

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	MATERIAIS PARA FUNDIÇÃO - CÁLCULO DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	Recomendação CEMP 102 Aprovada em: Fev/1983 Revisada em: Ago/2024
	Procedimento	Folha : 1 de 5

SUMÁRIO

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

1_ OBJETIVO

- 1.1_ Esta recomendação fixa o procedimento para os cálculos das características granulométricas de materiais granulares usados em fundição.

2_ DOCUMENTOS A CONSULTAR

- 2.1_ CEMP 081 - Materiais para fundição - Determinação da distribuição granulométrica, módulo de finura e teor de finos em materiais granulares – Método de ensaio;
- 2.2_ CEMP 083 - Materiais para fundição - Determinação da área específica real através do aparelho de Blaine em materiais granulares – Método de ensaio;
- 2.3_ CEMP 137 - Materiais para fundição - Determinação da massa específica pelo uso do frasco volumétrico de “Le Chatelier” em materiais granulares – Método de ensaio.

3_ DEFINIÇÕES

- 3.1_ Área específica teórica: área por unidade de massa em uma amostra em análise, onde teoricamente todos os seus grãos fossem esféricos, porém de diâmetros variados.
- 3.2_ Área específica real: somatória das áreas de todas as partículas contidas numa determinada unidade de massa, segundo a recomendação CEMP 083.
- 3.3_ 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.
- 3.4_ Coeficiente de angularidade: valor que representa o quanto o formato do grão, afasta-se do esférico de coeficiente 1,0 (um) determinado pela relação entre a área específica real e a área específica teórica.
- 3.5_ 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.
- 3.6_ Número específico teórico dos grãos: quantidade de grãos por unidade de massa que uma amostra teria se todos fossem esféricos, porém de diâmetros variados.

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	MATERIAIS PARA FUNDIÇÃO - CÁLCULO DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	Recomendação CEMP 102 Aprovada em: Fev/1983 Revisada em: Ago/2024
	Procedimento	Folha : 2 de 5

3.7_ 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 área específica teórica da amostra em análise.

3.8_ Grau de afastamento: porcentagem que relaciona a área específica teórica de um universo de grãos esféricos de diâmetros que diminuem em relação a área 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.

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

Abertura em milímetros (mm) da peneira na qual o material		MR (g)	At (cm ²)	TG (g.mm)	Nt (unid.)
Passou	Ficou retido				
A	B	a	$\frac{120 \cdot a}{(A + B) \cdot \gamma}$	$a \cdot \sqrt{A \cdot B}$	$\frac{48000 \cdot a}{(A + B)^3 \pi \cdot \gamma}$
B	C	b	$\frac{120 \cdot b}{(B + C) \cdot \gamma}$	$b \cdot \sqrt{B \cdot C}$	$\frac{48000 \cdot b}{(B + C)^3 \pi \cdot \gamma}$
C	D	c	$\frac{120 \cdot c}{(C + D) \cdot \gamma}$	$c \cdot \sqrt{C \cdot D}$	$\frac{48000 \cdot c}{(C + D)^3 \pi \cdot \gamma}$
Peneira Anterior ao Prato (P)	Fundo(0,020)	m'	$\frac{120 \cdot m'}{(P + 0,02) \cdot \gamma}$	$m' \cdot \sqrt{P \cdot 0,02}$	$\frac{48000 \cdot m'}{(P + 0,02)^3 \pi \cdot \gamma}$
		Σ MR	Σ At	Σ TG	Σ Nt

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	MATERIAIS PARA FUNDIÇÃO - CÁLCULO DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	Recomendação CEMP 102 Aprovada em: Fev/1983 Revisada em: Ago/2024
	Procedimento	Folha : 3 de 5

Onde:

- TG = tamanho de grãos, em g. mm;
 MR = massa retida, em g;
 At = Área teórica, em cm²;
 NT = número teórico de grãos, em 10⁴ unidades;
 γ = massa específica do material, determinada segundo a recomendação CEMP 137;
 Σ MR = somatória do material retido em todas as peneiras, incluindo o prato, em g;
 Σ At = somatória de todas as áreas 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... (P) = abertura das malhas das peneiras em milímetros (mm);
 a.b.c.d, etc. m' = massa de material retido da segunda peneira até o fundo, respectivamente, em g.

Nota: O prato que constitui o fundo 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.

5_ RESULTADOS

5.1_ Cálculo da área específica teórica.

5.1.1_ O resultado é expresso em cm²/g com 3 casas decimais e é obtido através da seguinte fórmula:

$$Aet = \frac{\Sigma At}{\Sigma MR}$$

Onde:

- Aet = Área específica teórica, em cm²/g;
 Σ At = somatória de todas as áreas teóricas, em cm²;
 Σ 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:

$$TGm = \frac{\Sigma TG}{\Sigma MR}$$

Onde:

- TGm = tamanho de grão médio, em mm;

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	MATERIAIS PARA FUNDIÇÃO - CÁLCULO DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	Recomendação CEMP 102 Aprovada em: Fev/1983 Revisada em: Ago/2024
	Procedimento	Folha : 4 de 5

ΣTG = somatória de todos os tamanhos de grãos, em g.mm;
 ΣMR = 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:

$$Ca = \frac{Aer}{Aet}$$

Onde:

Ca = coeficiente de angularidade;
 Aer = área específica real, determinada segundo a recomendação CEMP 083 , em cm^2/g ;
 Aet = área específica teórica, em cm^2/g .

5.4_ Cálculo do módulo de finura.

5.4.1_ O resultado é expresso em unidade AFS com 2 casas decimais e é obtido seguindo a recomendação CEMP081.

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:

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

Onde:

Net = número específico teórica de grãos, em 10^4 unidades/g;
 ΣNt = somatória de todos os números teóricos de grãos (10^4 unidades)
 ΣMR = somatória do material retido em todas as peneiras, em g.

5.6_ Cálculo do diâmetro representativo.

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

$$DR = 10. \sqrt{\frac{Aet}{\pi. Net}}$$

Onde:

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	MATERIAIS PARA FUNDIÇÃO - CÁLCULO DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	Recomendação CEMP 102 Aprovada em: Fev/1983 Revisada em: Ago/2024
	Procedimento	Folha : 5 de 5

DR = diâmetro representativo;
 Net = número específico teórico de grãos, em 10⁴ unidades/g;
 Aet = área específica teórica, em cm²/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:

$$GA = 100. \left(1 - \frac{\gamma. DR. Aet}{60} \right)$$

Onde:

GA = grau de afastamento, em %;
 Aet = área específica teórica, em cm²/g;
 DR = diâmetro representativo, em mm;
 γ = massa específica do material determinada segundo a recomendação CEMP 137.

HISTÓRICO DAS REVISÕES		
REVISÃO	ITENS REVISADOS	JUSTIFICATIVA
Jun/2024	Todos	Revisão geral e retirada de sub-títulos
	Todos	Revisão geral e retirada das fórmulas de cálculo do módulo de finura, permanecendo a recomendação CEP081 para esse fim.