

VALERI CONSULENZA INDUSTRIALE

di Gualtiero A.N. Valeri

VALERI INDUSTRIELLE BERATUNG - VALERI CONSULTATION INDUSTRIELLE

VALERI INDUSTRIAL CONSULTING - VALERI ASESORAMIENTO INDUSTRIAL

Via Besso, 59 – P.O. Box 729 - 6903 Lugano (CH)

phone +41/91/960 05 60÷61 - fax +41/91/960 05 62

e-mail: valeri@valericonsulenza.eu

Web: www.valericonsulenza.eu

MAGNÉSIUM ET SES ALLIAGES: UN MATÉRIAU POUR LA CONSTRUCTION MÉCANIQUE DU XXI^E SIÈCLE

MAGNESIUM AD ITS ALLOYS: A MATERIAL FOR THE XXI CENTURY ENGINEERING INDUSTRY

Réunion “*Magnesium and Motorsport*”, Modena, 14 octobre 2009

Gualtiero A.N. Valeri – Valeri consulenza Industriale, Lugano

Président de Montevenda Engineering International Association,

Fondation pour le développement de l'ingénierie éthique, Lugano

Le magnésium n'est pas un nouveau métal: son oxyde a été reconnu dès le début du XVIII^e siècle et a appelé la “*terre amère*”, mais connu sous la forme de sulfate (“*sels anglais*”, ou “*sel amer*”, ou “*sels d'Epsom*,”) de la dix-septième siècle, à partir de sources minérales d'Epsom; le premier, cependant, que le distingue clairement de l'oxyde du calcium à la solubilité différente de son sulfate était le chimiste écossais Joseph Black (Bordeaux 16/4/1728 † Edinburgh 6/12/1799) en 1755. Pour l'obtenir sous forme métallique, cependant, il faut attendre jusqu'en 1808, quand le chimiste anglais Sir Humphrey Davy (Penzance 17/12/1778 † Genève, 29/5/1829) obtenue pour l'électrolyse; mais nous devons attendre jusqu'en 1831 parce que, jusqu'à le chimiste français Antoine Alexandre Brutus Bussy (Marseille, 29/5/1794 † Paris, 1/2/1882) comment préparer la masse métallique compacte.

Ensuite, pendant deux siècles dans sa première identification que que galéniques a l'extraction de métal pur de ses sels: cela est dû à son électronégativité faible (pour lesquels une réactivité élevée, une forte réduire par excellence) qui fait ses sels sont très stables et difficiles à séparer.

Cette forte réactivité est également la base des difficultés pour son utilisation comme un métal pur ou d'alligator, de l'industrie mécanique, qui, comme nous le verrons, bien que son utilisation peut commencer dans l'industrie de l'aviation depuis l'époque de la Première Guerre mondiale, seulement maintenant qu'il commence à ressembler à des matériaux métalliques utilisés pour la fabrication de biens de consommation.

Mais de magnésium n'est pas un métal rare, constituant autant que de 2,3% en poids de la lithosphère, entrant dans la composition de la dolomie (carbonate double de calcium et de magnésium, d'une teneur moyenne de magnésium 43%) contenaient de grandes quantités dans les sédiments sa-

lins de Stassfurt, et l'eau de mer qui a une teneur moyenne de 1,37%. Il est donc le huitième élément le plus abondant dans la croûte terrestre.

Pour son extraction fait usage principalement de la dolomie et de l'eau de mer; oxyde obtenu, le métal est obtenu ou électrochimie (avec un processus plutôt complexe), ou par silico-thermique.

Le magnésium métal, avec sa densité de $1,74 \text{ kg/dm}^3$, est le plus léger des métaux directement employés dans la construction; il fond à 650°C et possède un point d'ébullition de $1'103^\circ\text{C}$; cristallise dans hexagonale système compact, qui est la principale cause de ses différences que les propriétés mécaniques que l'aluminium, le métal chimiquement très semblables, mais cristallise en face centrée système cubique.

Examiner brièvement l'histoire de l'utilisation du magnésium dans métal que les bâtiments, nous avons trouvé un premier brevet sur une alliage technologique de magnésium qui remontent à 1918, déposée par M. William R. Veazey du Cleveland (Ohio) de la Dow Chemical à Midland (Michigan), qui a obtenu un première alliage technologique de magnésium alligators cuivre et manganèse pour un total de 1%. La légèreté et la bonne conduite du métal, même à des températures plus élevées d'aluminium ont stimulé la recherche, et par la suite nous avons eu un certain nombre de brevets d'alliages de magnésium est également très avancée. Son utilisation dans le génie devient massif quand les avions passent les structures en bois d'origine dans les métalliques, en particulier avec la Seconde Guerre mondiale: en 1943, sa production a été ainsi 237'000 tonnes, en partie utilisé pour emballage des propergols et des bombes incendiaires, mais principalement utilisé dans l'industrie aéronautique.

Mais avec la fin des hostilités, la complexité de son utilisation en baisse rapidement la production industrielle que, en 1963 est tombé à 140'000 tonnes.

Avec le démantèlement des raisons liées au contrôle stratégique du métal et le raffinement de la technologie, sa production a atteint actuellement soit une augmentation de 10% par an: en 1990 était de 350'000 tonnes, et 2005 de 500'000 tonnes. Son prix est maintenant inférieur à celui de l'aluminium (bien qu'il ne doit pas être négligée, de magnésium - aluminium contraire - il est entièrement non-toxiques, et sa production est "propre,,).

Alors que l'acier, l'aluminium et magnésium, ce sont les trois qui a le ratio le plus élevé entre la force et le poids, et, comme mentionné, les alliages de magnésium ont généralement un meilleur comportement à haute température que l'aluminium, en particulier lorsque alligator: par exemple, avec les lanthanides.

Alliages de magnésium ont une densité comprise entre $1,75$ et $1,85 \text{ kg/dm}^3$ mais alliages spéciaux, tels que le magnésium-lithium, peuvent aller pour avoir une densité égale à $1,3 \text{ kg/dm}^3$.

Il est certain que l'industrie mécanique doit faire plus d'un pas en avant comparativement aux procédés de production actuels, conduisant à une utilisation massive de ces alliages, mais nous pensons que les avantages en termes d'économies d'énergie et de réduction des émissions, qui une réduction substantielle du poids du véhicule peut avoir dans l'avenir, et l'industrie de l'aviation (où les dix prochaines années soit 25'000 nouveaux avions produit, en partie pour remplacer le parc existant), où la réduction de poids d'aéronefs 1 kg permet de réaliser des économies dans la vie de l'avion, environ 1 tonne de carburant.

Le magnésium est également un autre avantage "environnement,, important: la capacité d'absorber les vibrations, et donc de réduire le bruit généré par le déplacement des pièces mécaniques. Mais cela signifie aussi une plus longue vie des machines elles-mêmes.

Par conséquent, non seulement aujourd'hui nous assistons à une augmentation rapide de l'utilisation de ce métal de la technologie, mais il a des caractéristiques qui font qu'il est facile de prévoir la croissance exponentielle de son utilisation déjà dans un proche avenir. La croissance pourrait même être accélérée par la crise mondiale d'aujourd'hui, que c'est précisément dans les périodes de grandes crises que nous avons vu les changements les plus rapides de la structure de production, de la technologie, mais aussi des structures sociales (trois facteurs intimement liés).

Quand j'ai passé ces derniers mois pour parler de l'utilisation de magnésium et de ses alliages dans la production, les objections que j'ai souvent entendu des collègues ont été celles qui ont trait à sa facile à la corrosion et de sa forte réactivité, ce qui complique le processus de production.

Il serait trop long de s'attarder ici en détail, sur ce que sont les phénomènes de corrosion dans lesquelles pièces en magnésium et des mécanismes impliqués.

Mais il suffit de dire que le magnésium, comme l'aluminium, forme à l'air un film passifs de structure complexe, mais se compose principalement de l'oxyde et l'hydroxyde de magnésium, et oxyde de magnésium, d'oxyde d'aluminium contraire, aucune est amphotère, tant que le film de passivation formé sur le magnésium devient instable que dans un acide qui se forme sur l'aluminium est sujette à une instabilité est nettement acide marquée milieu alcalin. Dans la pratique, un bon morceau de magnésium, est au moins aussi résistant à la corrosion que d'un artefact dans d'autres alliages légers, et certainement plus résistant à la corrosion d'un bâtiment construit en acier ordinaire.

Les expériences négatives du passé sont en fait issus de la présence d'impuretés dans le métal (en particulier le fer, le cuivre, le nickel et le cobalt, qui doivent figurer dans une certaine mesure - ou bloqué par alliage appropriée), ou de défauts résultant de la fusion, telle que inclusions d'oxyde.

Le processus de production modernes, utilisant des alliages primaires très bien, les fusions faites dans une atmosphère protégée désormais assurer une protection maximale contre l'oxydation de l'atmosphère (magnésium, en plus de réagir avec l'oxygène se combine avec des températures élevées avec de l'azote), techniques avancé de moulage et l'introduction relativement récente de la technique de tixomolding - qui permet au métal pour former sans passer par sa liquéfaction complète - ont annulé presque tous les vieux problèmes, et un artefact en alliage de magnésium peut avoir une résistance à la corrosion au moins égale à celle d'un bâtiment en alliages d'aluminium.

Maintenant, ajoutez la possibilité de traitement de surface, galvanoplastie ou avec des opérations de peinture spéciale, qui, si elle est exploitée sur surfaces sans défauts, qui sont ceux qui sont actuellement obtenus, peut donner une certaine résistance à la corrosion autrefois impensable.

A propos de la nature problématique d'usinage, en partie, nous avons déjà vu comment ils ont été surmontés. Mais même l'usinage les plus fréquents avec enlèvement de copeaux qui peut être fait avec un minimum de précautions, en toute sécurité.

Par exemple le magnésium, qui est l'ajout d'une petite quantité d'éléments d'alliage tels que le béryllium, à la fois lors de la fusion, et après, pendant l'usinage, une couche de passivation de surface de la stabilité exceptionnelle, le danger traditionnelles d'infimes particules de magnésium (ou de bains de fusion) flare. Le parler du "béryllium,, peut susciter des préoccupations toxicologiques, mais ici nous parlons d'un métal ajouté en petites quantités et dissous dans une manière stable dans la ligue. Par conséquent, aucune plus inquiétant dans tout l'acier inoxydable teneur en nickel: le nickel et le souvenir que non seulement un métal toxique sous forme d'ions, mais aussi qu'il faut 10 ppm pour empêcher tout processus de fermentation (et donc beaucoup de processus enzymatiques, le qui détermine sa toxicité aussi de l'environnement).

Sans aller trop loin dans le présent rapport qui ne fera que présenter le sujet et de montrer quelles sont les perspectives pour le développement d'applications en mécanique de magnésium et alliages , en terminant nous tenons à mentionner un autre aspect important.

La faible résistance à la fatigue de nombreux métaux est associée à la présence de microdéfauts dans la structure cristalline des alliages, avec ségrégation de phases peu de cohésion entre les grains, l'inclusion d'oxydes et d'autres impuretés ou des lacunes entre eux pour le traitement par déformation - ou casting - insuffisante.

La possibilité de usinage des alliages de magnésium at haute pureté et de maintenir une telle pureté en cours de usinage (qui, en parlant de procédés de coulée, de magnésium dissout le fer de creusets, moules et autres équipements que légèrement, contrairement à l'aluminium) et le couplage de cette technologie dans tixomolding qui vous amène à une tout à fait particulière et homogène

structure métallographique de l'alliage, rend l'art des alliages de magnésium peut atteindre une résistance à la fatigue beaucoup plus élevée que de nombreux autres alliages légers, avec non seulement d'accroître la durabilité des produits manufacturés et des machines, mais aussi avec une augmentation substantielle de la sécurité et la sûreté des personnes.

Cependant, la durabilité est un autre facteur important d'économies d'énergie et de protection de l'environnement, depuis le plus la vie d'un bâtiment, la partie inférieure de l'impact environnemental de son cycle de "la naissance et la mort,, et pour l'allongement de sa propre vie en soi une économie d'énergie.

Toutes ces perspectives sont tellement attrayants pour le technicien, qui doit nous conduire ainsi à intensifier nos efforts pour surmonter toutes les difficultés d'organisation de la production et les investissements économiques qui nous séparent encore aujourd'hui d'une utilisation massive du magnésium dans la production automobile, machines ainsi que d'autres objets du quotidien.

Gualtiero A.N. Valeri