

Les **rondelles ressorts** sont des rondelles de forme conique conçues pour fournir des résultats prévisibles et répétables. Ce document se concentre sur l'utilisation des rondelles ressorts et sur la manière d'estimer la durée de vie en fatigue dans des situations dynamiques.

En discutant de la durée de vie en fatigue, il est important de faire la distinction entre les rondelles ressorts et les rondelles à ressort coniques.

Les rondelles ressort diffèrent des rondelles à ressort coniques par leur conception et leur utilisation prévue. Les rondelles à ressort coniques sont conçues pour fournir une charge de poussée statique dans les assemblages boulonnés et ne doivent pas être utilisées dans les applications en fatigue. Les rondelles à ressort coniques sont spécifiées par la norme DIN 6796.

Les rondelles ressorts peuvent être utilisés pour appliquer des charges statiques ou dynamiques et sont spécifiés par la norme DIN EN 16983 (anciennement DIN 2093). En général, les rondelles ressorts ont une section transversale plus fine que les rondelles à ressort coniques. Une certaine variation de taille est autorisée, mais les calculs ne s'appliquent qu'aux aciers à ressort et lorsque le rapport entre le diamètre extérieur et l'épaisseur est compris entre 16 et 40 et le rapport entre le diamètre extérieur et le diamètre intérieur entre 1,8 et 2,5.

La flexion d'une rondelle ressort pour une charge donnée est prévisible, ce qui permet de calculer les niveaux de force et de contrainte dans le disque. Lorsque la rondelle ressort fléchit, les niveaux de contrainte dans le disque changent ; plus le changement est important, plus la rondelle ressort se fatigue rapidement.

La contrainte de traction aux points II et III de la *figure 1* est essentielle pour déterminer la durée de vie en fatigue. C'est à ces endroits que naissent les fissures de fatigue. L'estimation de la durée de vie en fatigue nécessite l'évaluation de la différence de contrainte maximale entre la précharge et la charge finale aux points II et III. L'emplacement présentant la différence de contrainte la plus élevée est utilisé pour estimer la durée de vie en fatigue. Une fois que l'on a déterminé quelles valeurs de contrainte seront utilisées (à l'emplacement II ou III), les tableaux de durée de vie en fatigue de la norme DIN EN 16983 peuvent être utilisés pour estimer la durée de vie en fatigue du ressort à disque.

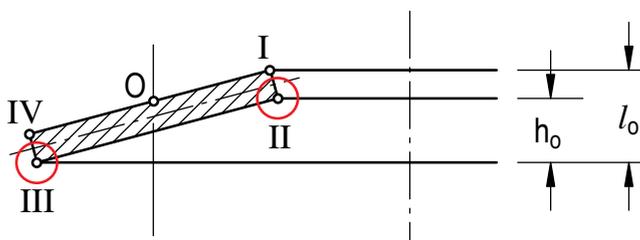


Figure 1 : Points de contrainte critiques dans un ressort à disque

Les valeurs de contrainte peuvent être trouvées dans le catalogue de produits des rondelles ressorts, dans la norme DIN EN 16983 ou calculées à l'aide des formules de la norme DIN EN 16984. Les diagrammes de durée de vie à la fatigue sont fournis dans trois plages d'épaisseur : < 1,25mm ; entre 1,25mm et 6mm et entre 6mm et 14mm.

Les exemples suivants expliquent comment interpréter les diagrammes de durée de vie en fatigue.



Exemple 1:

Estimez la durée de vie en fatigue d'une rondelle ressort DIN EN 16983 série B groupe 2, DSC 50 x 25,4 x 2 avec une précharge de 15% de sa hauteur initiale et une position finale à 75% de sa hauteur initiale.

Séries DIN	Dimensions						Force, déflexion et contraintes basées sur E = 206 kN/mm ² and $\mu = 0.3$												
							Précontrainte, $s = 0.15 h_0$					$s = 0.75 h_0$					$s = h_0$		
	D _e	D _i	t	l _o	h _o	h _o /t	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_{OM}
C	50.0	25.4	1.25	2.85	1.60	1.28	0.24	2.61	565	-11	254	1.20	1.65	1,550	312	1,035	1.60	1,646	-1,006
	50.0	25.4	1.50	3.10	1.60	1.07	0.24	2.86	808	32	276	1.20	1.90	2,512	528	1,145	1.60	2,844	-1,207
B	50.0	25.4	2.00	3.40	1.40	0.70	0.21	3.19	1,226	128	264	1.05	2.35	4,762	923	1,140	1.40	5,898	-1,408
	50.0	25.4	2.25	3.75	1.50	0.67	0.23	3.53	1,821	165	312	1.13	2.63	7,217	1,147	1,353	1.50	8,997	-1,697
A	50.0	25.4	2.50	3.90	1.40	0.56	0.21	3.69	2,154	204	302	1.05	2.85	9,063	1,301	1,332	1.40	11,519	-1,760
	50.0	25.4	3.00	4.10	1.10	0.37	0.17	3.94	2,594	249	249	0.83	3.27	11,976	1,418	1,135	1.10	15,640	-1,659

Figure 2: Extrait du tableau de spécifications du catalogue de rondelles ressorts de SPIROL

En utilisant le tableau de spécifications (illustré à la Figure 2), la contrainte II (σ_{II}) à 15 % est de 128 N/mm² et la contrainte III (σ_{III}) est de 264 N/mm². La contrainte II (σ_{II}) à 75% est de 923 N/mm² et la contrainte III (σ_{III}) est de 1 140 N/mm². Calculez maintenant les différences entre les contraintes à chaque emplacement.

$$923 \text{ N/mm}^2 - 128 \text{ N/mm}^2 = 795 \text{ N/mm}^2$$

Contrainte II à 75 % Contrainte II à 15%

$$1,140 \text{ N/mm}^2 - 264 \text{ N/mm}^2 = 876 \text{ N/mm}^2$$

Contrainte III à 75 % Contrainte III à 15%

Comme le montre le calcul ci-dessus, la différence maximale de contrainte se produit à l'emplacement III. Nous allons donc utiliser les valeurs de contrainte de l'emplacement III et les tableaux de durée de vie en fatigue pour estimer la durée de vie en fatigue de la rondelle ressort.

L'intersection d'une ligne verticale tracée sur l'axe X représentant la contrainte minimale au point III et d'une ligne horizontale tracée sur l'axe Y représentant la contrainte maximale au point III est la durée de vie en fatigue estimée. Dans cet exemple et en utilisant la figure 3, la ligne sur l'axe des X est tracée à 264 N/mm², et la ligne tracée sur l'axe des Y est tracée à 1 140 N/mm². L'intersection se situe légèrement au-dessus de la ligne des « 100 000 cycles », représentée par N = 10⁵ dans la figure 3. Cela représente une durée de vie en fatigue estimée à un peu moins de 100 000 cycles.

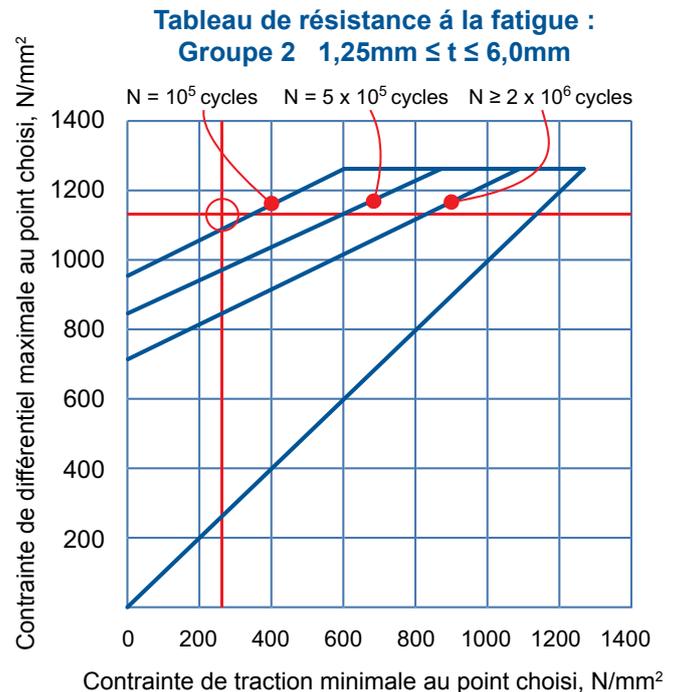


Figure 3 : Durée de vie à la fatigue estimée pour rondelle ressort DSC 50 x 25,4 x 2 de l'exemple 1

Exemple 2:

Estimez la durée de vie en fatigue du même ressort à disque DIN EN 16983 série B groupe 2, DSC 50 x 25,4 x 2 avec une précharge de 25% de sa hauteur initiale avec une position finale à 50% de sa hauteur initiale :

Séries DIN	Dimensions						Force, déflexion et contraintes basées sur E = 206 kN/mm ² and $\mu = 0.3$												
							$s = 0.25 h_0$					$s = 0.5 h_0$					$s = h_0$		
	D _e	D _i	t	l _o	h _o	h _o /t	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_{OM}
C	50.0	25.4	1.25	2.85	1.60	1.28	0.40	2.45	854	2	410	0.80	2.05	1,328	106	755	1.60	1,646	-1,006
	50.0	25.4	1.50	3.10	1.60	1.07	0.40	2.70	1,242	74	447	0.80	2.30	2,028	250	828	1.60	2,844	-1,207
B	50.0	25.4	2.00	3.40	1.40	0.70	0.35	3.05	1,949	230	430	0.70	2.70	3,491	537	810	1.40	5,898	-1,408
	50.0	25.4	2.25	3.75	1.50	0.67	0.38	3.38	2,905	292	508	0.75	3.00	5,249	675	959	1.50	8,997	-1,697
A	50.0	25.4	2.50	3.90	1.40	0.56	0.35	3.55	3,473	355	494	0.70	3.20	6,437	789	938	1.40	11,519	-1,760
	50.0	25.4	3.00	4.10	1.10	0.37	0.28	3.83	4,255	424	409	0.55	3.55	8,214	897	787	1.10	15,640	-1,659

Figure 4: Extrait du tableau de spécifications du catalogue de rondelles ressorts de SPIROL

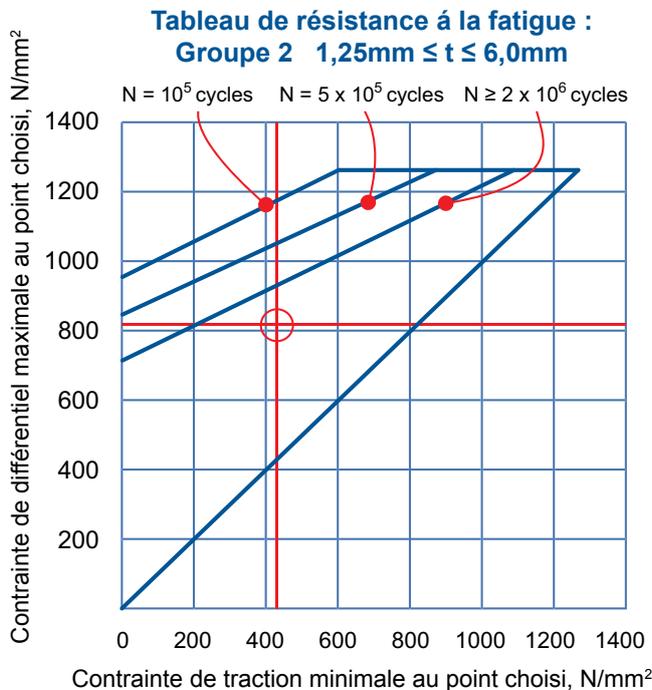


Figure 5 : Durée de vie à la fatigue estimée pour rondelle ressort DSC 50 x 25,4 x 2 de l'exemple 2

Le différentiel maximal de contrainte se produit à nouveau à l'emplacement III. Si l'on se réfère au graphique de la durée de vie en fatigue de la *figure 5* et que l'on trace 430 N/mm² sur l'axe des X et 810 N/mm² sur l'axe des Y, l'intersection des lignes est légèrement inférieure à la ligne des 2 millions de cycles ; la durée de vie en fatigue estimée est donc supérieure à 2 millions de cycles.

Ces exemples montrent comment une réduction de la déflexion entraîne une augmentation de la durée de vie en fatigue.

Les diagrammes de durée de vie sont basés sur des essais en laboratoire effectués sur des disques individuels à température ambiante. Les tests sont effectués à une fréquence qui n'entraîne pas d'accumulation de chaleur. Les disques de test sont lubrifiés et testés sur des enclumes polies ; la durée de vie réelle en fatigue est susceptible d'être différente des valeurs estimées dans les tableaux de durée de vie en fatigue. Ces tableaux sont valables pour des disques simples et des empilements d'un maximum de (10) rondelles ressorts en série. Les rondelles ressorts empilés en parallèle auront une durée de vie en fatigue réduite en raison de l'accumulation de chaleur résultant de la friction.

Résumé :

La plage de déflexion de la rondelle ressort détermine sa durée de vie en fatigue. L'augmentation de la charge finale accroît la contrainte dans la rondelle ressort, ce qui réduit la durée de vie en fatigue. L'augmentation de la précharge réduit la déflexion, ce qui augmente la durée de vie en fatigue. Les directives fournies dans ce document sont de nature générale. Des tests sont nécessaires dans des conditions réelles pour vérifier les estimations de la fatigue.



Centres Techniques

Europe SPIROL SAS
Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin
18 Rue Léna Bernstein
51100 Reims, France
Tel. +33 (0)3 26 36 31 42
Fax. +33 (0)3 26 09 19 76

SPIROL Royaume-Uni
17 Princewood Road
Corby, Northants NN17 4ET
Royaume-Uni
Tel. +44 (0) 1536 444800
Fax. +44 (0) 1536 203415

SPIROL Allemagne
Ottostr. 4
80333 Munich, Allemagne
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 71
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 72

SPIROL Espagne
08940 Cornellà de Llobregat
Barcelona, Espagne
Tel. +34 93 669 31 78
Fax. +34 93 193 25 43

SPIROL République Tchèque
Pražská1847
Slaný 274 01
République Tchèque
Tel. +420 313 562 283

SPIROL Pologne
Aleja 3 Maja 12
00-391 Warszawa, Pologne
Tel. +48 510 039 345

Amériques SPIROL International Corporation
30 Rock Avenue
Danielson, Connecticut 06239 Etats-Unis
Tel. +1 (1) 860 774 8571
Fax. +1 (1) 860 774 2048

SPIROL division cales
321 Remington Road
Stow, Ohio 44224 Etats-Unis
Tel. +1 (1) 330 920 3655
Fax. +1 (1) 330 920 3659

SPIROL Canada
3103 St. Etienne Boulevard
Windsor, Ontario N8W 5B1 Canada
Tel. +1 (1) 519 974 3334
Fax. +1 (1) 519 974 6550

SPIROL Mexique
Avenida Avante #250
Parque Industrial Avante Apodaca
Apodaca, N.L. 66607 Mexico
Tel. +52 (01) 81 8385 4390
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

SPIROL Brésil
Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brésil
Tel. +55 (0) 19 3936 2701
Fax. +55 (0) 19 3936 7121

Asie Pacifique SPIROL Asie
1st Floor, Building 22, Plot D9, District D
No. 122 HeDan Road
Wai Gao Qiao Free Trade Zone
Shanghai, Chine 200131
Tel. +86 (0) 21 5046 1451
Fax. +86 (0) 21 5046 1540

SPIROL Corée
160-5 Seokchon-Dong
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Corée
Tel. +86 (0) 21 5046-1451
Fax. +86 (0) 21 5046-1540

email: info-fr@spirol.com

SPIROL.com