345,0	-113,3	-166,3	-19,1	-20,8	57,0
<b>C32/40</b>	-327,8	-94,2	-155,9	-6,7	-15,9	63,8
<b>C35/45</b>	-305,8	-69,3	-142,8	9,1	-10,1	72,3
<b>C40/50</b>	-277,6	-36,5	-126,9	29,5	-4,3	82,4
<b>C45/55</b>	-257,8	-12,5	-116,9	43,7	-2,3	88,5
<b>C50/60</b>	-244,7	4,7	-111,5	53,1	-3,1	91,6
<b>C55/67</b>	-236,6	16,6	-109,5	58,8	-6,0	92,3
<b>C60/75</b>	-217,0	29,3	-98,8	65,4	-2,7	93,8
<b>C70/85</b>	-166,5	49,6	-68,9	75,1	10,5	94,9
<b>C80/95</b>	-126,4	58,8	-45,6	77,3	19,9	91,6
<b>C90/105</b>	-91,4	62,2	-25,4	75,9	28,0	86,3

Таблица 17. Процентни разлики между общите деформациите от съсъхване за бетони с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36500$  дни =  $\infty$

$h_0$ [mm]	500	500	1000	1000	1500	1500
RH [%]	50	70	50	70	50	70
Клас бетон	$\Delta\varepsilon_{cs,SFC}$	$\Delta\varepsilon_{cs,SFC}$	$\Delta\varepsilon_{cs,SFC}$	$\Delta\varepsilon_{cs,SFC}$	$\Delta\varepsilon_{cs,SFC}$	$\Delta\varepsilon_{cs,SFC}$
C16/20	-146,80	-114,36	-121,30	-92,01	-88,72	-63,48
C20/25	-129,99	-88,31	-106,42	-68,95	-76,36	-44,26
C25/30	-113,22	-62,00	-91,67	-45,77	-64,23	-25,13
C28/35	-105,11	-49,06	-84,58	-34,44	-58,47	-15,88
C30/37	-100,41	-41,48	-80,50	-27,84	-55,19	-10,52
C32/40	-96,23	-34,66	-76,89	-21,92	-52,31	-5,76
C35/45	-90,83	-25,73	-72,26	-14,21	-48,68	0,38
C40/50	-83,89	-13,87	-66,39	-4,09	-44,23	9,02
C45/55	-79,07	-5,15	-62,44	3,32	-41,41	15,96
C50/60	-75,92	1,05	-59,99	9,00	-39,89	20,96
C55/67	-74,09	5,53	-58,73	13,01	-39,37	24,06
C60/75	-68,53	10,72	-54,14	17,65	-36,04	27,65
C70/85	-53,50	19,58	-41,49	25,08	-26,43	32,68
C80/95	-41,27	23,07	-31,34	27,09	-18,93	32,46
C90/105	-30,53	23,28	-22,49	26,06	-12,49	29,69

Таблица 17 – продължение

$h_0$ [mm]	500	500	1000	1000	1500	1500
RH [%]	50	70	50	70	50	70
Клас бетон	$\Delta\varepsilon_{cs}$	$\Delta\varepsilon_{cs}$	$\Delta\varepsilon_{cs}$	$\Delta\varepsilon_{cs}$	$\Delta\varepsilon_{cs}$	$\Delta\varepsilon_{cs}$
C16/20	-125,88	-96,09	-66,73	-44,36	-16,66	-0,57
C20/25	-110,71	-72,53	-56,16	-27,81	-10,02	11,11
C25/30	-95,65	-48,80	-45,89	-11,42	-3,86	25,20
C28/35	-88,40	-37,19	-41,08	-3,55	-1,14	32,97
C30/37	-84,22	-30,40	-38,36	0,99	0,32	37,73
C32/40	-80,52	-24,31	-36,01	5,25	1,54	42,10
C35/45	-75,77	-16,37	-33,08	11,25	2,96	47,81
C40/50	-69,74	-5,90	-29,62	19,89	4,29	54,85
C45/55	-65,66	1,71	-27,62	26,49	4,51	58,76
C50/60	-63,11	7,49	-26,77	30,90	3,83	59,83
C55/67	-61,78	11,64	-26,81	33,23	2,51	58,62
C60/75	-57,02	16,44	-24,34	36,02	3,06	57,89
C70/85	-43,92	24,28	-16,72	39,30	6,29	54,50
C80/95	-33,36	26,66	-10,91	37,46	8,35	47,57
C90/105	-24,12	25,91	-5,97	33,40	9,92	39,98

Таблица 18. Разлики между общите деформациите от съсъхване  $\cdot 10^{-6}$  за бетони с цимент клас N съгласно ЕК2 [1] и ЕК2-2 [2] – за възраст  $t = 36500$  дни =  $\infty$

$h_0$ [mm]	500	500	1000	1000	1500	1500
RH [%]	50	70	50	70	50	70
Клас бетон	$\Delta_{cs,SFC}$	$\Delta_{cs,SFC}$	$\Delta_{cs,SFC}$	$\Delta_{cs,SFC}$	$\Delta_{cs,SFC}$	$\Delta_{cs,SFC}$
C16/20	-601,1	-355,9	-486,3	-280,4	-346,4	-188,5
C20/25	-521,3	-271,4	-418,1	-207,7	-292,3	-130,0
C25/30	-443,4	-188,1	-352,0	-136,2	-240,5	-73,0
C28/35	-406,3	-147,9	-320,7	-101,9	-216,4	-45,9
C30/37	-385,1	-124,6	-302,9	-82,1	-202,7	-30,3
C32/40	-366,2	-103,8	-287,2	-64,5	-190,8	-16,6
C35/45	-342,0	-76,8	-267,2	-41,7	-175,9	1,1
C40/50	-311,0	-41,2	-241,9	-11,9	-157,7	23,7
C45/55	-289,4	-15,3	-224,8	9,4	-146,0	39,4
C50/60	-275,1	3,1	-214,0	24,2	-139,5	49,8
C55/67	-266,4	15,6	-208,0	33,8	-136,9	56,0
C60/75	-245,1	29,0	-190,9	44,4	-124,8	63,1
C70/85	-190,6	49,9	-146,0	60,5	-91,6	73,3
C80/95	-147,8	58,6	-111,0	66,0	-66,1	74,9
C90/105	-110,6	60,8	-80,7	66,0	-44,3	72,3

Таблица 18 – продължение

$h_0$ [mm]	500	500	1000	1000	1500	1500
RH [%]	50	70	50	70	50	70
Клас бетон	$\Delta_{cs}$	$\Delta_{cs}$	$\Delta_{cs}$	$\Delta_{cs}$	$\Delta_{cs}$	$\Delta_{cs}$
C16/20	-515,5	-299,0	-267,6	-135,2	-65,0	-1,7
C20/25	-443,9	-222,9	-220,6	-83,8	-38,4	29,4
C25/30	-374,6	-148,1	-176,2	-34,0	-14,5	58,5
C28/35	-341,7	-112,1	-155,8	-10,5	-4,2	71,7
C30/37	-323,0	-91,3	-144,3	2,9	1,2	79,0
C32/40	-306,4	-72,8	-134,5	14,7	5,5	85,2
C35/45	-285,3	-48,8	-122,3	29,6	10,4	92,8
C40/50	-258,6	-17,5	-107,9	48,5	14,7	101,4
C45/55	-240,3	5,0	-99,4	61,2	15,2	106,0
C50/60	-228,7	20,7	-95,5	69,1	12,9	107,6
C55/67	-222,1	31,1	-95,0	73,3	8,5	106,8
C60/75	-204,0	42,3	-85,8	78,4	10,3	106,8
C70/85	-156,5	59,6	-58,9	85,1	20,5	104,9
C80/95	-119,4	65,8	-38,6	84,3	26,9	98,6
C90/105	-87,4	66,2	-21,4	79,9	32,0	90,3

От анализа на таблици 1, 2, 15, 16 и на фиг. 1, 2 могат да се направят следните **изводи**:

– деформацията от собственото съсъхване  $\varepsilon_{ca}(t)$  нараства с нарастване на класа на бетона. Това е валидно за ЕК2 и за ЕК2-2. Най-малко е съсъхването за бетон клас С16/20, а най-голямо е за клас С90/105.

– за бетон клас С16/20 съгласно ЕК2-2 деформацията от собствено съсъхване е със знак минус, което означава, че бетонът вместо да се скъсява, се удължава. За бетон клас С20/25 съгласно ЕК2-2 деформацията от собствено съсъхване е равна на нула. Това налага извода, че при дебели стоманобетонни елементи, изпълнени с бетони класове С16/20 и С20/25, теорията за собствено съсъхване съгласно приложение В на ЕК2-2 не е надеждна.

– деформацията от собствено съсъхване  $\varepsilon_{ca}(t)$  за всички класове на бетона съгласно ЕК2 е по-голяма от тази според ЕК2-2.

– разликите между стойностите на деформацията от собственото съсъхване  $\varepsilon_{ca}(t)$ , съгласно ЕК2 и за ЕК2-2, са между  $\Delta\varepsilon_{ca} = (233,93 \div 2,04)\%$ . Най-голямата разлика в проценти е за бетон клас С16/20 и намалява с увеличаване на класа на бетона, достигайки най-ниската си стойност за клас С90/105.

От анализа на таблици 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 и на фиг. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 могат да се направят следните **изводи за деформацията от съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t)$** :

– за  $h_0 = 500$  mm и  $h_0 = 1500$  mm, при  $RH = 50\%$  и  $RH = 70\%$ , деформацията от съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t)$  нараства с нарастване на класа на бетона съгласно ЕК2 и ЕК2-2 за бетони със и без микросилициев прах (МП). За всички случаи най-малко е съсъхването при изсъхване за бетон клас С16/20, а най-голямо е за клас С90/105. Съгласно ЕК2-2 деформациите от съсъхването при изсъхване за бетони с МП са по-големи от тези без МП;

– при влажност  $RH = 70\%$  съсъхването при изсъхване е по-малко от това при  $RH = 50\%$ . Това е валидно за ЕК2 и ЕК2-2 за бетони със и без МП. Съгласно ЕК2 за  $h_0 = 500$  mm и за бетон С16/20 разликата е 33,19%, а за С90/105 е 33,14%. Съгласно ЕК2 за  $h_0 = 1500$  mm и за бетон С16/20 разликата е 33,17%, а за С90/105 е 36,98%. Според ЕК2-2 и бетони с МП за  $h_0 = 500$  mm и за бетон С16/20 разликата е 50,64%, а за С90/105 е 325,35%. Съгласно ЕК2-2 и бетони с МП за  $h_0 = 1500$  mm и за бетон С16/20 разликата е 50,65%, а за С90/105 е 324,95%. Според ЕК2-2 и бетони без МП за  $h_0 = 500$  mm и за бетон С16/20 разликата е 50,66%, а за С90/105 е 325,67%. Съгласно ЕК2-2 и бетони с МП за  $h_0 = 1500$  mm и за бетон С16/20 разликата е 50,65%, а за С90/105 е 324,93%.

За деформацията от съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t)$  съгласно ЕК2 и според ЕК2-2 за бетони с МП могат да се направят следните **изводи**:

– за  $h_0 = 500$  mm,  $h_0 = 1000$  mm и  $h_0 = 1500$  mm при  $RH = 50\%$ , деформацията от съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t)$  съгласно ЕК2 е по-малка от тази според ЕК2-2 за бетони с МП. За всички случаи най-големите разлики са за бетон клас С16/20, а най-малки за С90/105. За  $h_0 = 500$  mm разликите са  $(-159,02 \div -70,61)\%$ . За  $h_0 = 1000$  mm разликите са  $(-132,80 \div -53,34)\%$ . За  $h_0 = 1500$  mm разликите са  $(-99,25 \div -31,24)\%$ ;

– за  $h_0=500\text{mm}$  и  $RH=70\%$  разликите са  $(-129,00 \div 87,21)\%$ . Деформацията от съсъхване при изсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 за класове на бетона  $\leq C50/60$ . Най-малката разлика от  $0,6\%$  е за  $C55/67$ ;

– за  $h_0 = 1000\text{ mm}$  и  $RH = 70\%$  разликите са  $(-105,81 \div 108,30)\%$ . Деформацията от съсъхване при изсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 за класове на бетона  $\leq C45/55$ . Най-малката разлика от  $-3,97\%$  е за  $C45/55$ ;

– за  $h_0 = 1500\text{ mm}$  и  $RH = 70\%$  разликите са  $(-76,15 \div 143,38)\%$ . Деформацията от съсъхване при изсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 за класове на бетона  $\leq C35/45$ . Най-малката разлика от  $2,27\%$  е за  $C40/50$ .

За деформацията от съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t)$  съгласно ЕК2 и според ЕК2-2 за бетони без МП могат да се направят следните **изводи**:

– за  $h_0 = 500\text{ mm}$  и  $h_0=1000\text{ mm}$  при  $RH=50\%$ , деформацията от съсъхване при изсъхване  $\varepsilon_{cd}(t)$  съгласно ЕК2 е по-малка от тази според ЕК2-2 за бетони без МП. За всички случаи най-големите разлики са за бетон клас  $C16/20$ , а най-малки за  $C90/105$ . За  $h_0 = 500\text{ mm}$  разликите са  $(-137,31 \div -56,31)\%$ . За  $h_0=1000\text{ mm}$  разликите са  $(-76,12 \div -16,00)\%$ ;

– за  $h_0 = 1500\text{ mm}$  и  $RH = 50\%$  разликите са  $(-24,30 \div 22,13)\%$ . Деформацията от съсъхване при изсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 за класове на бетона  $\leq C60/75$ . Най-малката разлика от  $-1,23\%$  е за  $C60/75$ ;

– за  $h_0 = 500\text{ mm}$  и  $RH = 70\%$  разликите са  $(-109,80 \div 104,34)\%$ . Деформацията от съсъхване при изсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 за класове на бетона  $\leq C50/60$ . Най-малката разлика от  $2,44\%$  е за  $C50/60$ ;

– за  $h_0 = 1000\text{ mm}$  и  $RH = 70\%$  разликите са  $(-55,70 \div 175,34)\%$ . Деформацията от съсъхване при изсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 за класове на бетона  $\leq C32/40$ . Най-малката разлика от  $-2,82\%$  е за  $C32/40$ ;

– за  $h_0 = 1500\text{ mm}$  и  $RH = 70\%$  разликите са  $(-9,89 \div 290,11)\%$ . Деформацията от съсъхване при изсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 само за бетон клас  $C16/20$ . Най-малката разлика от  $1,65\%$  е за  $C20/25$ .

От анализа на таблици 17, 18 и на фиг. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 могат да се направят следните **изводи за общата деформацията от съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t)$** :

– при влажност  $RH = 70\%$  общата деформация от съсъхването е по-малка от тази при  $RH = 50\%$ . Това е валидно за ЕК2 и ЕК2-2 за бетони със и без МП;

– съгласно ЕК2-2 деформациите от съсъхването при изсъхване за бетони с МП са по-големи от тези без МП;

– според ЕК2 и ЕК2-2 за бетони със и без МП графиките на общата деформация от съсъхване за различните класове на бетон се пресичат (кръстосват), т.е. при по-ранните възрасти на бетона по-високите класове на бетона имат по-големи деформации, а при възраст  $\infty$  нещата в зависимост от  $h_0$  и  $RH$  са различни;

– според ЕК2 при възраст на бетона  $t = \infty$  : за  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 50\%$ , min съсъхване е за С70/85, а max е за С16/20 и разликата е 14,90%. За  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 70\%$ , min съсъхване е за С45/55, а max е за С90/105 и разликата е 8,53%. За  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 50\%$ , min съсъхване е за С60/75 и С70/85, а max е за С16/20 и разликата е 12,7%. За  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 70\%$ , min съсъхване е за С40/50, а max е за С90/105 и разликата е 10,37%. При влажност  $RH = 70\%$  кръстосването на графиките намалява;

– според ЕК2-2 за бетони с МП при възраст на бетона  $t = \infty$  : за  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 50\%$ , min съсъхване е за С90/105, а max е за С16/20 и разликата е 113,70%. За  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 70\%$ , min съсъхване е за С80/95, а max е за С16/20 и разликата е 162,74%. За  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 50\%$ , min съсъхване е за С90/105 и С70/85, а max е за С16/20 и разликата е 84,8%. За  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 70\%$ , min съсъхване е за С70/85, а max е за С16/20 и разликата е 116,46%;

– според ЕК2-2 за бетони без МП при възраст на бетона  $t = \infty$  : за  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 50\%$ , min съсъхване е за С90/105, а max е за С16/20 и разликата е 105,69%. За  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 70\%$ , min съсъхване е за С70/85, а max е за С16/20 и разликата е 148,66%. За  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 50\%$ , min съсъхване е за С80/95, а max е за С16/20 и разликата е 41,32%. За  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 70\%$ , min съсъхване е за С50/60, а max е за С16/20 и разликата е 66,07%;

За общата деформацията от съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t)$  съгласно ЕК2 и според ЕК2-2 за бетони с МП могат да се направят следните **изводи**:

– за  $h_0 = 500$  mm,  $h_0 = 1000$  mm и  $h_0 = 1500$  mm при  $RH = 50\%$ , общата деформацията от съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t)$  съгласно ЕК2 е по-малка от тази според ЕК2-2 за бетони с МП. За всички случаи най-големите разлики са за бетон клас С16/20, а най-малки за С90/105. За  $h_0 = 500$  mm разликите са  $(-146,80 \div -30,53) \%$ . За  $h_0 = 1000$  mm разликите са  $(-121,30 \div -22,49) \%$ . За  $h_0 = 1500$  mm разликите са  $(-88,72 \div -12,49) \%$ ;

– за  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 70\%$  разликите са  $(-114,36 \div 23,28) \%$ . Общата деформация от съсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 за класове на бетона  $\leq$  С45/55. Най-малката разлика от 1,05% е за С50/60;

– за  $h_0 = 1000$  mm и  $RH = 70\%$  разликите са  $(-92,01 \div 27,09) \%$ . Общата деформацията от съсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 за класове на бетона  $\leq$  С40/50. Най-малката разлика от 3,32% е за С45/55;

– за  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 70\%$  разликите са  $(-63,48 \div 32,68) \%$ . Общата деформация от съсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 за класове на бетона  $\leq$  С32/40. Най-малката разлика от 0,38% е за С35/45.

За общата деформацията от съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t)$  съгласно ЕК2 и според ЕК2-2 за бетони без МП могат да се направят следните **изводи**:

– за  $h_0 = 500$  mm и  $h_0 = 1000$  mm при  $RH=50\%$ , общата деформацията от съсъхване  $\varepsilon_{cs}(t)$  съгласно ЕК2 е по-малка от тази според ЕК2-2 за бетони без МП. За всички случаи най-големите разлики са за бетон клас С16/20, а най-малки за С90/105. За

$h_0 = 500$  mm разликите са  $(-125,88 \div -24,12)\%$ . За  $h_0 = 1000$  mm разликите са  $(-66,73 \div -5,97)\%$ ;

– за  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 50\%$  разликите са  $(-16,66 \div 9,92)\%$ . Общата деформацията от съсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 за класове на бетона  $\leq C28/35$ . Най-малката разлика от  $0,32\%$  е за C30/37;

– за  $h_0 = 500$  mm и  $RH = 70\%$  разликите са  $(-96,09 \div 26,66)\%$ . Общата деформацията от съсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 за класове на бетона  $\leq C40/50$ . Най-малката разлика от  $1,71\%$  е за C45/55;

– за  $h_0 = 1000$  mm и  $RH = 70\%$  разликите са  $(-44,36 \div 39,3)\%$ . Общата деформацията от съсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 за класове на бетона  $\leq C28/35$ . Най-малката разлика от  $-0,99\%$  е за C30/37;

– за  $h_0 = 1500$  mm и  $RH = 70\%$  разликите са  $(-0,57 \div 59,83)\%$ . Общата деформацията от съсъхване според ЕК2-2 е по-голяма от тази по ЕК2 само за бетон клас C16/20. Най-малката разлика от  $-0,57\%$  е за C16/20.

## 6. Заключение

Направените изводи за деформациите от съсъхване са дадени в т. 5.

Представените таблици и графики облекчават значително определянето на деформациите от собствено съсъхване, съсъхването при изсъхване и общото съсъхване за разгледаните случаи. Направените сравнения и анализи показват значителни различия в деформациите от съсъхване за бетони, изпълнени с цимент клас N съгласно БДС EN1992-1-1 и БДС EN1992-2 и със и без микросилициев прах според БДС EN1992-2, при "дебели" елементи с условни размери  $h_0 = 500$  mm,  $h_0 = 1000$  mm и  $h_0 = 1500$  mm. В приложение В на БДС EN1992-1-1 "дебели" елементи не са коментирани, което е предпоставка за грешки и неточности в хода на проектиране.

## ЛИТЕРАТУРА

1. БДС EN1992-1-1 "Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции. Общи правила и правила за сгради", БИС, С., 2010.
2. БДС EN1992-2 "Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции. Стоманобетонни мостове. Правила за проектиране и конструиране", БИС, С., 2010.
3. *Димитров, Д., Георгиев, Евг.* Определяне на деформацията от съсъхване в сгради и мостове според Еврокод 2. Годишник на УАСГ, Свитък V, Том XLVI 2013-2014. УАСГ, София 2014, ISSN 1310-814X.
4. *Димитров, Д., Георгиев, Евг.* Определяне на деформациите от съсъхване при високоякостни бетони в сгради и мостове според Еврокод 2-2. Годишник на УАСГ, Свитък V, Том XLVI 2013-2014. УАСГ, София 2014, ISSN 1310-814X.

# SHRINKAGE STRAIN IN "THICK" REINFORCED CONCRETE ELEMENTS WITH CEMENT CLASS N ACCORDING TO EUROCODE 2

D. Dimitrov<sup>1</sup>, E. Georgiev<sup>2</sup>

*Keywords: autogenous shrinkage, drying shrinkage, deformation, thick elements, Eurocode 2, Eurocode 2-2*

*Research area: reinforced concrete and reinforced concrete structures*

## ABSTRACT

Depending on the notional size of an element  $h_0$  definition of "thick" concrete elements in buildings and bridges has been proposed. Convenient tables and charts for determination of autogenous shrinkage strain, drying shrinkage strain and total shrinkage strain in such elements have been provided. The presented method for determining of the shrinkage strain is valid for all grades of concrete and ambient relative humidity. Shrinkage strains for all grades of concrete according to BDS EN1992-1-1 and intermediate grades of concrete according to the National Annex of BDS-EN206-1:2002 / NA, namely C28/35 and C32/40 have been considered. Shrinkage strains for concretes made with Class N cement according to BDS EN1992-1-1 and BDS EN1992-2 have been determined. Silica-fume concrete (SFC) and non silica-fume concrete according to BDS EN1992-2 have been examined. Differences in shrinkage strain according to BDS EN1992-1-1 and BDS EN1992-2 have been analysed.

---

<sup>1</sup> Dimitar Dimitrov, Prof. Dr. Eng., Dept. "Reinforced Concrete Structures", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: simeonovd\_fce@uacg.bg

<sup>2</sup> Evgeni Georgiev, Chief Assist. Dr. Eng., Dept. "Reinforced Concrete Structures", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: evgeni\_georgiev\_fce@abv.bg

