

AGLOMERANTES PARA AREIA DE MACHO

Clovis Bradaschia (*)

RESUMO

Nesse estudo o nosso objetivo é dar apenas uma idéia do grande número de aglomerantes usados em areias de macho, uma classificação moderna dos mesmos e os principais usos de cada um. Muitos desses aglomerantes já foram estudados e estão sendo utilizados na Usina de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Cada um desses aglomerantes poderia ser estudado com grande desenvolvimento, o que no entanto, seria muito extenso. Estudo, um pouco mais desenvolvido foi feito sobre óleos aglomerantes.

I) — GENERALIDADES SÔBRE AGLOMERANTES. CLASSIFICAÇÃO.

Existem muitos tipos de aglomerantes e cada tipo é utilizado com o fim de dar ao macho uma propriedade particular que se deseja. Os requisitos principais de um bom aglomerante, são: 1) Conferir ao macho a resistência desejada. Como a resistência necessária varia, deve-se utilizar um aglomerante em proporção adequada para cada caso. 2) Permitir que o macho atinja a colapsibilidade (***) no fim de um tempo ótimo, evitando trincas por contração. 3) Desenvolver o mínimo de gases quando o macho entra em contato com o metal fundido. 4) Conferir ao macho uma resistência a verde suficiente que permita a sua trabalhabilidade e o seu transporte até a estufa. 5) Um bom aglomerante não deve produzir a deformação do macho durante o aquecimento. 6) O aglomerante deve ser tal que permita o armazenamento dos machos sem que a sua resistência se altere. 7) O aglomerante deve absorver o mínimo de umidade quando o macho é armazenado ou depois de ter sido colocado no lugar, no molde. 8) O aglomerante deve possuir boas propriedades dispersantes que per-

(*) Aluno do 6.º ano do Curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas da Escola Politécnica de São Paulo e assistente-aluno da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

(**) *Colapsibilidade*. Denomina-se colapsibilidade a propriedade que deve ter o macho de esboroar, quando o metal se contrae durante o esfriamento, impedindo o aparecimento de trincas na peça.

mitam a sua distribuição uniforme durante a mistura, gastando para isso um tempo mínimo. 9) Um aglomerante deve ser barato.

Os aglomerantes para macho podem ser divididos em quatro classes principais: 1.º — Aglomerantes que endurecem pelo resfriamento. 2.º — Aglomerantes que endurecem à temperatura ambiente. 3.º — Aglomerantes que endurecem pelo cozimento. 4.º — Argilas.

AGLOMERANTES DA 1.ª CLASSE

Dos aglomerantes da 1.ª classe a água é o único utilizado atualmente. Machos congelados foram pela primeira vez utilizados na Rússia. Utiliza-se areia de macho comum à qual se adiciona 12% de água. O macho é fabricado, pelos métodos usuais, e ainda verde é colocado em uma câmara e esfriado a uns 15°C abaixo de zero. Uma vez congelado, o macho é colocado no molde, e o vazamento deve se dar logo depois, tardando no máximo alguns minutos. Machos congelados sofrem o colapsibilidade muito rapidamente, e podem ser empregados na fundição de peças pequenas nas quais se exige colapsibilidade rápida.

AGLOMERANTES DA 2.ª CLASSE

Silicato de sódio. É utilizado em solução e somente em casos especiais. Ao contrário dos aglomerantes orgânicos o silicato de sódio é um aglomerante permanente, isto, é não se queima às baixas temperaturas em que os aglomerantes orgânicos se decompõem. Os machos aglomerados com esse material não são colapsíveis. É utilizado principalmente na proteção do molde, em regiões frágeis. Devido a sua tendência de abaixar o ponto de fusão, o silicato de sódio é utilizado principalmente na fundição de não ferrosos.

Cimento Portland. Machos feitos com areia e aglomerados com cimento estão sendo utilizados na fundição de peças de aço, ferro cinzento e não ferrosos, quando se deseja um bom acabamento da superfície. A areia e o cimento são misturados convenientemente em misturadores especiais. Em geral utiliza-se 12% de cimento, em peso, e água suficiente para o trabalho de conformação do macho. Os machos são fabricados da maneira usual e são secados em uma câmara, com circulação de ar, durante 3 dias, a uma temperatura compreendida entre 20 a 30°C. No fim desse tempo o cimento terá endurecido e a maior parte da água terá se evaporado. Esse aglomerante é utilizado em muitas usinas.

Cimento de borracha. A areia é misturada com água e depois adiciona-se o látex. O macho é fabricado e é deixado endurecer à temperatura

ambiente. Machos assim aglomerados apresentam uma colapsibilidade rápida e permitem uma fácil limpeza da peça.

Cimentos químicos. Usam-se em certos casos cimentos outros que o Portland. Um aglomerante dessa categoria é a mistura de 20%, em pêsos, de cloreto de magnésio e 80% de magnésia. Cêrca de 8% desta mistura é adicionada à areia e misturada com água. O macho é fabricado da maneira usual e deixado secar à temperatura ambiente por um período de 48 horas. Êsses aglomerantes são pouco usados e ainda se encontram na fase experimental.

Esteres de sílica. Esteres de sílica são esterres de ácido orto-silícico e contêm quantidades variáveis de sílica ativa. Por exemplo, tetraetil ortosilicato contem cêrca de 28% de sílica ativa e cêrca de 38 a 42% de etil silicato. Quando misturados com quantidade adequada de água, êstes esterres se hidrolisam formando álcool e ácido silícico, o qual evapora formando um aglomerante adesivo de sílica. Êsses aglomerantes se baseiam na propriedade dos esterres se hidrolisarem. Essas informações se baseiam unicamente em ensaios de laboratório. Não têm sido utilizados na prática.

AGLOMERANTES DA 3.ª CLASSE

É a classe mais numerosa. Inclue aglomerantes como: óleos, cereais, resinas, sulfitos, proteína. Êstes aglomerantes não desenvolvem sua resistência pelas mesmas transformações físicas ou químicas. Sob êste aspecto podem ser divididos em 3 tipos: A — Aglomerantes que secam pelo aquecimento; B — Aglomerantes que endurecem pelo resfriamento depois de terem sido aquecidos; C — Aglomerantes que aderem pelo aquecimento.

Sub-classe A — Óleos para machos.

Usam-se diversos óleos minerais, vegetais e animais como aglomerantes para machos. Serão estudados mais adiante.

Sub-classe B — Aglomerantes que endurecem pelo resfriamento.

Resinas. As resinas são utilizadas como aglomerantes para areia de macho e podem ser divididas em naturais e sintéticas. Resinas naturais (ocorrem na natureza) são de origem vegetal; resinas sintéticas são as que resultam de reações químicas provocadas. As resinas naturais mais abundantes são as obtidas do pinheiro. Resinas do petróleo são sub-produtos da refinação do petróleo. O alcatrão de hulha é um sub-produto de destilação da hulha.

A resina pode ser adicionada à areia de dois modos: diretamente, devendo estar finamente pulverizada no caso de ser sólida; ou indiretamente por meio de uma solução. Assim no caso de se utilizar o breu, êste deverá ser dissolvido em querosene. A solução é que será adicionada à areia.

Óleos de resina. Êstes óleos são obtidos submetendo-se certas resinas a uma destilação destrutiva fracionária. A composição química dêsses óleos ainda não é completamente conhecida; sabe-se que êles são constituídos principalmente de hidrocarbonetos. Êsses óleos têm sido usados em muitas fundições, mas não têm dado resultados muito satisfatórios.

Óleos de resinas sintéticos, são produzidos em escala comercial pelo aquecimento do colofônio com óleo de parafina (de origem mineral).

Pixe. É um sub-produto da destilação do carvão a 180°C. Composto de pixe e dextrina é muito usado como aglomerante de machos grandes para ferro cinzento. O pixe é o aglomerante mais resistente à absorção de umidade. Por essa razão é utilizado na fabricação de machos de moldes grandes que devem ficar armazenados durante muito tempo antes do vazamento.

Sub-classe C — Aglomerantes que aderem pelo aquecimento.

Agglomerantes a base de sulfitos. Os sulfitos têm sido fonte de uma importante classe de aglomerantes que se apresentam nos estados sólidos e líquido. Os sulfitos utilizados são sub-produtos da indústria do papel.

Proteínas. Os aglomerantes a base de proteínas são constituídos de substâncias contendo nitrogênio. Nesta classe de aglomerantes incluem-se as gelatinas, a caseína e as colas. Êsses aglomerantes são usados pelas fundições quando é essencial uma alta colapsibilidade do macho e quando se deseja diminuir a quantidade de gases. São usados com vantagem na fundição de alumínio e de outros não ferrosos, quando o desenho é complicado.

Melaço. Os melaços são sub-produtos da refinação de açúcar de cana ou de beterraba. Geralmente são utilizados com outros aglomerantes, e sempre em meio aquoso. A umidade deve ser muito bem controlada.

Agglomerantes derivados de cereais. Durante muitos anos as farinhas de trigo e de centeio foram utilizadas como aglomerantes em fundição, mas com resultados pouco satisfatórios. Mais tarde apareceram a dextrina e a goma britânica. Êsses materiais, convenientemente usados dão bons resultados. O aglomerante, em quantidade relativamente pequena, deve ser bem distribuído pela areia. Melhores resultados são obtidos para quantidades baixas de umidade.

Atualmente os aglomerantes derivados de cereais são de três classes: 1) Amido gelatinizado, obtido da moagem úmida de amido de milho; 2) dextrina, feita de amido de milho; e 3) farinha de milho gelatinizada.

Os aglomerantes cereais apresentam vantagens particulares. Entre outras notam-se boa resistência a verde e boa resistência a sêco. O uso dêstes aglomerantes permite uma economia de óleo, conclusão a que se chegou experimentalmente. Em muitos casos é necessário misturar o aglomerante cereal a outros tipos de aglomerantes, para se obter determinadas propriedades da areia.

AGLOMERANTES DA 4.^a CLASSE

Argilas. As argilas são adicionadas a uma areia de macho com o fim de dar resistência a verde, retardar a colapsibilidade do macho, prevenir lavagem ou penetração.

Argila. É adicionada a areia de macho com o fim de dar uma superfície bem acabada e a resistência a verde indispensável para a confecção do macho. A permeabilidade decresce com o aumento do teor de argila. Por êsse motivo a qualidade e quantidade da argila deve ser bem controlada. Uma quantidade suficiente de argila, na areia de macho, diminue a colapsibilidade do macho.

Bentonita. A bentonita é um tipo de argila muito usado na América do Norte, que resulta da transformação de cinzas vulcânicas de idade cretácea. É constituída principalmente do mineral chamado montmorilonita. É adicionada à areia de macho quando se necessita de uma boa resistência a verde. A quantidade a adicionar depende do fim que se tem em vista e deve ser muito bem controlada.

II) — ÓLEOS AGLOMERANTES

Definição. São os aglomerantes que secam, endurecendo, pelo cozimento.

Secamento. O aquecimento de um macho, que levou como aglomerante um óleo, envolve uma série de reações físicas e químicas. Durante o aquecimento, a primeira ação do calor é expelir a umidade. No decorrer do aquecimento dão-se fenômenos de oxidação, polimerização e decomposição. Os resultados obtidos dependem do calor fornecido e da composição do óleo. Essa conclusão se aplica tanto a um óleo simples, com a mistura de vários óleos (1). A oxidação procede-se quando o óleo é constituído de substâncias não saturadas. Por exemplo, sabe-se que o óleo de linhaça contém certas quantidades de ácidos oléico, linoléico e linolenico. Sabe-se também que êsses ácidos não são saturados, isto é, êles podem se unir a uma molécula de um elemento ou radical. Assim, o ácido linoléico pode se unir a duas moléculas e o linolenico é três vêzes sub-saturado, podendo se unir a três moléculas.

O aquecimento de um macho contendo óleos vegetais é primeiramente um processo de oxidação. Pelo aquecimento o macho ficará tanto mais resistente quanto maior fôr a capacidade de se oxidar dos óleos utilizados, o que é função do seu grau de sub-saturação.

Constatou-se que os óleos vegetais, como o de linhaça, apresentam a capacidade de se unir ao oxigênio à temperatura ambiente, porém essa capacidade é muito baixa. Pela aplicação do calor, aumenta a capacidade do oxigênio se unir à molécula e a polimerização se dá mais rapidamente, formando-se o filme sólido exigido. Essa é a razão porque os machos são aquecidos.

A polimerização é definida por Webster do seguinte modo: "É a transformação (pela união de duas ou mais moléculas da mesma espécie) em outro composto tendo os mesmos elementos (por exemplo, carbono, hidrogênio e oxigênio), nas mesmas proporções, mas tendo um pêso molecular multiplo".

De um ponto de vista prático a formação do filme sólido se dá em duas partes: o proceso de oxidação e o processo da polimerização. Em geral a oxidação precede a polimerização, mas as duas podem se dar simultaneamente.

Para facilitar a secagem costuma-se ferver os óleos com produtos oxidantes ou catalisadores (litargirio, bióxido de manganês). Isso aumenta ligeiramente a rapidez de secagem em estufa, mas a resistência final não é aumentada (8).

Tipos de óleos.

Quanto à secatividade os óleos se dividem em duas grandes categorias (8): óleos secativos e óleos não secativos. Os primeiros compreendem óleo de peixe e os diversos óleos vegetais. A segunda categoria compreende os óleos minerais, óleos que provêm da destilação da hulha, da madeira e óleo de resina.

Quanto à origem os óleos podem ser: vegetais, minerais e animais. Os óleos vegetais secativos são os mais comumente empregados. Os óleos minerais, que agem por polimerização, estão sendo empregados em quantidades crescentes. O uso de óleos animais está decrescendo nas fundições.

Requisitos de óleos para macho.

Um óleo aglomerante para macho deve satisfazer as seguintes exigências, mais importantes, que se encontram entre os requisitos gerais de um aglomerante para macho, especificados páginas atrás: 1) Deve possuir boas propriedades dispersantes de modo que êle possa envolver todos os grãos de areia. 2) Deve produzir machos com a resistência desejada. 3) Deve gerar o mínimo de gases.

Ensaio realizados.

Vários ensaios foram feitos visando os seguintes objetivos: 1) Economia de óleo aglomerante. 2) Escolha de um óleo tão bom ou melhor que o de linhaça, porém, mais barato.

Nesses ensaios utilizou-se uma areia cuja composição era mantida sempre constante, variando apenas a qualidade do óleo em cada experiência. A composição da areia era a seguinte:

Areia do mar	2 kg
Óleo aglomerante	40 cm ³ (2 lt em 100 kg de areia)
Argila	140 g (7%)
Água	4 a 6%

Nenhum outro aglomerante foi adicionado. Assim, a variação da resistência a sêco pode ser atribuída unicamente ao óleo aglomerante.

A argila foi adicionada com o fim de dar resistência a verde, à areia, sem o que não seria possível a fabricação dos corpos de prova. Os ingredientes foram adicionados e misturados na seguinte ordem:

areia + argila — mistura de 2 minutos.

mistura anterior + óleo aglom. — mistura de 2 minutos.

Finalmente adicionou-se água e a areia foi misturada durante 5 minutos.

Foram experimentados os seguintes óleos: óleo de mamona, óleo de caroço de algodão (semi-refinado) e óleo de amendoim (fabricado pela Secção de Óleos do I.P.T.). Com o fim de permitir comparações, foram feitos ensaios com óleos já conhecidos: óleo de linhaça, óleo de milho, óleo para macho (norte-americano). A tabela abaixo resume os resultados obtidos:

N.º de ordem do ensaio	Óleo aglomerante usado	Umidade %	Dureza A. F. A.	Tração kg/ cm ²	Observações
1.º	Óleo de linhaça	4,9	76	3,87	Aquecimento em estufa 2 h a 200°C
2.º	Óleo de mamona	4,8	63	3,16	„
3.º	Óleo de mamona	6,2	72	3,16	„
4.º	Óleo de linhaça } Óleo de mamona }	4,1	64	3,16	„
5.º	Óleo de milho	4,3	63	2,46	„
6.º	Óleo para macho (americano) ...	4,8	50	2,11	„
7.º	Óleo para macho (americano) ...	5,8	60	1,97	„
8.º	Óleo de caroço de algodão	4,3	65	2,46	„
9.º	Óleo de amendoim	4,3	60	2,46	„

Do quadro acima concluem-se que: 1) Com o uso unicamente de óleo, sem adição de nenhum outro aglomerante, o óleo de linhaça se mostrou o mais eficiente. 2) O óleo de mamona se aproxima bastante do óleo de linhaça. 3) A mistura de óleo de mamona e óleo de linhaça (1:1) não deu melhores resultados que o óleo de mamona simples. 4) Os óleos de caroço de algodão e de amendoim deram resultados idênticos ao do óleo de milho. De um modo geral os resultados obtidos foram muito baixos. Novos ensaios foram feitos visando melhorar as propriedades da areia, sendo adicionado mais um aglomerante, a dextrina.

Novos ensaios.

Nesses ensaios verificou-se a influência da dextrina sobre as qualidades das areias de macho aglomeradas a óleo. A composição da areia, mantida constante em todos os ensaios, foi a seguinte:

Areia do mar	2 kg
Argila	140 g (7%)
Óleo aglomerante	40 cm ³ (2 lt em 100 kg de areia)
Dextrina	30 g (1,5%)
Água	100 cm ³ (4,5 a 4,7%)

Variando apenas a espécie de óleo e mantendo constante todos os outros fatores, pode-se verificar o comportamento da dextrina com cada tipo de óleo. A tabela abaixo resume os resultados obtidos.

N.º do ensaio	Óleo aglomerante usado	Umidade	Dureza A. F. A. (a seco)	Tração kg/cm ² (c/ dextrina)	Tração kg/cm ² (s/ dextrina)	Observações
10	Óleo de milho	4,7	90	7,45	2,46	Aquecimento em estufa 2 h a 200°C
11	Óleo de mamona	4,5	88	7,03	3,16	„
12	Óleo de caroço de algodão ..	4,7	88	9,28	2,46	„
13	Óleo de amendoim	4,7	86	8,44	2,46	„
14	Óleo de linhaça	4,6	85	5,77	3,87	„

Mostram os resultados que:

1) A ação da dextrina é muito grande. A mistura de dextrina e óleo aglomerante confere à areia de macho resistência à tração muito superior a que se poderia obter se se usasse unicamente óleo aglomerante ou unicamente dextrina.

2) A dextrina, adicionada a uma areia de macho, permite economizar óleo aglomerante.

3) Os óleos de caroço de algodão, de amendoim e de mamona, deram resultados melhores que o óleo de linhaça.

Conclusões.

Êstes ensaios mostram que outros óleos poderão ser utilizados como aglomerantes de areia de macho. Mas os resultados obtidos não devem ser tomados em valor absoluto; são apenas comparativos e poderão servir de base para outros estudos. De fato, os teores de umidade, argila, dextrina e óleo poderão ser modificados e nada nos garante que êles tenham sido tomados nas melhores condições.

Atualmente, os óleos de caroço de algodão (semi-refinado), de amendoim e de mamona, são mais baratos que o de linhaça (*). Portanto, esta é uma outra vantagem que se deve considerar.

III — AGLOMERANTES PARA MACHOS UTILIZADOS, ATUALMENTE NA FUNDIÇÃO DO I.P.T.

Atualmente são utilizados no I.P.T. os seguintes aglomerantes para machos:

Aglomerantes da 2.^a classe:

cimento portland

Aglomerantes da 3.^a classe:

Sub-classe A (óleos):

óleo de linhaça

óleo de milho

Sub-classe C:

dextrina

Aglomerantes da 4.^a classe:

argilas

bentonita.

Numa dada areia de macho, em geral, utiliza-se mais de um dos aglomerantes acima citados. A mistura de vários aglomerantes é sempre feita com o fim de comunicar à areia características que não poderiam ser fornecidas por um único aglomeramento. Assim, podemos encontrar uma areia com os seguintes aglomerantes: argila, dextrina, óleo de linhaça. A função da argila é permitir a trabalhabilidade da areia, dando-lhe uma certa resistência a verde, enquanto que a dextrina e o óleo vão conferir ao macho a reistência, a sêco, desejada. No caso da areia aglomerada com cimento portland, o único aglomerante é o cimento.

No Laboratório de Areias já se encontram estudos bastante completos dos aglomerantes citados. No entanto, muitos outros aglomerantes que são

(*) Nota do autor. Isto era verdade na época em que o trabalho foi feito, outubro de 1945.

freqüentemente usados nas fundições norte-americanas ainda não foram experimentados entre nós. Entre êles pôde-se citar: silicato de sódio cimento de borracha, resinas, pixe, etc. Machos congelados também nunca foram utilizados.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Modern Core Practices and Theories — Dietert. (1942).
- (2) Foundry Sand Control — Dietert.
- (3) The Properties of Resin Bonded Cores.
Emile Pragoff (A. F. A.).
- (4) Foundry Sands.
T. B. Walker (pg. 116).
- (5) Aglomeração das Areias para Machos.
Rev. Fond. Mod. 1932 — pg. 223.
- (6) Noyaux agglomérés au caoutchouc.
Rev. Fond. Mod. 1929 — pag. 98.
- (7) Des agglomérants dans la preparation des sables pour noyaux.
Rev. Fond. Mod. 1931 — pag. 464.
- (8) Les agglomérants en fonderie.
M. E. Ronceray.
Rev. Fond. Mod. 1932 — pag. 21.
- (9) Agglutinants artificiels pour nouyaux.
A. Swargeman.
Rev. Fond. Mod. 1935 — pg. 345.
- (10) La cuisson des noyaux en sable a l'huile.
L. Campbell.
Rev. Fond. Mod. 1929 — p. 517.
- (11) Contribution á l'étude des sables pour noyaux á l'huile á haute resistance.
Stephane de Nagourski.
Rev. Fond. Mod. 1929 — pg. 367.
- (12) Mélanges économiques de sable á noyaux.
Rev. Fond. Mod. 1924 — pg. 383.
- (13) Les conditions atmosferiques et les noyaux á l'huile.
A. S. Gouttier.
Rev. Fond. Mod. 1933 — pg. 128.
- (14) Un nouvel essai des noyaux a l'huile.
H. Nipper.
Rev. Fond. Mod. 1937 — pg. 317.
- (15) Noyaux á l'huile en fonderie d'acier.
Rev. Fond. Mod. 1932 — pg. 398.
- (16) De l'influence d'additions croissantes d'argila et d'eau sur les propriétés de resistance des noyaux a l'huile, a l'état vert et a l'état sec.
H. Nipper.
Bull. Assi. Techn. Fond. — 1934 — pg. 373.
- (17) Value of Analisis and Specification for Core oils.
J. A. Citzen.
Transaction of the A. F. A. Vol. XXXVII (1930) — pag. 97.