

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	MATERIAIS PARA FUNDIÇÃO - CÁLCULO DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	Recomendação CEMP 102 Aprovada em: Fev/1983 Revisada em: Nov/2015
	Método de Ensaio	Folha : 1 de 6

SUMÁRIO

- 1_ Objetivo
- 2_ Documentos a consultar
- 3_ Definições
- 4_ Execução do ensaio
- 5_ Resultados

1_ OBJETIVO

- 1.1_ Esta recomendação fixa o método de cálculo das características granulométricas de materiais granulares usados em fundição.

2_ DOCUMENTOS A CONSULTAR

- 2.1_ Na aplicação desta recomendação é necessário consultar:
 - 2.1.1_ CEMP 081 - Materiais para fundição - Determinação da distribuição granulométrica, módulo de finura e teor de finos em materiais granulares.
 - 2.1.2_ CEMP 083 - Materiais para fundição - Determinação da área específica real através do aparelho de Blaine em materiais granulares.
 - 2.1.3_ CEMP 137 - Materiais para fundição - Determinação da massa específica pelo uso do frasco volumétrico de "Le Chatelier" em materiais granulares.

3_ DEFINIÇÕES

- 3.1_ Para os efeitos desta recomendação são adotadas as seguintes definições:
 - 3.1.1_ Superfície específica teórica: Superfície por unidade de massa em uma amostra em análise, onde teoricamente todos os seus grãos fossem esféricos, porém de diâmetros variados.
 - 3.1.2_ Superfície específica real: Somatória das áreas de todas as partículas contidas numa determinada unidade de massa.
 - 3.1.3_ Tamanho de grão médio: Diâmetro que um grão de uma amostra teria supondo que ele representasse a média geométrica ponderada de um universo de grãos esféricos, porém de diâmetros variados.
 - 3.1.4_ Coeficiente de angularidade: Valor que representa o quanto que a superfície real difere da superfície específica teórica.

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	MATERIAIS PARA FUNDIÇÃO - CÁLCULO DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	Recomendação CEMP 102 Aprovada em: Fev/1983 Revisada em: Nov/2015
	Método de Ensaio	Folha : 2 de 6

- 3.1.5_ Módulo de finura: Representa aproximadamente o tamanho médio virtual dos grãos de areia, dado pelo número de malhas por 25,4 mm da peneira pela qual os grãos ainda passariam.
- 3.1.6_ Número específico teórico dos grãos: Quantidade de grãos por unidade de massa que uma amostra teria se todos fossem esféricos, porém de diâmetros variados.
- 3.1.7_ Diâmetro representativo: Diâmetro que cada grão de uma amostra deveria ter, supondo que esta fosse composta de esferas do mesmo diâmetro, para proporcionar a mesma superfície específica teórica da amostra em análise.
- 3.1.8_ Grau de afastamento: Porcentagem que relaciona a superfície específica teórica de um universo de grãos esféricos de diâmetros que diminuem em relação a superfície específica teórica de cada universo de grãos esféricos de tamanho uniforme, mantendo-se constante o diâmetro representativo da amostra.

4_ EXECUÇÃO DO ENSAIO

- 4.1_ O ensaio propriamente dito deve ser executado de acordo com a recomendação CEMP 081, sendo que a massa de material retido em cada peneira deve ser lançada na Tabela 1.
- 4.2_ Na primeira peneira do conjunto, designada pela letra A, não deve haver retenção de material, se houver, deve-se sobrepôr à mesma outra peneira, com abertura de malha tal que não permita retenção.
- 4.3_ O prato, apesar de isento de malhas, é considerado como tendo 0,020 mm de abertura da malha, visto que todo material inferior a esse tamanho, teoricamente é eliminado no ensaio de argila AFS.

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	MATERIAIS PARA FUNDIÇÃO - CÁLCULO DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	Recomendação CEMP 102 Aprovada em: Fev/1983 Revisada em: Nov/2015
	Método de Ensaio	Folha : 3 de 6

Tabela 1 - Modelo a ser utilizado para o lançamento da massa de material retido em cada peneira, para o cálculo da superfície teórica, do tamanho de grãos e do número teórico de grãos.

Abertura em mm da peneira na qual o material		MR (g)	St (cm ²)	TG (g.mm)	Nt (10 ⁴ unid.)
Passou	Ficou retido				
A (1)	B	a	$\frac{a \cdot 120}{(A+B) \cdot \gamma}$	a . √A . B	$\frac{a \cdot 4.8}{(A+B)^3 \cdot \pi \cdot \gamma}$
B	C	b	$\frac{b \cdot 120}{(B+C) \cdot \gamma}$	b . √B.C	$\frac{b \cdot 4.8}{(C+D)^3 \cdot \pi \cdot \gamma}$
C	D	c	$\frac{c \cdot 120}{(C+D) \cdot \gamma}$	a . √C . D	$\frac{c \cdot 4.8}{(C+D)^3 \cdot \pi \cdot \gamma}$
Anterior ao Prato	Prato (2)	m'	$\frac{m' \cdot 120}{P+0.020}$	m . √P' . 0,02	$\frac{m \cdot 4.8}{(p + 0.020)^3 \cdot \pi \cdot \gamma}$
(P')	(P)				
		Σ MR	Σ ST	Σ TG	Σ NT

Onde:

TG = tamanho de grãos, em g. mm;

MR = massa retida, em g;

St = superfície teórica, em cm²;

NT = número teórico de grãos, em 10⁴ unidades;

γ = densidade relativa do material, determinada segundo a recomendação CEMP 137;

Σ MR = somatória do material retido em todas as peneiras, incluindo o prato, em g;

Σ St = somatória de todas as superfícies teóricas, em cm²;

Σ Nt = somatória de todos os números teóricos de grãos, em 10⁴ unidades;

Σ TG = somatória de todos os tamanhos de grãos, em g.mm.;

A.B.C.D.. etc (P'), (P)= abertura das malhas da primeira, segunda até o prato, respectivamente, em mm;

a.b.c.d, etc. m' = massa de material retido na segunda peneira até o prato, respectivamente, em g.

- (1) Na primeira peneira do conjunto designada pela letra A, não deve haver retenção de material, se houver, deve-se sobrepor à mesma, outra peneira com abertura de malha tal que não permita retenção.
- (2) O prato apesar de isento de malhas, é considerado como tendo 0,020mm de abertura de malha, visto que todo material inferior a esse tamanho teoricamente é eliminado no ensaio de argila AFS.

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	MATERIAIS PARA FUNDIÇÃO - CÁLCULO DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	Recomendação CEMP 102 Aprovada em: Fev/1983 Revisada em: Nov/2015
	Método de Ensaio	Folha : 4 de 6

5_ RESULTADOS

5.1_ Cálculo da superfície específica teórica.

5.1.1_ O resultado é expresso em cm^2/g com 3 casas decimais e é obtido através da seguinte fórmula:

$$\text{Set} = \frac{\sum \text{St}}{\sum \text{MR}}$$

Onde:

Set = superfície específica teórica, em cm^2/g ;

$\sum \text{St}$ = somatória de todas as superfícies teóricas, em cm^2 ;

$\sum \text{MR}$ = somatória do material retido em todas as peneiras, em g.

5.2_ Cálculo do tamanho do grão médio.

5.2.1_ O resultado é expresso em mm com 3 casas decimais e é obtido através da seguinte fórmula:

$$\text{TGm} = \frac{\sum \text{TG}}{\sum \text{MR}}$$

Onde:

TGm = tamanho de grão médio, em mm;

$\sum \text{TG}$ = somatória de todos os tamanhos de grãos, em g.mm;

$\sum \text{MR}$ = somatória do material retido em todas as peneiras, em g.

5.3_ Cálculo do coeficiente de angularidade.

5.3.1_ O resultado é expresso sob forma adimensional com 2 casas decimais e é obtido através da seguinte fórmula:

$$\text{Ca} = \frac{\text{Ser}}{\text{Set}}$$

Onde:

Ca = coeficiente de angularidade;

Ser = superfície específica real, determinada segundo a recomendação CEMP 083, em cm^2/g ;

Set = superfície específica teórica, em cm^2/g .

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	MATERIAIS PARA FUNDIÇÃO - CÁLCULO DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	Recomendação CEMP 102 Aprovada em: Fev/1983 Revisada em: Nov/2015
	Método de Ensaio	Folha : 5 de 6

5.4_ Cálculo do módulo de finura.

5.4.1_ O resultado é expresso em unidade AFS com 2 casas decimais e é obtido através da seguinte fórmula empírica;

Nota: Válido para Set determinada com peneiras padronizadas segundo a ABNT e a ASTM, para Set obtida com peneiras padronizadas da Série ISO ou VOG P-27 e equação será $MF = 7,25 + 0,190 \cdot Set \cdot \gamma$.

$$MF = 4 \cdot 13 + 0.202 \cdot Set \cdot \gamma$$

Onde:

MF = módulo de finura, em AFS;

Set = superfície específica teórica, em cm^2/g ;

γ = densidade relativa do material determinada segundo a recomendação CEMP 137.

5.5_ Cálculo do número específico teórico de grãos.

5.5.1_ O resultado é expresso com 3 casas decimais e em 10^4 unidades/g o qual é obtido através da seguinte fórmula:

$$Net = \frac{\sum Nt}{\sum MR}$$

Onde:

Net = número específico teórica de grãos, em 10^4 unidades/g;

$\sum Nt$ = somatória de todos os números teóricos de grãos (10^4 unidades)

$\sum MR$ = somatória do material retido em todas as peneiras, em g.

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	MATERIAIS PARA FUNDIÇÃO - CÁLCULO DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	Recomendação CEMP 102 Aprovada em: Fev/1983 Revisada em: Nov/2015
	Método de Ensaio	Folha : 6 de 6

5.6_ Cálculo do diâmetro representativo.

5.6.1_ O resultado é expresso em mm com 3 casas decimais e é obtido através da seguinte fórmula:

$$DR = 0,10 = \sqrt{\frac{Set}{Net \cdot \pi}}$$

Onde:

DR = coeficiente de angularidade;
 Net = número específico teórico de grãos, em 10^4 unidades/g;
 Set = superfície específica teórica, em cm^2/g ;
 π = 3,1416

5.7_ Cálculo do grau de afastamento.

5.7.1_ O resultado é expresso em porcentagem com 2 casas decimais e é obtido através da seguinte fórmula:

$$GA = 100 \cdot \frac{(1 - \gamma \cdot DR \cdot Set)}{60}$$

Onde:

GA = grau de afastamento, em %;
 Set = superfície específica teórica, em cm^2/g ;
 DR = diâmetro representativo, em mm;
 γ = densidade relativa do material determinada segundo a recomendação CEMP 137.