

Coussinets coulés en alliage à base de cuivre

par : **K. PECENKOVSKI**
K. P. BRONZE LTD.

Première partie : Caractéristiques des alliages

Depuis de nombreuses années, les alliages de cuivre occupent une place importante dans la fabrication des coussinets. Comme il existe une grande variété d'alliages de cuivre, certains concepteurs estiment qu'il est difficile de choisir l'alliage qui convient le mieux à l'usage dont ils veulent en faire. Dans le présent article, il est question des neuf alliages les plus courants pour la fabrication des coussinets.

Les meilleurs alliages pour la fabrication de coussinets ne sont pas nécessairement ceux qui possèdent les meilleures propriétés mécaniques. Le choix d'un alliage doit tenir compte d'un certain nombre de facteurs dont la charge de service, la dureté de l'axe, la lubrification, la température de service et la vitesse de rotation ou de glissement. De façon empirique, on peut dire des alliages au plomb que plus leur teneur en plomb est élevée, moins ils sont durs et résistants. En même temps, toutefois, la friction diminue pendant que leur souplesse et leur faculté d'absorption (capacité d'absorber les particules abrasives) augmente. Il faut noter qu'un des alliages les plus récemment développés contient du bismuth, alliage qui a remplacé le plomb et qui agit d'une façon similaire au plomb dans les coussinets et les bagues.

Voici en principe les propriétés que doit posséder un coussinet : résistance élevée à

la compression et au choc, c'est-à-dire la capacité de résister à une charge consante et soudaine sans subir de grave déformation ou de causer de refoulement; résistance élevée à la fatigue, c'est-à-dire la capacité de résister à des charges et des contraintes variables; résistance élevée au fluage, c'est-à-dire la capacité de résister au fluage à des températures élevées; conductivité thermique élevée, c'est-à-dire la capacité de dissiper la chaleur de frottement qui s'accumule à la surface du coussinet; souplesse et faculté d'absorption, c'est-à-dire la capacité de s'adapter à un défaut d'alignement de l'axe et d'absorber les particules abrasives; résistance élevée au saisissement, c'est-à-dire la capacité de résister au frottement lorsque la lubrification est insuffisante; et enfin résistance élevée à la corrosion, c'est-à-dire la capacité de résister à l'environnement et à l'attaque de certains sous-produits acides résultant de la dégradation du lubrifiant.

Aucun alliage ne possède toutes les propriétés citées ci-dessus. Mais comme il existe une foule d'alliages de cuivre, il est possible d'en trouver un qui possède le plus grand nombre de propriétés souhaitées pour l'usage auquel il est destiné.

Voici les alliages de cuivre les plus connus pour la fabrication de coussinets : les laitons



L'auteur examinant une pièce coulée finie.

The author examining a finished product.

rouges au plomb (alliage n° C83600), les bronzes à l'étain (alliages n°s C90300 et C90500), les bronzes à l'étain au plomb (alliage n° C92700), les bronzes à l'étain à haute teneur en plomb (alliages n°s C93200, C93400, C93700 et C93800) et le bronze d'aluminium (alliage n° C95400). Les tableaux 1 et 2 présentent respectivement les compositions et les propriétés physiques de ces alliages. Le tableau 3 résume leurs principales caractéristiques.

Dans la deuxième partie du présent article, il sera question des alliages ayant des usages particuliers et les méthodes de coulée utilisées pour fabriquer des coussinets ♦

K. Pecenkovski est le fondateur et le Président-directeur général de la K. P. Bronze Ltd.

Table 2 - Nominal Mechanical Properties of Typical Bearing Alloys¹

Tableau 2 - Propriétés mécaniques nominales d'alliages pour coussinets¹

UNS Alloy No. Code d'alliage	Tensile Strength Résistance à la traction (ksi)	Yield Strength Limite d'élasticité (ksi)	Elongation (% in 2 inch) Allongement (% sur 2 po.)	Hardness Dureté Brinell (10 mm - 500 kg)	Impact Strength (Izod-ft. lbs.) Résistance au choc (Izod-pi. lbs.)	Maximum Unit Pressure Load Pression maximale pour charge unitaire (ksi)	Compressive Strength (for 1.00 inch thick) Résistance à la compression (pour 1.00 po. d'épaisseur)	
							.001" set .001" déformation (ksi)	.005" set .005" déformation (ksi)
							C93400	25
C93800	30	17	15	55	4-6	3+	13	16
C93700	35	18	20	63	2-8	4	17	20
C93200	35	20	15	60	4-12	4	18	21
C83600	35	18	28	60	6-12	3.5	13	16
C92700	40	20	25	70	3-11	4+	19	32
C90500	45	22	25	65	4-16	4	22	26
C90300	40	20	30	68	9-22	4+	21	25
C95400	90	37	15	195	10-15	4.5+	18	31

¹ Values for sand cast condition

¹ Valeurs à l'état coulé en sable

Table 3 - Cast Bronze Bearings and Bushings
Tableau 3 - Coussinets et bagues coulés en bronze

Principal Characteristics	UNS Alloy No. Code d'alliage	Principales caractéristiques
Fair strength; fair wear resistance; low pounding resistance; excellent antifrictional qualities; good conformability – will not score soft shafts; good machining and fair casting properties – requires care in broaching; can operate at high speeds under adverse lubrication conditions.	C93400	Résistance à l'effort et à l'usure acceptable; faible résistance au cognement; excellentes qualités antifrictions; bonne malléabilité – ne ronge pas les arbres mous; bonne propriété d'usinage et propriétés de coulée acceptables – requiert un certain soin lors d'alésage; peut opérer à vitesse élevée sous des conditions adverses de lubrification.
Fair strength; corrosion resistant to sea water and brine, resistant to certain concentrations of sulphuric acid and acids in mine waters; fair wear resistance; excellent antifrictional qualities; nonseizing; good machining and casting properties; can be used where lubrication is doubtful.	C93800	Résistance à l'effort acceptable; résistant à la corrosion par l'eau de mer et la saumure, ainsi qu'à certaines concentrations d'acide sulfurique et autres acides dans les eaux minières; résistance acceptable à l'usure; excellentes qualités antifrictions; résistant au grippage; bonnes propriétés d'usinage et de coulée. Peut être utilisé dans des conditions de lubrification adverses.
Good strength; low thermal conductivity compared to high-tin bronzes; generally high physical properties combined with fairly good bearing qualities; corrosion resistant to mild acids as found in mine water, good resistance to mineral waters of paper-mill sulphite liquor; excellent wear resistance under conditions of high speed, heavy pressure, shock, and vibration; low friction; good machining and fair casting properties; can be used where lubrication is doubtful; requires hardened shaft; maximum shaft surface speed can be 500 to 1000 fpm.	C93700	Bonne résistance à l'effort; conductivité thermique faible comparée aux bronzes à haute teneur en étain; propriétés physiques généralement élevées combinées à des qualités d'appui assez bonnes; résistance à la corrosion par acides faibles tels que présents dans les eaux de mine, bonne résistance aux eaux minérales contenues dans les solutions à base de sulfate des usines à papier, excellente résistance à l'usure à haute vitesse, aux charges élevées, aux chocs et aux vibrations; friction faible; bonnes propriétés d'usinage et assez bonnes de coulée; peut être utilisé où la lubrification est douteuse; requiert des arbres trempés; vitesse maximale à la surface des arbres de 500 à 1 000 pieds/minute.
Good hardness, strength, and wear resistance; excellent antifrictional qualities; good casting and excellent machining properties; can be readily broached or seamed.	C93200	Bonne dureté et bonne résistance à l'effort et à l'usure; excellentes qualités antifrictions; bonnes propriétés de coulée et excellentes qualités d'usinage; peut être facilement alésé ou fraisé.
Reasonable strength; excellent thermal conductivity; sound material structure; reasonable corrosion resistance to sea water and brine; good machining and casting properties – sound casting of sections larger than 1-in. thick is not recommended.	C83600	Résistance à l'effort raisonnable; excellente conductivité thermique; structure saine; résistance raisonnable à la corrosion par l'eau de mer et la saumure; bonnes propriétés de coulée et d'usinage – la coulée en sable de sections plus larges qu'un pouce d'épaisseur n'est pas recommandée.
Hard; strong; good corrosion resistance; wear resistant; good machining and fair casting properties; requires good lubrication and a shaft hardness of 300 to 400 Bhn.	C92700	Dur; bonne résistance à l'effort, à la corrosion et à l'usure; bonnes propriétés d'usinage et propriétés acceptables de coulée; nécessite une bonne lubrification et des arbres d'une dureté de 300 à 400 Bhn.
Hard; strong; good corrosion resistance, especially to sea water; wear resistant; high resistance to pounding; difficult to broach but can be bored or reamed; requires good, reliable lubrication and a shaft hardness of 300-400 Bhn.	C90500	Dur; bonne résistance à l'effort et à la corrosion, spécialement par l'eau de mer; résistant à l'usure; résistance élevée au cognement; alésage difficile mais peut être foré ou fraisé; nécessite une bonne lubrification constante et une dureté d'arbre de 300 à 400 Bhn.
Hard; strong; ductile; corrosion resistant to sea water and brine; wear resistant; good resistance to pounding; good machining properties – similar to C90500 but easier to work in foundry; requires reliable lubrication, good alignment, and a shaft hardness of 300 to 400 Bhn.	C90300	Dur; bonne résistance à l'effort et à la corrosion par l'eau de mer et la saumure; ductile; résistant à l'usure; bonne résistance au cognement; bonne propriétés d'usinage – semblable à C90500 mais plus facile à travailler en fonderie; exige une lubrification adéquate, un bon alignement de l'arbre avec une dureté de 300 à 400 Bhn.
Very hard; abrasion resistant; excellent strength; physical properties remain good at elevated temperatures – compressive strength at 500°F is the same as for tin bronzes at room temperature; wear resistant; excellent resistance to repeated, severe impacts; relatively poor antiseizure properties; relatively poor conformability and embeddability; difficult to broach; requires reliable full-film lubrication to prevent metal-to-metal contact and possible scoring; requires shaft hardness of 550 to 600 Bhn to prevent damage to shaft; requires surface finish of 15 to 20 microinches rms on both bearing and shaft.	C95400	Très dur; résistant à l'abrasion; excellente résistance à l'effort; bonnes propriétés physiques à température élevée – la résistance à la compression à 500°F est la même que celle des bronzes à l'étain à température ambiante; résistant à l'usure; excellente résistance à des impacts sévères et répétés; propriétés faibles de résistance au grippage; malléabilité et propriété d'enforcement relativement pauvres; difficile d'alésage; exige une lubrification complète et fiable pour empêcher le contact de métal et possibilité de rayure; exige un arbre d'une dureté de 550 à 600 Bhn pour empêcher les détériorations; exige un fini de surface de 15 à 20 micro-pouces rms sur les coussinets et sur l'arbre.
We gratefully acknowledge the use of data published by the Cast Bronze Bearing Institute.	UNS Alloy No. Code d'alliage	Nous remercions infiniment le Cast Bronze Bearing Institute de nous avoir permis d'utiliser leurs informations.

Cast Copper-Base Alloy Bearings

by: *K. PECENKOVSKI*
K. P. BRONZE LTD.

Part One: Alloy Characteristics

Copper-base alloys have played an important role in bearing applications for many years. Some designers, however, find it difficult to choose the alloy that is best suited for their specific application, especially with the broad range of copper-base bearing alloys available. In this article, the nine most common cast copper-base alloys used for bearings are covered.

Alloy selection involves a number of factors, and the best alloys for bearing applications are not necessarily those with the best mechanical properties. Consideration must be given to the intended operating conditions such as working load, shaft hardness, lubrication, working temperature and speed of rotation or sliding. A general rule of thumb for the lead-containing alloys is as the lead content increases, the hardness and strength decrease. At the same time, however, friction decreases while the conformability and embeddability (the ability to absorb any abrasive particles) increase. It should be noted that the latest alloys being developed contain bismuth as an alloying element in place of lead. It behaves in a similar manner to lead in bearings and bushings.

Ideally bearings should possess the following characteristics: High compressive strength and impact strength – the ability to withstand a sustained or suddenly imposed load without serious extrusion or deformation; High fatigue strength – the

ability to withstand fluctuating loads and variable stresses; High creep strength – the ability to maintain creep strength at elevated temperatures; High thermal conductivity – the ability to conduct heat generated by friction away from the bearing surface; Conformability and embeddability – the ability to accommodate misalignment of the shaft and absorb any abrasive particles; High seizure resistance – the ability to withstand metallic contact without damage to the shaft when lubrication is not adequately maintained; and Good corrosion resistance – the ability to withstand attack in an aggressive environment or from the acidic by-products formed by degradation of the lubricants. No single alloy will have all of the above characteristics at a sufficiently acceptable level but with the many types of copper alloys available, one can usually find a suitable choice with enough of the desired characteristics for the application.

The best known copper-base alloys for bearing applications are classified into the following categories: Leaded Red Brasses (C83600); Tin Bronzes (C90300, C90500); Leaded Tin Bronzes (C92700); High-Leaded Tin Bronzes (C93200, C93400, C93700, C93800) and Aluminum Bronze (C95400). Their compositions and physical properties are shown in Tables 1 and 2 respectively while their principal characteristics are listed in Table 3. Part Two will discuss



A selection of bearings and bushings and a modern NC Turning Centre.

On voit au premier-plan une sélection de coussinets et de bagues et à l'arrière une machine moderne à commande numérique.

which alloys are used in specific applications and the casting methods employed to produce bearings. ♦

K. Pecenkovski is Founder and CEO of K. P. Bronze Ltd.



Continuous casting of hexagonal bronze bar.

Coulée continue des barres hexagonales en bronze.

Table 1 - Nominal Compositions of Typical Bearing Alloys.
Tableau 1 - Composition nominale d'alliages pour coussinets.

Group / Groupe	UNS Alloy No. Code d'alliage	Nominal Composition (%) Composition nominale (%)			
		Cu	Sn	Pb	Zn
High-Leaded Bronzes Bronzes à haute teneur en plomb	C93400	70	5	25	-
	C93800	78	7	15	-
	C93700	80	10	10	-
	C93200	83	7	7	3
Leaded Bronzes Bronzes au plomb	C83600	85	5	5	5
	C92700	88	10	2	-
Non leaded Bronzes Bronzes sans plomb	C90500	88	10	-	2
	C90300	88	8	-	4
Aluminum Bronze Bronze d'aluminium	C95400	85	Al 11 %		Fe 4 %