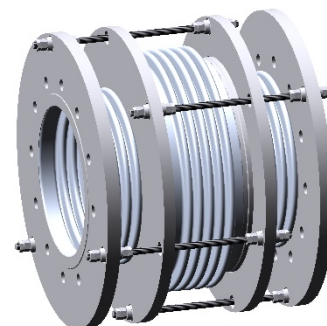
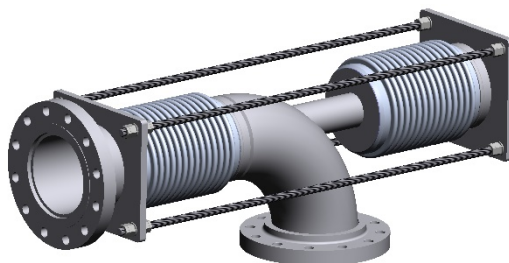
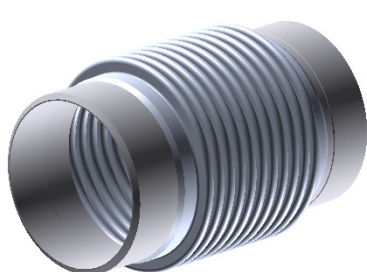


## Металеві сильфонні компенсатори

Огляд типів | 2019



  
**MADE IN ITALY**

**EMIFLEX**®

ТОВ НВП «Техприлад»

Україна, 04073, м. Київ, пров. Куренівський, 4/9

тел./факс: (044) 467-26-60 / 80 / 90

e-mail: [indvalves.sales@techprilad.com](mailto:indvalves.sales@techprilad.com)

[www.techprilad.com](http://www.techprilad.com)

## Компанія Emiflex S.p.A (Італія)



заснована в 1981 році і є одним зі світових лідерів в розробці та виробництві металевих сильфонних компенсаторів.

Компанія виробляє також гнучкі шланги з нержавіючої сталі для води та газу, гумові компенсатори та опори для трубопроводів. Виробництво виконується на двох заводах компанії, які розташовані в м. Варедо (Varedo), недалеко від Мілана та м. Сініскола (Sinscola) на о. Сардинія. Загальна площа виробничих приміщень складає 30 000м<sup>2</sup>, кількість працівників – 140 осіб.

Металеві сильфонні компенсатори виробляються згідно стандартів міжнародної асоціації EJMA (Expansion Joint Manufacturers Association). Всі компоненти компенсаторів виготовляються за власною технологією та за допомогою спеціальних верстатів власного виробництва.

Компанія сертифікована на відповідність стандартам ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, а продукція виробляється відповідно до європейської директиви PED (Pressure equipment directive) 97/23/EC, категорія III, модуль B1+D.

Основні галузі промисловості, в яких застосовуються вироби компанії Emiflex S.p.A: хімія та нафтохімія, енергетика, целюлозо – паперова промисловість, цементні заводи, нафтові платформи, станції водоочищення, висотні будинки тощо



Компанія ТОВ НВП Техприлад співпрацює з виробником компанією Emiflex S.p.a з 2015 року. За цей час високоякісні компенсатори з номінальним діаметром до DN1500 були впроваджені в проекти реконструкції та нового будівництва підприємств України а саме: ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» трубопровід подачі коксового газу на бензолловий скруббер, МК «Азовсталь» трубопровід холодного дуття, ПАТ "Кіровоградолія" ТЕЦ, Олійноекстракційний завод, с.Адамполь та інші.



Довготривалий досвід компанії та ряд запатентованих технічних рішень дозволили компанії Emiflex S.p.A виробляти сильфонні компенсатори з підвищеними показниками надійності, ресурсу та безпеки, навіть для особливо складних та специфічних умов експлуатації.



## Вступ

1. ОГЛЯД ТИПІВ .....	4
2. ТИП КОМПЕНСАТОРІВ .....	5
3. ВИБІР КОМПЕСАТОРА .....	6
4. МОНТАЖ .....	10

## 1. Огляд типів

Компанія «Еміфлекс» виробляє наступні типи компенсаторів:

- **ОСЬОВІ**
- **КУТОВІ**
- **КАРДАННІ**
- **ЗСУВНІ**
- **СФЕРИЧНІ**
- **УНІВЕРСАЛЬНІ**
- **ЗБАЛАНСОВАНІ ТИСКОМ**
- **МОНТАЖНІ**

**ОСЬОВІ КОМПЕНСАТОРИ** складаються з сильфона і фланцевів або приварних патрубків. Дані компенсатори поглинають осьові переміщення і повинні бути встановлені між двома нерухомими опорами.

**КУТОВІ КОМПЕНСАТОРИ** складаються з сильфона та має з'єднання, що працюють як шарніри. Дані пристосування дозволяють компенсатору згинатись в одній площині і допомагають витримувати зусилля від внутрішнього тиску на сильфон.

**КАРДАННІ КОМПЕНСАТОРИ** мають декілька шарнірів. Даний тип компенсатора може згинатися в двох площинах.

**ЗСУВНІ КОМПЕНСАТОРИ** складаються з двох сильфонів, з'єднаних відрізком труби. Дана труба з'єднана з приєднувальними патрубками за допомоги стрижнів. Ці стрижні сприймають зусилля від внутрішнього тиску сильфону.

**СФЕРИЧНИЙ КОМПЕНСАТОР** відрізняється від стандартного зсувного компенсатора тим, що стрижні закріплені до фланців за допомогою сферичного пристосування. В даному випадку переміщення можливе в різних площинах.

**УНІВЕРСАЛЬНИЙ КОМПЕНСАТОР** складається з двох сильфонів, які з'єднані нерухомою частиною. Цей компенсатор дозволяє компенсувати зсувні або комбіновано осьові і зсувні переміщення.










**ЗБАЛАНСОВАНИЙ ТИСКОМ КОМПЕНСАТОР** може бути виготовлений як в осьовій так і в універсальній версії. Основною особливістю даного виду компенсаторів являється те, що він балансує тиск всередині труби на якій він встановлений і не створює додаткові навантаження на нерухомі опори.

**МОНТАЖНИЙ КОМПЕНСАТОР** дозволяє швидко демонтувати і монтувати обладнання, встановлене на трубопроводі, наприклад засувки. Шляхом приєднання гайки до стрижнів досягається тиск металевго сильфона монтажного компенсатора, що дозволяє швидко монтувати/демонтувати обладнання.

Компенсатори Еміфлекс мають діаметр від Ду15 до Ду3600, розраховані на тиск від PN2,5 до PN150 та мають або фланцеве, або приварне з'єднання (патрубки).

Діаметр і тиск можуть бути збільшені за запитом клієнта.

## 2. ТИП КОМПЕНСАТОРІВ

ОСЬОВИЙ КОМПЕНСАТОР	КУТОВИЙ КОМПЕНСАТОР
	
КАРДАНИЙ КОМПЕНСАТОР	ЗСУВНИЙ КОМПЕНСАТОР
	
СФЕРИЧНИЙ КОМПЕНСАТОР	УНІВЕРСАЛЬНИЙ КОМПЕНСАТОР
	
ЗБАЛАНОВАНИЙ ТИСКОМ КОМПЕНСАТОР	РОЗВАНТАЖЕНИЙ КОМПЕНСАТОР З ВІДВЕДЕННЯМ
	
МОНТАЖНИЙ КОМПЕНСАТОР	
	



### 3. ВИБІР КОМПЕСАТОРА

#### СИЛЬФОН - НОМІНАЛЬНЕ ЗНАЧЕННЯ ТИСКУ

Стандартні сильфонні компенсатори спроектовані і класифіковані за номінальним тиском **PN**, який може бути робочим тиском при кімнатній температурі (20°C), Так як більш висока температура знижує опір матеріал, відповідно при збільшенні температури робочого середовища всередині компенсатора зменшується тиск, який витримує компенсатор.

#### Корегування розрахункового тиску

Зменшення тиску може бути розраховане за допомогою коефіцієнту зниження тиску **KP** за такою формулою:

$$KP = S_{ah} / S_{ac} \quad , \text{де:}$$

$$S_{ah} = \text{тиск при заданій температурі } T, ^\circ\text{C [МПа]}$$

$$S_{ac} = \text{тиск при температурі } 20 ^\circ\text{C [Мпа]}$$

При виборі компенсатору за заданим тиском треба брати до уваги наступне корегування :

$$PC (\text{заданий тиск}) = PN \cdot KP, \text{де}$$

$$PN - \text{номінальний тиск компенсатору}$$

$$KP - \text{коефіцієнт корегування (Таблиця А на стр. 7)}$$

При виборі номінального тиску компенсатора необхідно перевірити виконання умови :

$$PN \geq PC$$

#### Коригування розрахункового робочого ходу компенсатора в залежності від температури

Вплив температури на величину робочого ходу компенсатора виконується співвідношенням:

$$CN = C / Kc, \text{де:}$$

$$CN - \text{скорегований робочий хід компенсатора (мм),}$$

$$C - \text{осьовий хід компенсатора при } 20 ^\circ\text{C (мм),}$$

$$Kc - \text{коефіцієнт, який враховує зміну пружності матеріалу компенсатора при максимальній температурі робочого середовища (Таблиця А на стр. 7)}$$



Фланцевий осьовий компенсатор для когенераційної установки, що працюють на біогазі.



Осьовий розвантажений компенсатор Ду350 Ру 6.



Кутовий компенсатор DN200 PN150 для паропроводу.

## ТАБЛИЦА А

У таблиці А перераховані коефіцієнти коригування КР та КС для стандартного матеріалу AISI 321, розрахований з використанням значень модуля пружності Е і тиск при різних температурах, що впливають із стандартів ASME та EJMA

ТАБЛИЦА А					
T°		E	Sa	T°	
°C	°F	EJMA [MPa]	ASME VIII [MPa]	КР	КС
20	68	195.202	138	1,00	1,00
40	104	193.686	138	1,00	1,01
60	140	192.158	138	1,00	1,02
80	176	190.631	138	1,00	1,02
100	212	189.199	138	1,00	1,03
120	248	187.958	135.6	0,98	1,02
140	284	186.717	133.2	0,97	1,01
160	320	185.338	131.4	0,95	1,00
180	356	183.848	130.2	0,94	1,00
200	392	182.359	129	0,93	1,00
220	428	181.063	129	0,93	1,01
240	464	179.822	129	0,93	1,01
260	500	178.581	128.6	0,93	1,02
280	536	177.091	127.8	0,93	1,02
300	572	175.602	127	0,92	1,02
320	608	174.168	125.4	0,91	1,02
340	644	172.927	123.8	0,90	1,01
360	680	171.686	122.2	0,89	1,10
380	716	170.224	120.6	0,87	1,00
400	752	168.486	119	0,86	1,00
420	788	166.749	117.4	0,85	1,00
440	824	165.177	115.8	0,84	0,99
460	860	163.687	114.6	0,83	0,99
480	896	162.198	113.8	0,82	0,99
500	932	160.488	113	0,82	1,00
520	968	158.750	111.4	0,81	0,99
540	1.004	156.985	96.84	0,70	0,87
560	1.040	155.000	75.44	0,55	0,69
580	1.076	153.014	54.88	0,40	0,51
600	1.112	151.028	44.4	0,32	0,42
620	1.148	149.042	35.2	0,26	0,33
640	1.184	147.057	27.86	0,20	0,27
660	1.220	144.933	22.02	0,16	0,21
680	1.256	142.699	17.16	0,12	0,17
700	1.292	140.465	12.6	0,09	0,13
720	1.328	137.845	9.25	0,07	0,09
740	1.364	135.114	7.07	0,05	0,07
760	1.400	132.384	5.46	0,04	0,06
780	1.436	129.649	4.05	0,03	0,04
800	1.472	126.919	2.77	0,02	0,03
820	1.508	124.188	1.85	0,01	0,02

## ТАБЛИЦА В

Таблиця демонструє корегування тиску (PS) компенсатора, в залежності від максимальної робочої температури (TS) та номінального тиску (PN)

ТАБЛИЦА Б						
TS, °C	Максимальное расчетное давление PS [бар]					
20	2,50	6,00	10,00	16,00	25,00	40,00
40	2,50	6,00	10,00	16,00	25,00	40,00
50	2,50	6,00	10,00	16,00	25,00	40,00
60	2,50	6,00	10,00	16,00	25,00	40,00
70	2,50	6,00	10,00	16,00	25,00	40,00
80	2,50	6,00	10,00	16,00	25,00	40,00
90	2,50	6,00	10,00	16,00	25,00	40,00
100	2,50	6,00	10,00	16,00	25,00	40,00
110	2,48	5,95	9,91	15,86	24,78	39,65
120	2,46	5,90	9,83	15,72	24,57	39,30
130	2,43	5,84	9,74	15,58	24,35	38,96
140	2,41	5,79	9,65	15,44	24,13	38,91
150	2,39	5,74	9,57	15,30	23,91	38,26
160	2,38	5,71	9,52	15,23	23,80	38,09
170	2,37	5,69	9,48	15,17	23,70	37,91
180	2,36	5,66	9,43	15,10	23,59	37,74
190	2,35	5,63	9,39	15,03	23,48	37,57
200	2,34	5,61	9,35	14,96	23,37	37,39
210	2,34	5,61	9,35	14,96	23,37	37,39
220	2,34	5,61	9,35	14,96	23,37	37,39
230	2,34	5,61	9,35	14,96	23,37	37,39
240	2,34	5,61	9,35	14,96	23,37	37,39
250	2,34	5,61	9,35	14,96	23,37	37,39
260	2,33	5,59	9,32	14,91	23,30	37,28
270	2,32	5,57	9,29	14,86	23,22	37,16
280	2,32	5,56	9,26	14,82	23,15	37,04
290	2,31	5,54	9,23	14,77	23,08	36,93
300	2,30	5,52	9,20	14,72	23,01	36,81
310	2,29	5,49	9,14	14,63	22,86	36,58
320	2,27	5,45	9,09	14,54	22,72	36,35
330	2,26	5,42	9,03	14,45	22,57	36,12
340	2,24	5,38	8,97	14,35	22,43	35,88
350	2,23	5,35	8,91	14,26	22,28	35,65
360	2,21	5,31	8,86	14,17	22,14	35,42

Примітка :

Максимальний тиск (PS) в залежності від максимальної робочої температури (TS) та номінального тиску (PN) для компенсатора з матеріалами силфону з нержавіючої сталі AISI 321 та патрубку /фланця з вуглецевої сталі

## ВИБІР КОМПЕСАТОРА

### ЗУСИЛЛЯ В СИЛЬФОННОМУ КОМПЕНСАТОРІ

#### ЖОРСТКІСТЬ КОМПЕНСАТОРА

Гнучкий елемент – сильфон реагує на переміщення, як пружина, під діями сил стискається та розтягується. За гнучкість сильфону відповідає коефіцієнт жорсткості, який визначається відношенням зусилля, яке необхідне сильфону для стиснення або розтягування.

Таким чином

- якщо переміщення сильфону розтяг-стиск (осьовий сильфонний компенсатор), то розраховуємо осьову жорсткість [Н/мм],
- якщо переміщення сильфону кутове (кутовий сильфонний компенсатор), то розраховуємо кутову жорсткість [Н·м/рад]
- якщо рух сильфону боковий (боковий і універсальний компенсатор), то розраховуємо зсувну жорсткість [Н/мм]

У першому випадку стискання (розтягування) осьова сила, що діє уздовж осі, в другому випадку – крутний момент, в третьому випадку сила зсуву, що перпендикулярна деформації. Загальна пружна сила  $F$  сильфонів є відношення жорсткості  $R$  помножене на абсолютну деформацію  $C$ .

$$F [H] = R [H/мм] \cdot c [мм]$$

#### НАВАНТАЖЕННЯ СИЛЬФОНА НА ОПОРИ/ РОЗПІРНІ ЗУСИЛЛЯ

Існує основна теорія гідростатики, яку часто недооцінюють і навіть ігнорують.

При певних умовах всередині компенсатора за принципом поршня виникає тиск, який передається на нерухомі опори. Тиск  $p$  передає зусилля  $F$  на поршень циліндра  $m$ , що дорівнює  $F = P \cdot Am$ , яке і рухає поршень.

$$F [H] = P [МПа] \cdot Am [мм^2], \text{ де}$$

$Am$  – ефективна площа сильфону,  $мм^2$  (рис. 6)

Ця сила безпосередньо впливає на нерухомі опори, обмежують ділянку що компенсується, на якій розташовано осьовий або універсальний компенсатор (без обмежувальних стрижнів). Обмежувальні стрижні і шарніри поглинають розпірне зусилля (що виникає у кутових, карданних, сферичних, зсувних компенсаторах).

Якщо тиск  $P$  в бар, а ефективна площа  $Am$  в  $см^2$ , тоді:  

$$F [H] = 10 \cdot P \cdot Am$$



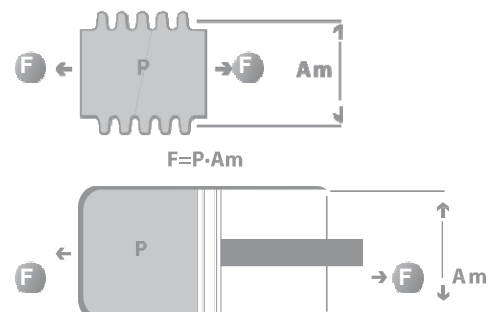
Розвантажений компенсатор з відводом DN450 PN2,5.

Рисунок 6

$Am$  = ефективна площа

$P$  = Тиск

$F$  = Зусилля





Якщо компенсатор встановлюється на трубопроводі, щоб компенсувати температурне розширення, то при його підборі потрібно дотримуватись наступних кроків:

#### **ВИЗНАЧИТИ МІСЦЕ РОЗТАШУВАННЯ ОСНОВНИХ ОПОР**

дослідити загальну аксонометрію, оцінити необхідність врахування впливу наступних компонентів: шунтів, зміни діаметрів трубопроводної арматури, зовнішніх захисних пристроїв, обладнання (насоси, турбіни, компресори). Відзначте точки установки нерухомих опор, щоб розділити трубопровід на частини (прямолінійні ділянки, L- і Z-образні участки ділянки трубопроводу, і т.д.).

#### **РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ**

Різницю в довжині  $\Delta L$  прямої ділянки трубопроводу від початкової довжини  $L$  під впливом різниці температур  $\Delta T = T^{\circ}\text{max} - T^{\circ}\text{min}$  розраховують по формулі:

$$\Delta L = eL, \text{ де}$$

$\Delta L$  = температурне подовження трубопроводу;  
 $e$  [мм/м] – коефіцієнт температурного розширення при  
 різниці температур  $\Delta T$   
 $L$  = [м] вихідна довжина  
 трубопроводу.

Коефіцієнт температурного подовження  $e$  для найбільш використовуваних матеріалів (вуглецева сталь и нержавіюча сталь) наведено в таблиці С.

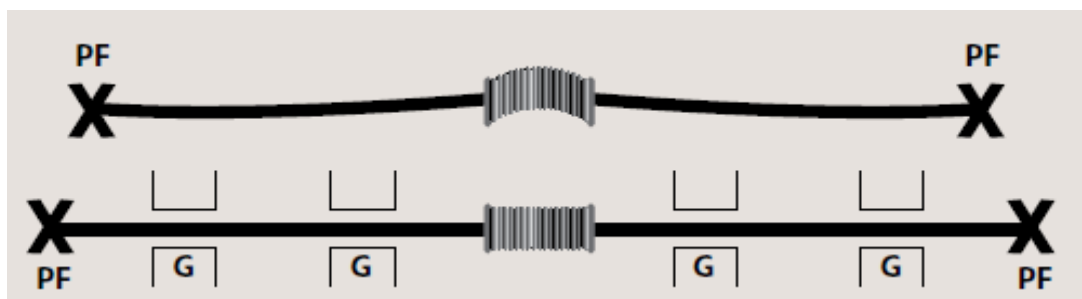
ТАБЛИЦЯ С											
T°		e		T°		e		T°		e	
°C	°F	Вуглецева сталь	Нержавіюча сталь 18Cr8Ni	°C	°F	Вуглецева сталь	Нержавіюча сталь 18Cr8Ni	°C	°F	Вуглецева сталь	Нержавіюча сталь 18Cr8Ni
-198	-325	-1,97	-3,21	140	284	1,4	2,02	500	932	6,80	8,80
-180	-292	-1,83	-2,97	160	320	1,6	2,36	520	968	7,12	9,20
-160	-256	-1,67	-2,70	180	356	1,9	2,72	540	1.004	7,45	9,61
-140	-220	-1,51	-2,42	200	392	2,1	3,09	560	1.040	7,79	10,02
-120	-184	-1,45	-2,15	220	428	2,4	3,44	580	1.076	8,13	10,42
-100	-148	-1,19	-1,87	240	464	2,7	3,81	600	1.112	8,47	10,84
-80	-112	-1,02	-1,56	260	500	3,0	4,17	620	1.148	8,79	11,24
-60	-76	-0,84	-1,26	280	536	3,3	4,54	640	1.184	9,10	11,65
-40	-40	-0,65	-0,95	300	572	3,6	4,91	660	1.220	9,43	12,06
-20	-4	-0,43	-0,63	320	608	3,9	5,28	680	1.256	9,77	12,46
0	32	-0,22	-0,32	340	644	4,2	5,66	700	1.292	10,11	12,88
20	68	-0,01	-0,02	360	680	4,5	6,03	720	1.328	10,44	13,28
21.1	70	0	0	380	716	4,8	6,42	740	1.364	10,78	13,69
40	104	0,2	0,32	400	752	5,1	6,81	760	1.400	-	14,10
60	140	0,4	0,66	420	788	5,4	7,20	780	1.436	-	14,56
80	176	0,6	0,99	440	824	5,8	7,59	800	1.472	-	15,03
100	212	0,9	1,33	460	860	6,1	7,99	-	-	-	-
120	248	1,1	1,67	480	896	6,4	8,38	-	-	-	-

## 4. МОНТАЖ

### ЗАГАЛЬНІ ЗАСТЕРЕЖЕННЯ

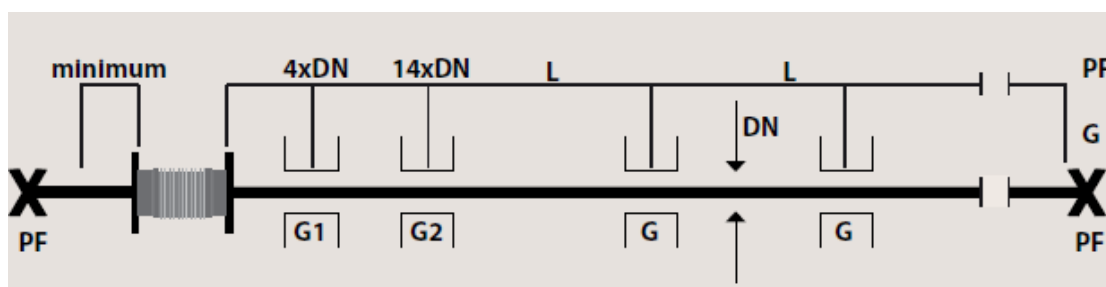
- Під час установки компенсатора необхідно бути обережним, щоб не пошкодити сильфон. Якщо компенсатор зберігався перед встановленням, необхідно переконавшись, що всередині гофр не має сторонніх предметів. Необхідно переконавшись, що компенсатор не контактував з залізом чи металевий пил, щоб виключити можливість виникнення іржі.
- Компенсатори мають певні типорозміри і технічні характеристики, які вказані в каталозі. Перевірте, щоб розрахункове розширення, яке має поглинати компенсатор не перевищувало даних зазначених в каталозі.
- Приваривши компенсатор до трубопроводу, необхідно забезпечити захист сильфона (в тому числі і від іскор зварювання).
- Неправильна установка скорочує термін експлуатації компенсатора, а також знижує опір тиску робочого середовища.
- Якщо трубопровід встановлений горизонтально, необхідно встановити додаткові осьові опори, можливо ковзаючі опори, щоб уникнути додаткового навантаження і напруги в трубопроводі через вагу; щоб уникнути цієї проблеми, ми рекомендуємо використовувати роликові опори.
- Перед обпресуванням трубопровідної системи, переконайтесь в правильності установки необхідних направляючих і нерухомих опор;
- Під час і після обпресування трубопроводу ретельно перевірте його від початку до кінця, щоб переконавшись, що не має деформацій і зміщення нерухомих і направляючих опор.
- Перевірте, що у трубопроводі не може виникнути гідравлічний удар. Гідравлічний удар може деформувати сильфон компенсатора і вивести його з ладу. Якщо існує можливість виникнення гідравлічного удару, то необхідно встановити обладнання для захисту від гідравлічного удару.
- Якщо не передбачалось замовлення спеціального виконання, компенсатор у стандартному виконанні не підходить для транспортування кисню. Обезжирення – додаткова опція, вказується перед замовленням.

Рисунок 7



PF – фіксована опора

Рисунок 8



G- направляющая опора

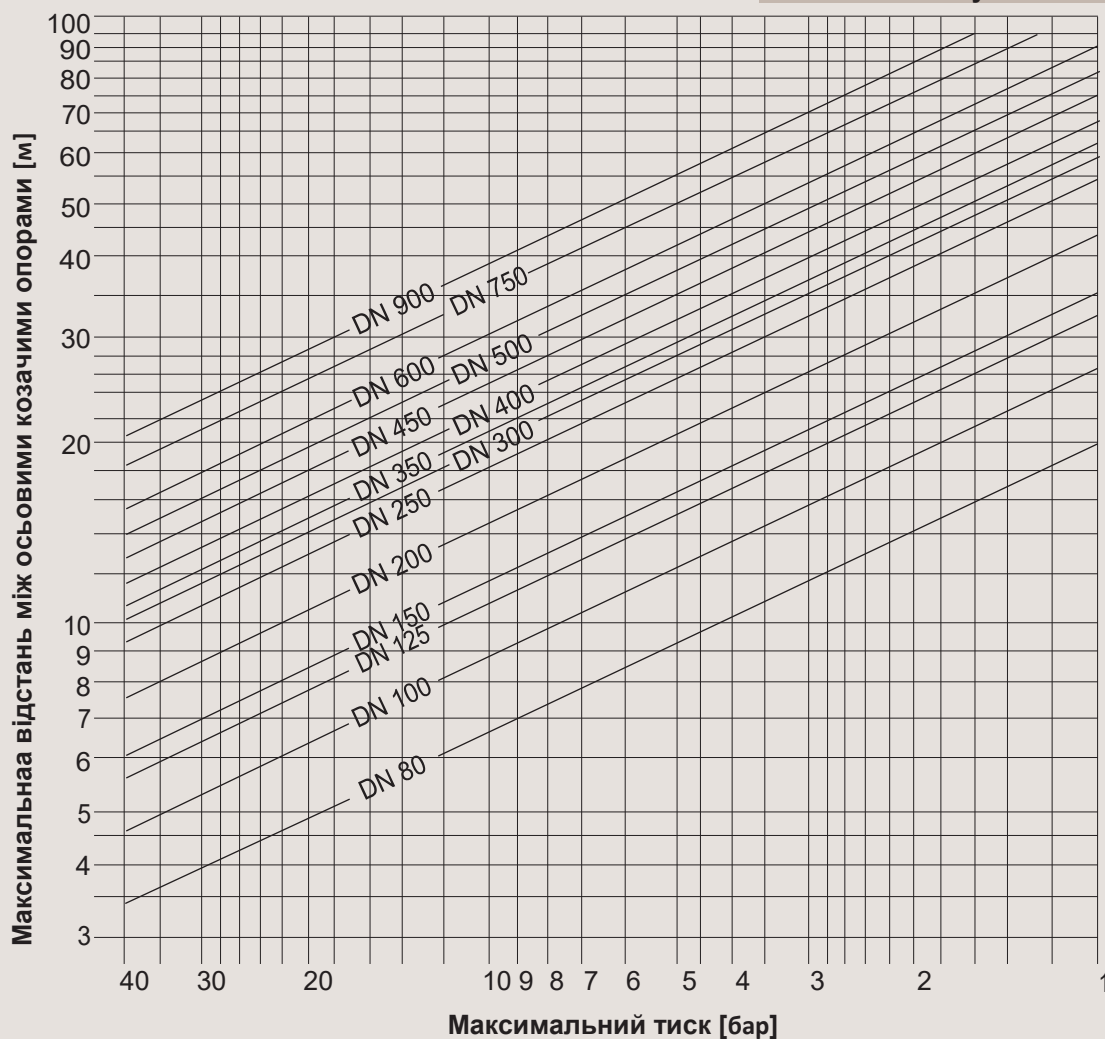
## МОНТАЖ

Вибір типу компенсатора залежить від особливостей трубопроводу між двома нерухомими опорами. Таким чином, необхідно враховувати наступні аспекти:

### ОСЬОВИЙ КОМПЕНСАТОР

Осьовий компенсатор може поглинати тільки осьовий рух. Між двома нерухомими опорами може бути встановлений тільки один компенсатор. Таким чином, якщо пряма ділянка досить довгий, то для компенсації теплового розширення може знадобитись більше одного компенсатора. Для цього необхідно розділити ділянку на кілька менш довгих. Додаючи проміжні нерухомі опори таким чином, щоб між двома точками опори знаходився один компенсатор. Найкраще встановлювати компенсатор якомога ближче до нерухомої опори. Таким чином, один з його патрубків виявляється в фіксованому положенні, що збільшує стійкість компенсатора. Більш того, необхідно обов'язково встановлювати направляючі і ковзаючі опори, щоб гарантувати безаварійну роботу компенсатора. Це необхідно для того, щоб компенсатор правильно працював (див. Рисунок 7). З цією метою перша і друга направляючі опори повинні розташовуватись на певній відстані один від одного відповідно до інструкцій на рисунку 8. Максимальна відстань  $L$  для наступних ковзаючі опор зазначено в діаграмі на рисунку 9. Данні взяті зі стандарту E.J.M.A. (Американської Асоціації Виробників Компенсаторів), який застосовуються до трубопроводів з вуглецевої сталі.

Рисунок 9



## МОНТАЖ

Через особливості осьового компенсатора нерухомі опори, які утримують його, повинні бути правильно розраховані, щоб витримати зусилля, викликані:

- Розпірним зусиллям сильфона компенсатора
- Стисненням/розтягуванням компенсатора через температурне розширення труб
- Тертям в направляючих опорах при переміщенні (виникає під дією ваги трубопроводу)
- Динамічною дією внутрішнього в разі, якщо нерухомі опори розташовані близько вигину трубопроводу
- Будь-якими зовнішніми навантаженнями

Проміжні нерухомі опори повинні бути необхідного розміру. Вони повинні витримувати результуюче зусилля, яке впливає з обох боків на дані нерухомі опори. Таким чином, тому що зусилля від лівої сторони компенсатора дорівнює і направлена протилежно зусиллю від правого кінця компенсатора, нерухомі опори повинні витримати:

- Сумарне зусилля, яке виникає при розтягуванні/стисненні ліворуч та праворуч від компенсатора
- Сумарну силу тертя, яка виникає при терті трубопроводів, що стискають ліворуч та праворуч

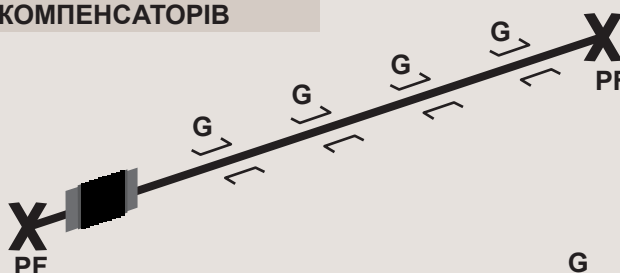
Якщо дві ділянки трубопроводу мають однаковий  $DN$  і  $\Delta L$ , однакову кількість направляючих осьових опор і на цих ділянках встановлені однакові компенсатори, то результативна сила від компенсаторів дорівнює нулю. Однак, для більшої надійності слід конструювати нерухомі опори таким чином, щоб вони могли витримати і силу стиснення і розтягу від кожного з компенсаторів.

### ЗАГАЛЬНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ:

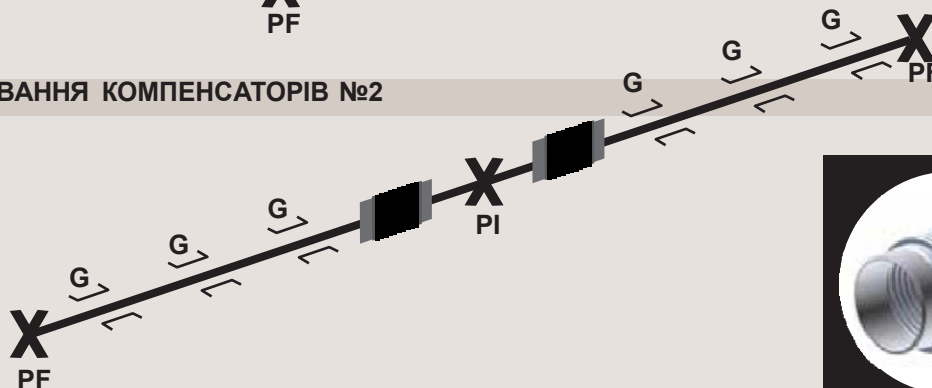
- Осьовий компенсатор повинен бути встановлений уздовж осі трубопроводу. На нього не повинні діяти сили, вектор яких перпендикулярний осі трубопроводу;
- Компенсатор повинен бути встановлений в нейтральному положенні і ніколи не повинен бути розтягнутий або стиснутий в момент монтажу;
- При монтажі нерухомих опор не перекручуйте до компенсатора

Рисунок 10

#### СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ ОСЬОВИХ КОМПЕНСАТОРІВ



#### СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ КОМПЕНСАТОРІВ №2





### КУТОВИЙ КОМПЕНСАТОР

Кутовий компенсатор складається з сільфона, якому дозволяють здійснювати кутові переміщення два шарнірних пристосування. Дані шарніри витримують розпірне зусилля сільфона.

Кутовий компенсатор може згинатись в площині, перпендикулярній осі, що з'єднує шарніри. Завжди необхідно встановлювати два кутових компенсатора. Трубопровідна система, оснащена кутовими компенсаторами, поглинає прямолінійні рухи трубопроводу, трансформуючи їх в кутові переміщення.

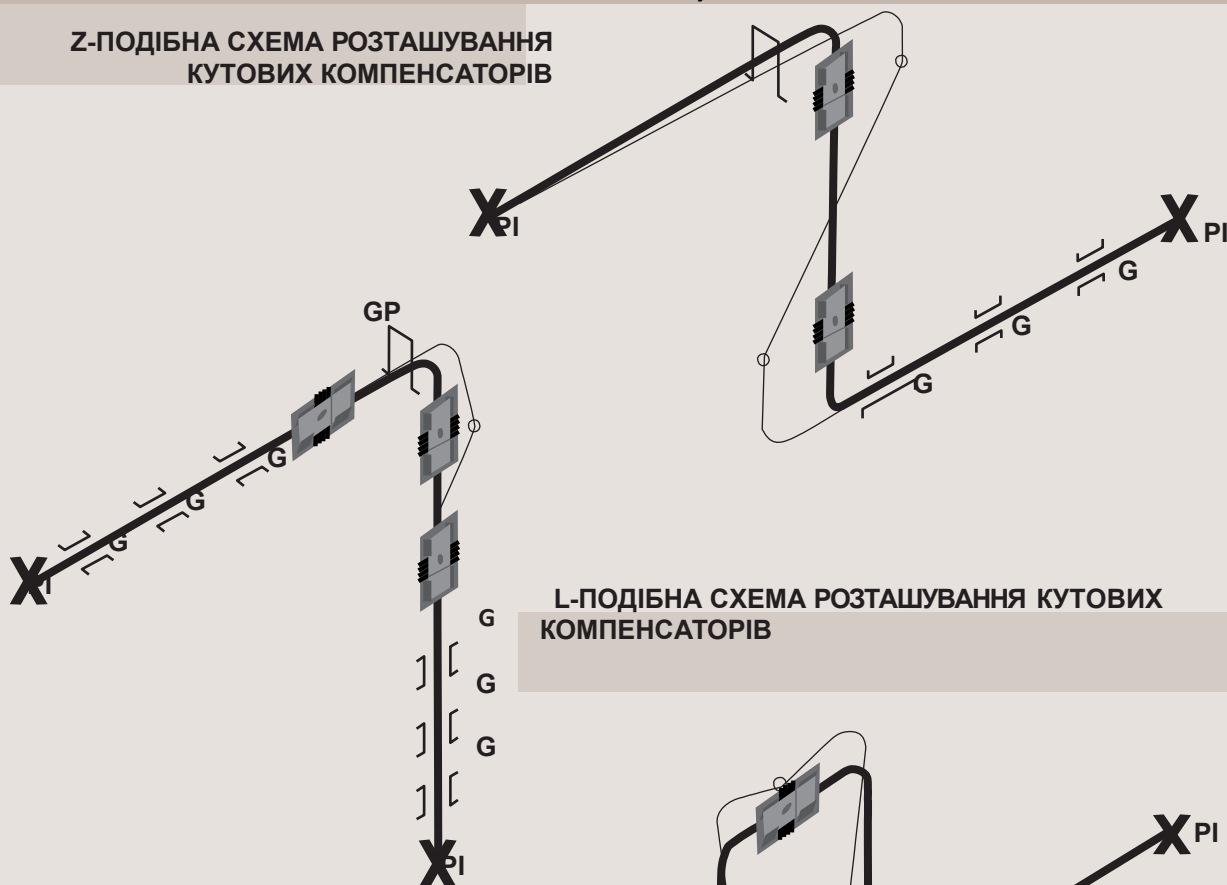
Кутові компенсатори повинні бути встановлені з урахуванням певних схем розташування:

**Z-подібна** (з двома кутовими компенсаторами), **L-подібна** (з 2-ма чи 3-ма кутовими компенсаторами), чи **U-подібна** (с 3-ма кутовими компенсаторами), див. Рисунок 11.

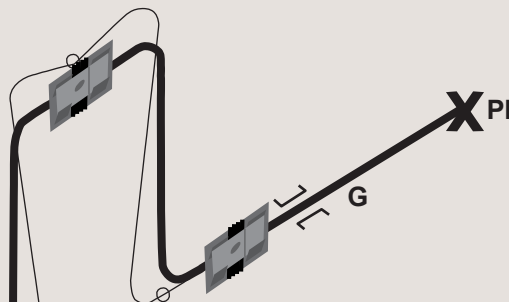
Вибір схеми розташування залежить від конфігурації ділянки труби.

Рисунок 11

#### Z-ПОДІБНА СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ КУТОВИХ КОМПЕНСАТОРІВ



#### L-ПОДІБНА СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ КУТОВИХ КОМПЕНСАТОРІВ



#### U-ПОДІБНА СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ КУТОВИХ КОМПЕНСАТОРІВ



При застосуванні кутового компенсатора розпірне зусилля від внутрішнього тиску повністю поглинається шарнірним з'єднанням, що означає, що сила, яка діє на нерухомі опори, складається з суми сил деформації компенсатора.

Проте, необхідно упевнитись, що нерухомі і направляючі опори правильно підібрані.

Якщо ви використовуєте систему з трьома компенсаторами, то необхідні осьові направляючі опори. Якщо ви використовуєте систему з двома компенсаторами, то направляюча опора повинна працювати в площині аналогічно до роботи зсувного компенсатора (див. Рисунок 12 и 13).

#### ЗАГАЛЬНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ:

- Незалежно від того, яку схему використовуєте, завжди дотримуйтесь певної відстані між точками обертання кутових компенсаторів. Фактично ця відстань впливає як на кутовий рух, який виникає в системі, так і на силу деформації.
- Переконайтесь, що осі стрижнів шарнірів компенсатора встановлені перпендикулярно площині, в якій відбувається переміщення частин компенсаторів.

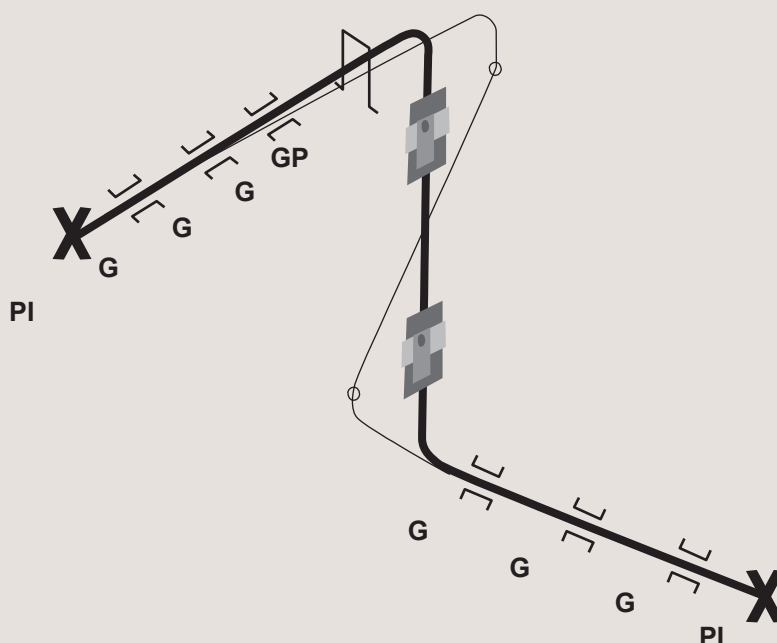
#### КАРДАННИЙ КОМПЕНСАТОР

Карданний компенсатор являє собою кутовий компенсатор з двома шарнірами, що дозволяє йому рухатись в різних напрямках. Даний компенсатор може здійснювати кутові переміщення в двох площинах. Також як і у випадку з простим кутовим компенсатором, карданний компенсатор компенсує розпірне зусилля від внутрішнього тиску середовища всередині компенсатора.

Карданні компенсатори також встановлюються парами.

Рисунок 12

#### СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ КАРДАННИХ КОМПЕНСАТОРІВ

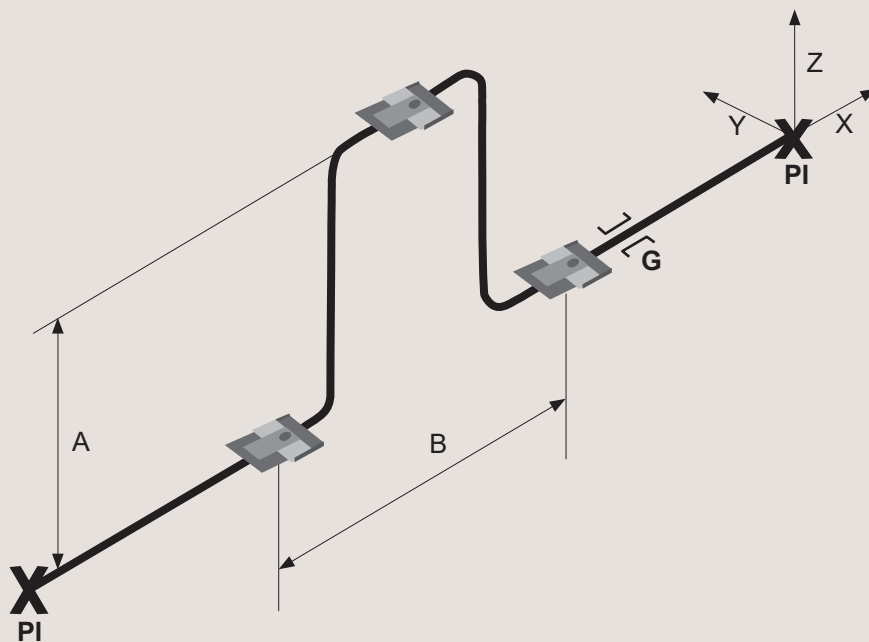


## АНТИСЕЙСМІЧНА СИСТЕМА

Даний тип в основному використовується як антисейсмічний компенсатор в будівлях, де є необхідність захистити трубопровід, особливо трубопроводи спринклерної системи від пошкодження під час сейсмічних рухів. Дана система дозволяє компенсувати переміщення у всіх напрямках. Зазвичай застосовується починаючи з DN40.

РИСУНОК 13

### СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ КАРДАННИХ КОМПЕНСАТОРІВ В АНТИСЕЙСМІЧНИХ СИСТЕМАХ



Py6						
Ду	*α max	ΔX	ΔY	ΔZ	A min	B min
40	23,5	50	50	50	236	841
	23,5	100	100	100	358	841
50	22,8	50	50	50	278	923
	22,8	100	100	100	404	923
65	19,5	50	50	50	337	965
	19,5	100	100	100	484	965
80	19	50	50	50	379	1069
	19	100	100	100	530	1069
100	15	50	50	50	496	1230
	15	100	100	100	687	1230
125	13,8	50	50	50	589	1398
	13,8	100	100	100	796	1398
150	14,4	50	50	50	656	1556
	14,4	100	100	100	855	1556
200	14	50	50	50	814	1843
	14	100	100	100	1019	1843
250	13,3	50	50	50	977	2214
	13,3	100	100	100	1193	2214
300	13	50	50	50	1135	2535
	13	100	100	100	1355	2535
350	10,5	50	50	50	1340	3234
	10,5	100	100	100	1684	3378
400	9,4	50	50	50	1524	3560
	9,4	100	100	100	1829	3560

\*α = кутовий хід

Py10						
Ду	*α max	ΔX	ΔY	ΔZ	A min	B min
40	16,1	50	50	50	292	841
	16,1	100	100	100	470	841
50	20,6	50	50	50	291	917
	20,6	100	100	100	431	917
65	15,5	50	50	50	375	977
	15,5	100	100	100	560	977
80	16,1	50	50	50	407	1055
	16,1	100	100	100	584	1055
100	15	50	50	50	496	1236
	15	100	100	100	687	1236
125	13	50	50	50	601	1406
	13	100	100	100	822	1406
150	11,8	50	50	50	700	1538
	11,8	100	100	100	943	1538
200	13,3	50	50	50	825	1845
	13,3	100	100	100	1040	1845
250	12,4	50	50	50	993	2214
	12,4	100	100	100	1224	2214
300	13,3	50	50	50	1130	2545
	13,3	100	100	100	1345	2545
350	9,15	50	50	50	1380	3272
	9,15	100	100	100	1765	3416
400	7,9	50	50	50	1582	3758
	7,9	100	100	100	1944	3758

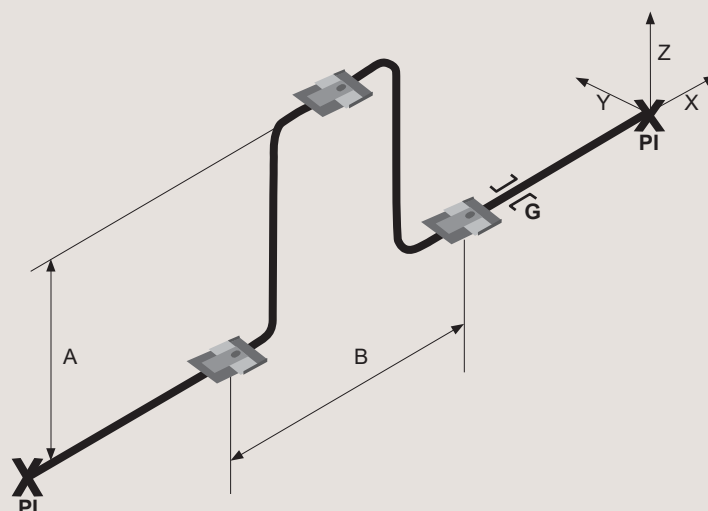
\*α = кутовий хід

РИСУНОК 13

## СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ КАРДАННИХ КОМПЕНСАТОРІВ В АНТИСЕЙСМІЧНИХ СИСТЕМАХ

Py16						
Ду	*α <sub>max</sub>	ΔX	ΔY	ΔZ	A min	B min
40	17,2	50	50	50	281	837
	17,2	100	100	100	448	837
50	16	50	50	50	331	877
	16	100	100	100	510	877
65	13,2	50	50	50	407	953
	13,2	100	100	100	624	953
80	12,4	50	50	50	460	1057
	12,4	100	100	100	691	1057
100	13,6	50	50	50	515	1274
	16,6	100	100	100	650	1274
125	10,8	50	50	50	646	1418
	10,8	100	100	100	911	1418
150	10,3	50	50	50	735	1568
	10,3	100	100	100	1013	1568
200	13,8	50	50	50	817	1855
	13,8	100	100	100	1025	1855
250	12,8	50	50	50	986	2224
	12,8	100	100	100	1210	2224
300	13,5	50	50	50	1127	2555
	13,5	100	100	100	1339	2555
350	9,4	50	50	50	1372	3554
	9,4	100	100	100	1748	3698
400	8,1	50	50	50	1573	3878
	8,1	100	100	100	1927	3878

\*α = угловой ход



Py25						
Ду	*α <sub>max</sub>	ΔX	ΔY	ΔZ	A min	B min
40	15,5	50	50	50	299	831
	15,5	100	100	100	484	831
50	12,4	50	50	50	383	879
	12,4	100	100	100	614	879
65	13,6	50	50	50	401	975
	13,6	100	100	100	612	975
80	11,8	50	50	50	471	1065
	11,8	100	100	100	714	1065
100	11	50	50	50	565	1282
	11	100	100	100	826	1282
125	10,8	50	50	50	646	1418
	10,8	100	100	100	911	1418
150	11	50	50	50	718	1622
	11	100	100	100	978	1622
200	14	50	50	50	814	1949
	14	100	100	100	1019	1949
250	14	50	50	50	967	2310
	14	100	100	100	1171	2310
300	9	50	50	50	1233	2617
	9	100	100	100	1551	2617
350	6,7	50	50	50	1494	3756
	6,7	100	100	100	1994	3900
400	5,8	50	50	50	1713	4100
	5,8	100	100	100	2207	4100

\*α = угловой ход

Py40						
Ду	*α <sub>max</sub>	ΔX	ΔY	ΔZ	A min	B min
40	15	50	50	50	305	831
	15	100	100	100	496	831
50	11	50	50	50	413	879
	11	100	100	100	673	879
65	13	50	50	50	411	975
	13	100	100	100	631	975
80	12,2	50	50	50	463	1085
	12,2	100	100	100	698	1085
100	11	50	50	50	565	1266
	11	100	100	100	826	1266
125	7,3	50	50	50	773	1400
	7,3	100	100	100	1166	1400
150	7,4	50	50	50	844	1604
	7,4	100	100	100	1231	1604
200	10,3	50	50	50	888	1967
	10,3	100	100	100	1166	1967
250	9,5	50	50	50	1064	2320
	9,5	100	100	100	1365	2320
300	7,1	50	50	50	1318	2757
	7,1	100	100	100	1721	2757
350	6,8	50	50	50	1488	3936
	6,8	100	100	100	1981	4080
400	5,9	50	50	50	1705	4540
	5,9	100	100	100	2190	4540

\*α = угловой ход

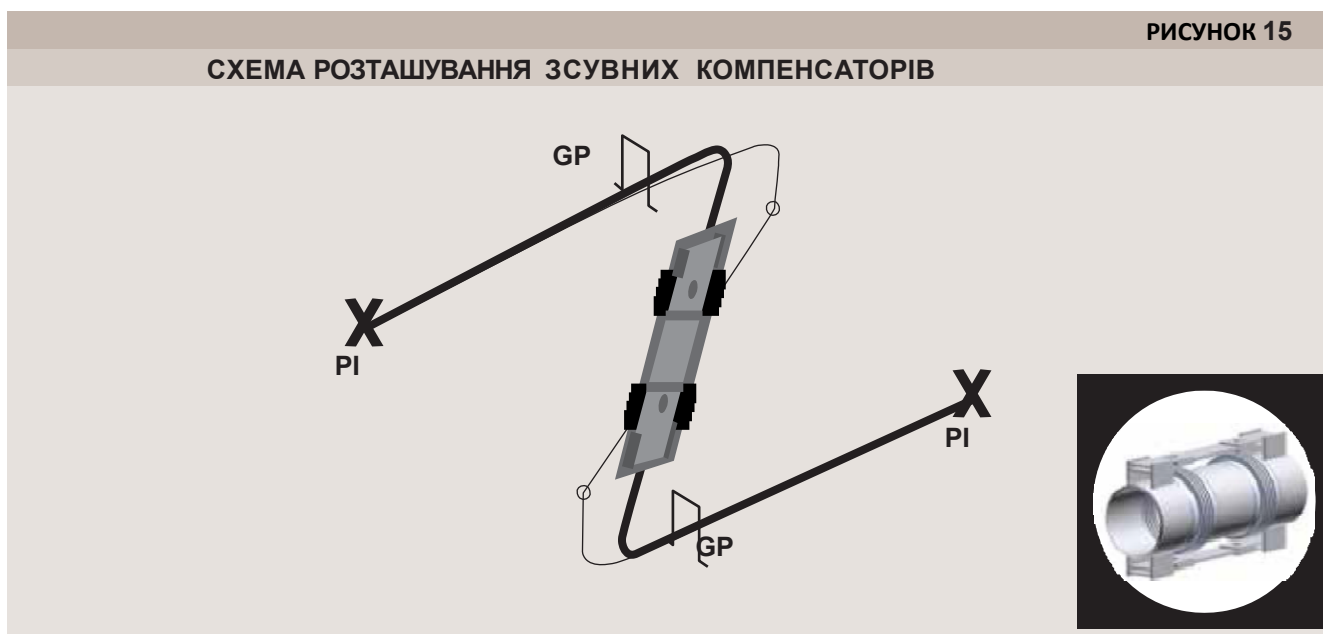


## ЗСУВНИЙ КОМПЕНСАТОР

Зсувний компенсатор має два сильфона, з'єднаних відрізком труби. Патрубки з'єднані між собою кріпленнями таким чином, щоб сприймати розпірне зусилля сильфона і забезпечити компенсатора роботу на зсув. Даний тип компенсатора здатний компенсувати різні зсувні переміщення середньої амплітуди, які відбуваються перпендикулярно осі компенсатора і по одній осі з точками обертання кріплень. Однак зсувний компенсатор може бути встановлений тільки в секції трубопроводу, що має **Z**-подібну чи **L**-образну конфігурацію (геометрично трубопровід повинен бути розташований в одній площині). Обидві нерухомі опори в даному випадку повинні бути розташовані як проміжні нерухомі опори, так як вони приймають:

- **Зусилля від стиснення чи розтягнення компенсатора**
- **Загальні сили тертя в опорах, що виникають через вагу трубопроводу.**

При установці направляючих опор необхідно в якості першої опори використовувати плоску опору, а не опору з хомутом, щоб дозволити трубопроводу згинатись під час роботи компенсатора. Типова схема установки див. Рисунок 15.



## СФЕРИЧНИЙ КОМПЕНСАТОР

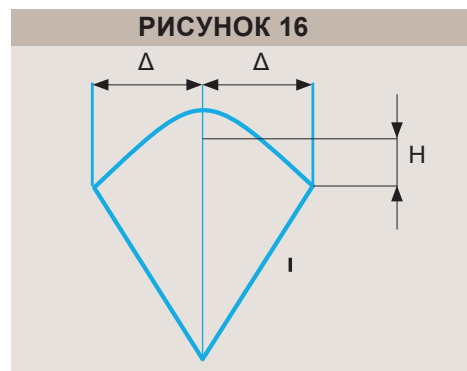
Сферичний компенсатор схожий на зсувний компенсатор, але відрізняється тим, що обмежувальні стрижні прикріплені до сферичного пристосування, а в зсувних компенсаторах використовується шарнір. Сферичний компенсатор може компенсувати рух в будь-якій площині.

Загальні заходи безпеки при використанні сферичних компенсаторів такі ж, як і заходи безпеки при використанні зсувних компенсаторів. Сферичні компенсатори можуть бути встановлені, якщо компенсаційна ділянка трубопроводу має вигин **Z**-образний чи **L**-образний конфігурації. Тиск в трубопроводі поглинається обмежувальними стрижнями компенсатора, тому нерухомі опори повинні витримувати зусилля зсуву компенсатора і враховувати силу тертя в ковзаючих і направляючих опорах. Деформаційна сила **F [N]**, яка потрібна для зсувного переміщення компенсатора **Δ[mm]**, розраховують по формулі:

$$F = Re \cdot \Delta$$

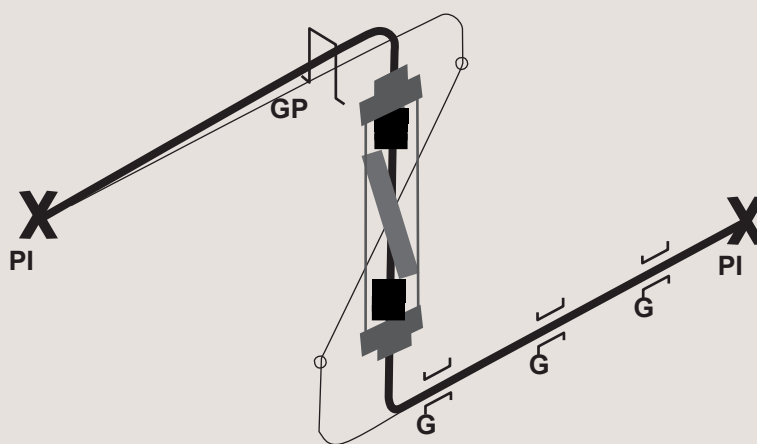
где **Re [N/mm]** – зсувна жорсткість компенсатора

Ділянка трубопроводу, яка піддається деформації зсуву, повинна згинатись з урахуванням певних правил: це означає, що : перша направляюча осьова опора повинна бути встановлена на певній відстані  $L$  від місця згину (див. рисунок 16). Вага труби повинна підтримуватись по всій довжині компенсуючої ділянки, а направляючі опори повинні забезпечувати, щоб подовження трубопроводу відбувалося по повздовжній осі труби. Найближчі до компенсатора направляючі опори повинні бути площинними, щоб забезпечувати можливість зсуву, принцип якого показаний на малюнку 17.



МАЛЮНОК 17

### СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ СФЕРИЧНИХ КОМПЕНСАТОРІВ

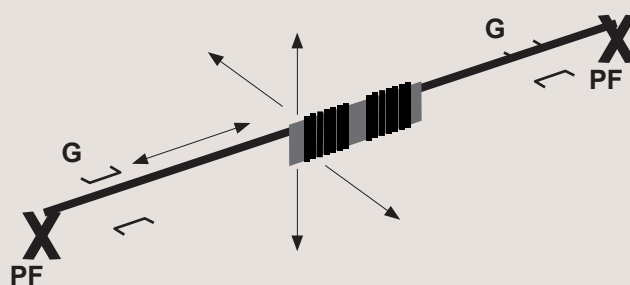


### УНІВЕРСАЛЬНИЙ КОМПЕНСАТОР

Універсальний компенсатор складається з двох сильфонів, які з'єднані ділянкою труби, що дозволяє компенсувати осьові і зсувні переміщення (Рисунок 18).

РИСУНОК 18

### СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ КОМПЕНСАТОРІВ



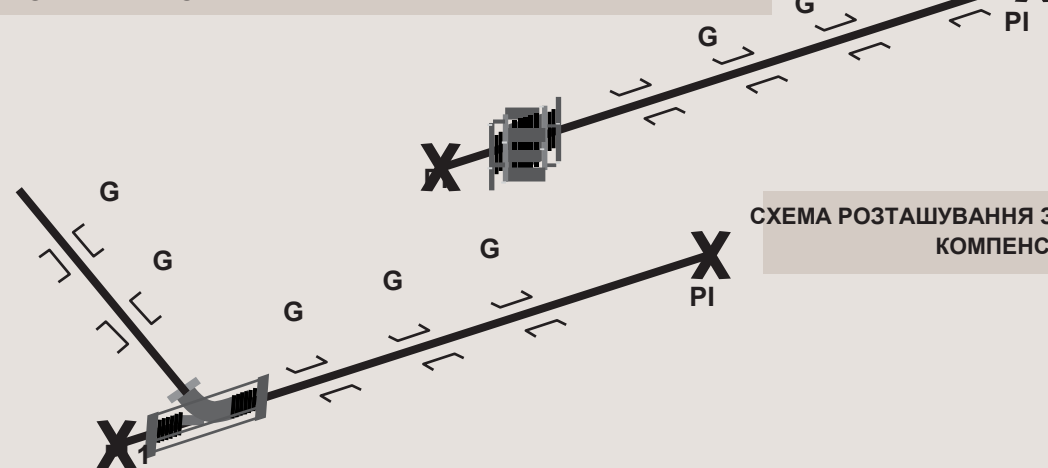
**Запобіжні заходи:** розпірне зусилля сильфона універсального компенсатора передається на нерухомі опори. Необхідно забезпечити, щоб компенсація відбувалась належним чином і це було передбачено конструкцією трубопроводу. З цією метою необхідно встановити на трубопроводі в необхідних точках достатню кількість нерухомих і направляючих опор. Осьові направляючі опори необхідні, щоб забезпечити переміщення трубопроводу тільки уздовж своєї осі. Ми рекомендуємо, щоб максимальна відстань між суміжними направляючими опорами не перевищувало величину, дану в Рисунок 9. Якщо на горизонтальний трубопровід впливають різні додаткові навантаження (наприклад, від ваги засувки і т.д.), важливо переконатись, потрібні чи ні ковзаючі опори на додаток до осьових направляючих опор. В ряді випадків установка додаткових ковзаючих опор необхідна для того, щоб запобігти надмірному вигину трубопроводу від впливу додаткового навантаження.

### ЗБАЛАНСОВАНИЙ ТИСКОМ КОМПЕНСАТОР

Відмінною рисою даного компенсатора є те, що він не передає розпирне зусилля сильфона на трубопровід і нерухомі опори. Даний тип компенсатора може мати осьову або універсальну конструкцію і відповідні характеристики.

**РИСУНОК 19**

#### СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ ЗБАЛАНСОВАНОГО ТИСКОМ КОМПЕНСАТОРА

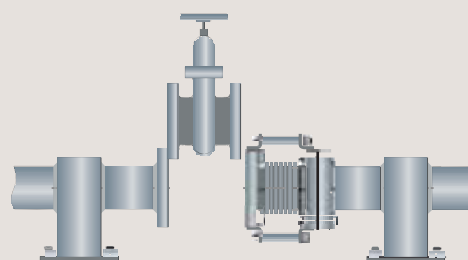
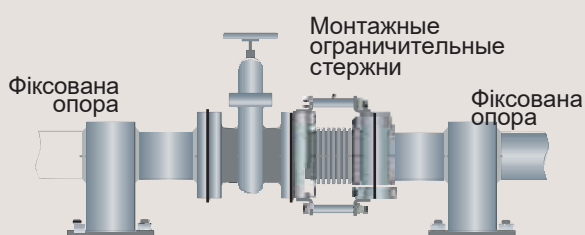


#### СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ ЗБАЛАНСОВАНОГО ТИСКОМ КОМПЕНСАТОРА З ВІДВОДОМ

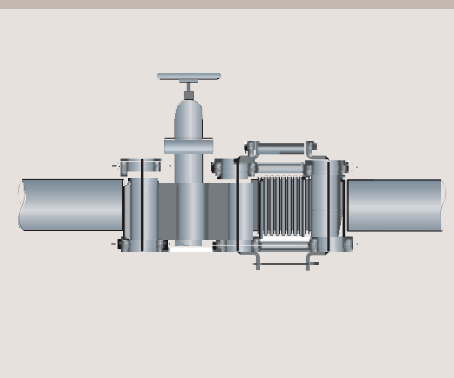


### МОНТАЖНИЙ КОМПЕНСАТОР

Іноді складно демонтувати фланцеве обладнання, встановлене на трубопроводі, наприклад, засувки, насоси та ін. Для спрощення цього завдання застосовують монтажні сильфонні компенсатори. При стисненні обмежувальних стрижнів компенсатор може стискуватись на 30мм, що дозволяє швидко і легко демонтувати/монтувати фланцеву запірну арматуру (рисунк 20).

**РИСУНОК 20**


Важливо враховувати, що монтажні обмежувальні стрижні повинні сприймати зусилля жорсткості сильфона, яке виникає при демонтажі, а не розпирне зусилля сильфона від внутрішнього тиску, яке передається на нерухомі опори. Якщо неможливо встановити нерухомі опори, тоді для сприйняття розпору зусилля сильфона потрібно налаштувати спеціальні обмежувальні стрижні (рисунк 21), які будуть встановлені на фланці замість частини болтів. При нормальних робочих умовах обмежувальні стрижні повинні переміщуватись вільно, щоб вони могли поглинати температурні переміщення або невеликі зсувні зміщення трубопроводу.

**РИСУНОК 21**


## Опитувальний лист № \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_р. для підбору та замовлення металевих сильфонних компенсаторів

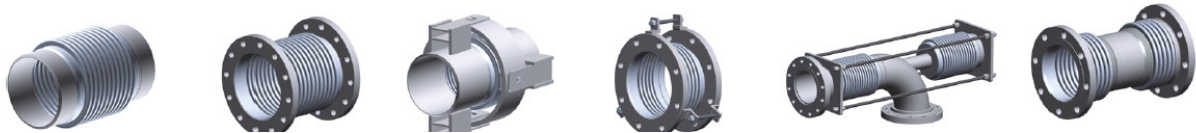
ТОВ НВП "Техприлад" - імпортер та офіційний постачальник  
в Україні продукції компанії Emiflex S.p.A.



04073 Київ, пров. Куренівський, 4/9

Відділ промислового трубопровідного обладнання:  
Тел./факс: (044) 467-26-60 (-80)  
E-mail: [indvalves.sales@techprilad.com](mailto:indvalves.sales@techprilad.com)  
Сайт: [www.techprilad.com](http://www.techprilad.com)

**Виробник: Компанія Emiflex S.p.A (Італія)**  
20814 Veredo (MB) ITALY



**Типи компенсаторів:**  
 осьові, зсувні, кутові, карданні, сферичні, універсальні, збалансовані тиском, монтажні.  
 DN15 – DN3500, PN2.5.. PN150

Замовник:	
Організація	
Назва проекту	
Контактна особа	
Телефон / факс	
E-mail	
Місто	

Вихідні дані для підбору					
Призначення трубопроводу/ Application					
Діаметр умовного проходу / Diameter, DN					
Матеріал трубопроводу/ Pipeline material					
Робоче середовище/ Medium properties	Агрегатний стан	<input type="checkbox"/> Газ/ gas	<input type="checkbox"/> Рідина/ fluid	<input type="checkbox"/> Пароподібне/ vapor	<input type="checkbox"/> Інше _____ other
	Температура, °C / Temperature min. _____ max. _____				
	Номінальний тиск / вакуум у трубопроводі, бар абс / Nominal Pressure, bar min. _____ макс. _____				
	Швидкість потоку / Flow velocity _____ м/с (m/s)				
Тиск при тестуванні трубопроводів, бар/ Testing pressure					



Будь-ласка вкажіть бажаний тип компенсатору, якщо відомо/ Please specify Type of Expansion Joint required if known	<input type="checkbox"/> Осьовий/ axial	<input type="checkbox"/> Кутовий/ angular	<input type="checkbox"/> Зсувний/ Lateral	<input type="checkbox"/> Інший _____ other
---	--	--	--	---

Бажані компенсаційні параметри/ Compensating capacity	
Розтяг, мм / Extension	_____
Стискання, мм / Compression	_____
Зсув, мм / Lateral	_____
Кутове. град/ Angle.degrees/	_____
Число робочих циклів спрацювання на рік/ Number of working cycles	_____
Додаткові вимоги/ Design Requirement	
Внутрішня гільза (екран)/ Internal sleeve	<input type="checkbox"/> так /yes <span style="margin-left: 100px;"><input type="checkbox"/> ні/no</span>
Зовнішній захисний кожух/ Protection tube	<input type="checkbox"/> так /yes <span style="margin-left: 100px;"><input type="checkbox"/> ні/no</span>
Тип приєднання / Type of connection	
<input type="checkbox"/> <b>Приварні патрубки / welding ends</b>  Зовнішній діаметр труби / Outer diameter _____ мм  Товщина стінки труби / Wall thickness _____ мм	<input type="checkbox"/> <b>Фланцеве/ Flange</b>  ( ГОСТ, DIN, інше) _____
<input type="checkbox"/> <b>Інший/ other</b>  _____	

Додаткова інформація / Additional info
Особливі вимоги та побажання (допишіть, якщо вони є):

Кількість штук: \_\_\_\_\_

Бажана дата відвантаження «    »    201    р

Підпис \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_