

# AQUALIFE

## НАПОРНИ ТРЪБИ ОТ РЕ100 ЗА ПРЕНОС НА ВОДА

AQUALIFE

Напорни тръби от PE100 за пренос на вода

**PIPELIFE**   
always part of your life

# СЪДЪРЖАНИЕ

Технически характеристики на полиетилен	3
Химически характеристики на полиетилен	4
Гранулат за производство на напорни тръби от PE100	5
Полиетиленови тръби за налягане: размери	6
Тръби от полиетилен PE 100 според БДС EN12201-2	6
Полиетиленови тръби AQUALIFE PE100 БДС EN 12201-2 производство Ботевград	7
Полиетиленови тръби за налягане: схема на загубите от триене	9
Тръби от полиетилен с висока плътност: съотношение между нормите за налягане и допустимите температури при различни условия на непрекъснато ползване	10
Регресионни криви	11
Тръби от полиетилен с висока плътност за налягане от 10 atm	12
Тръби от полиетилен с висока плътност, коефициент за корекции на разполага- нето на опорите	13
Хидравличен удар	14
Диаграми за свръхналягането вследствие хидравличен удар	17
Изчисления за отклоненията на пластмасови тръби	18
Якост при надлъжно огъване на тръбите под въздействие на външно хидростатично налягане	22
Транспортиране и съхранение на полиетиленови тръби	24
Монтаж на полиетиленовите тръби	24
Съединяване на полиетиленови тръби	25
Челно заваряване	27
Челно заваряване: времена на нагриване и охлаждане	28

# ТЕХНИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОЛИЕТИЛЕНА

	Спецификация	Единици	ПЕ с висока плътност MRS 6.3	ПЕ със средно-висока плътност MRS 8	Високополимерен ПЕ MRS 10
<b>Механични свойства</b>					
Плътност	ASTM D 792	Kg/m <sup>3</sup>	955	949	960
Индекс на топимост (товар 5 kg)	ISO 1133	g/10min	0.48	0.85	0.45
Модул на еластичност (50 mm/min, 23°C)	ISO 527	MPa	1150	650	1400
Якост на опън (50 mm/min, 23°C DIN)	DIN 53455	MPa	39	28	38
Граница на провлачане (50 mm/min, 23°C DIN)	DIN 53455	MPa	25	20	25
Удължаване при скъсване (50 mm/min, 23°C DIN)	DIN 53455	%	>500	>600	>600
Устойчивост на напукване от натоварване на средата	Bell Telephone Test F50	h	>500	>1000	>1000
<b>Физически характеристики</b>					
Омекотяване (1Kg)	DIN 53460	°C	128	121	127
Топлинна проводимост	DIN 52612	W/m•K	0.4	0.38	0.38
Специфична топлина	Calorimetric	Kj/Kg•K	1.8	3.4	1.9
Коефициент на топлинно разширение	ASTM D 696	K-1	1.3•10 <sup>-4</sup>	1.3•10 <sup>-4</sup>	1.3•10 <sup>-4</sup>
Температура на встъкляване (Tg)	ASTM D 746	°C	<-100	<-100	<-100
<b>Електрически характеристики</b>					
Диелектрична константа	DIN 53483		2.6	2.6	2.6
Диелектрична устойчивост	DIN 53481	KV/cm	2.2•10 <sup>2</sup>	2.2•10 <sup>2</sup>	2.2•10 <sup>2</sup>
Обемно специфично съпротивление	DIN 53482	Ω.cm	≥10 <sup>17</sup>	≥10 <sup>17</sup>	≥10 <sup>17</sup>
Повърхностно специфично съпротивление	DIN 53482	Ω	≥10 <sup>14</sup>	≥10 <sup>14</sup>	≥10 <sup>14</sup>

Горните стойности са индикативни.

Съгласно ISO 9080, минималната изисквана якост (MRS) е стойността на дългосрочната хидростатична якост с по-ниска граница на доверителност от 97.5%, показана от една тръба след 50 години непрекъсната работа при 20°C.

# ХИМИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОЛИЕТИЛЕНА

ХИМИЧНИ ВЕЩЕСТВА	ХИМИЧНА КОНЦЕНТРАЦИЯ*	LDPE HDPE				ХИМИЧНИ ВЕЩЕСТВА	ХИМИЧНА КОНЦЕНТРАЦИЯ*	LDPE HDPE			
		ТЕМПЕРАТУРА**						ТЕМПЕРАТУРА**			
		20°C	60°C	20°C	60°C			20°C	60°C	20°C	60°C
Газове, съдържащи:	-	-	-	-	-	Азотна киселина	w.s. 25%	1	1	1	1
Въглероден диоксид		1	1	1	1	Азотна киселина	w.s. 50%	2	3	2	3
Серен диоксид	l.c.	1	1	1	1	Нитробензол		2	3	1	2
Сярна киселина		1	1	1	1	Азотни пари		1	-	1	1
Въглероден оксид		1	1	1	1	Озон		2	3	2	3
Азотни пари	примеси	1	1	1	1	Оцетна киселина	w.s. 10%	1	1	1	1
Флуороводород	примеси	1	1	1	1	Оцетна киселина	w.s. 100%	2	3	1	2
Сол		1	1	1	1	Оцетен етилетер		2	3	2	3
Етерични масла		-	-	2	2	Оцетен анхидрид		2	-	1	2
Етилов алкохол	96%	1-2	3	1	1	Обикновен оцет		-	-	1	1
Ацетон	100%	2	3	3	2	Минерални масла		2	3	1	2
Ацетон	примеси	1	1	1	1	Урея		1	1	1	1
Наситен солен разтвор		1	1	1	1	Нефт на парафинова основа		1	1	1	1
Газообразен амоняк		1	1	1	1	Петролев етер		2	3	1	2
Течен амоняк	100%	1	-	1	1	Нефт		2	3	1	2
Скорбяла		1	1	1	1	Дизелово гориво		2	3	1	2
Натриев въглерод		1	1	1	1	Пропанол		1	1	1	1
Миещи средства		1	1	1	1	Пропилен гликол		1	1	1	1
Бензин		2	3	1	2	Натриев силикат		1	1	1	1
Бензол		3	3	2	2	Стеатинова киселина		1	3	1	2
Боракс		1	1	1	1	Стипца		1	1	1	1
Калиев борат	w.s. 1%	1	1	1	1	Танин	w.s. 10%	1	1	1	1
Борна киселина		1	1	1	1	Терпентин		2	3	2	3
Бутанол		1	1	1	1	Тетрахлорметан		3	3	3	3
Калиев бромат		1	1	1	1	Тетрахлоретан		3	3	3	3
Млечна киселина		1	1	1	1	Толуол		3	3	3	3
Глицерин		1	1	1	1	Железен трихлорид		1	1	1	1
Глюкоза		-	-	-	-	Трихлоретилен		3	3	3	3
Декстрин	w.s. 18%	1	-	1	1	Винена киселина		1	1	1	1
Диетил-етер		3	3	2	2	Живак		1	1	1	1
Серовъглерод		3	-	2	-	Бромоводородна киселина	50%	1	1	1	1
Натрив бисулфат	t.w.s.	1	1	1	1	Водород		1	1	1	1
Въглероден диоксид		1	1	1	1	Сероводородна киселина		1	1	1	1
Серен диоксид		1	1	1	1	Солна киселина	w.s. 36%	1	2	1	1
Дихлоретан		2	2	2	2	Солна киселина (сух газ или течност)		1	1	1	1
Дихлоретилен		3	3	3	3	Калиев перманганат	s.w.s.	1	2	1	2
Калиев дихромат	w.s. 40%	1	1	1	1	Водороден прекис	w.s. 30%	1	1	1	1
Животински и растителни масла		-	1	1	2	Водороден прекис	w.s. 90%	1	3	1	3
Трансформаторни масла		-	1	2	1	Перхлорна киселина	w.s. 20%	1	-	1	1
Серни киселини на различни метали		1	1	1	1	Калциев нитрат		1	1	1	1
Сярна киселина	w.s. 40%	1	1	1	1	Калциев хипохлорид		2	2	1	1
Сярна киселина	98%	2	3	2	3	Фенол		2	3	1	2
Сярна киселина	с изпарения	3	3	3	3	Формалдехид	w.s. 40%	1	1	1	1
Серниста киселина		1	1	1	1	Фосфорна киселина	w.s. 25%	1	1	1	1
Калий		1	1	1	1	Фосфорна киселина	w.s. 50%	1	1	1	1
Натрий		1	1	1	1	Фосфорна киселина	w.s. 85%	1	2	1	2
Кетони		2	3	1	2	Фиксажна емулсия		1	1	1	-
Лимонена киселина		1	1	1	1	Хлориди на сухи газове		2	3	3	3
Киселини, съдържащи мазнини		1	3	1	2	Хлороцетна киселина		3	3	1	1
Метанол		1	2	1	1	Хлорни киселини на различни метали		1	1	1	1
Меласа		-	-	1	1	Метилхлорид		3	3	2	2
Бира		1	1	1	1	Натриев хлорид	w.s. 50%	2	3	1	1
Мравчена киселина		1	1	1	1	Хлороформ		3	3	3	3
Нафта		1	2	1	2	Хромена киселина	w.s. 50%	3	3	1	3
Нафталин		1	2	1	2	Плодови сокове		1	1	1	1
Азотни соли на различни метали		1	1	1	1						

\* Без индикация = чисто вещество \*\*Без индикация = нерегистрирано

1 = Добра устойчивост

2 = Умерена устойчивост

3 = Не се препоръчва

w.s. = воден разтвор с концентрация, по-висока от 10%, но ненаситен

l.w.s. = воден разтвор ниска концентрация (под 10%)

s.s. = наситен разтвор

l.c. = ниска концентрация

h.c. = висока концентрация

% = тегловен процент

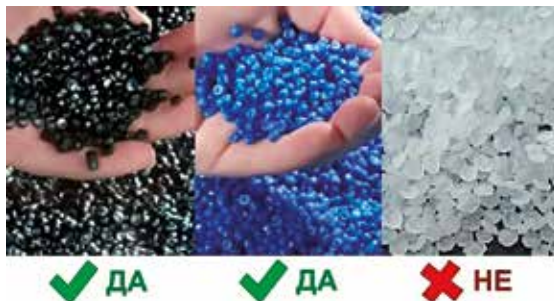
Тази информация се отнася единствено за обикновената химична устойчивост. При отчитане на други фактори, като устойчивост на напукване от натоварване, пропускливост и др., е необходимо провеждането на конкретни изпитания за съвместимост.

# ГРАНУЛАТ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА НАПОРНИ ТРЪБИ ОТ PE100

Съгласно производения стандарт БДС EN 12201-1, гранулатът, от който се произвеждат полиетиленовите водопроводни тръби, трябва да е предварително оцветен, в цвета на

крайното изделие. Ако тръбите трябва да са черни, гранулатът е черен, ако трябва да са сини, гранулатът е син и т.н. Стандарт БДС EN 12201-1 **ЗАБРАНЯВА** използването на безцветен

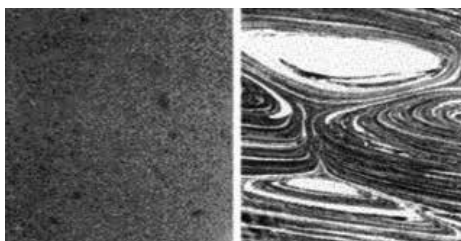
(натура-лен) PE гранулат при производството на полиетиленови водопроводни тръби.



Само предварително оцветеният гранулат гарантира хомогенна структура на произведените тръби, добра дългосрочна устойчивост на налягане и

добра еластичност на материала. При използването на безцветен полиетилен и последващото му оцветяване по време на производството

се получава лоша хомогенизация на материала, която е видима само под микроскоп:



Добра хомогенна структура на тръба произведена от предварително оцветен гранулат

Лоша нехомогенна структура на тръба произведена от безцветен гранулат, оцветен по време на екструзията на тръбата

В следствие на лошата хомогенизация се влошават качествата на PE тръбата. Това довежда до съществено намаляване живота на тръбата, както и потенциална възможност от спукването на тръбата. Също така, такива тръби

не могат да издържат лабораторните тестове за вътрешно хидростатично налягане и опън, които зависят най-вече от използвания материал за производството на тръбата. В някои по-редки случаи, смесването

на оцветителя и гранулата по време на екструзията е толкова лошо, че при напречен разрез на произведената тръба се забелязват разслоявания и с невъоръжено око.



Някои производители купуват безцветен гранулат и след това го оцветяват по време на екструзията, защото по този начин реализират икономии (безцветният гранулат е по-евтин от предварително оцветения) и оттам по-ниската цена е за сметка на качество и сигурност.

Пайплайф България ЕООД произвежда полиетиленовите си тръби изцяло от **ПЪРВИЧНА И СЕРТИФИЦИРА-**

**НА СУРОВИНА** от утвърдените фирми на международния пазар „Sabic“, „Borealis“, „Basell“ и „Ineos“. Тези фирми гарантират ПОСТОЯННО високо качество на суровината. Всяка доставка на полиетилен в производствена база в Ботевград е придружена със сертификат за качество от завода производител. Лабораторията получава този сертификат, след което взима 50 грама PE, и една част от него изпит-

ва, а останалата част се съхранява за срок от шест месеца.



Материалът за производството на полиетиленовите тръби за вода и газ е **предварително оцветен полиетилен с висока плътност (PE100)**. Произвежданите PE водопроводни тръби са черни на цвят със сини линии.

# РАЗМЕРИ НА ПОЛИЕТИЛЕНОВИ ТРЪБИ ЗА НАЛЯГАНЕ

## ПОЛИЕТИЛЕНОВИ ТРЪБИ PE100 AQUALIFE

(БДС EN 12201-2 и DIN 8074-8075)

Външен диаметър (mm)	6 BAR (SDR 26)		10 BAR (SDR 17)		12,5 BAR (SDR13,6)		16 BAR (SDR 11)		20 BAR (SDR 9)		25 BAR (SDR 7,4)		32 BAR (SDR 6)	
	Дебелина на стената (mm)		Дебелина на стената (mm)		Дебелина на стената (mm)		Дебелина на стената (mm)		Дебелина на стената (mm)		Дебелина на стената (mm)		Дебелина на стената (mm)	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
16	16.3													
20	20.3						2.0	2.3	2.7	0.132		3.0	3.4	0.162
25	25.3				2.0	2.3	2.7	0.170	3.0	0.210		3.5	4.0	0.240
32	32.3				2.4	2.8	3.4	0.278	3.6	0.327		4.4	5.0	0.387
40	40.4				3.0	3.5	4.2	0.429	4.5	0.509		5.5	6.2	0.602
50	50.5	2.0	2.3	0.310	3.0	3.4	0.451	5.2	0.666	5.6	6.2	6.9	8.7	0.94
63	63.6	2.5	2.9	0.491	3.8	4.3	0.720	6.5	1.05	7.1	8.0	8.6	9.6	1.48
75	75.7	2.9	3.3	0.672	4.5	5.1	1.01	7.6	1.47	8.4	9.4	10.3	11.5	2.11
90	90.9	3.5	4.0	0.975	5.4	6.1	1.46	9.2	2.13	10.1	11.3	12.3	13.7	3.02
110	111.0	4.2	4.8	1.43	6.6	7.4	2.17	11.1	3.16	12.3	13.7	15.1	16.8	4.52
125	126.2	4.8	5.4	1.84	7.4	8.3	2.77	12.7	4.10	14.0	15.6	17.1	19.0	5.82
140	141.3	5.4	6.1	2.33	8.3	9.3	3.48	14.1	5.11	15.7	17.4	19.2	21.3	7.31
160	161.5	6.2	7.0	3.05	9.5	10.6	4.54	16.2	6.71	17.9	19.8	21.9	24.2	9.52
180	181.7	6.9	7.7	3.80	10.7	11.9	5.75	18.2	8.49	20.1	22.3	24.6	27.2	12.0
200	201.8	7.7	8.6	4.71	11.9	13.2	7.09	20.2	10.5	22.4	24.8	27.4	30.3	14.9
225	227.1	8.6	9.6	5.92	13.4	14.9	8.99	22.7	13.2	25.2	27.9	30.8	34.0	18.8
250	252.3	9.6	10.7	7.34	14.8	16.4	11.0	25.1	16.3	27.9	30.8	34.2	37.8	23.2
280	282.6	10.7	11.9	9.15	16.6	18.4	13.8	28.1	20.4	31.3	34.6	38.3	42.3	29.1
315	317.9	12.1	13.5	11.7	18.7	20.7	17.5	31.6	25.9	35.2	38.9	43.1	47.6	36.9
355	358.2	13.6	15.1	14.7	21.1	23.4	22.3	35.6	32.8	39.7	43.8	48.5	53.5	46.7
400	403.6	15.3	17.0	18.7	23.7	26.2	28.2	40.1	41.7	44.7	49.3	54.7	60.3	59.4
450	453.8	17.2	19.1	23.6	26.7	29.5	35.7	45.1	52.8	50.3	55.5	61.5	67.8	75.1
500	504.0	19.1	21.2	29.1	29.7	32.8	44.2	50.1	65.1	55.8	61.5			
560	564.3	21.4	23.7	36.5	33.2	36.7	55.3	56.0	81.5					
630	634.6	24.1	26.7	46.3	37.4	41.3	70.1	63.1	103.3					
710	714.9	27.2	30.1	58.8	42.1	46.5	88.9							
800	805.0	30.6	33.8	74.5	47.4	52.3	112.7							
900	905.0	34.4	38.3	94.6	53.3	58.8	142.6							
1000	1005.0	38.2	42.2	116.3	59.3	65.4	176.2							
1200	1206.0	45.9	50.6	167.5										

**ПОЛИЕТИЛЕНОВИ ТРЪБИ AQUALIFE PE100 БДС EN 12201-2  
ПРОИЗВОДСТВО БОТЕВГРАД**

DN [mm]	Дебелина на стената [mm]	PN [bar]	SDR	Прътове/ Ролки	*ПАКЕТАЖ			
					Бр. тръби/ палет	Палети/ камион	Бр. тръби/ камион	Метри/ камион
50	2,0-2,3	6.0	26.0	100.00				
50	2,0-2,3	6.0	26.0	12.00				
63	2,5-2,9	6.0	26.0	100.00				
63	2,5-2,9	6.0	26.0	12.00	116	10	1 160	13 920
75	2,9-3,3	6.0	26.0	100.00				
75	2,9-3,3	6.0	26.0	12.00	102	8	816	9 792
90	3,5-4,0	6.0	26.0	100.00				
90	3,5-4,0	6.0	26.0	12.00	58	10	580	6 960
110	4,2-4,8	6.0	26.0	100.00				
110	4,2-4,8	6.0	26.0	12.00	48	8	384	4 608
125	4,8-5,4	6.0	26.0	12.00	43	8	344	4 128
140	5,4-6,1	6.0	26.0	12.00	38	6	228	2 736
160	6,2-7,0	6.0	26.0	12.00	33	6	198	2 376
180	6,9-7,7	6.0	26.0	12.00	17	8	136	1 632
200	7,7-8,6	6.0	26.0	12.00	14	8	112	1 344
225	8,6-9,6	6.0	26.0	12.00	14	6	84	1 008
250	9,6-10,7	6.0	26.0	12.00	11	6	66	792
280	10,7-11,9	6.0	26.0	12.00	7	8	56	672
315	12,1-13,5	6.0	26.0	12.00	3	12	36	432
355	13,6-15,1	6.0	26.0	12.00	3	12	36	432
400	15,3-17,0	6.0	26.0	12.00	3	10	30	360

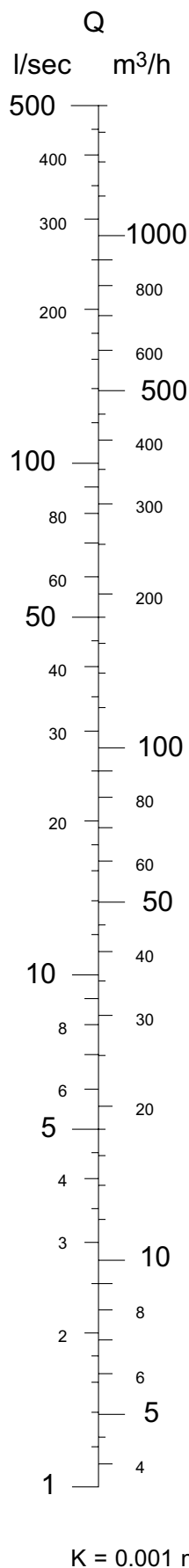
DN [mm]	Дебелина на стената [mm]	PN [bar]	SDR	Прътове/ Ролки	*ПАКЕТАЖ			
					Бр. тръби/ палет	Палети/ камион	Бр. тръби/ камион	Метри/ камион
32	2,0-2,3	10.0	17.0	100.00				
40	2,4-2,8	10.0	17.0	100.00				
50	3,0-3,4	10.0	17.0	100.00				
50	3,0-3,4	10.0	17.0	12.00				
63	3,8-4,3	10.0	17.0	100.00				
63	3,8-4,3	10.0	17.0	12.00	116	10	1 160	13 920
75	4,5-5,1	10.0	17.0	100.00				
75	4,5-5,1	10.0	17.0	12.00	102	8	816	9 792
90	5,4-6,1	10.0	17.0	100.00				
90	5,4-6,1	10.0	17.0	12.00	58	10	580	6 960
110	6,6-7,4	10.0	17.0	100.00				
110	6,6-7,4	10.0	17.0	12.00	48	8	384	4 608
125	7,4-8,3	10.0	17.0	12.00	43	8	344	4 128
140	8,3-9,3	10.0	17.0	12.00	38	6	228	2 736
160	9,5-10,6	10.0	17.0	12.00	33	6	198	2 376
180	10,7-11,9	10.0	17.0	12.00	17	8	136	1 632
200	11,9-13,2	10.0	17.0	12.00	14	8	112	1 344
225	13,4-14,9	10.0	17.0	12.00	14	6	84	1 008
250	14,8-16,4	10.0	17.0	12.00	11	6	66	792
280	16,6-18,4	10.0	17.0	12.00	7	8	56	672
315	18,7-20,7	10.0	17.0	12.00	3	12	36	432
355	21,1-23,4	10.0	17.0	12.00	3	12	36	432
400	23,7-26,2	10.0	17.0	12.00	3	10	30	360

**ПОЛИЕТИЛЕНОВИ ТРЪБИ AQUALIFE PE100 БДС EN 12201-2  
ПРОИЗВОДСТВО БОТЕВГРАД**

DN [mm]	Дебелина на стената [mm]	PN [bar]	SDR	Прътове/ Ролки	*ПАКЕТАЖ			
					Бр. тръби/ палет	Палети/ камион	Бр. тръби/ камион	Метри/ камион
20	2,0-2,3	16.0	11.0	100.00				
25	2,0-2,3	12.5	13.6	100.00				
32	3,0-3,4	16.0	11.0	100.00				
40	3,7-4,2	16.0	11.0	100.00				
50	4,6-5,2	16.0	11.0	100.00				
50	4,6-5,2	16.0	11.0	12.00				
63	5,8-6,5	16.0	11.0	100.00				
63	5,8-6,5	16.0	11.0	12.00	116	10	1 160	13 920
75	6,8-7,6	16.0	11.0	100.00				
75	6,8-7,6	16.0	11.0	12.00	102	8	816	9 792
90	8,2-9,2	16.0	11.0	100.00				
90	8,2-9,2	16.0	11.0	12.00	58	10	580	6 960
110	10,0-11,1	16.0	11.0	100.00				
110	10,0-11,1	16.0	11.0	12.00	48	8	384	4 608
125	11,4-12,7	16.0	11.0	12.00	43	8	344	4 128
140	12,7-14,1	16.0	11.0	12.00	38	6	228	2 736
160	14,6-16,2	16.0	11.0	12.00	33	6	198	2 376
180	16,4-18,2	16.0	11.0	12.00	17	8	136	1 632
200	18,2-20,2	16.0	11.0	12.00	14	8	112	1 344
225	20,5-22,7	16.0	11.0	12.00	14	6	84	1 008
250	22,7-25,1	16.0	11.0	12.00	11	6	66	792
280	25,4-28,1	16.0	11.0	12.00	7	8	56	672
315	28,6-31,6	16.0	11.0	12.00	3	12	36	432
355	32,2-35,6	16.0	11.0	12.00	3	12	36	432
400	36,3-40,1	16.0	11.0	12.00	3	10	30	360



# ПОЛИЕТИЛЕНОВИ ТРЪБИ ЗА НАЛЯГАНЕ ДИАГРАМА НА ЗАГУБИТЕ ОТ ТРИЕНЕ



$$h = \frac{\lambda \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot d} \quad (\text{вода при } 15^\circ\text{C})$$

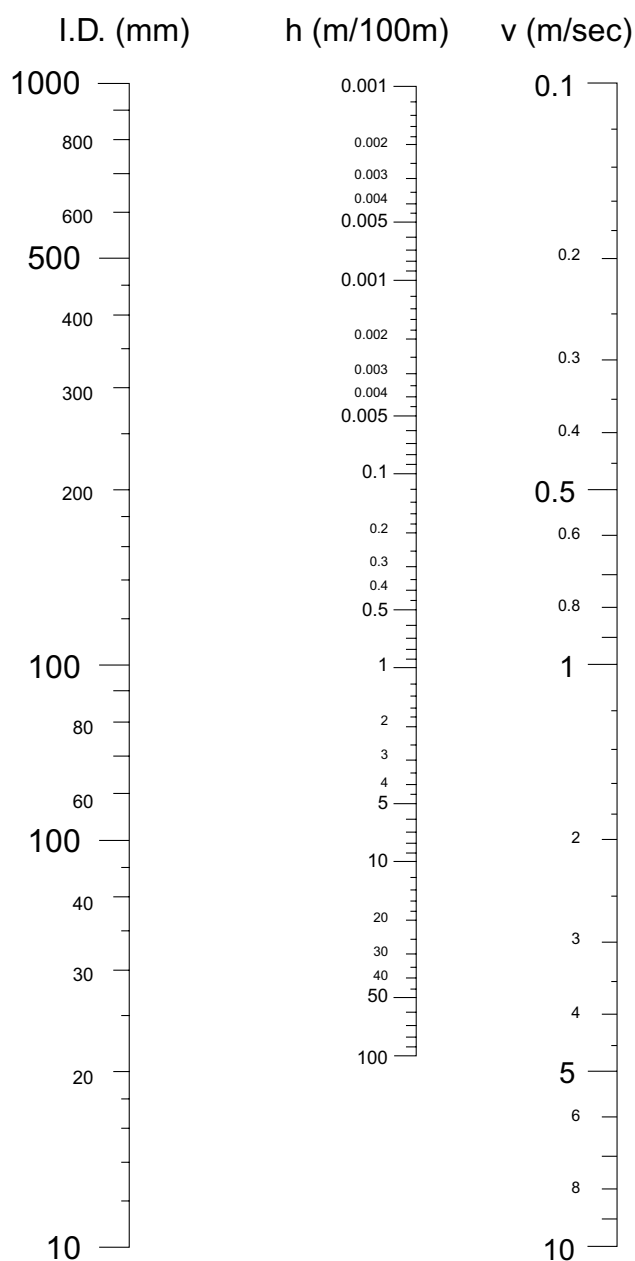
h = хидравличен градиент (загуба на напор от триенето) (m/100 m)

v = средна скорост на потока (m/sec)

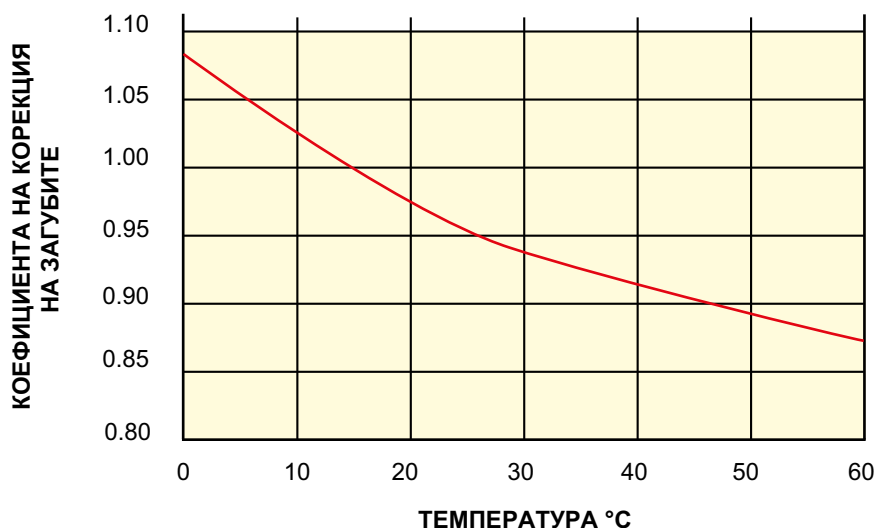
Q = дебит (l/sec или m<sup>3</sup>/h)

I.D. = вътрешен диаметър (mm)

λ = коефициент на загубите



## ДИАГРАМА НА КОЕФИЦИЕНТА ЗА КОРЕКЦИЯ НА ЗАГУБИТЕ ОТ ТРИЕНЕ ПРИ ПОЛИЕТИЛЕНОВИ ТРЪБИ ЗА НАЛЯГАНЕ (като функция от температурата)



## ТРЪБИ ОТ ПОЛИЕТИЛЕН С ВИСОКА ПЛЪТНОСТ: СЪОТНОШЕНИЕ МЕЖДУ НОРМИТЕ ЗА НАЛЯГАНЕ И ДОПУСТИМИТЕ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ РАЗЛИЧНИ УСЛОВИЯ НА НЕПРЕКЪСНАТО ПОЛЗВАНЕ

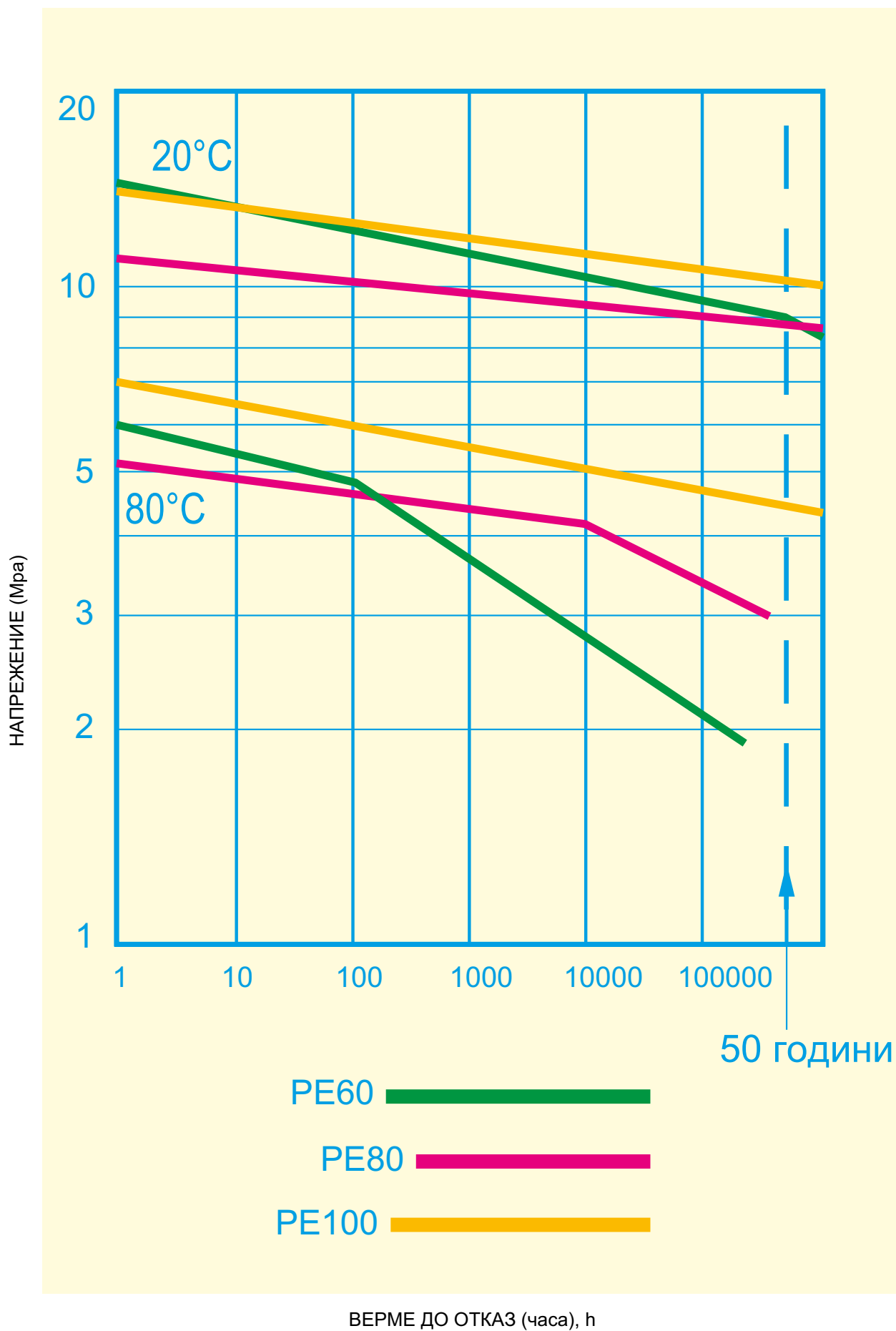
За използване на определена система при температури, различни от 20°C или за срок до 50 години, е необходи-

мо нейните норми да бъдат занижени или повишени в съответствие с максималното работно налягане или сро-

ка на експлоатация, или съчетание от двете.

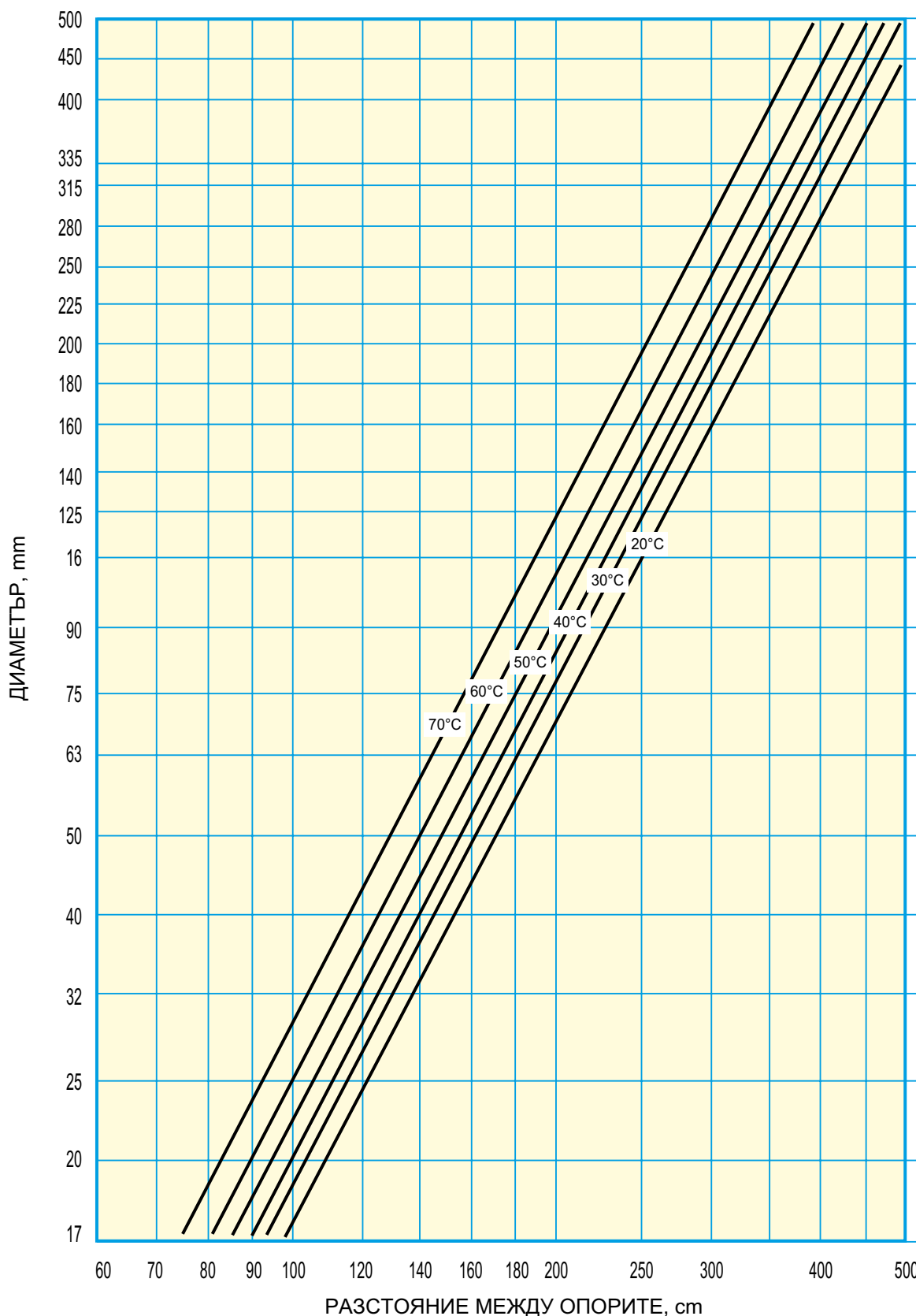
ТЕМПЕРАТУРА (°C)	ГОДИНИ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ	PN 2.5 Серия 1	PN 3.2 Серия 2	PN 4 Серия 3	PN 6 Серия 4	PN 10 Серия 5	PN 12.5	PN 16 Серия 6
<b>10</b>	1	3.4	4.3	5.4	8.0	13.4	16.7	21.4
	5	3.2	4.1	5.1	7.7	12.8	16.0	20.5
	10	3.2	4.0	5.0	7.6	12.6	15.8	20.2
	25	3.1	3.9	4.9	7.3	12.2	15.2	19.5
	50	3.0	3.8	4.8	7.2	12.0	15.0	19.2
<b>20</b>	1	2.9	3.6	4.6	6.8	11.4	14.2	18.2
	5	2.7	3.5	4.3	6.5	10.8	13.5	17.3
	10	2.7	3.4	4.2	6.4	10.6	13.3	17.0
	25	2.6	3.3	4.2	6.2	10.4	13.0	16.6
	50	2.5	3.2	4.0	6.0	10.0	12.5	16.0
<b>30</b>	1	2.5	3.1	3.9	5.9	9.8	12.2	15.7
	5	2.4	3.0	3.8	5.6	9.4	11.7	15.0
	10	2.3	2.9	3.7	5.5	9.2	11.5	14.7
	25	2.0	2.5	3.1	4.7	7.8	9.8	12.5
	50	1.7	2.2	2.7	4.1	6.8	8.5	10.9
<b>40</b>	1	2.1	2.7	3.4	5.0	8.0	10.0	12.8
	5	1.8	2.3	2.9	4.3	7.2	9.0	11.5
	10	1.6	2.0	2.5	3.7	6.2	7.8	9.9
	25	1.3	1.7	2.1	3.1	5.2	6.5	8.3
	50	1.2	1.5	1.8	2.8	4.6	5.8	7.4
<b>50</b>	2	1.7	2.2	2.7	4.1	6.8	8.5	10.9
	5	1.2	1.5	1.9	2.9	4.8	6.0	7.7
	10	1.1	1.3	1.7	2.5	4.2	5.3	6.7
	30	1.0	1.3	1.6	2.4	4.0	5.0	6.4
<b>60</b>	1	1.2	1.5	1.9	2.9	4.8	6.0	7.7
	5	0.8	1.1	1.4	2.0	3.4	4.2	5.4
<b>70</b>	1	0.8	1.0	1.3	1.9	3.2	4.0	5.1

# РЕГРЕСИОННИ КРИВИ



# ТРЪБИ ОТ ПОЛИЕТИЛЕН С ВИСОКА ПЛЪТНОСТ ЗА НАЛЯГАНЕ ОТ 10 atm, ДИАГРАМА НА РАЗПОЛАГАНЕТО НА ОПОРИТЕ

(Тръба с вода,  $d=1000 \text{ kg/m}^3$ , радиус на огъване  $\text{max}=10 \text{ mm}$  за 10 години)



Разстоянията между опорите според диаграмата се отнасят единствено за хоризонталните тръби. За вертикалните тръби посочените разстояния трябва да бъдат умножени с коефициент от 1.3.

# ТРЪБИ ОТ ПОЛИЕТИЛЕН С ВИСОКА ПЛЪТНОСТ, КОЕФИЦИЕНТ ЗА КОРЕКЦИИ НА РАЗПОЛАГАНЕТО НА ОПОРИТЕ

Следващите таблици показват коефициентите за корекции в разстоянията между опорите за тръби от полие-

тилен с висока плътност (HDPE) или PVC-U, при монтаж на тръбопровода в условия, различни от посочените в

предишната диаграма.

## ТАБЛИЦА С КОРЕКЦИИ ЗА РАЗЛИЧНИ НОМИНАЛНИ НАЛЯГАНИЯ

НОМИНАЛНО НАЛЯГАНЕ (atm)	КОЕФИЦИЕНТ ЗА КОРЕКЦИЯ	
	HDPE	PVC-U
PN 25		1.064
PN 16	1.07	1.000
PN 12.5	1.03	
PN 10	1.00	0.930
PN 6	0.91	0.830
PN 4	0.84	0.720
PN 3.2	0.80	
PN 2.5	0.75	0.640

## ТАБЛИЦА С КОРЕКЦИИ ЗА РАЗЛИЧНИ РАДИУСИ НА ОГЪВАНЕ

РАДИУС НА ОГЪВАНЕ (mm)	КОЕФИЦИЕНТ ЗА КОРЕКЦИЯ	
	HDPE	PVC-U
20	1.19	
15	1.11	
10	1.00	
5	0.84	1.00
2.5	0.70	0.84
1	0.56	0.67

## ТАБЛИЦА С КОРЕКЦИИ ЗА ФЛУИДИ С ГЪСТОТА, РАЗЛИЧНА ОТ ТАЗИ НА ВОДАТА

ГЪСТОТА НА ФЛУИДА (Kg/m <sup>3</sup> )	КОЕФИЦИЕНТ ЗА КОРЕКЦИЯ	
	HDPE	PVC-U
1000	1.00	1.00
1250	0.96	0.97
1500	0.93	0.94
1750	0.90	0.92

# ХИДРАВЛИЧЕН УДАР

Хидравличният удар е преходно (непостоянно) въздействие, предизвикано от бързи изменения на условията на потока. Ударът се предава като вълна, водеща до краткотрайни изменения в налягането. Хидравличният удар може да повреди мрежата

или свързаните към нея контролни и измервателни уреди, особено при високи стойности на изменението на потока. В този случай тръбата е под въздействието на значителни увеличавания или намалявания на налягането (прекомерно налягане

или, съответно, подналягане) спрямо нормалното. Дължината на мрежата, краткото времетраене на преходното въздействие (например рязко затваряне на кран) и пускането или спирането на помпи или водни турбини са най-честите причини за проблема.

За всяка мрежа съществува характерна константа

$$\frac{2L}{\alpha}$$

При която

$L$  = дължината на тръбата

$\alpha$  = скоростта на вълната на налягане в тръбата

Хидравличният удар, по-точно създаването на високи свръх или подналягания в тръбопроводната мрежа възниква когато времето ( $t$ ) на преходното въздействие, което генерира промяната в състоянието на потока, е по-кратко от времевата константа за мрежата ( $T$ )

$$t < T$$

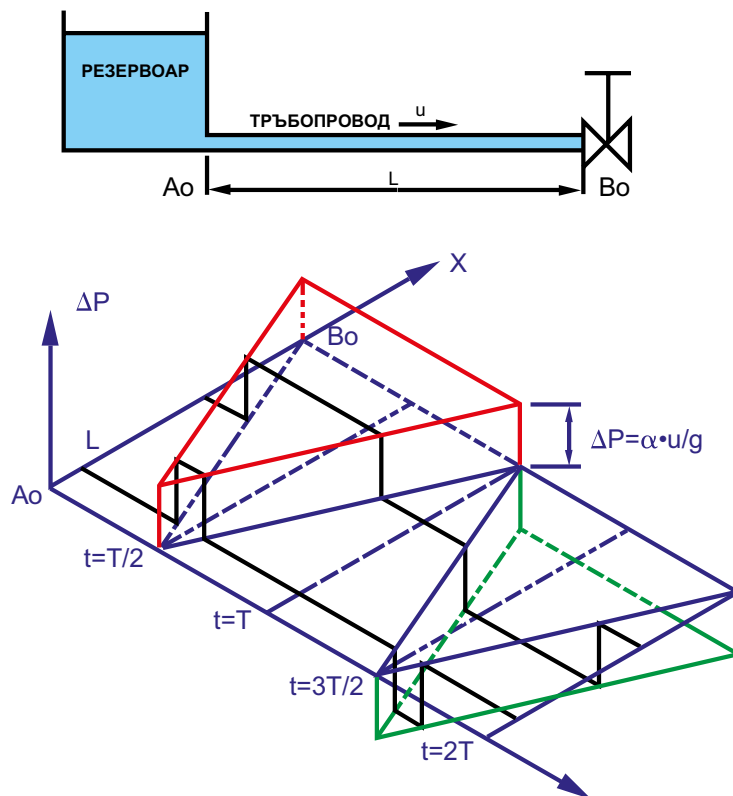
Хидравличният удар може да бъде описан с помощта на Фигура 1.

Да разгледаме тръбопровод с дължина  $L$ , в който се подава течност от резервоар с големи размери, разположен в точка А. Приема се, че потокът не се влияе от триенето и че в момента  $t=0$  се извършва мигновено затваряне на кран в края на тръбата, точка Б.

В точка Б възниква свръхналягане ( $P$ ), което преминава по протежение на тръбата като вълна със скорост, наречена скорост на вълната ( $\alpha$ ), определена от свойствата на тръбата и течността. Когато след време  $t=T/2$  налягането достигне до точка А, целият тръбопровод е под въздействието на свръхналягане ( $P$ ). Тъй като поло-

жението в този случай не е стабилно, предизвиканата от налягането вълна се отразява от резервоара. Това създава обратна вълна, която преминава през тръбата със същата скорост ( $\alpha$ ), и когато достигне точка Б в момента  $t=T$  възстановява налягането в тръбопровода до първоначалната му стойност. В този момент кинетичната енергия на течащия флуид се превръща в потенциална енергия и налягането пада. Тази промяна в налягането (подналягане,  $-P$ ), предизвикана от преобразуването на енергията, преминава през тръбопровода до точка А. В момента  $t=3T/2$ , промяната на налягането достига точка А и целият тръбопровод е под въздействието на подналягане ( $-P$ ). Тази ситуация също е нестабилна, вълната на подналяга-

не се отразява в резервоара и възниква промяна на налягането в обратна посока, като възстановява налягането в тръбопровода до първоначалната му стойност. В момента  $t=2T$  промяната на налягането е достигнала до крана и налягането на цялата течност по протежение на тръбопровода се намира в първоначалната си стойност. Това е същото положение, както в момента  $t=0$  и ако няма енергийни загуби, процът би продължил да се повтаря. На практика, обаче, съществуват енергийни загуби, като триене на флуида, а промените в налягането изчезват след няколко цикъла. На Фигура 1 виждаме триизмерно представяне на този ефект.



фигура 1

Бързите изменения на основната скорост  $u$  на водата в тръбата водят до увеличаване на налягането  $p$ , което при поток без въздействието на триене се определя от формулата:

$$\Delta P = \frac{\alpha \cdot \Delta u}{g}$$

където

$\Delta P$  = свръхналягане (m, на водната колона)

$\alpha$  = скорост на вълната (m/sec)

$\Delta u$  = промяна на основната скорост  $u$  (m/sec)

$g$  = гравитачно ускорение (9.81 m/sec<sup>2</sup>)

Скоростта на вълната се изразява чрез формулата:

$$\alpha = \sqrt{\rho \left( \frac{1}{k} + \frac{D \cdot c}{E \cdot s} \right)}$$

където

$\alpha$  = скорост на вълната (m/sec)

$\rho$  = гъстота на течността (kg/m<sup>3</sup>)

$k$  = коефициент на свиваемост (N/m<sup>2</sup>) ( $k_{\text{вода}} = 2 \cdot 10^9$  N/m<sup>2</sup>)

$E$  = модул на еластичност на стената на тръбата (N/m<sup>2</sup>)

$s$  = дебелина на стената на тръбата (m)

$D$  = вътрешен диаметър (m)

$c$  = коефициент, зависещ от начина на монтиране на тръбата и от коефициента на странично свиване  $\nu$  (коефициент на Поасон)

Свръхналягането, изчислено по горните формули е максималното възможно свръхналягане (или подналягане).

Когато преходният ефект продължава повече време от T (t > T), свръхналягането се изчислява по формулата:

$$\Delta P = \frac{2L}{g} \cdot \frac{\Delta u}{T}$$

и зависи от дължината на тръбата.

В Таблица 1 са посочени модулите на еластичност на някои конвенционални материали за тръби.

**ТАБЛИЦА 1**  
**МОДУЛИ НА ЕЛАСТИЧНОСТ НА КОНВЕНЦИОНАЛНИ МАТЕРИАЛИ ЗА ТРЪБИ**

МАТЕРИАЛ	МОДУЛ НА ЕЛАСТИЧНОСТ (N / m <sup>2</sup> )
PVC-U	3•10 <sup>9</sup>
MDPE (PE 80)	6.5•10 <sup>8</sup>
HDPE (PE 100)	1.4•10 <sup>9</sup>
Стомана	2.1•10 <sup>11</sup>
Лят чугун	1.6•10 <sup>11</sup>
Азбест	1.9•10 <sup>10</sup>

Трябва да се отбележи, че пластмасовите тръби имат определена способност да издържат на общо налягане, превишаващо посоченото за класа

на налягане, т.е. номиналното налягане. В случай на редовно възникване на хидравлични удари в даден тръбопровод, тръбите изпадат под

въздействието на наляганя над номиналните стойности, за които са проектирани. В такива условия, т.е., когато

$\Delta P +$  работното налягане на тръбопровода > номиналното налягане на тръбата,

са много важни последствията във връзка с издръжливостта на тръбата. По тази причина в случаите, когато често пъти възниква ефектът на хидравличен удар се препоръчва тръбопроводът да се проектира с от-

читане на факта, че сборът на работното налягане плюс свръхналягането, предизвикано от хидравличния удар, да бъде по-нисък от номиналното налягане за използваните тръби.

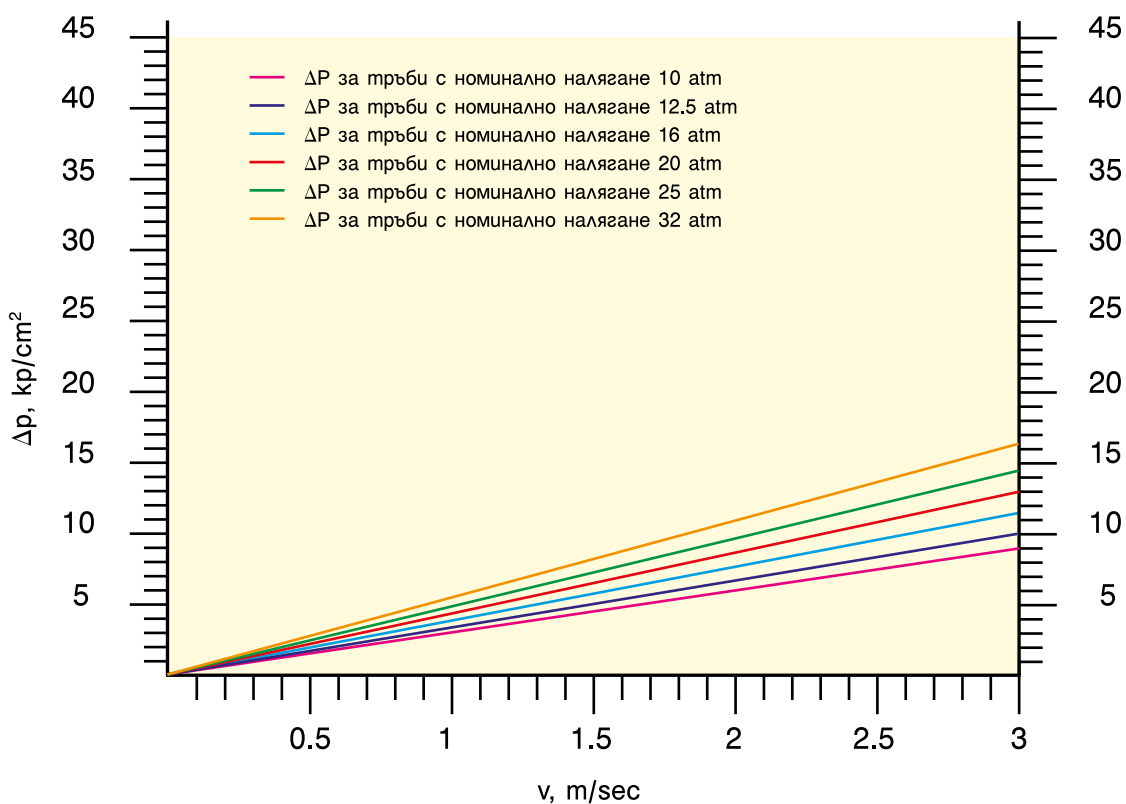
Следващите диаграми представят свръхналягането в резултат на хидравличния удар, при тръби, изработени от:

- PE 100 (трето поколение), според БДС EN12201-2
- PE 80 (второ поколение), според БДС EN12201-2

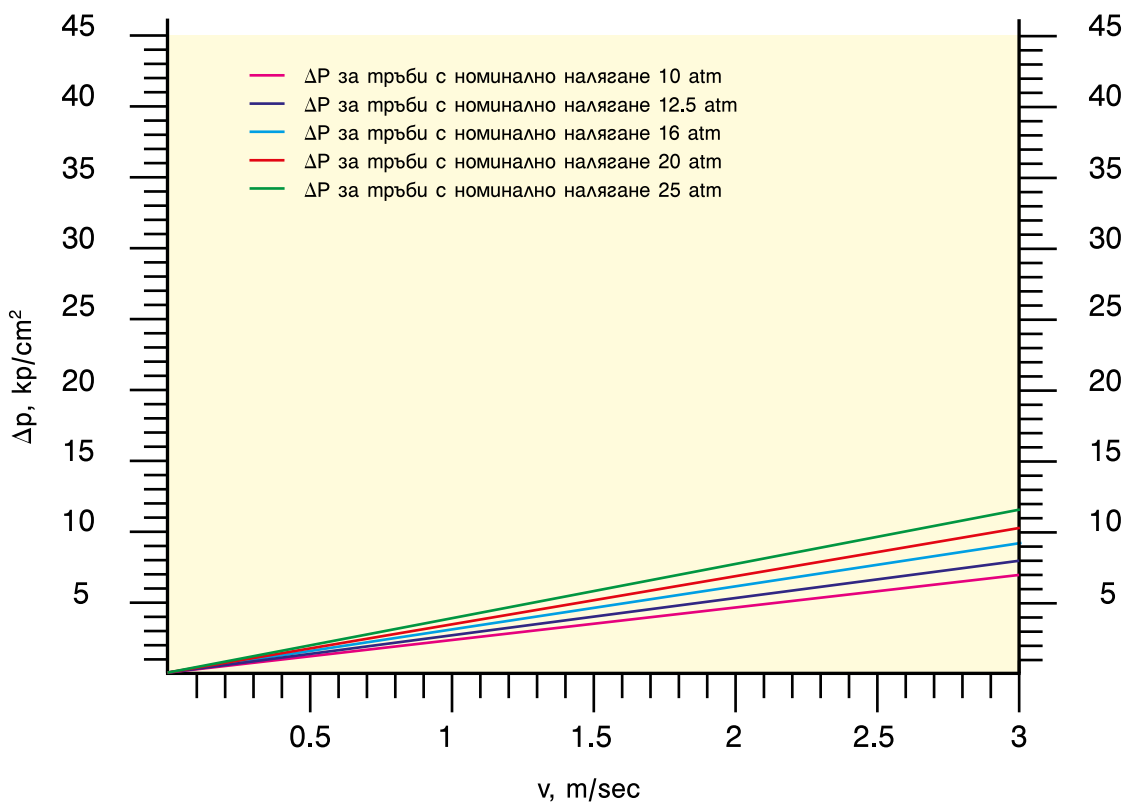


# ДИАГРАМИ ЗА СВРЪХНАЛЯГАНЕТО ВСЛЕДСТВИЕ ХИДРАВЛИЧЕН УДАР

## ТРЪБИ ЗА НАЛЯГАНЕ PE 100, БДС EN12201-2 и DIN 8074-8075



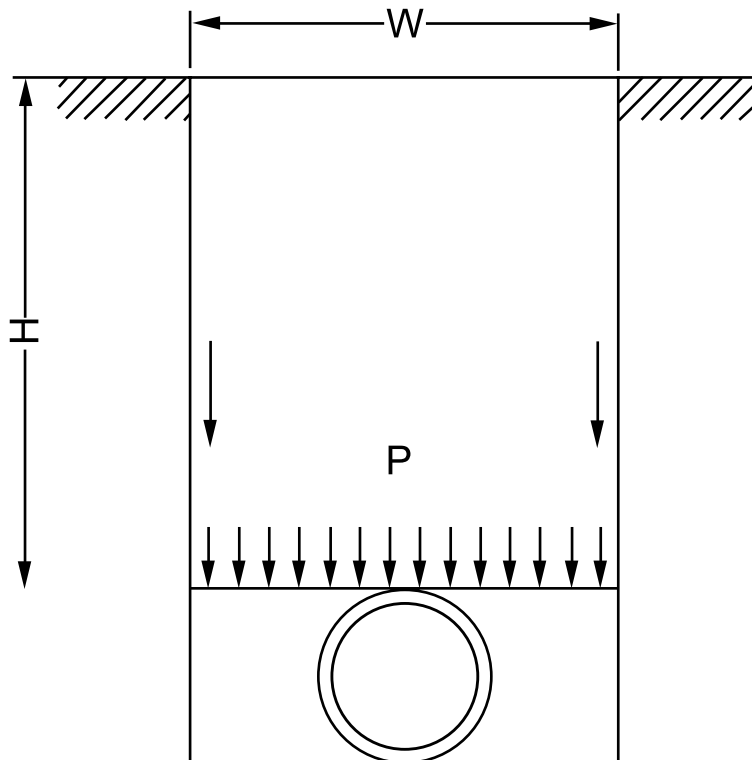
## ТРЪБИ ЗА НАЛЯГАНЕ PE 80, БДС EN12201-2 и DIN 8074-8075



# ИЗЧИСЛЕНИЯ ЗА ОТКЛОНЕНИЯТА НА ПЛАСТМАСОВИ ТРЪБИ

За изчисляване на отклонението на пластмасова тръба под натиска на почвата, с която е засипана, се съблюдава описаната по-долу процедура.

*Изчисляване на статичното натоварване от почвата,  $P_s$  (фигура 2)*



фигура 2

$$P_s = c \cdot \gamma \cdot H$$

и

$$c = \frac{1 - e^{-2 \cdot k \cdot \varepsilon \cdot \varphi \cdot \delta \cdot H / W}}{2 \cdot k \cdot \varepsilon \cdot \varphi \cdot \delta \cdot H / W}$$

където

$P_s$  = натоварването на почвата върху горната част на тръбата ( $\text{kg/m}^2$ )

$\gamma$  = специфичното тегло на почвата ( $\text{kg/m}^3$ )

$H$  = дълбочина на покривката (m)

$W$  = ширина на изкопа (m)

$c$  = коефициент на натоварването в зависимост от типа на почвата

$k$  = коефициент, свързан с вертикалното и хоризонтално натоварване

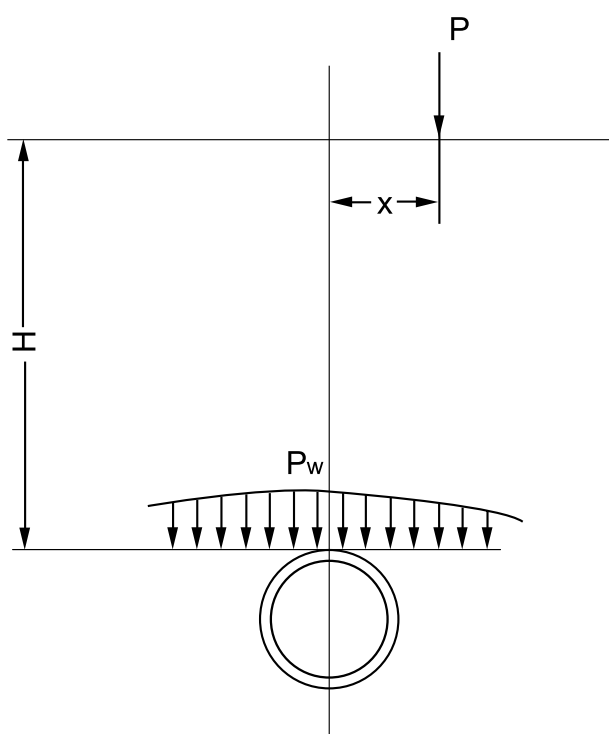
$\delta$  = присъщ ъгъл на триене на запълващия материал (ъгъл на полагане)

Стойностите за  $k$  и  $\delta$  са избрани от Таблица II.

ТАБЛИЦА II

Свойства на материала за запълване на изкопите	К	δ (Таблица IV)
- Материалът за запълване се утъпква до неизвестна степен	0.5	δ = ρ
- Има изкоп		
- Материалът за запълване не е утъпкан в достатъчна степен	0.5	δ = 2/3ρ
- Изградени са вертикални стени на изкопа за подпори на почвата		
- Има подземни води		
- Материалът е утъпкан в достатъчна степен плътна пръст D <sub>p</sub> > 95%, рохкава пръст D <sub>p</sub> > 97%	0.7	δ = ρ

**Изчисляване на натоварването от трафика, P<sub>w</sub> (фигура 3)**



фигура 3

Препоръчва се във всички случаи покривният слой да е по-дълбок (H) от 0.8 m. Следната формула не е валидна за H < 0.5 m.

$$P_w = \frac{3 \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot H^2 \left\{ 1 + \frac{x^2}{H^2} \right\}^{5/2}}$$

където

P = тегло на автомобилите (kg)

X, H = разстояния в m, както показаните на Фигура 3 (m).

### Общо натоварване

Общото натоварване (q) се изчислява по формулата:

$$q = P_s + P_w \text{ kg/m}^2 = q / 10000 \text{ kg/cm}^2$$

При условие че тръбата е идеално положена на дъното на изкопа и че почвата, засипана отстрани, отгоре и в краищата е добре уплътнена, то в такъв случай само част от натоварването въздейства на стените на тръбопровода. Ето защо формулата се изменя така:

$$q_r = 0,5 \cdot q = q_r / 10000 \text{ kg/cm}^2$$

### Изчисляване на твърдостта на сечението на тръбата, $R_t$

$$R_t = \frac{2 \cdot E \cdot s^3}{3 (D_n - s)^3}$$

където

$D_n$  = номинален диаметър на тръбата (cm)

$s$  = дебелина на тръбата (cm)

$E$  = модул на еластичност ( $\text{kg/cm}^2$ )

**ТАБЛИЦА III**  
**Модул на еластичност**

$E_t$	uPVC	PE 80 (2-и)	PE 100 (3-и)
Дългосрочен модул	30000	6500	14000
Краткосрочен модул	20000	1650	3500

### Изчисляване на твърдостта на почвата, $R_e$

$$R_e = 0,6 \cdot e \cdot E_e$$

където

$e$  = коефициент за корекция

$E_e$  = модул на еластичност, втори модул на заобикалящия засипен материал (Таблица IV)

**ТАБЛИЦА IV**  
**Модул на еластичност на почвата около тръбата**

Почвена група (според ATV)	Специфично тегло $\gamma$ ( $\text{gr/cm}^3$ )	Ъгъл на триене $\rho$ ( $^\circ$ )	$E_e$ ( $\text{kg/cm}^2$ ), в зависимост от				
			85%	90%	95%	97%	100%
Рохкава пръст, едри гранули (чакъл)	2	35	25	60	160	230	400
Леко плътна пръст, фини гранули (пясък)	2	30	12	30	45	80	200
Плътна смесена пръст, тиня (пясък и чакъл)	2.1	25	10	20	30	60	160
Плътни почви (глина)	2	20	6	15	20	40	100

### Изчисляване на твърдостта на системата (сечението на тръбата - околната пръст), $R_s$

$$R_s = \frac{R_t}{R_e}$$

## Изчисление на отклонението на тръбата, Dn и Def

$$\Delta Dn = \frac{q_r \cdot Dn}{2R_t} \cdot \xi \quad \text{и} \quad \xi = -0.166 + 0.128 \cdot L$$

$$L = \frac{0,083}{R_s + 0,066} \quad \text{и} \quad Def = \frac{\Delta Dn}{Dn} \cdot 100 \%$$

където

$\Delta Dn$  = промяна на диаметъра (cm)

Def = отклонение (%)

## Пример за изчисление на отклонението

Канализационните тръби PE 100 Ø400 (дебелина 14 mm) се монтира в земята на дълбочина 2.6 m, в изкоп с ширина 1 m. Изкопът се запълва със

слабо утъпкан чакъл ( $D_p = 90\%$  съгласно Proctor). Специфичното тегло на земята е  $e = 2000 \text{ kg/m}^3$  а присъщият ъгъл на триене е  $\rho = 35\%$ . Тежестта на

преминаващите превозни средства е 30.000 kg.

## Изчисляване на статичното натоварване на почвата, Ps

$$c = \frac{1 - e^{-2 \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot 35 \cdot 2.6/1}}{2 \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot 35 \cdot 2.6/1} = 0,46$$

и

$$P_s = 0,46 \cdot 2000 \cdot 2,6 = 2393,75 \text{ kg/m}^2$$

## Изчисляване на натоварването от трафика

$$P_w = \frac{3 \cdot 30,000}{3 \cdot \pi \cdot 2,6^2} = 2,120 \text{ kg/m}^2$$

$$q = 2,393 + 2,120 = 4,513 \text{ kg/m}^2 = 0,4513 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_r = q \cdot 0,5 = 0,2256 \text{ kg/cm}^2$$

## Изчисляване на твърдостта на сечението на тръбата, Rt

$$R_t = \frac{2 \cdot 3,500 \cdot 1,4^3}{3 \cdot (40 - 1,4)^3} = 0,111$$

## Изчисляване на твърдостта на почвата, Re

$$R_e = 0,6 \cdot 1 \cdot 60 = 36 \text{ kg/m}^2$$

## Изчисляване на твърдостта на системата (почва - тръба), Rs

$$R_s = 0,111/36 = 0,0031$$

## Изчисляване на отклонението на тръбата $\Delta Dn$ и Def

$$L = \frac{0,083}{0,00031 + 0,066} = 1,201$$

$$\xi = -0.166 + 0.128 \cdot L = -0.012$$

$$\Delta Dn = \frac{0,2256 \cdot 40}{2 \cdot 0,111} \cdot (-0,012) = 0,488 \text{ cm}$$

$Def = \frac{0,488}{40} \cdot 100 = 1,22 \%$
--

# ЯКОСТ ПРИ НАДЛЪЖНО ОГЪВАНЕ НА ТРЪБИТЕ ПОД ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА ВЪНШНО ХИДРОСТАТИЧНО НАЛЯГАНЕ

Външното налягане, напр. на почвите и подземните води, създава сили на свиване около стената на тръбата. Когато силите на свиване по стените на

тръбата превишат определена граница, е възможно поради огъването на стената елипсоидно деформираната тръба да се смачка.

Теоретичната устойчивост на надлъжно огъване ( $P_b$ ) се изчислява по уравнение от типа:

$$P_b = \frac{24 \cdot E \cdot I}{(1 - \nu^2) \cdot D_m^3}$$

И тъй като

$$I = \frac{s^3}{12}$$

$$P_b = \frac{2 \cdot E}{(1 - \nu^2)} \left( \frac{s}{D_m} \right)^3$$

където

$P_b$  = натоварване с надлъжно огъване (kgf/cm<sup>2</sup>)

$E$  = модул на еластичност на материала на тръбата (kgf/cm<sup>2</sup>)

$s$  = дебелина на стената (cm)

$D_m$  = среден диаметър на тръбата (cm)

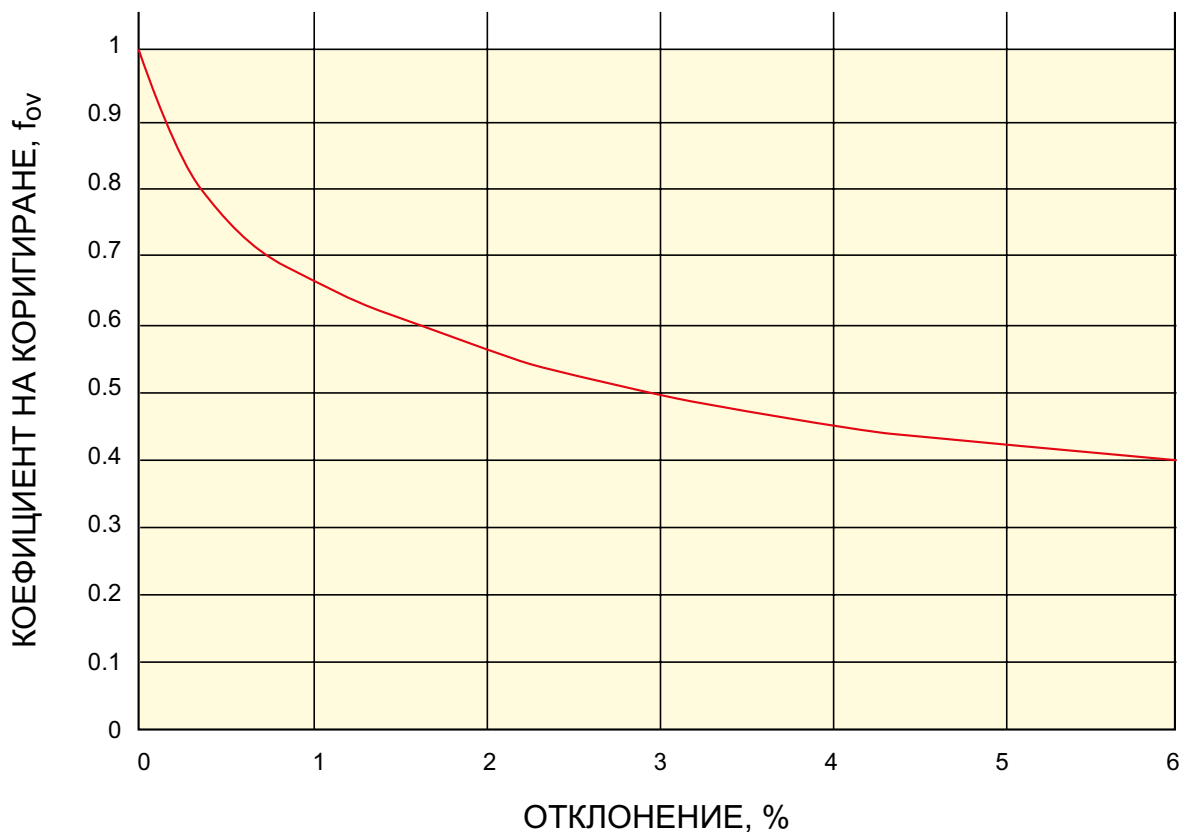
$\nu$  = коефициент на Поасон

Валидността на формулата зависи от еластичността и окръжността на тръбата. Ако тръбата е с отклонения и с

елипсоидна форма, то натоварването с надлъжно огъване  $P_b$  трябва да бъде коригирано с коефициент, чиято

стойност, според отклоненията на тръбата, се взема от *Диаграма 1*.

**ДИАГРАМА 1**

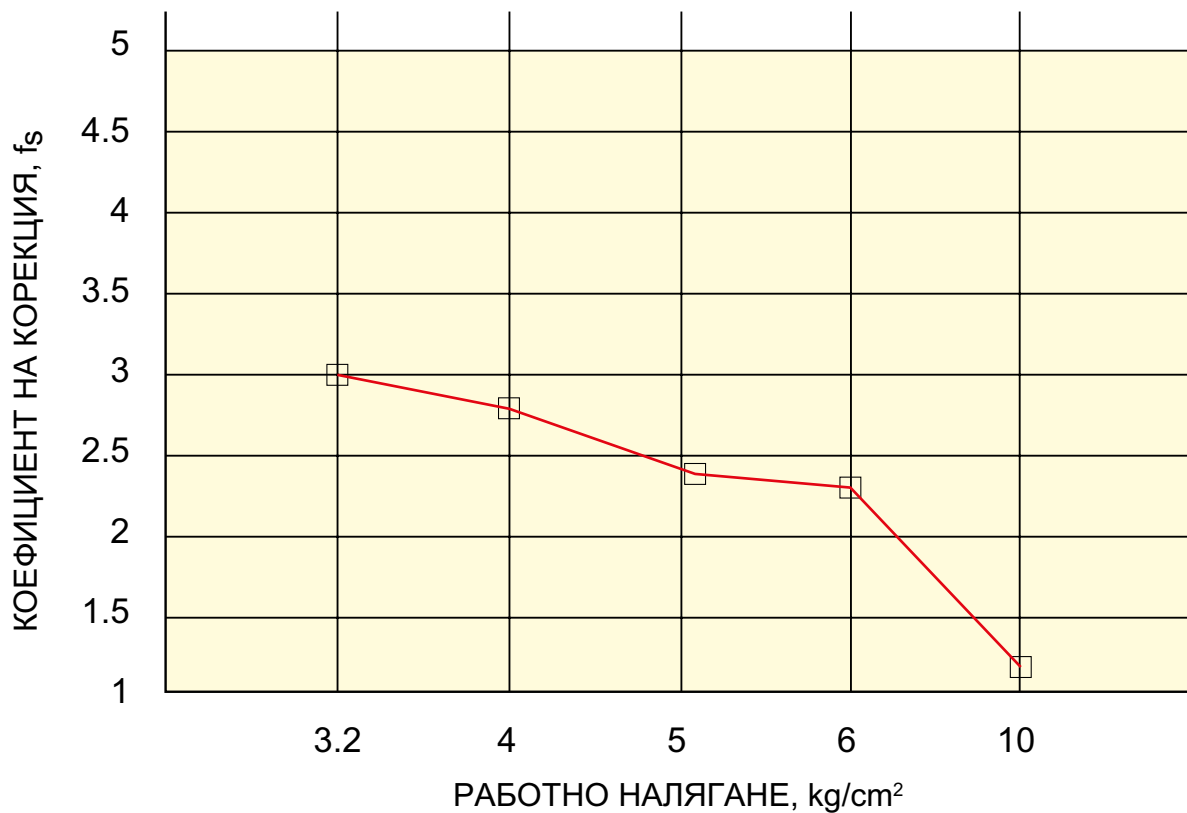


Когато тръбата се полага в земята, тя се опира на заобикалящата я почва. Ако земята е добре уплътнена и

има висок модул на еластичност, то опората на тръбата е значителна и трябва да се вземе предвид чрез из-

ползване на коефициента  $f_s$ , който се взема от *Диаграма 2* съобразно работното налягане на тръбата.

**ДИАГРАМА 2**



Ето защо при полагане на тръба в земята имаме:

$$P'_b = P_b \cdot f_{ov} \cdot f_s$$

Тръбите, потопени под вода на дълбочина  $H_w$ , са под въздействието на външно (хидростатично) налягане, определено чрез формулата:

$$P_w = \frac{\gamma_w \cdot H_w}{10,000}$$

където

$P_w$  = външното (хидростатично) налягане ( $kgf/m^2$ )

$\gamma_w$  = специфично тегло на водата ( $kgf/m^3$ )

$H_w$  = дълбочина на водата над тръбата (m)

С коефициент за безопасност ( $S = 2$ ) можем да изчислим максималната дълбочина ( $H_{wmax}$ ), при която тръбата може да работи надеждно.

$$H_{wmax} = \frac{10,000 \cdot P'_b}{2 \cdot \gamma}$$

# ТРАНСПОРТИРАНЕ И СЪХРАНЕНИЕ НА ПОЛИЕТИЛЕНОВИ ТРЪБИ

За да запазят техническите си свойства, полиетиленовите тръби трябва

да се ползват, транспортират и съхраняват съобразно следните инструк-

ции.

## А. ТРАНСПОРТИРАНЕ

-Тръбите трябва да се транспортират с подходящи превозни средства с гладка товарна повърхност, която не позволява увреждането им.

-Тръбите не трябва да бъдат влаче-

ни по повърхностите на превозното средство, трябва да бъдат натоварвани правилно, поставяни една върху друга върху равни повърхности, и разтоварвани. Ако стената на тръбата

има драскотина, дълбока 10% от дебелината на стената, се препоръчва замяна на съответната част.

## Б. СЪХРАНЕНИЕ

-По време на съхранение тръбите не трябва да се огъват или увреждат. Такива проблеми са възможни, ако тръбите не са подредени правилно и до определена височина. Тръбите не трябва да се нареждат прави и една върху друга на височина над 1.5 м, като площите за съхраняване трябва

да бъдат равни, без камъни и други остри предмети по цялата дължина на тръбата. Ако тръбите са произведени с неразделни фитинги, последните трябва да стърчат.

-Тръбите с различни диаметри трябва да се съхраняват отделно. Ако това не е възможно, тръбите с по-голям диа-

метър трябва да се съхраняват най-отдолу в пакета.

При съхранение за дълго време тръбите, навити на спирала, трябва да се съхраняват в хоризонтално положение.

# МОНТАЖ НА ПОЛИЕТИЛЕНОВИТЕ ТРЪБИ

## А. ПОДЗЕМНИ МРЕЖИ

В сравнение с конвенционалните, полиетиленовите тръби могат да бъдат полагани в канавки с по-малки размери. Дългите, челно заварени или спо-

ени тръби, свързвани над земята, могат да се полагат в тесни изкопи, след като бъдат оставени да се охладят. По принцип размерите на каналите се

определят според диаметъра на тръбите, метода на свързване и типа на почвата.

Дълбочината на изкопа трябва да превишава:

- 50 см за пътища без трафик;
- 60 см за пътища със слаб трафик;
- 80 см за пътища с нормален или натоварен трафик.

Ширината на изкопа може да бъде възможно най-малка, но не по-малка от диаметъра на тръбата плюс 20 см, за да позволи правилно утъпкване на страничния запълващ материал и правилно разпределение на нато-

варването на пръстта върху тръбата. Дъното на изкопа трябва да бъде равномерно и без камъни и други остри и твърди предмети. Необходимо е да се покрива със слой пясък с дълбочина 10-15 см (подложен слой), който осигу-

рява равномерна опора на положената полиетиленова тръба. Ако не съдържа камъни, изкопаната пръст може да бъде използвана като страничен материал и за запълване.

## Б. НАДЗЕМНИ МРЕЖИ

Използването за надземни мрежи позволява оползотворяване на присъщите свойства и характеристики на материала, като съпротивление на влошаване от слънчевата светлина, добра устойчивост на удари дори при ниски температури, голяма гъвкавост

и др. Основните предпазни мерки в случая са:

-Защита от прегряване. Тръбопроводите не трябва да се полагат до котли, паропроводни линии и др. поради опасност от прегряване над допустимата стойност.

Осигуряване на опори за тръбопроводите през определени интервали, особено в частите с тежки фитинги (например кракове).



## В. ПОДВОДНИ МРЕЖИ

Решението за полагане под земята и отговорността за изпълнението на тази процедура зависят изцяло от подизпълнителя и, най-вече, от средствата, с които той разполага. Работното място трябва да бъде равно и в близост с брега. Ако тръбите се доставят навити на спирала, трябва да се осигури достатъчно свободно мяс-

то (най-малко 100 линейни метра) за развиването им.

Плътността на полиетилена е пониска от  $1 \text{ gr/cm}^3$ . По тази причина тръбите трябва да се полагат с допълнителни тежести (баласт), които да придържат тръбите неподвижни върху морското дъно. Тежестите се изготвят от бетон (армиран или не)

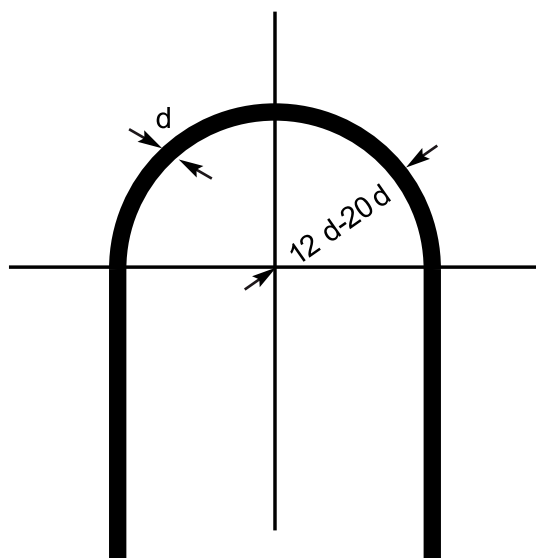
и могат да бъдат различни по форма. За предотвратяване увреждането на външните повърхности на тръбите от острите бетонни тежести, обикновено последните са осигурени с облицовка от мек материал (напр. полиетиленово фолио).

## Г. РАДИУС НА ОГЪВАНЕ

При нормални температури полиетиленовите тръби могат да се огъват до радиус  $R_s$ , равен на 12 - 20 пъти външния им диаметър (DIN 16933). Присъ-

щата гъвкавост на полиетиленовите тръби позволява при проектирането и изграждането на системата от тръбопроводи да се избегнат значителен

брой фитинги. В случай че тръбите се доставят навити на спирала или върху макари, трябва да бъдат огъвани в посоката на навивките.



# СЪЕДИНЯВАНЕ НА ПОЛИЕТИЛЕНОВИТЕ ТРЪБИ

## А. ЗАВАРЯВАНЕ

Полиетиленът може да се заварява. Заваряването е процес на термично сплавяване с нагряване до  $220^\circ\text{C}$  на повърхностите на кръговите отвори на съединяваните полиетиленови тръби до постигане на състояние на разтопеност на всяка контактна повърхност. След това двете повърхности се съединяват под контролиран натиск за определен период за охлаж-

дане и чрез съединяването на молекулите на двете тръби се получава хомогенна заварка.

-Местата на съединяване са устойчиви на осово налягане и под налягане здравината им е сравнима с тази на тръбата.

-Гъвкавостта на полиетиленовите тръби и на самата връзка позволяват на конструктора да съединява тръби-

те на земната повърхност, а след това да ги полага в изкопа, независимо от използваната технология за полагане. Непрекъснатостта и гладкостта на вътрешната повърхност на тръбите се запазват и не се увеличава коефициентът на грапавост ( $k$ ). Дори, ако е необходимо, ивицата, образувана вследствие заваряването, може да бъде отстранена с лекота.

## 1. ЧЕЛНО ТЕРМИЧНО СПЛАВЯВАНЕ

За челното заваряване на полиетиленовите тръби е необходима специална заваръчна машина с нагриваща плоча („огледало“) за нагриване на краищата на тръбата до точката на топене, които впоследствие се съединяват под налягане. Принципната последователност на заваръчната процедура е графично илюстрирана на Фигура 4.

-Краищата на тръбите, стегнати в заваръчната машина, се заглаждат с осигуреното за целта подравняващо устройство. В същото краищата на тръбите се проверят за съосие.

-Краищата на тръбите се притискат към нагриващия елемент с необходимото налягане  $P$  за изравняване до момента, в който съединяваните повърхности се стопят по цялата си обиколка и от външната и вътрешната страна на тръбите се образува ивица разтопен материал с височина 2 мм.

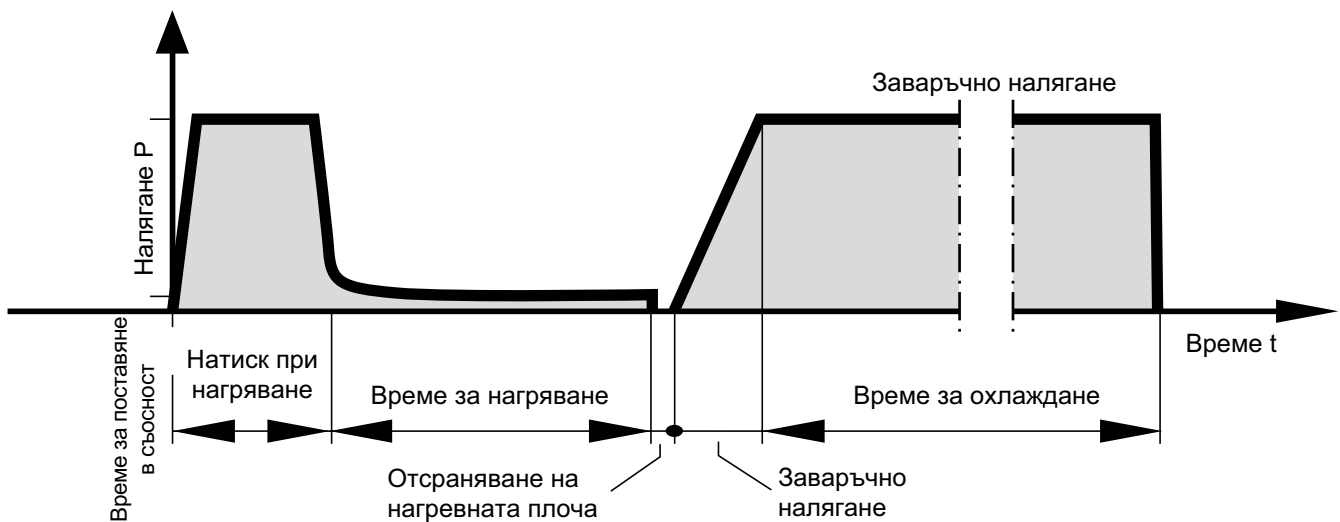
-Налягането за изравняване се намалява почти до нула и започва да тече времето на нагриване. Нагриването без натиск продължава до разтопяване на необходимата полиетиленова маса около заваряваната площ.

-Краищата на тръбите се освобожда-

ват от нагриващия елемент, който се сменя, без да докосва повърхностите за сплавяване и сплавяването, след което се извършва незабавно съединяване на тръбите при заваръчно налягане  $P$

-Заваръчното налягане  $P$  се поддържа през целия период на охлаждане.

Времето на охлаждане, налягането за нагриване и заваряване и височината на образуваната заваръчна ивица зависят от параметрите на заваряваните тръби (диаметър, дебелина на стената).



фигура 4

## 2. ЗАВАРЯВАНЕ ЧРЕЗ СТОПЯВАНЕ

При заваряване чрез стопяване се изисква специален агрегат за контролиране на заваряването, който изпраща топлинна енергия (прав ток) към специалния полиетиленов фитинг за стопяване.

Фитингът представлява съединяващо

приспособление с две гнезда с нагриващ елемент (реотан), оформен по повърхността за заваряване при точките на свързване. Когато двата подравнени края на тръбата се въведат в приспособлението и се подаде ток, топлината, генерирана в елемента,

споява присъединяваните повърхности. Времето за спояване и подаването на ток, които зависят от диаметъра и типа на фитинга, се регулират ръчно или автоматично от контролното табло.

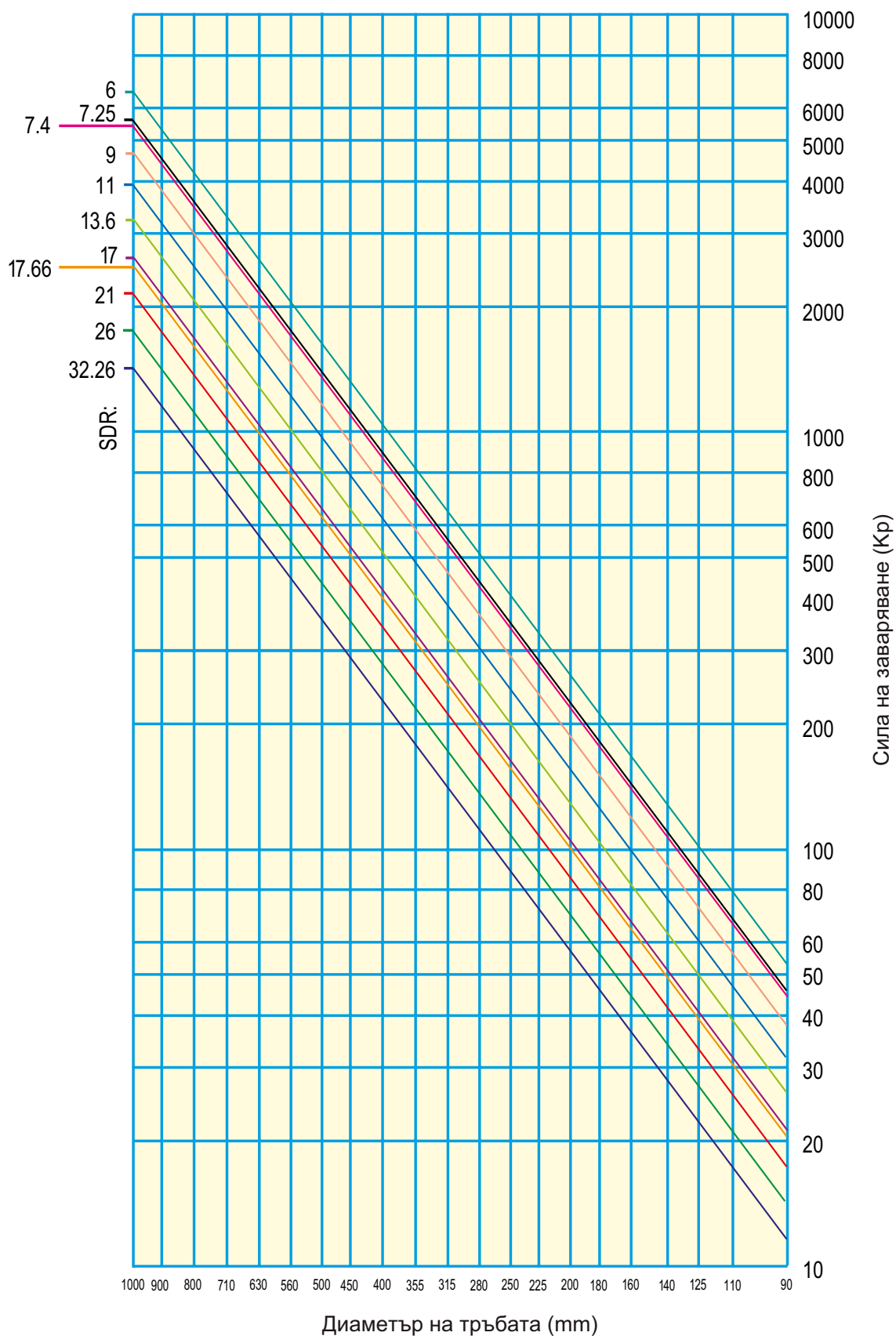
## Б. МЕХАНИЧНО СЪЕДИНЯВАНЕ

Механичното съединяване на полиетиленовите тръби се постига чрез подходящи механични фитинги. Те са изготвени от различни материали

(пластмасови и метални) и са два типа: -Фитинги за многократно ползване, които могат да бъдат снемани от тръбата и ползвани отново.

Трайно монтирани фитинги, които не могат да бъдат снемани от тръбата.

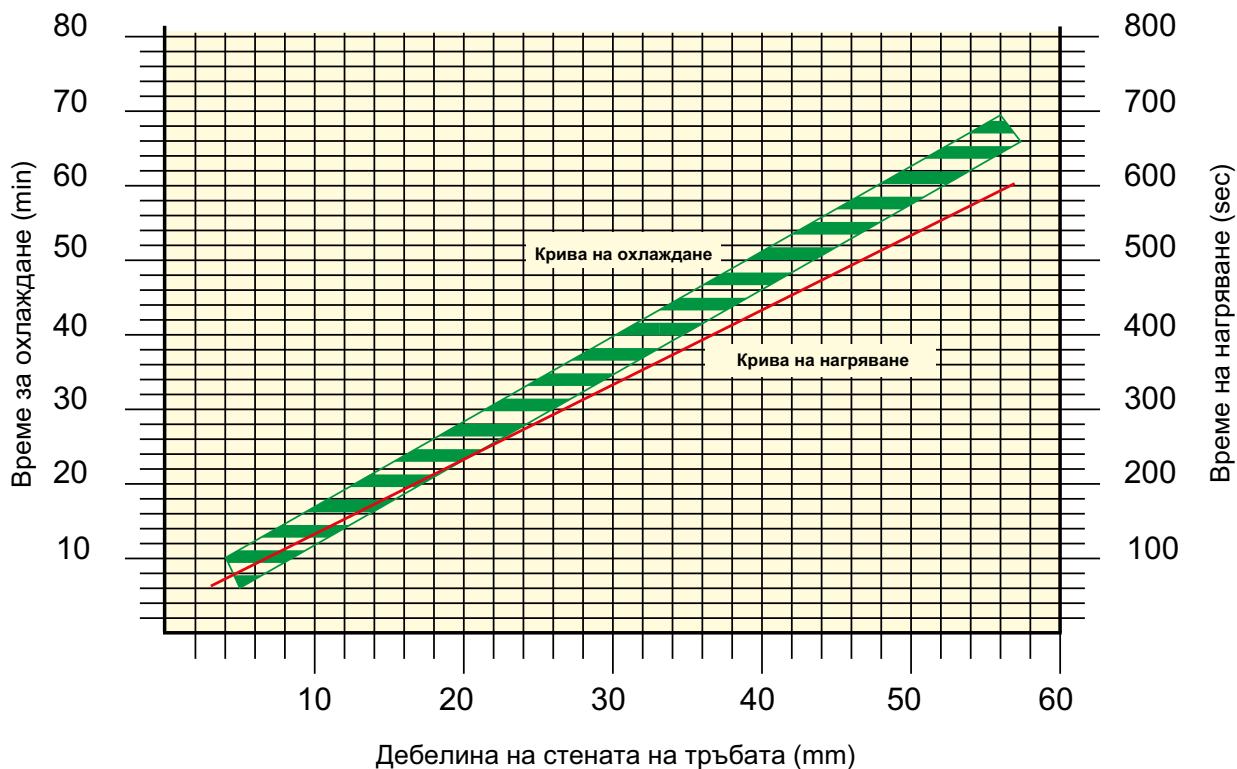
# ЧЕЛНО ЗАВАРЯВАНЕ СИЛА НА ЗАВАРЯВАНЕ (Kp)



Показания на манометъра (bar) = силата на заваряване/f\*

\*Коефициентът f обикновено се указва от производителя на машината, с обичайна стойност 1bar = fKp.

# ЧЕЛНО ЗАВАРЯВАНЕ: ВРЕМЕНА НА НАГРЯВАНЕ И ОХЛАЖДАНЕ



Отново общото време за челно заваряване се определя в значителна степен от времето за подготовка, т.е. времето, необходимо за:

- Захващане на тръбите
- Заравняване
- Осигуряване на съосие
- Почистване

Очевидно е, че правилно подготвената работна площадка и опитът на заварчиците имат значителна роля за определянето на общото време, необходимо за процедурата за челно заваряване.

*Бележка: Времето за охлаждане варира в зависимост от температурата на околната среда.*



■ Производство / Централен склад  
Ботевград; 2140, п.к. 65  
Ул. „Индустиална“ 3  
e-mail: [office.bg@pipelife.com](mailto:office.bg@pipelife.com)  
[www.pipelife.bg](http://www.pipelife.bg)

**PIPELIFE**   
always part of your life