

4.10 Les rondelles ressorts

Rondelles ressorts coniques statiques (dites Belleville)

Eléments de calcul

Rondelle montée seule

Charge et flèche correspondant à la rondelle

Rondelles montées empilées dans le même sens

Addition des charges
Flèche unitaire divisée par le nombre de rondelles

Rondelles montées empilées en sens contraire

Charge correspondant à une rondelle
Addition des flèches

Montage mixte

Addition des charges
Addition des flèches

4.10-1

Guidage des rondelles

Guidage de l'empilage alterné

Paquets et empilages de rondelles ressorts sont guidés par des éléments tels que, par exemple :

- une broche de guidage (guidage intérieur, voir figure 4.9-2a) ;
- un manchon de guidage (guidage extérieur, voir fig 4.9-2b) ;
- ou par des mesures autocentrées : guidage par billes (voir fig 4.9-2c) ou par des segments en fil métallique écroui.

Guidage et jeu conseillé

Quand les rondelles ressorts sont empilées en colonnes, il faut alors qu'elles soient guidées sur le bord intérieur ou extérieur.

Dans le cas d'un guidage intérieur, l'axe de guidage devrait avoir une surface lisse avec dureté de 52 HCR.

Pour le jeu entre l'élément de guidage et le ressort, on conseille les valeurs indiquées dans le tableau 4.9-4.

Les ressorts devraient travailler dans la mesure du possible entre $s = 0,1 \cdot h_0$ et $s = 0,75 \cdot h_0$.

4.9-4

Diamètre interne (mm)	Jeu T min.
4,2 à 14,2	0,2
16,3 à 18,3	0,3
20,4 à 25,4	0,4
28,5	0,5
31 à 64	1,0
72 à 127	2,0

Détail Z

Coupe A-A

4.10-2

Guidage des ressorts : intérieur (a), extérieur (b).
Jeu T entre les ressorts et l'élément de guidage

4.10-3

Dimensions et valeurs des charges

4.10-5 Caractéristiques dimensionnelles

Diamètre de désignation de d (mm)	d ₁ H14 (mm)		d ₂ Js15 (mm) nom.	s (mm) nom.	H avant premier serrage (mm)		b 2H12 ⁽¹⁾ (mm)
	min.	max.			min.	max.	
5	5,30	5,60	11	1,2 ± 0,04	1,5	1,8	0,36
			15 ± 0,35	1,4 ± 0,04	1,8	2,1	
6	6,40	6,76	12 ± 0,35	1,4 ± 0,04	1,7	2,0	0,36
			14 ± 0,35	1,5	1,9	2,2	0,36
			18 ± 0,35	1,7 ± 0,05	2,1	2,4	0,36
8	8,40	8,76	16 ± 0,35	1,9 ± 0,05	2,3	2,6	0,36
			18 ± 0,35	2,0 ± 0,05	2,4	2,7	
			22 ± 0,42	2,2 ± 0,05	2,6	3,0	
10	10,50	10,93	20 ± 0,42	2,2 ± 0,05	2,7	3,1	0,42
			22 ± 0,42	2,4 ± 0,05	2,9	3,3	
			27 ± 0,42	2,8 ± 0,06	3,3	3,7	
12	13,00	13,43	24 ± 0,42	2,8 ± 0,06	3,2	3,6	0,42
			30 ± 0,42	3,2 ± 0,06	3,8	4,2	
[14] ⁽²⁾	15,00	15,43	28 ± 0,42	3,0 ± 0,06	3,5	3,9	0,42
16	17,00	17,43	32 ± 0,50	3,4 ± 0,06	3,9	4,3	0,50
			39 ± 0,50	3,6 ± 0,06	4,3	4,7	
20	21,00	21,52	38 ± 0,50	4,0 ± 0,07	4,7	5,1	0,50
			45 ± 0,50	4,4 ± 0,07	5,9	6,4	

1. La tolérance b se rapporte à la dimension d₂.

2. L'emploi du diamètre d = 14 doit être évité si possible.

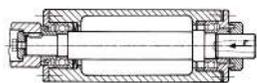
4.10-6 Caractéristiques d'épreuves

Diamètre de désignation d (mm)	D2 nom. (mm)	S nom. (mm)	Charge d'épreuve F ⁽¹⁾ (mm)	Flèche après essai ⁽²⁾ min (mm)	Couple de serrage (essai de fragilité) (mm)
5	11	1,2	8 200	0,15	7,1
	15	1,4	8 200	0,25	7,1
6	12	1,4	11 600	0,15	12
	14	1,5	11 600	0,20	12
	18	1,7	11 600	0,25	12
8	16	1,9	21 200	0,20	29
	18	2,0	21 200	0,22	29
	22	2,2	21 200	0,30	29
10	20	2,2	33 700	0,25	58
	22	2,4	33 700	0,30	58
	27	2,8	33 700	0,35	58
12	24	2,8	48 900	0,25	100
	30	3,2	48 900	0,40	100
[14] ⁽²⁾	28	3,0	66 700	0,30	160
16	32	3,4	91 000	0,35	245
	39	3,6	91 000	0,50	245
20	38	4,0	147 000	0,50	460
	45	4,4	147 000	0,60	460

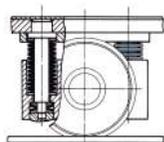
1. La charge d'épreuve de la rondelle équivaut à celle de la vis de même diamètre nominal en classe 8.8.

2. La flèche est égale, conventionnellement, à la différence entre la hauteur h et l'épaisseur réelles de la rondelle.

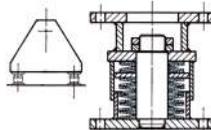
Exemples de montages



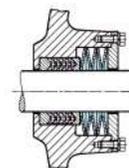
Montage de roulements à billes sur broche de fraisage



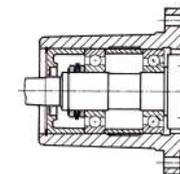
Suspension de véhicule
Rondelles ressorts montées en sens contraire



Amortisseurs de vibrations
Rondelles ressorts coniques en montage mixte



Maintien en compression des joints
Rondelles ressorts montées en sens contraire



Montage de roulements à billes de corps de pompe
Rondelles ressorts montées en sens contraire

Rondelles ressorts dynamiques DIN 2093

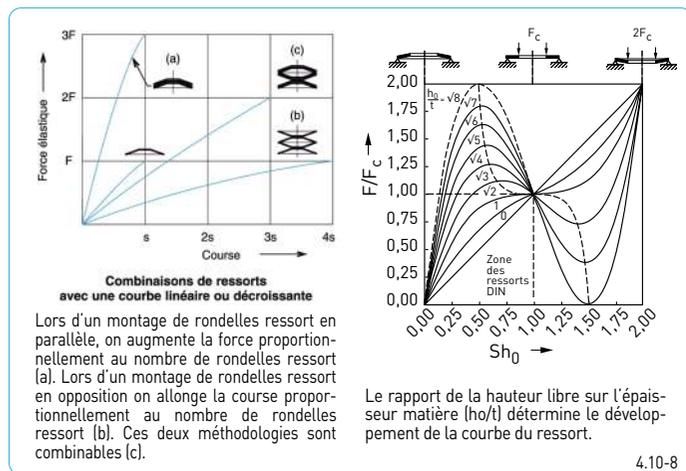
Les rondelles ressorts sont des anneaux de forme conique aplatis sur lesquels la charge s'exerce axialement. Selon leur application, les rondelles ressorts sont soit statiques, soit dynamiques et sont dénommées par, dans l'ordre :

- le diamètre extérieur D_e ,
- le diamètre intérieur D_i ,
- l'épaisseur matière t ,
- la hauteur libre L_0

Les rondelles ressorts se caractérisent par les propriétés suivantes :

- une force importante pour une faible course,
- un encombrement plus faible que tout autre type de ressort,
- des éléments empilables différemment permettent des courbes caractéristiques variées.

Les rondelles ressorts sont souvent utilisées dans les secteurs de la construction de machines et appareils pour l'industrie pétrolière, automobile, aéronautique ou domestique.



Vue d'ensemble des produits

Les rondelles ressorts conventionnelles

- rondelles ressort selon DIN 2093 : groupe 1, groupe 2, groupe 3 ;
- dimensions : diamètre extérieur de 8 à 800 mm
- matière selon DIN 2093 (DIN 17 221, DIN 17 222) et matières spéciales

Empilage de rondelles ressorts

Les rondelles ressorts sont généralement montées sous la forme d'un empilage.

Avantages :

- simplification du montage par le pré-assemblage,
- courbe «force-course» spécifique à l'empilage (machine moderne de contrôle d'effort allant jusqu'à 1000 kN),
- possibilité de diminuer les tolérances d'effort,
- exclusion des erreurs d'empilage par le contrôle à 100% de l'effort.

Exemples d'applications

Empilage de rondelles ressorts

Installations techniques, centrales électriques, constructions mécaniques.

Les empilages de rondelles ressorts s'utilisent comme ressort de suspension de chaudières ou de réservoirs. Ces rondelles ressorts compensent l'inflexion locale du plafond-porteur et garantissent ainsi un abaissement uniforme de la chaudière en cas de variations de charge et de dilatation thermique.

Compensation de jeu

Installations techniques, construction mécanique.

Les rondelles ressorts servent à compenser les jeux des tolérances de l'ensemble des composants.

Freins à compression

Installations techniques, constructions mécaniques et automobiles.

Par baisse de la pression de service, les rondelles ressorts développent l'effort de freinage nécessaire.

Rondelles ressorts

Classification selon DIN 2093 (tableau 4.9-10)

Les rondelles ressorts sont normalisées selon la DIN 2092 (rondelles ressorts : calcul) et la DIN 2093 (rondelles ressorts ; dimensions, exigences de qualité).

La DIN 2093 les divise en 3 groupes :

- groupe 1 : épaisseur t inférieure à 1,25mm,
- groupe 2 : épaisseur t entre 1,25 et 6 mm,
- groupe 3 : épaisseur t entre 6 et 14 mm.

Les rondelles ressorts des groupes 1 et 2 sont fabriquées sans surfaces d'appui, celles du groupe 3 avec surface d'appui.

Matière de rondelles ressort

Pour les applications courantes l'acier ressort 51 CrV4 (n° 1.8159) est utilisé pour la fabrication des rondelles ressorts. L'utilisation des rondelles ressorts en basse ou haute, voire très haute température, ou bien en atmosphère corrosive peut également être envisagé sous réserve de spécification de matière selon le tableau 4.9-9.