

FORNO DE INDUÇÃO SOB VÁCUO (VIM)

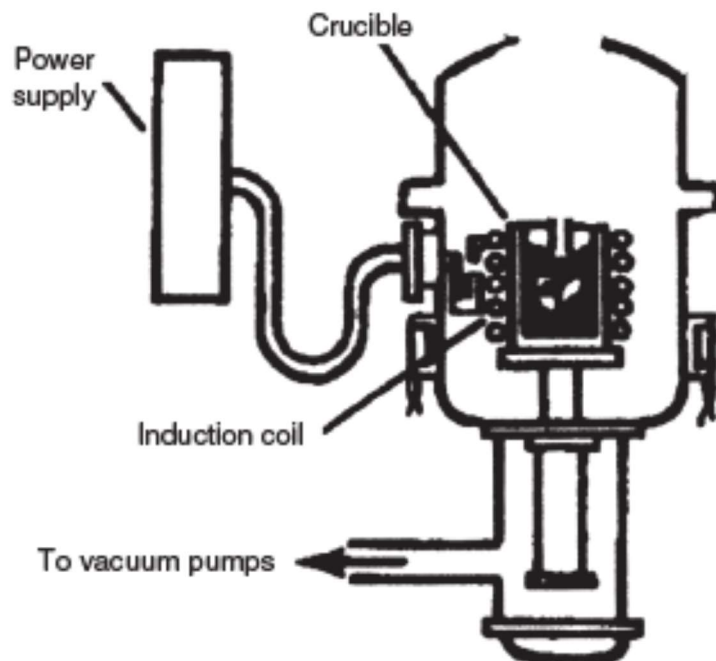
Metalurgista Industrial

julho 2020

www.metalurgistaindustrial.com.br

O Forno de Indução sob Vácuo (*Vacuum Induction Melting – VIM*) promove a fusão sob condições de vácuo, e destina-se à fabricação de ligas complexas destinadas a aplicações diversas, particularmente as utilizadas em componentes sujeitos a elevadas tensões térmicas, nos quais a limpeza (*cleanliness*) exerce influência direta nas suas expectativas de vida útil. Esse é o caso de aplicações na engenharia aeroespacial e em partes de turbinas de geração de potência.

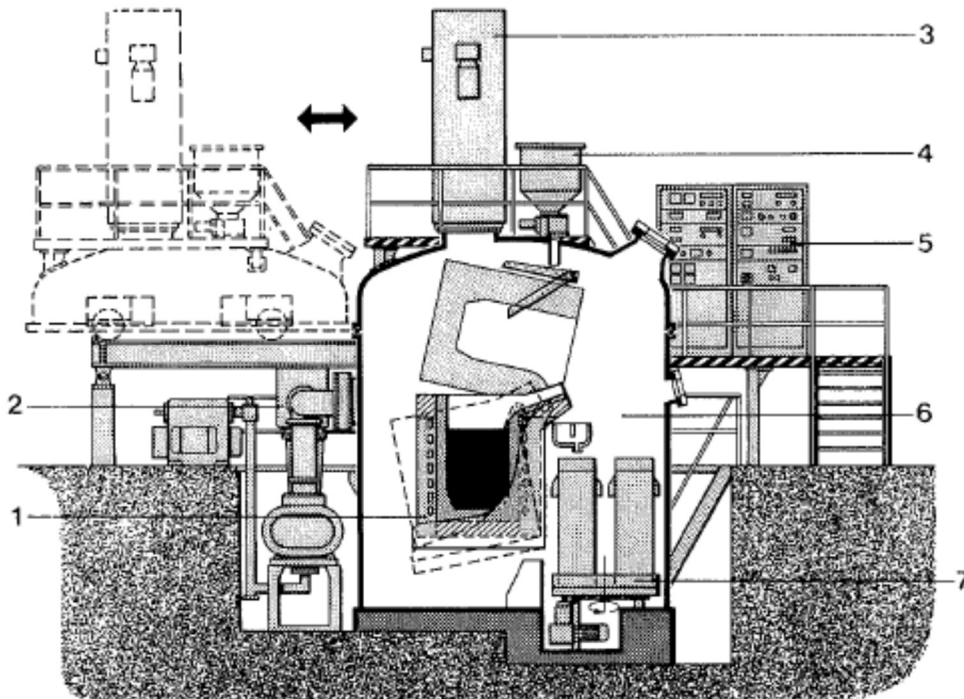
O processo, ilustrado a seguir, utiliza correntes elétricas induzidas (correntes de Foucault) que criam efeitos térmicos para promover a fusão de ligas metálicas sob vácuo. O forno é basicamente um cadinho (*crucible*) de fusão dentro de uma carcaça em aço que é conectada a um sistema de vácuo. A passagem de corrente elétrica pela bobina de indução cria um campo magnético que induz uma corrente na carga metálica dentro do cadinho. Quando o aquecimento é suficiente para promover a fusão, esses campos magnéticos provocam agitação (*stirring*) na carga líquida.



As seguintes vantagens específicas podem ser destacadas para esse processo:

- (i) flexibilidade pelo pequeno tamanho das fornadas;
- (ii) poucas perdas em elementos de adição por oxidação;
- (iii) remoção de gases dissolvidos como o hidrogênio e o nitrogênio;
- (iv) preciso controle de processo;
- (v) fusão livre de escória e
- (vi) proteção do banho fundido contra contaminações por gases atmosféricos.

Em prosseguimento, uma figura representativa do Forno de Indução sob Vácuo:



O VIM é indispensável na manufatura de superligas baseadas em Ni e Co e outras ligas complexas. A maioria dos elementos de liga empregados nessas ligas detém grande afinidade por oxigênio e nitrogênio e, portanto, durante a fusão destas sob ar atmosférico ocorre a formação de óxidos e/ou nitretos. As ligas processadas sob vácuo resultam, então, em menor quantidade de óxidos e nitretos formados. Adicionalmente, o processo promove a redução de elementos de alta pressão de vapor, especialmente chumbo e bismuto, que podem contaminar a sucata ferrosa empregada no processo.

As crescentes exigências por limpeza e, particularmente, homogeneidade estrutural das superligas, não podem ser atendidas apenas pela fusão a vácuo e lingotamento. Isso conduziu à prática da refusão do material já fundido e refinado, conhecido como eletrodo, em um cadinho de cobre refrigerado a água, que é o caso dos processos de Refusão a Arco sob Vácuo (*Vacuum Arc Remelting* - VAR) e Refusão sob Escória Eletrocondutora (*Electroslag Remelting* - ESR) abordados nas duas Resenhas Técnicas subsequentes. Esses processos formam as rotas de processamento VIM / VAR e VIM / ESR.