

ANNEXE 4 : MATÉRIAUX : COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES

(Version du 27 janvier 2017 (14h01))

AN4.1. Caractéristiques des alliages pour pistons

Designation (Bezeichnung)		MAHLE 124 G AlSi 12 CuMgNi	MAHLE 124 P AlSi 12 CuMgNi	MAHLE 138 G AlSi 18 CuMgNi	MAHLE 138 P AlSi 18 CuMgNi	MAHLE 142 AlSi12Cu3Ni2Mg	MAHLE 174+ AlSi12Cu4Ni2Mg	MAHLE 244 G AlSi 25 CuMgNi	MAHLE Y G AlCu 4 Ni2Mg
Composition	%								
	Si	11 ... 13	11 ... 13	17 ... 19	17 ... 19	11 ... 13	11 ... 13	23 ... 26	≤ 0.5
	Cu	0.8 ... 1.5	0.8 ... 1.5	0.8 ... 1.5	0.8 ... 1.5	2.5 ... 4.0	3.0 ... 5.0	0.8 ... 1.5	3.5 ... 4.5
	Mg	0.8 ... 1.3	0.8 ... 1.3	0.8 ... 1.3	0.8 ... 1.3	0.5 ... 1.2	0.5 ... 1.2	0.8 ... 1.3	1.25 ... 1.75
	Ni	0.8 ... 1.3	0.8 ... 1.3	0.8 ... 1.3	0.8 ... 1.3	1.75 ... 3.0	1.0 ... 3.0	0.8 ... 1.3	1.75 ... 2.25
	Fe	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.6
	Mn	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2
	Ti	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.25
	Zn	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2
	V	≤ 0.18	≤ 0.18	≤ 0.18	≤ 0.18	≤ 0.18	≤ 0.18	≤ 0.18	≤ 0.18
	Cr	-	-	-	-	-	-	≤ 0.6	-
Al	residual	residual	residual	residual	residual	residual	residual	residual	
State		permanent mold casting	forged	permanent mold casting	forged	permanent mold casting	permanent mold casting	permanent mold casting	permanent mold casting
Tensile strength R_m (Zugfestigkeit)	20 °C	200 ... 250	300 ... 370	180 ... 220	230 ... 300	200 ... 280	200 ... 280	170 ... 210	220 ... 250
	150 °C	180 ... 230	250 ... 300	170 ... 210	210 ... 260	180 ... 240	-	160 ... 200	210 ... 240
	250 °C	100 ... 150	110 ... 170	100 ... 140	100 ... 160	100 ... 160	100 ... 120	100 ... 140	170 ... 190
	350 °C	40 ... 65	40 ... 70	60 ... 80	60 ... 80	50 ... 70	-	50 ... 80	70 ... 90
Yield point $R_{p0.2}$ (Dehngrenze)	20 °C	190 ... 230	280 ... 340	170 ... 200	220 ... 260	190 ... 250	190 ... 260	170 ... 200	180 ... 210
	150 °C	180 ... 220	230 ... 280	150 ... 190	200 ... 250	180 ... 220	-	130 ... 180	170 ... 200
	250 °C	70 ... 110	90 ... 120	80 ... 120	100 ... 140	80 ... 120	80 ... 110	90 ... 120	150 ... 170
	350 °C	20 ... 30	10 ... 30	20 ... 40	30 ... 40	40 ... 60	-	35 ... 55	50 ... 70
Elongation at fracture A (Bruchdehnung)	20 °C	0.1 ... 1.5	1 ... 3	0.2 ... 1.0	0.5 ... 1.5	0.1 ... 0.5	≤ 1	0.1 ... 0.5	0.5 ... 1.0
	150 °C	1.0 ... 1.5	2.5 ... 4.5	0.3 ... 1.2	1 ... 2	0.2 ... 1.0	-	≤ 0.4	0.7 ... 1.2
	250 °C	2 ... 4	8 ... 10	1.0 ... 2.2	3 ... 5	1 ... 3.5	1.5 ... 2	≤ 0.5	2 ... 3
	350 °C	9 ... 15	31 ... 35	5 ... 7	10 ... 15	5 ... 13	-	≤ 2	18 ... 25

Designation (Bezeichnung)		MAHLE 124 G AlSi 12 CuMgNi	MAHLE 124 P AlSi 12 CuMgNi	MAHLE 138 G AlSi 18 CuMgNi	MAHLE 138 P AlSi 18 CuMgNi	MAHLE 142 AlSi12Cu3Ni2Mg	MAHLE 174+ AlSi12Cu4Ni2Mg	MAHLE 244 G AlSi 25 CuMgNi	MAHLE Y G AlCu 4 Ni2Mg
Bending fatigue σ_{bw} (Biegewechselfestigkeit) N/mm^2	20 °C	80 ... 120	110 ... 140	80 ... 110	90 ... 120	90 ... 130	100 ... 110	70 ... 100	70 ... 90
	150 °C	70 ... 110	90 ... 120	60 ... 90	70 ... 110	70 ... 110	-	50 ... 80	65 ... 85
	250 °C	50 ... 70	60 ... 70	40 ... 60	50 ... 70	50 ... 70	50 ... 55	40 ... 60	50 ... 60
	350 °C	15 ... 30	15 ... 20	15 ... 30	20 ... 30	30 ... 50	-	20 ... 35	15 ... 25
Modulus of elasticity E (Elastizitätsmodul) N/mm^2	20 °C	80000	81000	83000	84000	84000	84000	90000	74000
	150 °C	77300	78000	79000	79000	79000	-	85000	69000
	250 °C	72500	74000	75000	76000	75000	75000	81000	65000
	350 °C	65000	68000	70500	70000	70000	-	76000	61000
Coefficient of thermal expansion λ (Wärmeleitzaahl) W/mK	20 °C	155	158	143	157	130	130	135	147
	150 °C	156	162	147	160	136	-	137	152
	250 °C	159	166	150	163	142	142	141	159
	350 °C	164	-	156	-	146	-	147	163
Mean linear thermal expansion α $1/K \times 10^{-6}$ (Mittlere lineare Wärmeausdehnung)	20 -100 °C	20	-	18.6	-	19.2	19.2	-	-
	20 -200 °C	21	21.4	19.5	20.3	20.5	-	19.3	23.1
	20 -300 °C	21.9	-	20.2	-	21.1	21.1	-	-
	20 -400 °C	22.8	-	20.8	-	21.8	-	-	-
Density ρ (Dichte) $kg/m^3 \times 10^{-3}$	20 °C	2.7	2.7	2.68	2.68	2.77	2.77	2.65	2.74
Relative wear value (Relative Verschleißzahl)		1	1	~ 0.8	~ 0.8	0.95	0.95	0.6	1.3
(Brinellhärte HB 10)	20 °C	90 ... 130	90 ... 130	90 ... 130	90 ... 130	100 ... 140	100 ... 140	90 ... 130	90 ... 125

Tableau An4.1. -

AN4.2. Caractéristiques des alliages pour axes de pistons

Matériaux utilisés pour l'axe du piston et contraintes maximales admissibles				
Matériau suivant DIN 73 126				
		Aciers trempés (Einsatzstahl)		Acier nitruré (Nitrierstahl)
		L (15Cr3)	M (16MnCr5)	N (31CrMoV9)
Numéro de matière (Werkstoffnummer)		1.7015	1.7131	1.8519
Composition chimique (% en poids) (Chemische Zusammensetzung in Gew. -%)	C	0.12 ... 0.20	0.14 ... 0.19	0.26 ... 0.34
	Si	0.15 ... 0.40	0.15 ... 0.40	0.15 ... 0.35
	Mn	0.40 ... 0.70	1.00 ... 1.30	0.40 ... 0.70
	P	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.025
	S	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.025
	Cr	0.40 ... 0.90	0.80 ... 1.10	2.30 ... 2.70
	Mo	-	-	0.15 ... 0.25
	V	-	-	0.15 ... 0.20
Dureté superficielle (Oberflächenhärte)	HRC	59 ... 65	59 ... 65	59 ... 65
Résistance à cœur (en fonction de l'épaisseur de paroi) (Kernfestigkeit) (wanddickenabhängig)	N/mm^2	700 ... 1500	850 ... 1350	1000 ... 1400
Mean linear thermal expansion α (Mittlere lineare Wärmeausdehnung)	$1/K \times 10^{-6}$			
	20 °C -200 °C	12.8	12.7	13.1
	20 °C -400 °C	13.7	13.9	13.8
Coefficient of thermal conductivity λ (Wärmeleitfähigkeit) W/mK	20 °C	51.9	50.0	46.4
	200 °C	48.2	48.7	45.5
	400 °C	41.9	43.7	42.3
Modulus of elasticity E ((Elastizitätsmodul)	N/mm^2	210000	210000	214000
Poisson's ratio ν	-	0.27	0.27	0.27
Density ρ (Dichte)	$kg/m^3 \times 10^{-3}$	7.80	7.80	7.80
Utilisation (Verwendung)		Standardwerkstoff für Kolbenbolzen	für hochbeanspruchte Kolbenbolzen	für hochbeanspruchte Kolbenbolzen (Sonderfälle)
Contraintes maximales admissibles N/mm^2 (Basée sur la méthode Schlaefke)				
Moteur Otto et Moteur Diesel (pour véhicule particulier)		500	600	-
Moteur Diesel (pour véhicule utilitaire)	$D < 120 \text{ mm}$	300	400	500
	$D = 120 \dots 200 \text{ mm}$	260 ... 200	360 ... 260	450 ... 320
	$D > 200 \text{ mm}$	180	230	280

Tableau An4.2. - Suivant documentation fournie par la firme MAHLE. {Réf. 3} - Kolbenbolzenstähle DIN 73 126.