

DESENVOLVIMENTO E FABRICAÇÃO DE PLACAS DE ALUMINA PELO PROCESSO GEL CASTING PARA CONSTRUÇÃO DE UM TROCADOR DE CALOR CERÂMICO

Maida, P.C.; Mello, P.E.B.; Ortega, F.S.; Scuotto, S.

Centro Universitário da FEI

Avenida Humberto de Alencar Castello Branco, 3972 CEP 09850-901

São Bernardo do Campo – SP ferortega@fei.edu.br

RESUMO

O uso de trocadores de calor é uma alternativa de grande interesse para a geração de energia a partir da queima de combustíveis que geram gases corrosivos ou materiais particulados, como o carvão e a biomassa, pois permite o aquecimento de um gás limpo a partir de outro gás que seria prejudicial ao funcionamento de uma turbina a gás. No entanto, para operar em temperaturas acima de 800 °C, nas quais o rendimento de máquinas térmicas é superior, os trocadores de calor metálicos tornam-se inviáveis e trocadores de calor cerâmicos tornam-se uma alternativa interessante. Porém, a geometria complexa de um trocador de calor, contendo grande número de aletas e canais tortuosos, torna-se um grande desafio para a fabricação destes dispositivos em materiais cerâmicos. Este trabalho apresenta o desenvolvimento e as etapas para a fabricação de um trocador de calor compacto, constituído de placas aletadas de alumina e projetado para trabalhar com fluxo de gases em contracorrente. São feitas considerações sobre a geometria da peça, o processo de fabricação selecionado, a confecção dos moldes e o desenvolvimento da suspensão usada durante a moldagem. Por fim, apresentam-se alguns resultados de caracterização de placas aletadas produzidas em diferentes condições de processamento, os quais apontam a melhor estratégia para a fabricação dos elementos que serão usados na construção do trocador de calor cerâmico.

Palavras-chave: trocador de calor cerâmico, alumina, gel casting.

INTRODUÇÃO

Energia, considerada nas suas mais variadas formas, é vista como uma fonte de riqueza, sendo o aumento de seu consumo diretamente relacionado com o crescimento do Produto Interno Bruto, especialmente nos países em desenvolvimento ⁽¹⁻²⁾. Portanto, considerando energia de modo amplo, procedimentos para melhor obtê-la ou para evitar seu desperdício são metas intensamente buscadas pela ciência, mais especificamente pela engenharia.

Em se tratando de consumo de energia, uma boa parte do calor necessário para determinados processos industriais é desperdiçada devido à baixa eficiência desses processos. Na produção de vidro, somente 10% do calor fornecido a um forno são usados na produção do vidro propriamente dita, sendo que 67% se perdem somente nos sistemas de exaustão do forno. Por isso, a introdução de um trocador de calor que permita recuperar uma parte desse calor desperdiçado traria ganhos de eficiência significativos. O calor recuperado pode ser usado para pré-aquecer o ar que é necessário para a combustão, o qual, por entrar já aquecido, aumentaria a eficiência do processo ⁽³⁾.

Quanto à geração de energia, mais especificamente no caso da geração termelétrica de energia, a figura 1 mostra a disposição dos componentes de uma turbina a gás tradicional operando em um ciclo combinado gás-vapor. A câmara de combustão está posicionada a montante da turbina, o que impede o uso de combustíveis que gerem materiais particulados ou componentes corrosivos nos produtos da combustão. Esses materiais ocasionariam um desgaste prematuro das pás da turbina, componentes bastante solicitados em sua estrutura, tanto pela elevada temperatura de operação quanto pela elevada rotação a que estão submetidos. Assim, o uso de combustíveis alternativos, como carvão ou biomassa em turbinas a gás operando segundo esse ciclo fica inexecutável.

O ciclo EFCC (externally fired combined cycle) e o ciclo EFGT (externally fired gas turbine) contornam o problema por meio da queima externa. O processo EFCC permite queimar uma variedade maior de combustíveis, como carvão e biomassa (que geram material particulado), pois os produtos da combustão deixam de passar pela turbina ⁽⁴⁾. A utilização de biomassa para combustão em turbinas a gás tem dois apelos fortes: primeiramente, trata-se de combustível renovável; em segundo lugar, poderia ocorrer na indústria de produção de álcool e açúcar.

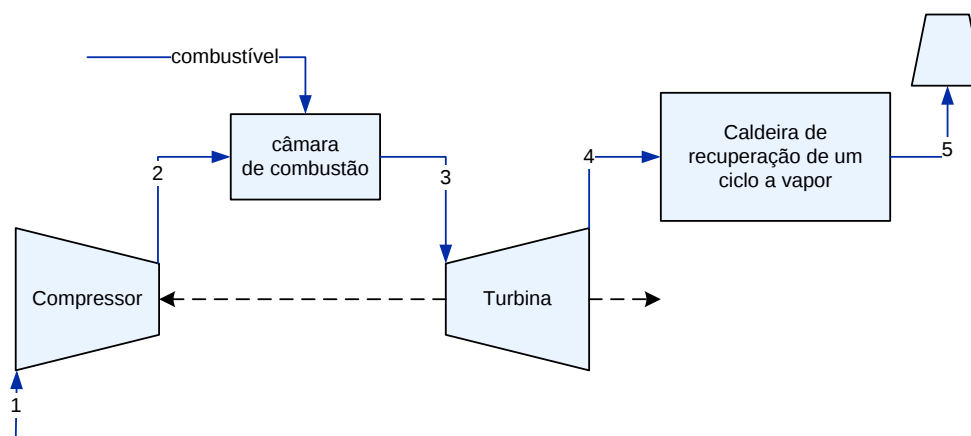


Figura 1: Diagrama esquemático de um ciclo combinado gás-vapor ⁽⁴⁾.

Para que o ciclo EFCC seja exequível, é necessário haver no processo um trocador de calor, que utiliza os gases oriundos da combustão para pré-aquecer o ar a ser injetado na turbina. A figura 2 mostra a disposição dos componentes de um ciclo EFCC, onde um trocador de calor recebe os gases provenientes da combustão, que neste caso não passam pela turbina. Esta configuração aumenta o número de opções de combustíveis que podem ser usados, incluindo carvão e biomassa. Ocorre que, nos exemplos citados, é necessário o uso de materiais capazes de suportar temperaturas acima de 800 °C por longos períodos, podendo chegar a temperaturas de até 1400 °C na entrada da turbina. Essa faixa de temperatura, associada a um ambiente com altos níveis de oxidação e de corrosão causados respectivamente pelo ar comprimido e pelos gases de escape, além dos longos períodos de operação do equipamento, praticamente inviabilizam o uso de materiais metálicos na construção do trocador de calor. Nesse contexto, o uso de Trocadores de Calor Cerâmicos (TCC) surge como uma alternativa que pode viabilizar a construção de dispositivos capazes de operar em tais condições. Outros exemplos de aplicação para TCCs incluem o ciclo combinado de gaseificação integrada (IGCC) e também em sistemas que usam células combustíveis de óxido sólido (SOFC) ⁽⁵⁾.

Uma revisão da literatura mostra que o estudo de TCCs para operarem em temperaturas superiores a 800 °C é incipiente. Há alguns trabalhos utilizando simulação computacional, porém são raros os trabalhos experimentais ⁽⁶⁻⁹⁾, possivelmente devido à dificuldade experimental de se construir placas cerâmicas aletadas destinadas à construção de protótipos de trocadores de calor cerâmicos.

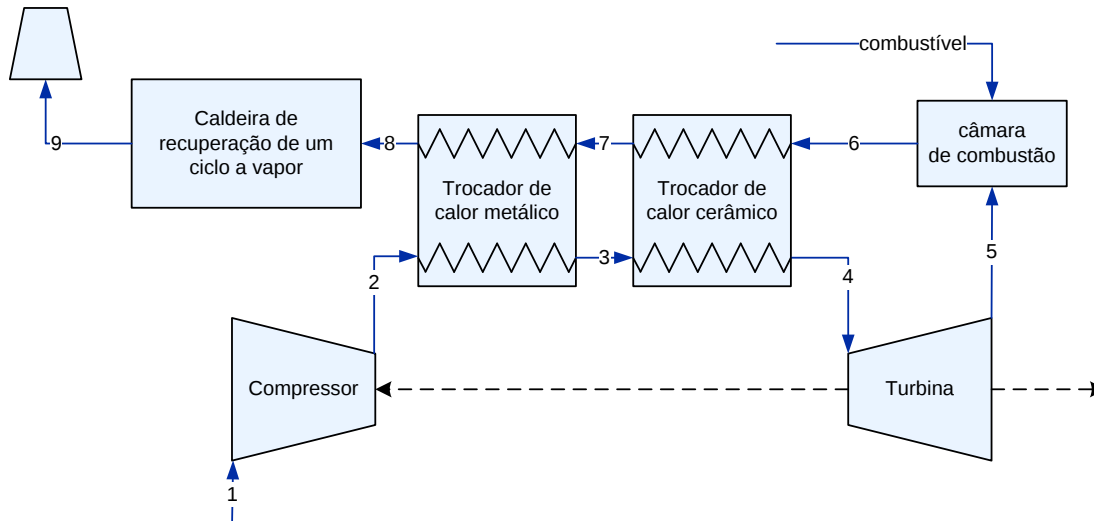


Figura 2: Diagrama esquemático de um ciclo EFCC ⁽⁵⁾.

Este trabalho descreve o desenvolvimento, a seleção do processo de fabricação e a construção dos primeiros protótipos de placas cerâmicas aletadas que comporão um trocador de calor para operar a temperaturas superiores a 800°C. A construção de tal dispositivo possibilitará a aquisição de dados experimentais que serão posteriormente comparados com resultados obtidos por simulação computacional (CFD – Computational Fluid Dynamics).

GEOMETRIA DO TROCADOR DE CALOR

Trocadores de calor cerâmicos podem ser compostos por placas aletadas superpostas ⁽⁴⁾. A presença de um elevado número de aletas tem o objetivo de aumentar a área de transferência de calor, pois os valores de coeficiente de transferência de calor para gases são menores do que em outras aplicações onde trocadores de calor são usados. Assim, o baixo coeficiente de transferência é compensado com um aumento da área de transferência de calor. A figura 3-a) mostra um exemplo de placa cerâmica aletada, enquanto a figura 3-b) ilustra um dispositivo construído com a superposição de 10 destes elementos, indicando as direções e sentidos dos fluxos dos fluidos quente e frio no TCC.

O conceito de geometria adotado é denominado OSF (offset strip fin). Por este conceito, as aletas são descontínuas e arranjadas em filas. Cada fila subsequente é deslocada de uma determinada distância em relação à fila anterior. Este arranjo conduz a um reinício periódico das camadas-limite de escoamento, o que remete a um aumento substancial da transferência de calor ⁽¹⁰⁾.

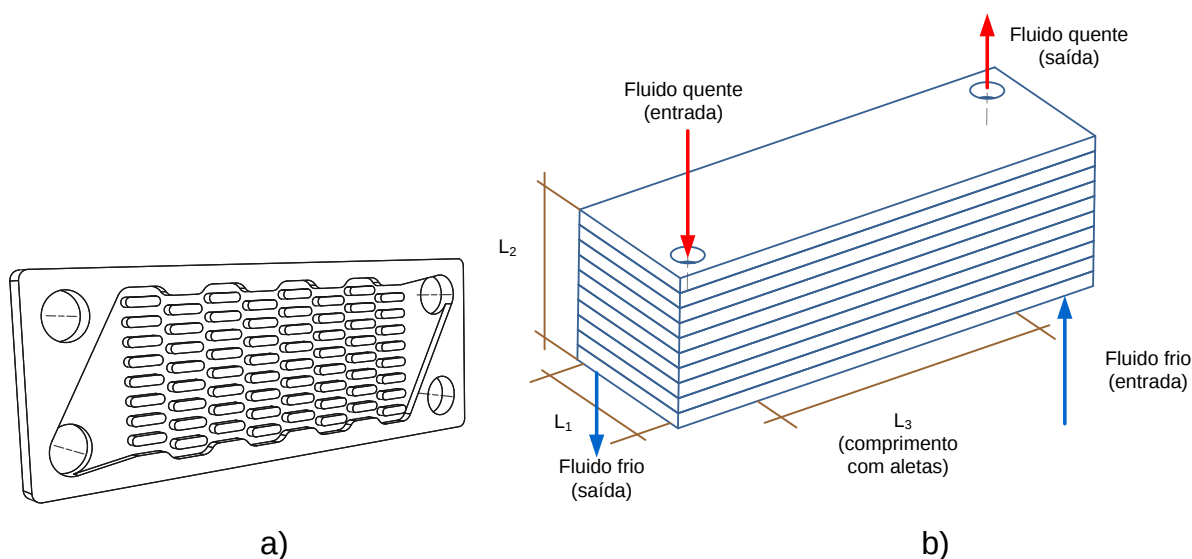


Figura 3: a) Placa cerâmicas aletadas usadas como elemento do TCC; b) visão esquemática do TCC montado após a sobreposição de 10 placas cerâmicas.

Sabe-se que a efetividade de uma aleta é melhorada pelo aumento da razão entre seu perímetro e a área de sua seção reta. Assim, aletas “finas”, com pequeno espaçamento entre si resultam em melhor coeficiente de transferência de calor ⁽¹¹⁾. No entanto, as circunstâncias a seguir descritas induziram à escolha de aletas com espessura relativamente grande:

- os materiais cerâmicos são inerentemente frágeis;
- durante a remoção do molde surgem significativas forças de atrito sobre as paredes das aletas;
- tensões internas surgem durante a secagem da peça verde e durante o processo de sinterização;
- após a sinterização, a peça deve resistir aos esforços de usinagem (retífica), necessária para a obtenção de superfícies perfeitamente planas;
- tensões termomecânicas surgem durante a operação do equipamento.

Através de simulações feitas em CFD fez-se o dimensionamento de um trocador de calor compacto, com efetividade superior a 0,7 ⁽¹⁰⁾, que pode ser testado em bancada experimental com desempenho adequado. Na figura 4, veem-se as dimensões principais de uma placa, cuja espessura é de 10 mm. As dimensões das aletas e o espaçamento entre elas foram estabelecidos de modo a permitir a simulação do desempenho do trocador e ao mesmo tempo viabilizar a fabricação das placas. Não foi feita nenhuma tentativa de otimização do desempenho através de alterações da sua geometria.

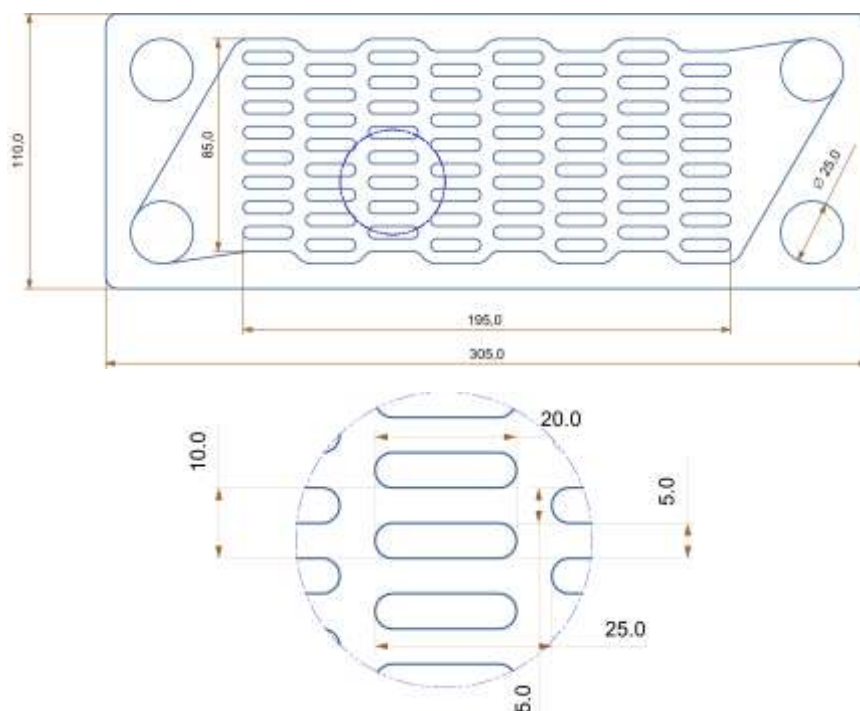


Figura 4: medidas (mm) da placa de cerâmica do TCC proposto ⁽¹⁰⁾.

Como o TCC envolve o fluxo de gases em altas temperaturas, as placas devem ser unidas permanentemente para evitar vazamento de gás. Este problema é discutido para um trocador de SiC por Schulte–Fischedick ⁽⁵⁾. Outra questão relevante é a capacidade do trocador em resistir às tensões decorrentes da dilatação térmica causada pela não uniformidade de temperatura em suas peças. Esta questão também tem sido abordada na literatura ⁽⁴⁻⁵⁾.

SELEÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Para selecionar o processo de fabricação mais adequado para construir as placas aletadas mostradas na figura 4, os seguintes aspectos foram considerados:

- As peças apresentam geometria de alta complexidade, o que exige um processo de fabricação capaz de reproduzir os detalhes do molde;
- Após a confecção das peças, essas devem ter boa resistência mecânica a verde para suportar o esforço aplicado para removê-las do molde;
- Devido às dimensões relativamente grandes da placa (305 mm), deve-se evitar qualquer técnica que favoreça a orientação de partículas, o que induz a ocorrência de deformações e trincas na secagem e sinterização;
- O processo deve ser suficientemente robusto para permitir a reprodução de várias peças com geometria e dimensões idênticas.

Diante dessas considerações, optou-se pelo processo gelcasting⁽¹²⁻¹³⁾, já que o mesmo atende a todos os requisitos relacionados acima.

CONSTRUÇÃO DOS MOLDES

Para realizar os testes preliminares e desenvolver detalhes do processo de fabricação, objetivos principais deste trabalho, construiu-se um molde para produzir peças em escala menor (155 x 110 x 10 mm, Fig. 5), porém com os mesmos detalhes de construção encontrados no molde de dimensões definitivas (Fig. 4). Este molde menor foi constituído por uma base retangular sobre a qual foi encaixada uma matriz contendo o negativo da região das aletas. Dois cilindros completam o desenho do molde, gerando aberturas para as entradas e saída dos gases. Este molde foi usado para verificar a exequibilidade do processo gelcasting, definir as variáveis de processo e levantar eventuais problemas que possam ocorrer durante a desmoldagem, secagem e sinterização das peças.

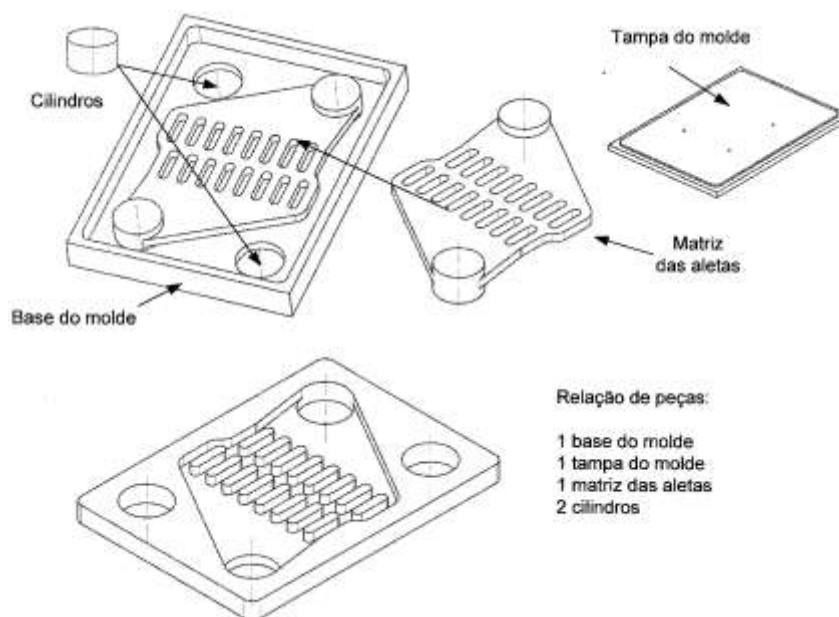


Figura 5: vista explodida do molde de alumínio usado para a confecção das primeiras peças.

Foram construídas duas matrizes das aletas: a primeira com ângulo de borda de 90° e cavidades das aletas sem qualquer ângulo de saída. Uma segunda matriz foi construída com a cavidade das aletas tendo uma inclinação de 10° em relação às placas, para facilitar a extração da matriz de dentro da peça moldada, minimizando os esforços aplicados neste procedimento. Tanto a base do molde quanto as matrizes das aletas foram anodizadas para reduzir a rugosidade das

superfícies, de modo a minimizar as forças de atrito aplicadas na desmoldagem e evitar a adesão da peça moldada com o molde metálico.

CONFEÇÃO DAS PLACAS DE CERÂMICA

As matérias primas cerâmicas usadas foram as aluminas CT 3000 SG (Almatis) e 325 F (Elfusa). Metacrilamida (MAM) e hidroximetilacrilamida (HMAM) foram usadas como monômeros formadores de cadeia e polietilenoglicol-dimetacrilato (PEG 750 DMA) como agente reticulante, todos da marca Sigma-Aldrich. Poliacrilato de sódio (Dispex N-40) foi usado como dispersante, enquanto persulfato de amônio (APS) e tetrametiletilenodiamina (TMED) foram usados como iniciador e como catalisador, respectivamente. As suspensões foram misturadas manualmente e em seguida agitadas a 7.000 rpm durante 1 hora para promover a homogeneização e quebra de aglomerados. Em seguida foram desaeradas em um dessecador ligado a uma bomba vácuo, para a remoção de bolhas de ar retidas na suspensão. Por fim, foram adicionados à suspensão o iniciador químico e o catalisador e, após homogeneização manual desses reagentes, a suspensão foi vertida no molde, previamente recoberto com uma fina camada de desmoldante (WD-40). Os detalhes de formulação dessas amostras são mostrados na tabela 1.

Tabela 1: Características de algumas das amostras fabricadas.

Amostra	Material	ϕ	V_s (ml)	$m_{\text{dispersante}}$ (g)	$V_{\text{iniciador}}$ (μ l)	$V_{\text{catalisador}}$ (μ l)
1	CT 3000	0,53	250	8,45	400	100
2	CT 3000 (15%) 325 F (85%)	0,57	170	1,15	400	100
3	CT 3000 (20%) 325 F (80%)	0,556	160	1,55	600	100
4	CT 3000 (20%) 325 F (80%)	0,56	160	1,55	400	100

Após a gelificação, as amostras foram retiradas do molde, secas a temperatura ambiente por 48 horas e em estufa a 110 °C por mais 8 horas, sendo finalmente sinterizadas a 1600 °C por duas horas. Durante o aquecimento, fez-se um patamar de 1 hora a 500 °C para a remoção do ligante orgânico. Algumas das peças sinterizadas tiveram suas superfícies retificadas, para uniformizar a espessura e verificar o comportamento do material durante a operação de usinagem. A figura 7 mostra uma das amostras construídas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 6-a) mostra o primeiro molde, produzido em liga de alumínio, contendo o inserto com bordas em ângulo reto, cavidades das aletas sem ângulo de saída e sem qualquer tratamento superficial. A figura 6-b) apresenta a versão aprimorada do molde, no qual as bordas do inserto foram arredondadas, introduziu-se um ângulo de saída de 10° nas cavidades das aletas e com superfície anodizada.

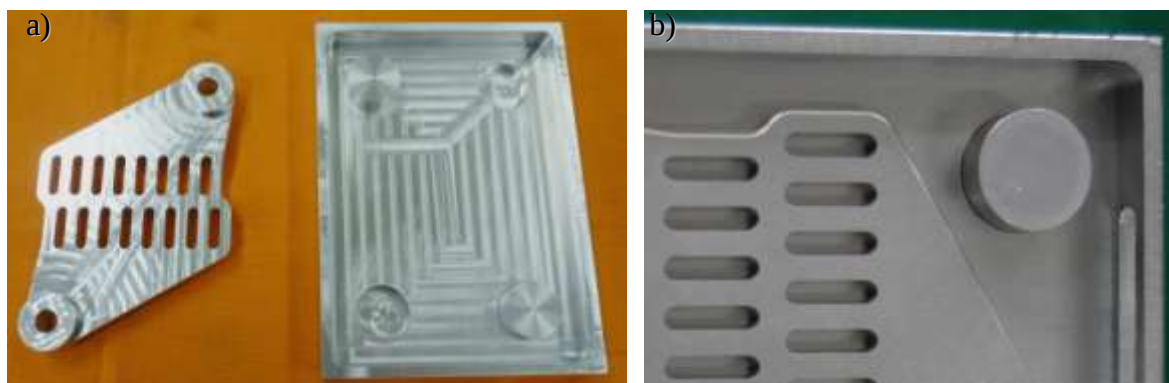


Figura 6: a) Foto do molde de alumínio mostrando o inserto com bordas em ângulo reto, sem ângulo de saída e sem anodização; b) detalhe do molde com o inserto anodizado, bordas arredondadas e aletas com ângulo de saída de 10° .

As primeiras amostras feitas com o molde da figura 6-a) apresentaram trincas na borda do inserto, devido à concentração de tensão induzida pelo ângulo de 90° . Notou-se também a ocorrência de bolhas na superfície da peça e, ocasionalmente, a adesão à parede do molde, causando danos durante a extração da peça. A figura 7 mostra alguns desses defeitos. Após a introdução das alterações mostradas na figura 6-b), notou-se a redução do esforço aplicado sobre as aletas no processo de desmoldagem, devido à introdução do ângulo de saída e da redução da rugosidade superficial do molde após a anodização. Adicionalmente, as trincas decorrentes da concentração de tensão não foram mais observadas.

Quanto às tensões internas que surgiram durante a secagem das peças verdes, seu surgimento foi observado indiretamente tendo como indicadores o aparecimento de trincas durante a secagem daquelas peças à temperatura da sala. As primeiras amostras produzidas também sofreram grandes deformações (empenamentos). As causas do aparecimento dessas tensões internas podem ser associadas ao gradiente de concentração de água durante o período de taxa constante de evaporação.

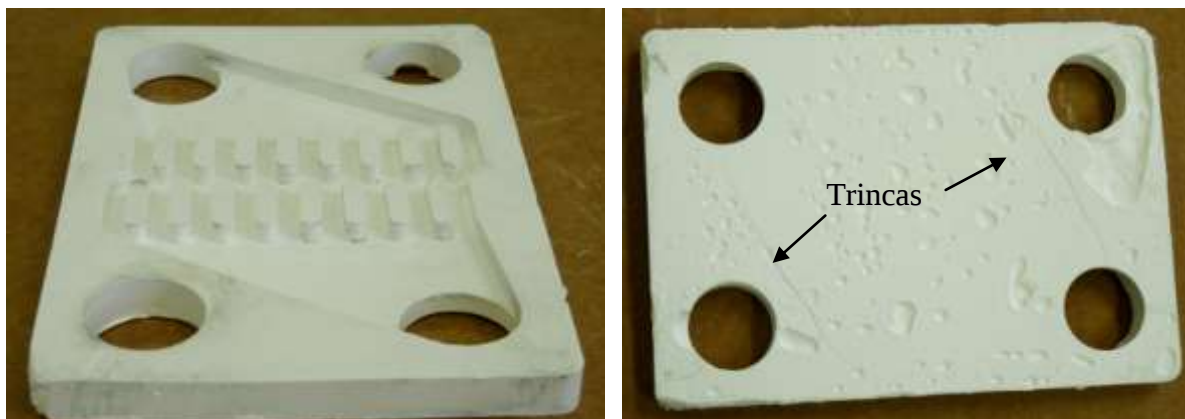


Figura 7: Foto (topo e fundo) de uma peça, destacando a ocorrência de trincas decorrentes da concentração de tensão sobre a borda do inserto em ângulo reto.

Neste período, a evaporação ocorre essencialmente na superfície da peça, enquanto a água presente no interior dos poros é gradativamente transportada à superfície de evaporação. Neste estágio ocorre a retração da peça, devido à aproximação das partículas, à medida que a água evapora. Como as regiões próximas à superfície secam mais rapidamente, também retraem mais rapidamente do que as regiões internas, gerando tensões mecânicas ⁽¹⁴⁾. A geometria da placa aletada favorece a ocorrência de uma deformação assimétrica, já que a superfície aletada apresenta uma taxa de evaporação maior, devido à maior área superficial. Para diminuir este problema, busca-se trabalhar com suspensões com a máxima concentração de sólidos possível, desde que a viscosidade seja suficientemente baixa para permitir a moldagem da peça com todos os seus detalhes. Este compromisso entre alta concentração de sólidos e baixa viscosidade pode ser alcançado trabalhando-se com distribuições granulométricas bimodais, ou mesmo com distribuições contínuas, descritas por modelos de empacotamento de partículas como o de Alfred e de Andreasen ⁽¹⁵⁾. As peças moldadas a partir das suspensões 2, 3 e 4 da Tabela 1 apresentaram retração de secagem significativamente menor e ausência de trincas de secagem. Estudos complementares sobre o efeito da distribuição granulométrica e da dispersão sobre a reologia e concentração máxima de sólidos na suspensão estão sendo realizados paralelamente a este trabalho ⁽¹⁶⁾.

Nos testes de usinagem (retífica) das peças sinterizadas, todas as amostras se comportaram bem desde que o avanço vertical do rebolo fosse de 0,003 mm por passe, no máximo. Esse cuidado foi tomado devido ao empenamento das peças sinterizadas. Assim, a força vertical imprimida pelo rebolo deve ser relativamente pequena, de modo a não fraturar a peça fixada na mesa da retífica. A amostra 2,

que apresentou maior empenamento, teve a espessura reduzida de 10 mm para 4 mm até se conseguir total planicidade em ambos os lados; a amostra 3, menos empenada, teve essa redução de 10 mm para 7 mm.

Embora os protótipos 3 e 4 tenham sofrido pouco empenamento, apresentaram baixa densificação após a sinterização, conforme evidenciado pela retração linear após queima, que variou de 10% a 12%, enquanto que a do protótipo 1 foi de 20%. A Fig. 8 mostra a microestrutura de uma amostra obtida com a combinação de duas matérias-primas de diferentes granulometrias, destacando a baixa densificação na interface das partículas grossas, associada a uma boa densificação de regiões constituídas predominantemente por partículas mais finas.

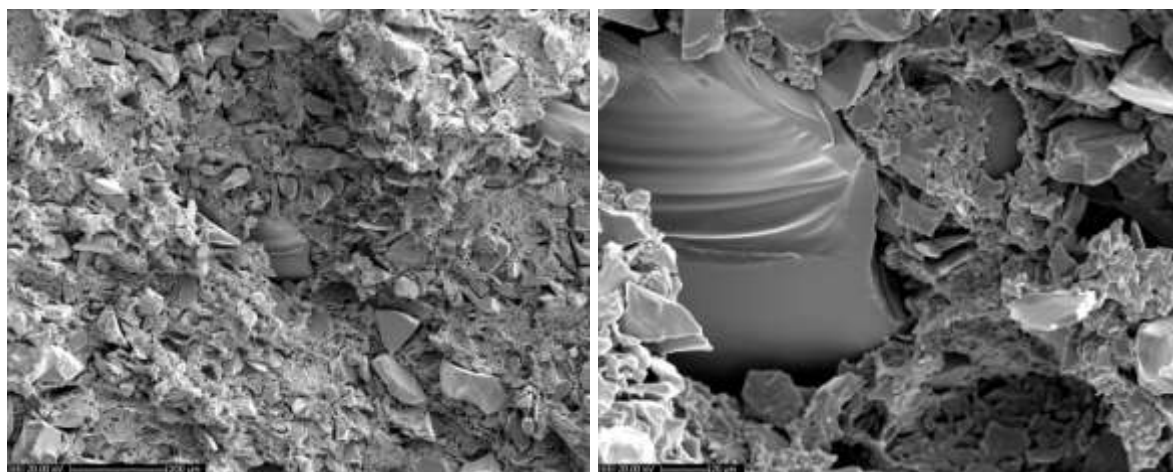


Figura 8: Microestrutura de uma amostra obtida com a combinação de duas matérias-primas com diferentes granulometrias.

Deve-se destacar que uma alta densificação da peça pode favorecer o aumento da ocorrência de tensões termomecânicas durante a operação do trocador de calor, devido ao maior valor de módulo elástico. A ocorrência de certa porosidade, por outro lado, pode ser favorável ao desempenho termomecânico da peça, ao favorecer a ocorrência de mecanismos de tenacificação, como o microtrincamento, o que reduz a probabilidade de ocorrência de trincas severas durante a operação do trocador de calor.

CONCLUSÕES

A fabricação de placas aletadas para a construção de um trocador de calor cerâmico apresenta-se como um desafio, devido à complexidade geométrica da peça. No entanto, é uma etapa fundamental para a validação experimental de resultados obtidos por simulação sobre o desempenho deste tipo de dispositivo.

Adicionalmente, o desenvolvimento do trocador de calor cerâmico é essencial para viabilizar o ciclo combinado turbina-vapor com queima externa. O processo gelcasting mostrou-se adequado para a fabricação das placas aletadas, sendo recomendável para desenvolvimento de protótipos como o do presente estudo, devido ao investimento mínimo necessário em máquinas e equipamentos. Detalhes da geometria do molde, tais como ângulo de borda e um pequeno ângulo de saída são fundamentais para facilitar a produção de peças com geometria complexa como menor ocorrência de defeitos. Verificou-se a necessidade de se trabalhar com suspensões com alta concentração de sólidos e baixa viscosidade, o que pode ser obtido através de um estudo sobre a distribuição de tamanho de partículas e sobre a dispersão do sistema. Observou-se uma menor densificação das peças produzidas com distribuição granulométrica estendida. No entanto, esta característica pode ser favorável para o desempenho termomecânico da peça, favorecendo a acomodação das tensões desenvolvidas devido ao gradiente de temperatura da peça. Estudos complementares deverão ser conduzidos sobre este tema. A usinagem (retífica) de peças sinterizadas se mostrou viável, desde que o avanço vertical do rebolo seja mínimo, de modo a que a força vertical aplicada por este seja suportável pela estrutura da peça cerâmica. A retificação da superfície das peças é fundamental para que a junção das peças seja feita posteriormente, ao mesmo tempo em que elimina a ocorrência de pequenos defeitos superficiais ocorridos durante a moldagem, tais como bolhas superficiais e pequenos empenamentos.

REFERÊNCIAS

1. CHONTANAWAT, J. et. al. Does energy consumption cause economic growth? Evidence from a systematic study over 100 countries. **Energy Policy**, 37, 4021-4028, 2009.
2. SADORSKY, P.; Renewable energy consumption and income in emerging economies. **J. . Policy Modeling**, 30, 209-220, 2008.
3. LE BOURHIS, E.; **Glas – Mechanics and Technology**, Wiley-VCH, 2008.
4. MELLO, P. E. B., DONATO, G. H. B.; Design of a ceramic heat exchanger for high temperature applications using simulation techniques, **13th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering**, Uberlandia, 2010.
5. SCHULTE-FISCHEDICK, J et. al. An innovative ceramic high temperature plate-fin heat exchanger for EFCC processes. **Appl. Therm. Eng.**, 27, 1285-1294, 2007.
6. ALM, B.; IMKE, U.; KNITTER, R.; SCHYGULLA, U.; ZIMMERMANN, S.; Testing and simulation of ceramic micro heat exchangers, **Chem. Eng. J.**, 135S, S179-S184, 2008.

7. DANG, T.; TENG, J.; CHU, J.; A study on the simulation and experiment of a microchannel counter-flow heat exchanger, **Appl. Therm. Eng.**, 30, 2163-2172, 2010.
8. KEE, R. J.; ALMAND, B. B.; BLASI, J.M.; ROSEN, B.L.; HARTMANN, M.; SULLIVAN, N. P.; ZHU, H.; MANERBINO, A. R.; MENZER, S.; COORS, W. G.; MARTIN, J. L.; The design, fabrication and evaluation of a ceramic counter-flow microchannel heat exchanger, **Appl. Therm. Eng.**, 31, 2004- 2012, 2011.
9. TRAVERSO, A.; MASSARDO, A. F.; SCARPELLINI, R.; Externally fired micro-gas turbine: modelling and experimental performance, **Appl. Therm. Eng.**, 26, 1935-1941, 2006.
10. MONTEIRO, D.B.; MELLO, P. E. B.; Thermal performance and pressure drop in a ceramic heat exchanger evaluated using CFD simulations, **Energy** (2012), doi:10.1016/j.energy.2012.02.012.
11. INCROPERA F. P.; DEWITT, D.P.; **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**, 4. ed. LTC, 1998.
12. YANG, J.; YU, J.; HUANG, Y.; Recent developments in gelcasting of ceramics, **J. of the Eur. Ceram. Soc.**, article in press, doi: 10.1016/j.jeurceramsoc.2010.12.035, 2011.
13. YOUNG, A. C.; OMATETE, O. O.; JANNEY, M. A.; MENCHHOFFER, P. A.; Gelcasting of alumina, **J. Am. Ceram. Soc.**, 74 [3] 612-8, 1991.
14. SCHERER, G. W. Theory of Drying. **J. Am. Ceram. Soc.**, 73 [1] 3-14, 1990.
15. OLIVEIRA, I.R. et al. **Dispersão e Empacotamento de Partículas - Princípios e Aplicações em Processamento Cerâmico**. Fazendo Arte, 2000.
16. MAIDA, P.C., SCUOTTO, S., PILEGGI, R.G., ORTEGA, F.S. Preparação de suspensões de alumina com alta concentração de sólidos para conformação por gelcasting. 56º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2012.

DEVELOPMENT AND MANUFACTURING OF ALUMINA PLATES BY THE GEL CASTING PROCESS FOR THE CONSTRUCTION OF A CERAMIC HEAT EXCHANGER

ABSTRACT

Due to the low efficiency of some industrial processes, a part of the heat used in these processes is wasted. In these cases, it is important the use of a heat exchanger to recover a part of the wasted heat. Relating processes that work beyond 800°C, metallic heat exchangers can not operate. An alternative is the use of ceramic heat exchangers, that stand temperatures beyond 1.000°C. This article shows the development and the steps of the fabrication of the shapes that will be used in the construction of a ceramic heat exchanger, compact, plates type, to work with gases moving in counterflow. The elected process to make the ceramic shapes is the gel casting and the material is alumina. Considerations about the shapes geometry, the mould making and the development of the suspension are made.

Keywords: ceramic heat exchanger, alumina, gelcasting.