

Υπολογισμός αξονικών διαστολικών

Ονομαστική πίεση

Κάτω από κανονικές συνθήκες, σύμφωνα με το DIN2401, η καθορισμένη ονομαστική πίεση PN αντιστοιχεί στην μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση (P_B) στην θερμοκρασία αναφοράς των 20°C.

Σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες, οι επιτρεπόμενες πιέσεις λειτουργίας προκύπτουν από την μείωση της αντοχής στους 20°C με τον συντελεστή (A_p) που αντιστοιχεί στην θερμοκρασία λειτουργίας (Πίνακας II).

Όταν διαστασιολογείται και επιλέγεται ένα διστολικό, πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν πρόσθετες καταπονήσεις, όπως υδραυλικά πλήγματα, οι οποίες δεν πρέπει να υπερβαίνουν την καθορισμένη πίεση λειτουργίας (P_Z).

Ο καθορισμός της ονομαστικής πίεσης γίνεται με τον τύπο που ακολουθεί:

$$PN = \frac{P_B}{A_p} \quad [\text{Στρογγυλοποιείται σε πλήρες PN}] \text{ συντελεστής } A_p \text{ σύμφωνα με Πίνακα II}$$

[round up to full PN] Factor A_p acc. to table II

$$PN = \frac{11,8}{0,8} = 14,75 \quad \text{επιλογή} \quad \text{selected} \quad PN \ 16$$

Design calculation of axial expansion joints

Nominal pressure

Under normal operating conditions, the specified nominal pressure PN corresponds, in accordance with DIN 2401, equally to the maximum applicable working pressure (P_B) at the reference temperature of 20 °C.

At higher working temperatures the permissible working pressure results from the reduction (A_p) of the characteristic strength values at working temperature compared with the characteristic strength value at 20 °C.

When dimensioning and selecting the expansion joint, additional stresses - e.g. pressure shocks - should therefore be taken into account and must not exceed the determined working pressure (P_Z).

The following applies for the determination of the nominal pressure:

Παράδειγμα υπολογισμού:

Σωλήνας ατμού	DN 150 χαλυβδοσωλήνας
Πίεση λειτουργίας	$P_B = 11,8 \text{ bar}$
Επιτρεπόμενη πίεση	P_Z
Θερμοκρασία λειτουργίας	$T_B = +190^\circ \text{ C}$
Ελάχιστη θερμοκρασία	$T_M = -10^\circ \text{ C}$
Θερμοκρασιακό εύρος	$\Delta T = 200^\circ \text{ C}$
Θερμ/σία εγκατάστασης	$T_E = +20^\circ \text{ C}$
Μήκος σωλήνωσης	$L = 24 \text{ m}$
Βάρος σωλήνωσης	$G = 37 \text{ daN/m}$
Διάρκεια ζωής	$LW = 2000 \text{ Κύκλοι καταπόνησης}$

Example of calculation:

Steam piping	DN 150 in steel
Working pressure	$P_B = 11.8 \text{ bar}$
Permissible pressure	P_Z
Working temperature	$T_B = +190^\circ \text{ C}$
Minimum temperature	$T_M = -10^\circ \text{ C}$
Temperature differential	$\Delta T = 200^\circ \text{ C}$
Installation temperature	$T_E = +20^\circ \text{ C}$
Pipe run length	$L = 24 \text{ metres}$
Pipe run weight	$G = 37 \text{ daN/m}$
Cycle life	$LW = 2000 \text{ Stress cycles}$



ΧΡΥΣΑΦΙΔΗΣ Α.Ε.

senior
Automotive

berghöfer
Industrial

Διαστολή σωλήνα

Η επιλογή του διαστολικού εξαρτάται από τον καθορισμό της διαστολής του σωλήνα (ΔR), η οποία καθορίζεται βασικά από την σωλήνωση, το μήκος του σωλήνα (L) καθώς επίσης και από την θερμοκρασιακή διαφορά (ΔT), σύμφωνα με τον τύπο που ακολουθεί:

Pipe expansion

The selection of the expansion joint depends on the exact determination of the pipe expansion (ΔR) which on the basis of the pipe run, the pipe length (L) as well as the temperature differential (ΔT) has to be calculated from:

$$\Delta R = \frac{L \cdot \Delta T \cdot \alpha}{1000} \quad \alpha [\mu\text{m/m}^\circ\text{C}] = \text{Συντελεστής θερμοκρασιακής διαστολής από Πίνακα III}$$

Temperature coefficient from table III

$$\Delta R = \frac{24 \cdot 200 \cdot 12,1}{1000} = 58,1 \text{ mm}$$

Απορρόφηση αξονικής μετατόπισης

Η καθοριζόμενη τιμή απορρόφησης αξονικής μετατόπισης (Δax) ισούται με την μέγιστη επιτρεπόμενη απορρόφηση μετατόπισης (Δax_2) για 1000 κύκλους καταπόνησης στην θερμοκρασία αναφοράς των 20°C. Σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες η επιτρεπόμενη απορρόφηση αξονικής μετατόπισης μειώνεται σύμφωνα με τον συντελεστή A_f (Πίνακας II)

Αναγκαία απορρόφηση από φυσούνα (Δax_e)

Absorption of axial movement

The specified numerical value of the axial movement absorption (Δax) equals that of the maximum permissible movement absorption (Δax_2) for 1000 stress cycles at the reference temperature of 20°C. At higher temperatures the factor (A_f) reduces the permissible movement absorption in accordance with the characteristic material values:

Necessary bellows absorption (Δax_e)

$$\Delta ax_e = \frac{\Delta R}{A_f} \quad \text{Συντελεστής } A_f \text{ από Πίνακα II}$$

Factor A_f acc. to table II

$$\Delta ax_e = \frac{58,1}{0,9} = 64,5 \text{ mm}$$

Διάρκεια ζωής

Τα παραπάνω στοιχεία ισχύουν για 1000 κύκλους καταπόνησης. Εάν απαιτείται μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, η απορρόφηση της μετατόπισης (ΔAx) καθορίζεται μέσω του συντελεστή καταπόνησης (A_L).

Cycle life

The above data apply to a cycle life of 1000 stress cycles. If a longer cycle life is required, the movement absorption (Δax) can be determined with the stress cycle factor (A_L).

$$\Delta ax_e = \frac{\Delta ax}{A_L} \quad \text{Συντελεστής } A_L \text{ από Πίνακα I}$$

Factor A_L acc. to table I

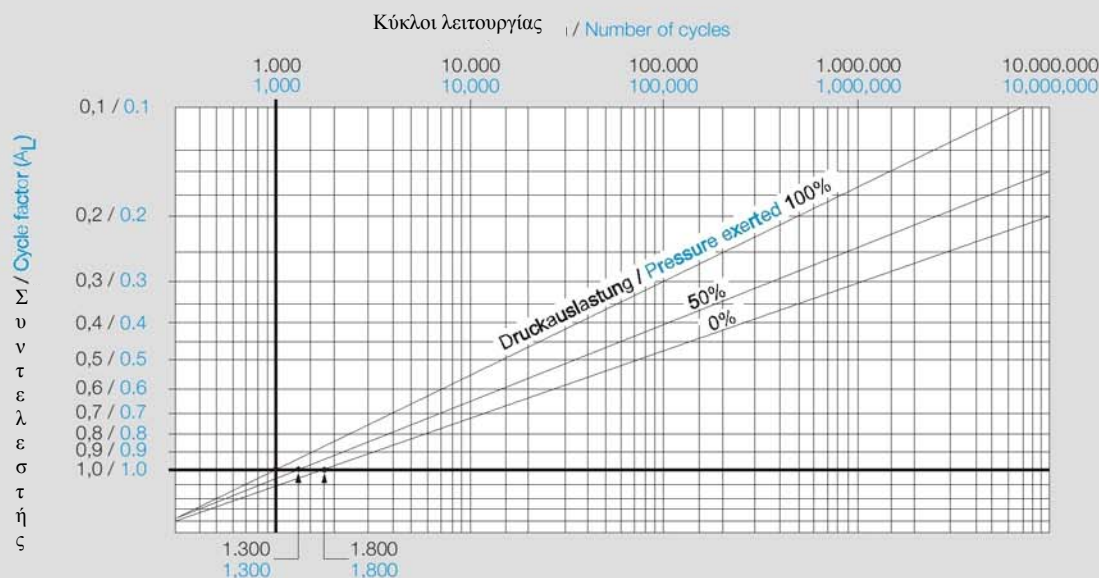
$$\Delta ax_e = \frac{64,5}{0,84} = 76,8 \text{ mm}$$

Επιλέγεται διαστολικό DN 150 PN 16 με
 $\Delta ax_2 = \pm 43 = 86 \text{ mm}$, $L = 429 \text{ mm}$

selected expansion joint DN 150 PN 16 with
 $\Delta ax_2 = \pm 43 = 86 \text{ mm}$, overall length = 429 mm

Πίνακας Ι: Συντελεστής διάρκειας ζωής
Διάγραμμα διάρκειας ζωής διαστολικών

Table I: Cycle life factor
Cycle life diagram for expansion joints



Πίνακας ΙΙ:
Συντελεστές θερμοκρασιακής μείωσης

Table II:
Temperature reduction factors

°C	Θερμοκρασιακός Compensating factor for working pressure A_D		Θερμοκρασιακός Compensating factor for movement absorption A_f	
	Χρωμονικελιούχος χάλυβας CrNi steel		Χρωμονικελιούχος χάλυβας CrNi steel	
	1.4541 1.4571	1.4828	1.4541 1.4571	1.4828
20	1,0		1,0	
100	0,9		1,0	
150	0,85		0,95	
200	0,8		0,9	
250	0,75		0,87	
300	0,67		0,85	
350	0,64		0,83	
400	0,61		0,8	
450	0,59		0,77	
500	0,57		0,75	
550	0,55		0,72	
600	0,5	0,33	0,7	
700		0,15		0,68
800		0,07		0,67
900		0,03		0,65
1000		0,015		0,6

Πίνακας ΙΙΙ:
Συντελεστής θερμοκρασίας $\alpha = \mu\text{m}/\text{m } ^\circ\text{C}$

Table III:
Temperature coefficient $\alpha = \mu\text{m}/\text{m } ^\circ\text{C}$

Θερμοκρασιακή περιοχή For temperatures in °C	Πυράντοχοι χάλυβες Heat resistant pipe steels	Ωστενιτικοί ανοξεί- Austenite 1.4541 1.4571 1.4828	Κράματα νικελίου Incoloy Monel	Μπρούντζος Tombac Bronze
-190 - 0	-	12,3	11,0	-
0 - 100	11,1	16,3	14,1	17,9
101 - 200	12,1	17,0	15,2	18,75
201 - 300	12,9	17,8	15,7	18,6
301 - 400	13,5	18,5	15,9	19,9
401 - 500	13,9	19,0	16,0	19,94
501 - 600	14,1	19,25	16,5	20,3
601 - 700	-	19,5	17,0	20,7
701 - 800	-	20,0	17,45	21,0

α = Τιμές συντελεστή επιμήκυνσης με επαρκή ακρίβεια
 α = values of sufficient accuracy for pipeline expansions

Διάρκεια ζωής

Οι δυνάμεις (F) που εφαρμόζονται στα σταθερά σημεία στα άκρα ενός μήκους σωλήνα (L) του οποίου η διαστολή/συστολή πρέπει να απορροφηθεί, εξαρτώνται από:

Δύναμη ώθησης F_A
Δύναμη παραμόρφωσης F_C
Τριβή σωλήνα F_R

Η δύναμη ώθησης (F_A) του διαστολικού, που καταπονεί τα άκρα αγκύρωσης και στις δύο πλευρές, υπολογίζεται από το γινόμενο της ενεργού επιφανείας (A_B) με την πίεση λειτουργίας (P_B).

Pipe anchor load

The forces (F) acting on the fixed points at the ends of a pipe run (L) whose expansion/contraction is to be absorbed, result from:

Thrust force F_A
Inherent resistance F_C
Pipe friction F_R

The thrust force (F_A) of the expansion joint, which stresses the pipe anchor at both sides, is calculated from the product of the effective thrust area (A_B) multiplied by the working pressure (P_B).

$$F_A = P_B \cdot A_B \text{ [daN]} \quad A_B = \frac{(di^2 + da^2) \pi}{8} = 11,8 \cdot 292 = 3445,6 \text{ daN}$$

Η δύναμη της παραμόρφωσης (F_C) του διαστολικού, που είναι η δύναμη με την οποία η φυσούνα αντιστέκεται στην παραμόρφωσή της και φαίνεται στα έντυπα σαν σταθερά ελαστικότητας (C_a) για απορρόφηση μετατόπισης $\pm 1 \text{ mm}$, υπολογίζεται ως εξής:

The deflection force (F_C) of the expansion joint as the force which the bellows opposes during a movement and which is shown in the specification sheets as the axial elasticity constant for $\pm 1 \text{ mm}$ movement absorption, is calculated as:

$$F_C = C_a \cdot 0,5 [\Delta R] = 15 \cdot 29 = 435 \text{ daN}$$

Οι δυνάμεις τριβής εξαρτώνται από τον συντελεστή τριβής του σωλήνα (ας δεχθούμε 0,35), από τα στηρίγματα, την διευθέτηση καθώς και το βάρος της σωλήνωσης (G), και υπολογίζεται ως εξής:

The pipe friction forces depend on the pipe friction coefficient (assumed as 0.35), the pipe support, the arrangement as well as the weight of the pipe run (G) and are calculated as:

$$F_R = \mu \cdot G \cdot L = 0,35 \cdot 37 \cdot 23,5 = 304 \text{ daN}$$

Δύναμη στο βασικό στήριγμα:

Load on the main anchor:

$$F_H = F_A + F_C + F_R = 3445,6 + 435 + 304 = 4184,6 \text{ daN}$$

Δύναμη στο ενδιάμεσο στήριγμα:

Load on the intermediate anchor:

$$F_Z = F_C + F_R = 435 + 304 = 739 \text{ daN}$$

Προένταση και μήκος προσαρμογής

Το μήκος προέντασης και το σωστό μήκος προσαρμογής ενός διαστολικού, το οποίο εξαρτάται από την θερμοκρασία εγκατάστασης (TE) (θερμοκρασία τοιχώματος του σωλήνα), υπολογίζεται ως εξής::

Presetting and fitted length

The presetting or correct fitted length of an axial expansion joint, which depends on the installation temperature (TE) - (pipe wall temperature) - is calculated as:

$$\Delta T = T_B - T_M = 190^\circ \text{C} - (-10^\circ) = 200^\circ \text{C}$$

Διαφορά θερμοκρασίας
Temperature differential

$$\Delta T_1 = T_E - T_M = 20^\circ \text{C} - (-10^\circ) = 30^\circ \text{C}$$

Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ελάχιστης και θερμοκρασίας εγκατάστασης
Temperature differential between installation and minimum temperature

$$V = \Delta R \left(0,5 - \frac{\Delta T_1}{\Delta T} \right) = 58,1 \left(0,5 - \frac{30}{200} \right) = 20,3$$

Προένταση
Presetting

$$\text{Εγκαθιστώμενο μήκος} = \text{Συνολικό μήκος} \pm \text{Προένταση} = 429 + 20,3 = 449,3 \text{ mm}$$

Installed length Overall length Presetting

Αποστάσεις μεταξύ στηριγμάτων οδήγησης

Απόστασεις ευθυγράμμισης σωλήνα

$$\begin{aligned} L_I &= 0,5 \cdot ax + DN \\ L_{II} &= 0,6 \cdot \text{άνοιγμα σωλήνα} \\ L_{III} &= \text{άνοιγμα σωλήνα} \end{aligned}$$

Distances between pipe alignment guides

Pipe alignment distance:

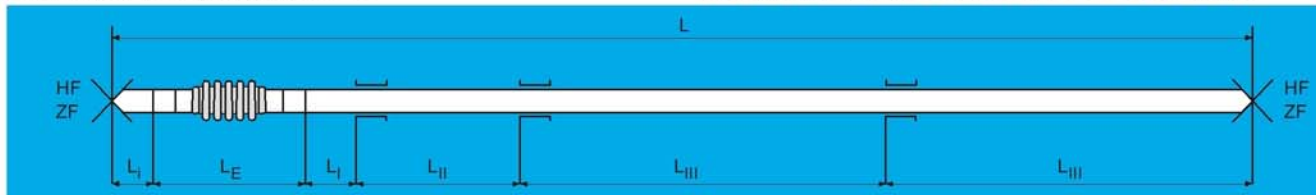
$$\begin{aligned} L_I &= 0,5 \cdot ax + DN \\ L_{II} &= 0,6 \cdot \text{pipe span} \\ L_{III} &= \text{pipe span} \end{aligned}$$

Παράδειγμα: Σωλήνας
ατμού (μονωμένος) DN 150; G = 37 daN/m
 $L_{III} = 8900 \text{ mm}$ $L_{II} = 5360 \text{ mm}$ $L_I = 180 \text{ mm}$

Example:
Steam piping (insulated) DN 150; G = 37 daN/m
 $L_{III} = 8900 \text{ mm}$ $L_{II} = 5360 \text{ mm}$ $L_I = 180 \text{ mm}$

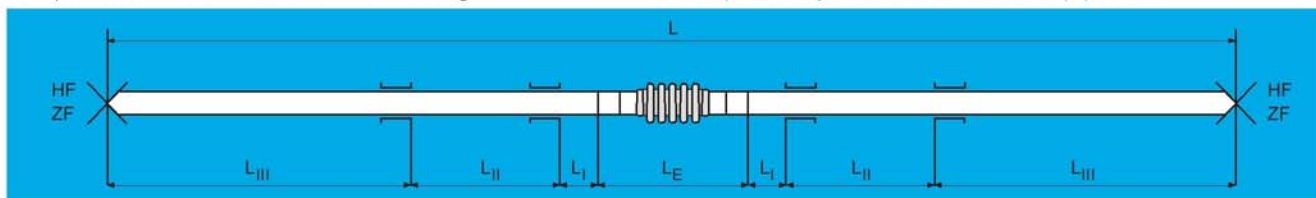
Διατολικό τοποθετημένο δίπλα στην αγκύρωση

Expansion joint directly adjacent to the pipe anchor



Διαστολικό τοποθετημένο στο μέσον της σωλήνωσης

Expansion joint in the middle of a pipe run



Οδηγίες εγκατάστασης

- Καθορίστε την προένταση και το σωστό μήκος εγκατάστασης.
- Τοποθετείστε μόνο ένα διαστολικό μεταξύ δύο αγκυρώσεων.
- Τοποθετείστε τις αγκυρώσεις και τους οδηγούς της σωλήνωσης πριν το ξεκίνημά της, συμπεριλαμβανομένου και ενδιάμεσου ελέγχου.
- Διατηρείτε τους οδηγούς και τα στηρίγματα του σωλήνα καθαρά από βρωμιές όπως μονωτικά υλικά.
- Η πιθανότητα μπλοκαρίσματος και συμπίεσης αυξάνει την τριβή.
- Κατά την συγγκόληση του διαστολικού, προστατεύετε την φυσούνα από πιτσίλες κόλλησης (καλύψτε το με υαλοβάμβακα ή άλλο παρόμοιο υλικό).
- Σε περιπτώσεις φλαντζωτών διαστολικών, τοποθετείτε τα παρεμβύσματα στην σωστή θέση και βιδώστε σταυρωτά τους κοχλίες σύσφιγξης με τις συνεργαζόμενες φλάντζες.
- Βεβαιωθείτε ότι δεν θα μεταφέρονται στο διαστολικό στρεπτικές καταπονήσεις κατά την εγκατάσταση και την λειτουργία..
- Μετά την εγκατάσταση, ελέγξτε ότι η φυσούνα δεν έχει ακαθαρσίες (προκαλούν εξασθένηση και μειώνουν την διάρκεια ζωής).
- Κατά την εγκατάσταση και μετά από αυτήν, προστατεύετε το διαστολικό από μηχανική βλάβη.
- Ελέγξτε την σωλήνωση και τα στηρίγματα κοντά στο διαστολικό για σωστή λειτουργία - ελεύθερη αξονική ολίσθηση - και διορθώστε εάν απαιτείται.

Installation instructions

- Determine presetting and correct installation length
- Fit only one axial expansion between two pipe anchors
- Fix clamps and alignment guides of the pipe run before start-up - including the case of an intermediate test
- Keep pipe alignment guides and clamps free from dirt, such as insulating materials
- The risk of jamming and squeezing increases the friction
- When carrying out welding work on the axial expansion joint, protect the bellows part against weld metal splashes (cover with glasfibre cloth or similar)
- Arrange gaskets on flanged expansion joints centrally and make sure that, when bolting to the companion flange, the bolts are tightened crosswise
- Ensure that through the installation work - and later in operation - no torsion is transmitted to the axial expansion joint
- After installation, check that the bellows corrugation are free from any impurities (functional impairment shortens the service life)
- During and after installation, protect the flexible bellows of the axial expansion joint against mechanical damage
- Check pipe runs and supports directly adjacent to the expansion joint for their proper functioning - stress-free sliding in the axial direction - and adjust if necessary

Υπόκειται σε αλλαγές σχεδίασης και κατασκευής

Subject to changes in design and construction.
Reproduction not permitted.

2.1.06/98

4/2/2006