

## TINTAS DE FUNDIÇÃO (1-3)

Eng. Carlos Dias Brosch (2)

### RESUMO

*O autor descreve as diferentes aplicações das tintas de fundição: proteger a superfície do molde ou do macho; aprimorar o acabamento superficial de peça fundida; modificar a composição ou estrutura superficial do metal fundido.*

#### 1. INTRODUÇÃO

Denominam-se «tintas de fundição» os líquidos usados no faceamento de moldes e machos de areia, visando melhorar o acabamento superficial das peças, modificar a sua estrutura junto à superfície ou impedir o aparecimento de certos defeitos de fundição.

#### 2. CLASSIFICAÇÃO

Distinguem-se, pois, conforme as diferentes finalidades, três classes de tintas:

- 1 — Tintas que visam melhorar a superfície do molde ou do macho;
- 2 — Tintas que visam aprimorar o acabamento superficial da peça;
- 3 — Tintas que visam modificar a superfície da peça.

#### 3. TINTAS DA CLASSE 1

Normalmente a característica que se visa melhorar, no molde, é a dureza superficial. Se a areia do molde tem dureza superficial baixa, estará sujeita a erosão por parte do jato metálico na ocasião do vazamento, provocando defeitos denominados «lavagem».

- 
- (1) Trabalho a ser apresentado ao 8.º Congresso Anual da Associação Brasileira de Metais, C.T. n.º 194, São Paulo, SP., Julho de 1952.
  - (2) Membro ABM; Engenheiro da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.
  - (3) A Secretária da Associação Brasileira de Metais deseja receber discussões sobre este trabalho. Preferivelmente, a discussão poderá ser apresentada pessoalmente durante o 8.º Congresso Anual, São Paulo, SP. A discussão poderá também ser enviada por escrito (duas vias) à Secretária da A.B.M. O prazo para apresentação das discussões é 15 de agosto de 1952.

Neste caso a tinta é constituída por uma solução ou suspensão aglomerante aquosa; o aglomerante por sua vez é, na maioria das vezes, de natureza orgânica.

As tintas mais comuns são:

- 1 — Solução aquosa de dextrina;
- 2 — Solução aquosa de melão;
- 3 — Solução aquosa de açúcares;
- 4 — Solução aquosa de amido;
- 5 — Solução de acetato de celulose em acetona;
- 6 — Colódio (solução de algodão-polvora, em éter e álcool);
- 7 — Solução alcoólica de resinas naturais;
- 8 — Solução aquosa de resinas sintéticas.

Algumas vezes se deseja nos moldes grandes uma superfície que se mantenha coesa por tempo relativamente longo em altas temperaturas. Neste caso as tintas mencionadas, por serem de natureza orgânica, não resistem à alta temperatura sem se desintegrarem após um certo tempo, especialmente no caso de moldes grandes, em que o período de vazamento é de vários minutos. Usam-se, então, tintas à base de constituintes minerais, quais sejam: o silicato de sódio e o óxido de ferro.

Ambos os constituintes têm o efeito peculiar de abaixar o ponto de sinterização da areia, tornando a superfície do molde mais resiliente durante o vazamento.

A «quebra de bolo» que consiste no defeito da quebra de um caudo do macho ou do molde, é muitas vezes evitada pelo uso destas tintas.

Outros defeitos como os devidos a expansão da superfície do molde, tais como «rabo de rato», «descascamento» e «crosta», podem ser evitados ou consideravelmente atenuados, mediante a pintura com solução de um sal, ou mistura de sais, tais como: o carbonato de sódio (ponto de fusão 845°C), cloreto de sódio (ponto de fusão 800°C) ou mistura dos dois sais. Para metais de mais baixo ponto de fusão como o alumínio pode ser usada a mistura eutética dos dois sais (56,3 % de carbonato e 43,7 % de cloreto) que funde a 635°C. Eles promovem na zona superficial da areia de faceamento um abaixamento do ponto de sinterização e consequentemente uma diminuição da expansão na areia do molde. Essa diminuição se deve ao movimento suave de acomodação dos grãos através da massa sinterizada.

#### 4. TINTAS DA CLASSE 2

Uma das causas do mau acabamento superficial das peças fundidas é a aderência da areia do molde à peça. Esta aderência pode ser evitada de duas formas:

- por meio de uma tinta refratária que, serve como meio sólido de separação das duas fases do metal-areia;
- por meio de uma tinta fluxante que promova uma reação areia-metal de escorificação, de tal forma que a escória formada não molhe, isto é, não adira ao metal.

### 1 — *Tintas refratárias:*

Os elementos refratários mais comumente usados neste tipo de tintas são: sílica, cal, zircônio e talco. Esses elementos em forma de pó impalpável são suspensos em água, adicionando-se geralmente um espessador, necessário para mantê-los em suspensão (argilas coloidais ou bentonitas). É ainda adicionado nas tintas refratárias, um dos aglomerantes mencionados nas tintas da classe 1. A tinta refratária, quando impermeável, tem ainda o efeito de promover uma certa isolação térmica, por impedir a passagem da umidade da areia para dentro da cavidade do molde, reduzindo a temperatura máxima que seria alcançada pela areia de faceamento durante o vazamento.

Se a camada de tinta fôr insuficientemente impermeável e de pequena espessura, pode ocorrer a penetração do metal ou de fluxos por reação com o metal, os quais graças a um fenômeno de capilaridade, atravessam a camada de tinta e se incorporam a areia de faceamento. A camada da areia de faceamento atingida pelo processo de penetração, fica aderida à peça, o que constitui grave prejuízo por dificultar grandemente a limpeza da mesma.

O molde de areia grosseira cuja superfície é protegida por uma tinta refratária, não produzirá peças com acabamento superficial liso a menos que se controle a temperatura de acabamento de forma a se ter uma tensão superficial do metal líquido adequada ao espaçamento entre os grãos da areia do molde, isto porque somente a camada de tinta é insuficiente para resistir a pressão ferrostática do metal.

### 2 — *Tintas fluxantes:*

Estas, ao contrário das primeiras têm ponto de fusão baixo e, além de permitirem obter uma peça fundida, cuja areia se destaca sob forma de cascas junto à peça, contribuem para o alisamento da superfície da mesma. São compostas à base de óxido de ferro (especialmente óxido ferroso) óxido de manganês, sais de sódio ou de potássio.

## 5. TINTAS DA CLASSE 3

A modificação introduzida na superfície da peça pode ser de natureza química ou estrutural. No primeiro caso, há uma reação entre o material da tinta e o metal; no segundo caso, há uma influência do material da tinta sobre o processo da solidificação.

1) Modificação de natureza química. — Dêsse gênero é por exemplo a «tinta grafitizante» que provoca uma cementação carbonetante no aço doce, especialmente dos aços de cementação. Esta tinta geral-

mente contém carbono grafítico como base, associado a um aglomerante orgânico. O aglomerante mineral geralmente inibe a reação. A figura 1 mostra em micrografia (com ataque de ácido nítrico, 100 aumentos), o aspecto de uma secção junto a superfície de uma engrenagem de aço, moldada (S.A.E. 1015), notando-se uma penetração da zona de cementação de 0,8 mm.

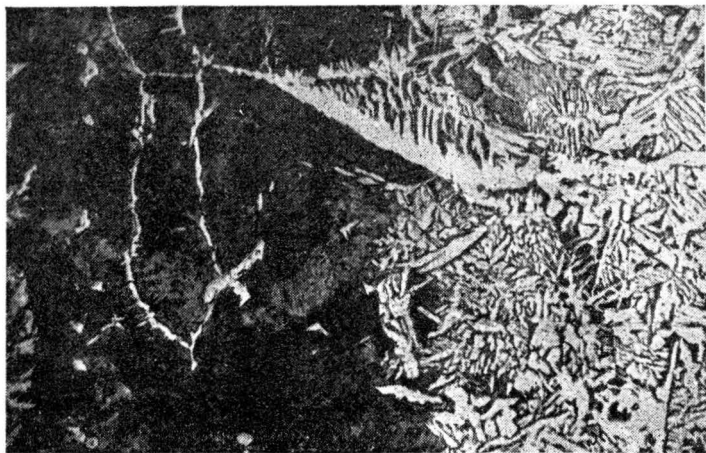


Fig. 1 — Micrografia (100 x) de aço doce (S.A.E. 1015) mostrando efeito de cementação no molde. Zona cementada (0,8 mm) é a parte escura da fotografia (ataque com ácido nítrico).

2) As tintas que promovem uma modificação estrutural afetam o processo de solidificação do metal e são às vezes associadas a uma reação química. Essas tintas agem sobre o metal líquido no sentido de influenciar o processo de cristalização durante a solidificação da peça, aumentando a relação: velocidade de nucleação/velocidade de crescimento dos cristais. Esta influência se faz sentir, quando a diferença entre o parâmetro dos reticulados do material base da tinta e do metal da peça não diferem de mais de 5% e, em alguns casos, de 10%. O mecanismo foi verificado por Reynolds e Tottle (1) no caso dos seguintes metais fundidos: estanho, chumbo, zinco, antimônio, alumínio, magnésio e cobre. (vêr figs. 2 e 3).

Quando esses metais tendem a formar um filme de oxidação superficial, o elemento ativo da tinta atua como redutor e o metal reduzido é nesse caso o agente da nucleação.

As ligas fundidas como aço inoxidável e o ferro fundido cinzento se comportam da mesma forma como os metais puros, sendo a estrutura do cristal formado em primeiro lugar durante a solidificação que governa a formação do tipo de estrutura.

A tinta é preparada com pós metálicos passando em 300 malhas, suspensos em solução fraca de acetato de celulose dissolvida em acetona.

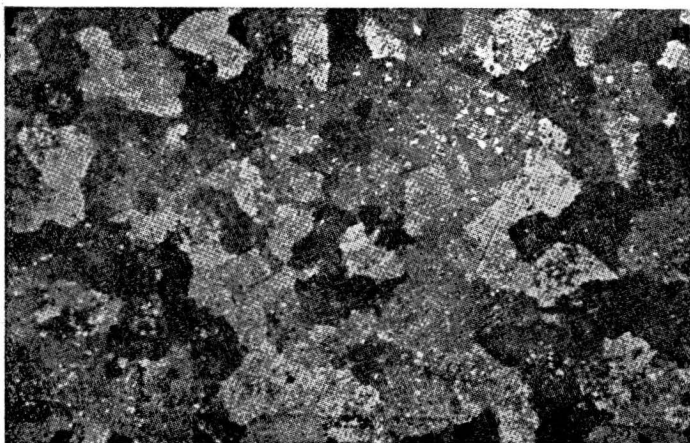


Fig. 2 — Tarugo de alumínio fundido em molde de areia mostrando granulação grosseira. (prova em branco).

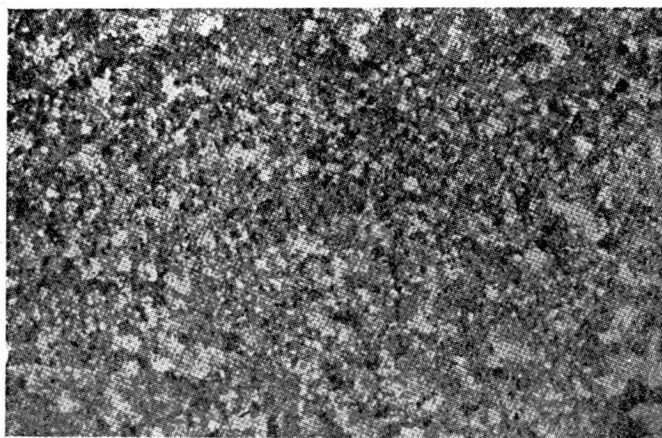


Fig. 3 — Tarugo de alumínio fundido em molde de areia recoberto por tinta a base de Titânio, mostrando afinamento da granulação da ordem de 1.50. (micro-fotografia com o mesmo n.º de aumento que a fig. 2).

A viscosidade da tinta é apenas adequada ao recobrimento da superfície mediante um pincel de pêlo de camelo. O recobrimento pela pintura produz uma película fina cuja espessura é da ordem da dimensão de uma partícula do pó metálico.

O efeito da tinta à base de telúrio sôbre o ferro fundido cinzento é notável. As partículas de telúrio aceleram a nucleação da austenita inibindo a precipitação da grafita, resultando um ferro fundido branco, o mesmo que resultaria de um aumento na velocidade do resfriamento. Este resultado é importante porque permite um efeito de coquilhamento no ferro fundido cinzento em moldes de areia, evitando o uso de moldes permanentes ou semi-permanentes, sempre mais onerosos mormente quando se trata de produção de pequena série de peças fundidas coquilhadas. A tabela 1 indica os resultados que se obtêm com êsse tipo de tintas.

TABELA N.º 1

Tintas da classe 3, que modificam a estrutura do metal junto a superfície				
Metal fundido	Temperatura de vazamento °C	Material do molde	Material base da tinta	Refinamento do grão
Zinco	550-580	areia	zinco	2:1
Zinco	550	areia	grafita	1.5:1
Alumínio	760	areia	alumínio	4.1:9:1
Alumínio	750	areia	titânio	50:1
Alumínio	760	areia	magnésio	50:1
Aço inoxidável (18:8)	1720	silimanita	titânio	50:1
Aço inoxidável (18:8)	1720	silimanita	alumínio	100:1

## 6. PREPARAÇÃO DAS TINTAS

O veículo líquido usado é normalmente a água. Entretanto, empregam-se em seu lugar o álcool, o querosene ou a gasolina, quer como simples agente solvente, quer como material combustível.

As tintas refratárias são as mais delicadas na preparação por conterem, além do veículo líquido, um pó refratário, um aglomerante e normalmente ainda um espessador destinado a aumentar a densidade da polpa favorecendo a suspensão do pó refratário.

As partes sólidas pulverulentas devem ser misturadas antes da adição gradual da água. Caso o aglomerante seja um óleo, deverá êste ser adicionado em último lugar.

Um agitador mecânico pode ser usado para o preparo da tinta, servindo atbém para agitá-la imediatamente antes de usá-la. Convém

que o escoamento do depósito de tinta se dê na altura do terço inferior, do depósito, o que evita tanto as bolhas e a nata espumosa formada na parte superior do depósito, como a zona do material decantado da parte inferior.

## 7. CONTRÔLE

A consistência da tinta é variável de acôrdo com o processo de aplicação da mesma. As tintas mais fluidas são passíveis de serem aspergidas mediante um vaporizador; as mais consistentes requerem um outro sistema de aplicação, seja, por exemplo, mediante o uso do pincel ou mergulhamento na tinta da superfície a ser coberta. A fluidez nas tintas de veículo aquoso pode ser correlacionada a densidade. Assim, por exemplo, as tintas com densidade de 20° a 28° Bé são suficientemente fluidas para serem aplicadas mediante aspersão; as de 25 a 37° Bé, se aplicam bem por imersão; e as de 35 a 50° Bé requerem o processo de pincelamento.

Deve-se ter o cuidado de medir a densidade sòmente após homogeneizar a tinta mediante agitação.

Outra característica importante da tinta é o seu poder de aderência e cobertura em relação a areia.

A prova prática consiste em mergulhar na tinta um tarugo da mesma areia de fundição no estado estufada, sôbre a qual a tinta deva ser aplicada; deixa-se escorrer o excesso de tinta e observa-se a superfície do tarugo. Se este permanecer coberto e com uma camada de tinta da espessura desejada, a quantidade de água contida na tinta é satisfatória.

Certas tintas contendo aglomerantes orgânicos têm a tendência à fermentação. Esta fermentação pode ser evitada seja por adição de inibidores químicos, como o benzoato e salicilato de sódio, seja regulando-se o pH da solução, mediante acidificação controlada. As tintas contendo açúcares, amido ou derivados, são as mais sujeitas a êsse processo de alteração. Convém, pois, tanto quanto possível preparar tinta apenas em quantidade suficiente para o gasto diário.

## 8. PROCESSO DE APLICAÇÃO

As tintas são habitualmente usadas no molde estufado, podendo sua aplicação ocorrer, seja sôbre o molde em estado verde, seja sôbre o molde estufado ainda quente, seja sôbre o molde estufado já esfriado ao ar.

Nos dois primeiros casos, o que se procura é evitar um segundo estufamento para a secagem da tinta. A última prática é não obstante mais demorada, a mais perfeita, por que além de permitir secar o molde mais completamente por não possuir ainda êste último a camada de tinta superficial, faculta uma aderência mais perfeita da tinta sôbre o molde sêco e frio.

A secagem da camada de tinta sôbre o molde já estufado é feita mediante uma operação de estufagem em condições adequadas de tem-

po e temperatura o que não é possível quando o molde e a pintura são cozidos simultaneamente.

A tinta pode em certos casos ser aplicada sobre moldes e machos verde, contanto que possuam um veículo volátil ou pequeno excesso de líquido cuja evaporação não seja muito lenta.

São ainda aplicadas sobre os moldes, tintas à base de inflamáveis como o álcool e a gasolina, que permitem o aquecimento superficial do molde a chama espontânea (skin dried).

Neste caso, entretanto, o vazamento do molde deverá ocorrer logo que a chama se extingue, pois, com o decorrer do tempo (algumas horas) a superfície do molde vai novamente umidecendo pela percolação gradual da água da areia verde do interior do molde para fora.

## 9. EXEMPLOS DE ALGUMAS TINTAS USADAS EM FUNDIÇÃO

Tintas refratárias:

A — Tinta de grafita.

Esta tinta tem larga aplicação em moldes de ferro fundido.

Composição:

Grafita (95% de carbono, min.)	40 partes (em pêso)
Argila (coloidal)	2 " "
Dextrina (solúvel)	2 " "
Água	100 litros

A densidade desta tinta para ser aplicada por pincelamento é ao redor de 30° Bé. (O Navy Research Laboratory, Washington D. C. EE. UU., recomenda a seguinte composição: bentonita 0,8%, dextrina 1,3%, grafita 31,1%, benzoato de sódio 0,1% e água 66,7%).

B — Tinta de pó de sílica.

Esta tinta é usada especialmente para peças de aço.

Composição:

Pó de sílica (menos 200 malhas)	80 partes (em pêso)
Argila (coloidal)	100 " "
Dextrina (solúvel)	6 " "
Óleo de linhaça	4 " "

Esta tinta pode ser aplicada mediante pincelamento dada sua forma consistente, semelhante a um creme, com densidade 1,45. (O Navy Research Laboratory, Washington D. C. EE. UU., recomenda a seguinte composição: Bentonita 1,5 %, dextrina, 1,5 %, pó de sílica 59,4 %, benzoato de sódio 0,1 %, água 37,5 %).



## C — Tinta de zircônio.

É usada indistintamente em moldes para ferro fundido e para aço.

## Composição:

Zircônio (pó impalpável) .....	200 partes (em pêso)
Argila (coloidal) .....	100 " "
Dextrina (solúvel) .....	6 " "
Água .....	100 litros

*Tintas escoriificantes:*

## A — Tinta de pó de sílica e cal.

## Composição:

Cal (pó impalpável) .....	25 partes (em pêso)
Pó de sílica (menos 200 malhas) .....	25 " "
Bentonita sódica .....	2 " "
Água .....	48 litros

É aplicada especialmente em peças de aço.

## B — Tinta de escória silicatada rica em ferro.

## Composição:

Escória (moida a pó impalpável) .....	63 %
Bentonita sódica .....	2 %
Água .....	35 %

*Tintas inflamáveis:*

## Composição:

Álcool etílico .....	46 partes (em pêso)
Gasolina .....	46 " "
Breu .....	8 " "

*Tinta grafitizante:*

## Composição:

Grafita moida (menos 200 malhas) .....	40 partes (em pêso)
Dextrina (solúvel) .....	2 " "
Água .....	100 litros

## BIBLIOGRAFIA

- (1) REYNOLDS, J. A. e TOTTLE, C. R. — *The nucleation of cast metals* — The Journal of the Institute of Metals, Oct. 1951, pg. 93.