

Cálculo para definir a potência necessária na fase de aquecimento de uma câmara quente

Para aquecer uma câmara quente e manter no nível de temperatura desejada, a potência necessária deve ser definida através de 2 cálculos. O primeiro define a potência de resistência para o aquecimento inicial da câmara quente. O segundo define a potência necessária para manter a temperatura num nível constante. O valor maior dos 2 cálculos define a potência necessária.

Fase inicial:

Nesta fase a temperatura da câmara quente é levada da temperatura ambiental ao nível de trabalho. O que define a potência são o peso do manifold e o tempo desejado do aquecimento. Neste momento a potência para os bicos pode ser negligenciada, porque o peso do bico é muito menor do que o peso do manifold e por isso escenta mais rápido

A fórmula seguinte fórmula calcula esta potência:

$$P_{AQ} = \frac{m * c * (T_{FUSÃO} - T_{AMBIENTE})}{t_{AQUECIMENTO}} * f_{SEG}$$

P_{AQ} = Potência necessária na fase de aquecimento(kW)

m = massa do manifold (kg)

$$m = \frac{c * l * e * g}{10^6} \text{ (kg)}$$

c = comprimento do manifold (mm)

l = largura do manifold (mm)

e = espessura do manifold (mm)

g = peso específico (kg/cm³) para aço:
7,85 kg/dm³

c = calor específico do material do manifold $\left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$
para aço 0,481 $\left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$

T = Temperaturas (K)

$T_{\text{fusão}}$ = Temperatura de fusão do plástico injetado;
veja tabela

T_{ambiente} = Temperatura padrão (21°K)

t = Tempo (s)

$t_{\text{aquecimento}}$ = Tempo de aquecimento do manifold

f_{seg} = Fator de compensação ($\pm 35\% = 1,35$)

	Temperatura de fusão*	
	mín.	máx.
ABS	200	275
CA	180	220
CAB	180	220
PA6	240	290
PA66	260	300
PBT	230	280
PC	270	320
PEEK	350	390
PE-LD (-BD)	160	220
PE-HD (-AD)	180	250
PET	260	300
PP	220	270
PS	170	280
PMMA	190	270
POM	180	230
PPO	280	310
PPS	320	380
PSU	340	390
PTFE	320	360
PVC-flex.	160	190
PVC-rig.	170	210
SAN	200	260
TPU	180	220

* Valores orientativos; podem variar em função do ciclo e/ou geometria da peça

Cálculo para definir a potência necessária para manter a temperatura do manifold no nível desejado

Para manter a temperatura do manifold durante a produção no nível programado, é necessária instalar uma potência suficiente para compensar as oscilações processuais. Quando no primeiro cálculo o total da potência é calculada em função do peso do manifold, agora é em função da massa do plástico injetado por hora. Com isso considera-se a carga térmica do plástico injetado com cada ciclo, o que está reduzindo a potência necessária, induzida pela resistência elétrica.

A fórmula seguinte calcula a potência para manter o manifold na temperatura de processo programada.

$$P_{PC} = \frac{m_{MAT} * c_{PLAST} * (T_{FUSÃO} - T_{AMBIENTE})}{t_{PROCESSO}} * f_{SEG}$$

P_{PC} = Potência necessária durante a produção (kW)

m_{MAT} = Massa injetada durante 1 hora (kg)

c_{PLAST} = Calor específico do material injetado $\left[\frac{kJ}{kg \times K}\right]$; veja tabela

T = Temperaturas (K)

$T_{fusão}$ = Temperatura de fusão do plástico injetado; veja tabela

$T_{ambiente}$ = Temperatura padrão (21°K)

t = Tempo (s)

$t_{processo}$ = Tempo de 1 hora = 3.600 sec

f_{seg} = Fator de compensação ($\pm 35\%$ = 1,35)

Termoplástico	Temperatura de fusão (°C)		Calor específico kJ/kg*K)
	min.	max.	
ABS	200	275	1,3
CA	180	220	1,6
PA6	240	290	1,7
PA66	260	300	1,7
PBT	230	280	1,3
PC	270	320	1,17
PE-LD (-BD)	160	220	2,3
PE-HD (-AD)	180	250	2,4
PET	260	300	1,05
PP	220	270	2
PS	170	280	1,3
PMMA	190	270	1,47
POM	180	230	1,46
PTFE	320	360	0,9
PVC-flex.	160	190	0,87
SAN	200	260	1,3
TPU	180	220	0,5

A tabela mostra valores orientativos; os mesmos podem variar em função do ciclo, da forma de processo e/ou geometria da peça.

Cálculo para requerimento da potência para um sistema de câmara quente

O exemplo em seguida deve mostrar a diferença entre os 2 cálculos nas páginas anteriores. Uma vez é calculada a potência necessária para aquecer um manifold da temperatura de ambiente à temperatura da fusão do plástico, que deve ser injetado. A segunda fórmula calcula a potência para manter a temperatura do manifold durante a produção estável no nível programado. Quando no primeiro cálculo o total da potência é calculada em função do peso do manifold, a segunda fórmula está se baseando na massa do plástico injetada por hora.

Exemplo

1º passo: Calcular a potência necessária para aquecer o manifold da temperatura do ambiente à

Massa do manifold (m): 75 kg

Calor específico do material do manifold - aço (c): 0,481 kJ/kg*K

Temperatura da fusão do material injetado - PP (T_{FUSÃO}): 240 K

Temperatura do ambiente (T_{AMBIENTE}): 20 K

Tempo para levantar a temperatura do manifold à temperatura da fusão (t_{AQUECIMENTO}): 20 min. = 1.200 sec

Fator de compensação para compensar as perdas de calor (f_{SEG}): 1,35

$$P_{AQ} = \frac{m * c * (T_{FUSÃO} - T_{AMBIENTE})}{t_{AQUECIMENTO}} * f_{SEG}$$

$$P_{AQ} = \frac{75 * 0,481 * (240 - 20)}{1.200} * 1,35 = 8,93 \text{ kW}$$

2º passo: Calcular a potência para manter o sistema na temperatura do processo

Massa injetada durante 1 hora (m_{MAT}): 16 kg

Calor específico do material injetado - PP (c_{PLAST}): 2,0 kJ/kg*K

Temperatura da fusão do material injetado - PP (T_{FUSÃO}): 240 K

Temperatura do ambiente (T_{AMBIENTE}): 20 K

Tempo para manter a temperatura do sistema na temperatura da fusão (t_{AQUECIMENTO}): 60 min. = 3.600 sec

Fator de compensação para compensar as perdas de calor (f_{SEG}): 1,35

$$P_{PC} = \frac{m_{MAT} * c_{PLAST} * (T_{FUSÃO} - T_{AMBIENTE})}{t_{PROCESSO}} * f_{SEG}$$

$$P_{PC} = \frac{16 * 2,0 * (240 - 20)}{3600} * 1,35 = 1,96 \text{ kW}$$

Resultado:

A potência para manter o sistema no nível da temperatura de fusão é coberta pela potência instalada para levantar a temperatura do manifold até a temperatura da fusão do material injetado.

A primeira fórmula mostra claramente, que a potência é definida em primeira linha pelo tempo de aquecimento. Menor o tempo de aquecimento, maior é a potência instalada.