

69

AS LIGAS COBRE - NÍQUEL - ZINCO (ALPACAS)

ARTHUR W. BIRD (1)

RESUMO

O autor descreve as classes principais de ligas compostas de cobre, níquel e zinco, tanto dúcteis como para fundição. Dá exemplos das suas aplicações para fins decorativos e na engenharia, e cita algumas das suas propriedades mecânicas mais importantes.

1. INTRODUÇÃO

Os antigos chineses conheciam um metal de côr branca que chamavam "pak fong", ou seja, "cobre branco". Quando foi analisado pela primeira vez pelo químico sueco Engestrom em 1776, êste constatou que se tratava de uma liga composta de cobre, níquel e zinco.

O desenvolvimento das ligas modernas desta classe teve seu início no começo do século XIX, quando se sentiu a necessidade de obter um metal cuja côr se assemelhasse bastante àquela da prata, mas que fôsse muito mais barato do que esta. O produto assim melhorado recebeu os nomes de "nickel silver" em inglês e "neusilber" em alemão. Infelizmente, êstes nomes ainda hoje criam confusão, porque dão a impressão errônea de que se tratam de ligas de prata. O nome popular português, alpaca, provàvelmente deriva-se do apelido chinês e não traz êste inconveniente.

(1)

Membro da A.B.M., Bachelor of Science (Londres), Chartered Engineer, Membro da Institute of British Foundrymen, Membro da South African Institute of Foundrymen, Membro Associado da Institution of Chemical Engineers. Gerente do Departamento de Métodos da Indústria Sul Americana de Metais S/A., Santo André, S.P.

Inicialmente, o uso principal do novo metal era para fins decorativos, tais como artigos de adorno e de mesa, estojos de relógios, etc. Os outros usos eram restringidos, devido às limitações do metal impostas pela dificuldade em controlar o teor de impurezas na matéria prima da qual era produzido. Hoje, a refinação eletrolítica do cobre e do zinco, e a produção do níquel puro, eliminaram as dificuldades anteriores de fabricação e as ligas deste grupo podem ser consideradas materiais modernos de engenharia, capazes de enfrentar as exigências de muitos ramos da tecnologia.

2. AS LIGAS DÚCTEIS DE COBRE - NÍQUEL - ZINCO

Por "liga dúctil" entende-se o equivalente do termo inglês " wrought alloy" e do alemão "knetlegierung", isto é, uma liga que pode ser fornecida na forma de produtos laminados, trefilados ou extrudados. As alpacas dúcteis podem ser divididas em três grupos, segundo os seus limites nominais de composição. Cada grupo será considerado em separado.

O primeiro contém de 55 a 65% de cobre (excepcionalmente até 72%), 10 a 30% de níquel, pequenas quantidades de manganês e o restante, zinco. Todas estas ligas têm uma micro-estrutura monofásica, sendo designadas "ligas alfa". Possuem excelentes características para trabalho a frio e são usadas nas aplicações que exigem ductilidade nestas condições.

10% de níquel representa o teor mínimo que proporciona uma cor quase branca ao metal, mas com esta porcentagem ainda persiste um matiz ligeiramente amarelado. Com 15 a 18% de níquel, a cor se aproxima muito da prata, e a liga clássica para talheres, baixelas e outros artigos prateados contém 62 ou 65% de cobre com 18% de níquel.

A grande vantagem desta liga é que, se o depósito de prata se gastar com o uso, o fato passa quase despercebido. O aspecto do metal polido é tão agradável que até dispensa prateação para muitos fins. Embora a sua ductilidade seja adequada para quase todas as finalidades, nas operações de conformação excepcionalmente severas, pode-se aumentar o teor de cobre até 72%. Contudo, a cor fica mais amarelada neste caso.

Um segundo campo de aplicação para as alpacas, de importância igual ou até maior, está na indústria de telecomunicações. Durante quase cin-

últimos anos empregam-se essas ligas para molas de contato, fixas e rotativas, e outros componentes de centrais telefônicas. O seu uso tornou-se praticamente universal e calcula-se, a grosso modo, que cada linha telefônica instalada representa um consumo de 1 kg de alpaca.

O motivo desta preferência está na combinação única de resistência à corrosão, boa conformabilidade, elevada dureza no estado encruado, ótima resistência à fadiga e módulo de elasticidade elevado, que é inerente nesse metal. A liga mais usada para esta aplicação contém 55% de cobre e 18% de níquel. Quando encruada até o máximo, possui tipicamente uma resistência à tração de 79 kgf/mm^2 e dureza Vickers de 236, com capacidade de resistir a mais de um milhão de ciclos de flexão. Uma segunda liga, menos usada, contém de 62 a 65% de cobre e 12% de níquel; é um pouco menos dura e tem a resistência à tração ligeiramente inferior à primeira.

Estas mesmas propriedades tornam as ligas cobre-níquel-zinco interessantes também para outras aplicações, por exemplo, molas para relógios de precisão e instrumentos científicos. A combinação de boa ductilidade e resistência mecânica razoável até uns 400°C é responsável pelo seu uso, por exemplo, em peças para lâmpadas e aquecedores a querosene. No outro extremo, as alpacas retêm a sua ductilidade e resistência ao impacto a temperaturas muito abaixo do zero. As ligas contendo 25 e 30% de níquel, especialmente, possuem resistência à tração, porcentagem de alongamento e valor Izod maiores a -200°C do que à temperatura ambiente.

As aplicações acima mencionadas são quase todas para produtos planos. A maioria das ligas é produzida também na forma de arames, dos quais há um grande consumo na fabricação de fechos. Outras aplicações dos arames incluem a fabricação de rebites e de armações para óculos.

Para concluir a consideração do primeiro grupo de alpacas, a Tabela nº 1 indica as propriedades mecânicas típicas de algumas ligas.

TABELA Nº 1

Propriedades mecânicas típicas de algumas alpacas laminadas

Composição Nominal*	Têmpera	Res. à tração kgf/mm ²	Limite de escoamento kgf/mm ²	Alongamento %	Dureza Vickers
65 - 12	Recozido	41	14	44	83
	Duro p/molas	72	60	2	216
65 - 18	Recozido	43	20	39	93
	Duro p/molas	72	60	2	216
55 - 18	Recozido	44	16	44	94
	Duro p/molas	79	69	2	236

* O primeiro número representa o teor nominal de cobre, o segundo o de níquel.

O segundo grupo de ligas cobre-níquel-zinco é derivado do primeiro pela adição de pequenos teores de chumbo - 2,5% no máximo - a fim de melhorar a usinabilidade do metal. A porcentagem nominal de cobre é de 60 a 65% e a de níquel, de 8 a 18%. Também aqui a estrutura é, pois, inteiramente monofásica. Como no primeiro grupo, admite-se uma pequena quantidade de manganês.

Naturalmente, a introdução do chumbo diminui a ductilidade do metal, e estas ligas não são apropriadas para suportar uma deformação mecânica severa. As formas planas são usadas em larga escala na confecção de chaves para fechaduras cilíndricas, e também para engrenagens e outras peças estampadas onde se requer, ou a cor branca, ou dureza e resistência à corrosão maiores do que as dos latões com chumbo normalmente usados para esta finalidade.

As alpacas deste grupo são produzidas também na forma de barras e arames, que servem como matéria prima para a produção de parafusos, engrenagens e outras peças de relógios, máquinas fotográficas, instrumentos científicos, etc.

O terceiro grupo de alpacas difere dos outros dois pelo seu teor de cobre nitidamente inferior - entre 40 e 50%, com 10 a 14% de níquel e

geralmente de 1 até 2,5% de chumbo.

Nesta faixa de composição, o metal possui uma micro-estrutura bifásica, alfa + beta, a qual, embora dificulte a deformação plástica a frio, facilita muito o trabalho a quente. Por êste motivo, as alpacas dêste grupo são usadas para a produção de peças forjadas e também em grande escala na extrusão de perfís usados na arquitetura.

Os arquitetos modernos têm empregado a alpaca com grande sucesso para portas, balaustradas, corremãos, etc., onde a facilidade de extrusão das ligas do terceiro grupo permite a produção do contôrno exato desejado. Variações nos teores de cobre e níquel produzem mudanças súteis no matiz do metal, que podem ser aproveitadas, por exemplo, para realçar o contraste entre uma superfície plana e o perfil circundante. Num hotel recentemente construído em Montreal, Canadá, empregaram-se cerca de 20 toneladas de alpaca para fins decorativos, além da quantidade normal exigida para os conjuntos de mesa.

3. AS ALPACAS PARA FUNDIÇÃO

As alpacas utilizadas para a produção de peças fundidas não se acham padronizadas no mesmo grau que as ligas dúcteis e há, portanto, uma variação maior nas composições usadas. É comum adicionar-se estanho até o máximo de 5% a fim de aumentar a fluidez do metal, e chumbo até 10% para melhorar a usinabilidade e a estanqueidade da peça fundida. A tabela nº 2 indica algumas das composições mais usadas.

TABELA Nº 2

Composições nominais de algumas alpacas para fundição

Cu	Ni	Zn	Pb	Sn	Fe	Mn
%	%	%	%	%	% máx.	% máx.
55 - 57	12	rest.	9	2	1,5	0,5
63	16	rest.	5	-	-	-
62 - 64	20	rest.	4	4	1,5	1,0
65 - 66,5	25	rest.	1,5	5	1,5	1,0

O processo mais usado é a fundição em areia, que proporciona a maior flexibilidade em forma e tamanho, mas ligas da Tabela 2 podem ser usa

das também para a fundição em coquilhas ou centrífuga. Peças de alpaca coquilhadas possuem uma superfície lisa excelente e necessitam apenas de um mínimo de polimento.

O cobre-níquel-zinco fundido tem aplicações tanto no campo decorativo (por exemplo, abas de vasos e bandejas, ferragens para portas, etc.) como no da indústria, especialmente a farmacêutica e a alimentícia. Ao projetar uma peça, deve-se levar em consideração a elevada contração do metal, deixando raios amplos nos cantos e evitando mudanças bruscas de secção.

As precauções de natureza técnica incluem o posicionamento certo dos canais de alimentação e dos alimentadores, e a desoxidação da fusão com manganês e fósforo. A temperatura de vazamento deve ser controlada com um pirômetro adequado.

4. A RESISTÊNCIA DAS ALPACAS À CORROSÃO

As alpacas apresentam boa resistência ao escurecimento e à corrosão na maioria dos ambientes. Possuem excelente resistência à corrosão pelas águas naturais e salinas, mas podem sofrer ataque nas condições ácidas apresentadas por certas águas de mina.

Essas ligas foram empregadas durante muitos anos na indústria de produtos alimentícios, nas aplicações onde a resistência ao ataque pelos ácidos graxos é de grande importância. Possuem excelente resistência aos sais neutros, motivo pelo qual encontram aplicações nos instrumentos de desenhistas e nas armações para óculos, onde entram frequentemente em contato com os sais corrosivos da pele humana. No entanto, não resistem bem aos ácidos oxidantes, nem aos sais que hidrolizam para produzir estes ácidos.

Os hidróxidos de sódio e potássio têm pouco efeito sobre as alpacas, mas, como é o caso com muitos outros metais, pequenos traços de amoníaco podem provocar o rompimento espontâneo (season cracking) quando existem tensões internas provenientes da deformação a frio. Na prática, essa tendência pode ser diminuída ou até eliminada por um tratamento térmico a baixa temperatura.

Na arquitetura externa, sempre houve necessidade de manutenção periódica a fim de manter o brilho da alpaca, mas agora existe um novo tipo de verniz, denominado "Incralac", que protege a superfície das ligas de cobre durante vários anos e reduz ao mínimo a manutenção necessária.

DEBATE:

Schnyder (2)

- Eu agradeço ao Sr. Bird por sua excelente exposição sôbre esta interessante liga que é o cobre-níquel-zinco.

Como êle expos, essa liga tem muitas possibilidades nas mais diversas aplicações da indústria moderna.

Quero abrir agora o debate sôbre o assunto e passo a palavra ao Sr. Orientador.

Orientador

- Todos nós conhecemos, ou temos visto e usado esta liga. Acontece que quem usa esta liga não como usuário, mas como produtor de peças fundidas, laminadas ou trabalhadas, tem encontrado grandes dificuldades. Eu peço a quem se encontrar nessas condições que expresse as suas dificuldades. O Eng. Bird procurará responder às perguntas feitas, aconselhando sôbre como solucionar os problemas.

Muller (3)

- Talvez eu não tenha acompanhado essa palestra em determinados detalhes e não sei se o Sr. falou numa espécie de temor, muito popular, a respeito da toxidez das ligas, em relação aos talheres e outros instrumentos de uso caseiro. Gostaria de saber qual é a porcentagem de cobre, se é que pode ser medida essa porcentagem, para a qual a toxidez ou o perigo de toxidez se ja mínimo.

Bird

- Conforme já indiquei, a liga geralmente usada para talheres, etc, tem 62-65% de cobre, mas as alpacas são tão resistentes à corrosão de produtos alimentícios, que duvido que se possa

medir a concentração de cobre nos alimentos que entraram em contato com êsse metal e, quanto ao perigo de envenenamento por êsse metal, êle não existe absolutamente. Está sendo usado há muitos anos e nunca houve qualquer caso de intoxicação, provocado por essa liga, mesmo sem ser prateada.

Marco Cechini (4)

- Eu tenho uma pergunta a fazer. Uma vez que o conferencista, Eng. Bird, abordou o assunto da resistência desta liga aos meios corrosivos, eu gostaria de saber como ela se comporta em atmosferas sulfurosas, quer seja à temperatura ambiente, quer seja à temperatura relativamente elevada.

Bird

- As ligas de cobre, em geral, não suportam muito bem o ataque do enxôfre e, embora a resistência da alpaca seja melhor que muitas outras ligas de cobre, não é recomendável para êsses ambientes, especialmente em temperaturas elevadas, onde possam sofrer ataque profundo.

Se o Sr. quizer informações mais pormenorizadas, o CEBRACO deve ter uma literatura que trata disso mais detalhadamente.

Estou falando por princípios gerais; eu não tenho nenhuma experiência prática, mas sei que nenhuma liga de cobre é muito recomendada para ambientes sulfurosos.

Aparteante

- INCRALAC, êsse produto que o Sr. citou, eu poderia saber qual é a indústria que o produz no Brasil?

Bird

- Eu acho que quem pode responder a essa pergunta é o Sr. Schnyder, ou mesmo o Eng. Karol Offen um outro Eng. do CEBRACO, que estão mais em contato com o material do que eu.

Schnyder

- O INCRALAC no Brasil está em fase de experiência. Foram feitas experiências nos USA e Europa durante quase quatro anos e deram ótimos resultados. Nós fizemos experiências aqui, durante dois anos, com material que recebemos de fora, até agora com resultados satisfatórios. Para a proteção do cobre e suas ligas, no ambiente interno é relativamente fácil encontrar um verniz, mas para o ambiente externo temos que encontrar um verniz inibidor que anule os raios ultra-violetas. O INCRALAC está fazendo isso. Após um tempo de experiência de quatro anos, os resultados são inteiramente satisfatórios. Se houver interessados no Brasil, e se existir mercado, o CEBRACO possui a fórmula do INCRALAC que está a disposição dos que desejem fabricá-lo sob contrato da INCRA. Para o contrato de licença da INCRA exige-se simplesmente o compromisso do fabricante de manter a qualidade do produto e que a INCRA tem o direito de fiscalizar a sua produção. O valor do contrato é de NCr\$ 1,00, sem royalties ou outras despesas a pagar. Se alguém desejar fazer experiências, tenho amostras de Incralac em São Paulo, de dois tipos; a pincel e a spray, hoje somente usado nos USA para proteção de ornamentação interna. Em lugar de limpar essas peças de cobre todos os anos ou meses, passa-se o spray e tem-se uma proteção que dura anos.

Aparteante

- O Sr. pode informar se é possível obter o spray por importação?

Schnyder

- O spray é uma novidade mesmo nos USA, só apareceu há um mês. Eu trouxe uma amostra para fazer experiências e se necessário poderei obter maior quantidade para fazer experiência em maior escala no Brasil.

Aparteante

- Eu não tenho experiência, mas alguns amigos meus tiveram dificuldades na lingotagem da alpaca.

Bird

- Normalmente empregam-se para revestir as lingo teiras graxas à base de óleos minerais com ou sem adição de carvão vegetal ou carvão ativo. Êste último é muito usado para êsse fim.

Bondesan (5)

- Eu queria saber o seguinte:
Na questão da liga alpaca, todos nós sabemos, como o Sr. frizou, que uma das principais características da alpaca, é ser barata para suas qualidades e aspecto. Agora, com a crise mundial que está havendo no setor níquel e com a guerra no Vietnã, êste metal tem aumentado muito de preço. Assim sendo, está sofrendo alguma consequência o mercado da alpaca?

Bird

- Bem, estamos encontrando alguma dificuldade em conseguir o fornecimento de níquel no momento, mas esperamos que seja uma situação transitória, porque a produção do níquel está sendo aumentada em todo o mundo e dentro de pouco tempo o suprimento se normalizará. No momento, nós temos conseguido manter os nossos fornecimentos e atender os pedidos recebidos.

Muller

- Nós temos tido aqui alguns problemas com respeito a cobre do tipo OFHC. Embora não seja da área desta conferência, mas como está por terminar a sessão, gostaria de ter uma informação. Quem dos fornecedores de cobre poderia fazer - nos uma peça pesando aproximadamente 50kg ou mais, 70kg talvez ou até 80kg, de cobre desoxidado como disse do tipo OFHC; o Sr. teria uma informação?

Coordenador

- Ê do nosso conhecimento que existem duas fundições de peças de cobre, associadas do CEBRACO, que poderiam fundir essas peças. Uma delas já fundiu, para a indústria elétrica, uma peça de 600 kg com alta condutibilidade elétrica. Querendo o nome da firma referida, queiram dirigir-se ao Departamento Técnico do CEBRACO que

o fornecera.

Bondesan

- Uma pergunta de caráter geral. Normalmente, na engenharia de hoje, quando o eng. projeta, na hora em que êle faz o balanço dos custos, sempre vê a possibilidade do cobre aumentar de preço; então é um problema achar um substituto para o cobre. Pergunto o seguinte: Existe alguma tendência no futuro, a médio ou a longo prazo, do cobre baratear ou será que algum dia o preço do cobre se tornará muito alto e será substituído?

Schnyder

- Os produtores de cobre fazem todos os esforços para baratear o seu custo. Hoje o preço é relativamente alto pelas circunstâncias que não estão sob controle desses produtores. Com as greves nos USA, houve a diminuição de 70.000 tons mensais na produção de cobre, dificuldades nos transportes das minas da África, intranquilidade nas minas, dificuldades políticas e greves no Chile. Tudo isso permite a especulação, chegando o cobre a preços fora do normal. É preciso dizer que justamente esses países de instabilidade política e social têm disponibilidade de cobre para o comércio internacional por não ser o seu cobre empregado no país de origem. Os USA, o maior produtor de cobre do mundo, com 1.000.000 tons de produção anual, consome ... 1.400.000 t. Portanto, o cobre americano não vai para o mercado internacional, que é suprido pelo cobre chileno, peruano e dos países do centro africano. Cobre existe bastante, mas há possibilidade de variação na produção. Esta situação é utilizada pelo especulador na Bôlsa para elevar o preço e especular na alta ou na baixa, conforme o caso.

Na opinião dos produtores de cobre, o preço deve baixar em meados de 1968 a um valor de 45 - 55 cents/£, quando hoje êle está a 64 - 73 ,

quer dizer aproximadamente 40% a mais. Os produtores conhecem bem o problema e consideram que o preço de 40 cents/£ como limite inferior será aceitável. Acima de 40 cents existe a tendência para estudar um substituto. Há grande quantidade de casos em que o cobre é insubstituível, mas existem produtos que em certos casos são até melhores que o cobre. Posso assinalar o caso muito importante das linhas de transmissão aérea de alta tensão. O alumínio, neste campo, tem vantagens que o cobre hoje não pode compensar devido ao seu alto preço. Em outros campos, o material que substitui o cobre fica sempre sendo um substituto, que nunca dá o mesmo resultado e satisfação e a tendência será de voltar ao cobre.

Orientador

- Em vista de ter-se esgotado o horário fixado para o debate, devolvo a palavra ao presidente da mesa.

Schnyder

- Com esta conferência, encerraremos as discussões sobre metais não ferrosos, particularmente o cobre, e espero que as 3 conferências que tivemos esta tarde tenham demonstrado a complexidade e beleza do cobre. Pela liga e adições de elementos, mesmo em quantidades diminutas, podemos chegar a condições químicas, físicas e mecânicas, as mais ideais possíveis para um fim determinado.

Inclusões não controladas ou não dosadas podem apresentar graves defeitos no metal. Por isso a indústria do cobre exige um trabalho muito minucioso, limpo e um controle de laboratório muito desenvolvido.

Eu posso dizer que as maiores indústrias brasileiras têm atualmente esses equipamentos e podem produzir, com raras exceções, tudo o que a moderna técnica exige ou deseja para aperfeiçoar o seu produto final.

O CEBRACO - Centro Brasileiro para Fomento do Uso do Cobre está à disposição de todos para quaisquer informações sôbre a tecnologia do cobre, que é o nosso objetivo e para o que temos assistência de todos os demais 20 centros existentes no mundo. Se não conseguimos responder a uma pergunta ou problema qualquer, podemos fazer uma circular a todos os outros centros para encontrar uma solução. Como a resposta dos Centros divergem algumas vêzes uma da outra, resultando dos variados ramos industriais e condições locais, elas permitem escolher qual seja a melhor solução para o caso em nosso país.

O CEBRACO recebe atualmente mais ou menos cópias de 40 consultas por mês, feitas por outros centros, com as respectivas respostas. Infelizmente, aqui no Brasil, temos poucas consultas, não sei se por desconhecimento dos trabalhos do CEBRACO ou por existir complexos em perguntar. Vendo certas perguntas provenientes de países superindustrializados como a Alemanha, França, USA, francamente não devemos ter medo de perguntar. O CEBRACO está à disposição de qualquer pessoa ou entidade, associada ou não, para responder, gratuitamente, às perguntas sôbre problemas tecnológicos relativos ao cobre e suas ligas.

- (1) Arthur Walter Bird
Gerente do Depto de Métodos (ISAM)
Ind. Sul Americana de Metais
- (2) Carlos L. Schnyder
Diretor Executivo do CEBRACO
- (3) Arno Muller
Eng^o Metalúrgico pela UFRGS - 1962
Pesquisador do Depto de Materiais - IPD/CTA
S. José dos Campos
- (4) Marco Antônio G. Cecchini
Professor do Instituto Tecnológico de Aeronáutica
S. José dos Campos
- (5) Ciro Bondesan dos Santos
Pesquisador do Depto de Aeronaves - IPD/CTA
S. José dos Campos

