

Análise da tecnologia do carbono pirolítico no design de jóias

Actas de Diseño (2015, Marzo),
Vol. 18, pp. 197-200. ISSN 1850-2032
Fecha de recepción: abril 2011
Fecha de aceptación: julio 2012
Versión final: diciembre 2013

Cynthia Casagrande Matos y Jairo Jose Drummond
Câmara (*)

Resumen: Este proyecto trata sobre el estudio de carbono pirolítico en la industria de la joyería, se discutirá el material desde el punto de vista de la ciencia e ingeniería demateriales. En las últimas décadas, la inversión en el mercado para la mejora de la joyería, piedras preciosas y materiales biocompatibles requiere una constante innovación de los diseñadores. El carbón pirolítico se utiliza principalmente en la industria médica en las válvulas cardíacas y tiene características ideales para la fabricación de artefactos femeninos. El objetivo del proyecto es analizar el material a través de revisión de la bibliografía, pruebas específicas del área de la ingeniería, el diseño del prototipo, además de presentar y discutir las diferencias en los diferentes mercados en términos de calidad, facilidad de uso y costo / beneficio del proyecto.

Palabras clave: Carbono Pirolítico - Biomateriales - Diseño - Industria - Joya.

[Resúmenes en inglés y portugués y currículum en p. 200]

Introdução

O profissional designer de jóias, atualmente, é essencial no mercado financeiro. O designer trabalha como intérprete de signos e linguagens presentes no cotidiano, estabelecendo a comunicação com seu público e atendendo a disputa do segmento industrial, bem como a de criadores autônomos no desenvolvimento de suas coleções pessoais.

No atual segmento do mercado de jóias, as tecnologias inovadoras e o estudo do consumismo humano são relacionados com as novas facetas para a conquista do cliente, a análise das mais recentes inclinações do mercado com as demandas e ambições em voga.

De acordo com Rosa, o consumo humano é discutido por Lacan quando o mesmo institui que, na medida em que a realidade é constituída com o prazer, interessam as relações do homem com os objetos de sua produção, uma vez que eles serão objetos de suas necessidades, mas também de seus desejos, e é patente que exista uma distância entre a organização das necessidades e dos desejos. Constata-se que o tratamento da questão do consumo pela ética da psicanálise leva a uma proposta de que “o valor de uma coisa é a sua desejabilidade –trata-se de saber se ela é digna de ser desejada e se é desejável que a desejemos” (Lacan, 1959-1960).

Portanto, o que é desejável se insere no tempo, está sujeito aos usos e aos modos de satisfação pulsional. Com isso, ao tratar da produção, circulação e do consumo dos bens, a teoria psicanalítica introduz dois novos operadores: o gozo e o desejo, e eles dão ao tratamento psicanalítico do consumo um viés clínico que o especifica em relação a outras leituras, aquelas mais sociológicas, por exemplo. O raciocínio discutido acima é de fundamental importância na inserção de um produto de desejo e valor de estima no mercado consumidor. O artigo propõe o estudo do Carbono Pirolítico na indústria de jóias.

Desenvolvimento

Carbono Pirolítico

Segundo Callister, o Carbono é um elemento químico da coluna IVA da tabela periódica e é encontrado na natureza ligado principalmente a outros elementos como hidrogênio, nitrogênio e oxigênio formando a estrutura de todos os compostos orgânicos. O Carbono possui várias formas alotrópicas, sendo as duas mais conhecidas a grafite e o diamante. Além disto, pode ser encontrado sob outras formas metaestáveis e com grande variabilidade morfológica, tais como: carvão, hulha, fibras de carbono, filmes de carbono, carbono pirolítico, fulerenos C60 e C70, nanotubos, óxidos, hidrocarbonetos, negro de fumo, carbono vítro, carbono amorfo, entre outros.

De acordo com Silva, o carbono pirolítico é uma das três formas isotrópicas de carbono das cerâmicas à base de carbono (pirolítico, vítreo e depositado por vapor). Como cada um possui propriedades físicas diferentes, são utilizados para diferentes aplicações, particularmente como biomateriais para próteses, sendo que, no caso do carbono pirolítico, é muito comum a utilização em válvulas cardíacas e camadas cardiovasculares por causa da sua alta biocompatibilidade, uma vez que a compatibilidade com sangue é essencial. Ao contrário das reações do tecido, os implantes desenvolvem rapidamente as reações de rejeição no sangue na maioria dos materiais implantados e ativam rapidamente o mecanismo de coagulação sanguínea e conseqüentemente a trombose. Como maior vantagem, o Carbono Pirolítico minimiza estes efeitos e causa poucos danos ao sangue sendo considerado o melhor material utilizado para próteses valvulares cardíacas. O carbono pirolítico ou isotrópico de baixa temperatura é obtido através da deposição de carbono ou deposição de átomo por átomo (deposição química da fase vapor, CVD - Chemical Vapour Deposition), a partir de um leito fluidizado, em um substrato. O leito fluidizado é formado a partir da pirólise de gás hidrocarbônico em temperaturas na faixa de 1000-2500°C.

O compósito carbono-carbono (ligação covalente) é um material que consiste de uma matriz carbonosa reforçada com fibras de carbono e é indicado para aplicações em meios de extrema agressividade térmica associada a elevadas exigências mecânicas e químicas.

De acordo com Groza, carbono pirolítico é uma estrutura metaestável com características turbostráticas onde os cristallitos hexagonais possuem uma grande desordem orientacional e translacional possuindo ligações entre planos do tipo covalente. Estes materiais, devido a esta desordem, possuem excelentes propriedades mecânicas. O Carbono Pirolítico apresenta como microestrutura: laminar liso, laminar rugoso, isotrópico, colunar e particulado. No trabalho em questão, irá ser trabalhado a forma isotrópica. Os métodos de obtenção de materiais carbonosos se fundamentam na pirólise de materiais sólidos, tais como piches e polímeros. Há um outro processo denominado deposição química em fase gasosa (do inglês CVD Chemical Vapour Deposition) que se fundamenta na decomposição de precursores gasosos hidrocarbonetos que formam “carbonos pirolíticos” ou “grafites pirolíticos”. Segundo Silva, a estrutura do carbono pirolítico depende basicamente dos seguintes fatores:

- tipo de gás utilizado como precursor, e razão C/H na mistura
- tipo e geometria de substrato utilizado na deposição
- fluxo de gás no sistema de deposição
- temperatura e pressão de deposição
- tipo e geometria do reator

Este artigo apresenta os resultados da pesquisa previamente desenvolvida, orientadas por uma metodologia científica, estruturado em duas fases: primeira fase - aquela que lida com uma pesquisa de referências e produtos para análise posterior. Segunda fase - trata da interpretação dos dados e conceitos gerados.

No projeto, o ouro e o Carbono serão dois materiais trabalhados em conjunto. O carbono pirolítico possui um preço de mercado alto, devido a sua complexidade de produção. Mesmo que apresente uma densidade pequena, a utilização de somente carbono como jóia é considerável inviável. O uso conjunto com um metal nobre, como o ouro, é valorizado no mercado de jóias, ao considerar o carbono em detalhes e o ouro a base do produto.

Com relação aos metais nobres e preciosos, Callister sugere que existe um grupo de oito elementos que têm algumas características físicas em comum. Eles são caros (preciosos) e são superiores ou nobres nas propriedades, ou seja, são considerados macios, dúcteis e resistentes à oxidação. Os metais nobres são ouro, prata, platina, paládio, ródio, rutênio, irídio e ósmio; os três primeiros são mais comuns e são usados extensivamente em jóias. A prata e o ouro podem ser reforçados por solução sólida de ligas com cobre; prata é uma liga de cobre, prata, contendo aproximadamente 7,5% Cu.

Ligas de prata e ouro são empregadas como materiais de restauração dentária, também, alguns circuito integrado contatos elétricos são de ouro. A platina é utilizada para produtos químicos equipamento de laboratório, como um catalisador (especialmente na fabricação de gasolina) e em termopares para medir temperaturas elevadas.

Fundição por moldagem em cera perdida

Ao analisar as características do material, foi possível, através de pequenos testes, propor alguns processos para a fabricação das jóias. A fundição por moldagem em cera perdida apresentou melhor desempenho no aspecto funcional e estético.

Por esse processo, podem-se fundir ligas de alumínio, de níquel, de magnésio, de cobre, de cobre - berílio, de bronze - silício, latão ou silício. No caso do material proposto, ao unir o ouro com o carbono, como este sofre muito pouca dilatação e o primeiro tende a sofrer uma dilatação térmica considerável, depois do resfriamento o ouro iria se fixar na peça (devido à contração).

A fundição de precisão se diferencia dos outros processos de fundição na confecção dos modelos e dos moldes. Enquanto nos processos por fundição em areia o modelo é reaproveitado e o molde é destruído após a produção da peça, na fundição de precisão tanto o modelo quanto o molde são destruídos após a produção da peça.

Em primeiro lugar, deve-se saber que os modelos para a confecção dos moldes são produzidos em cera a partir de uma matriz metálica ou de borracha formada por uma cavidade com o formato e dimensões da peça desejada. Essa técnica funciona da seguinte forma: um criador de modelos talha uma jóia, que servirá de molde para fazer uma fôrma de borracha para a produção de moldes de cera, ou seja, a jóia é colocada na máquina que formará um molde de borracha. Esse molde é levado para a injetora de cera que irá adicionando cera na máquina formando vários moldes que agrupados chamamos de árvore, que então é colocada dentro de um recipiente metálico, onde é colocado gesso (calcinação), e levado a um forno ligado em alta temperatura (100 graus aproximadamente). Depois que o gesso endurece, é feito um pequeno furo para que a cera derretida escorra (decenerador), deixando nas cavidades internas do cilindro, o formato do molde da jóia. Só então o ouro (em estado líquido) é injetado dentro do molde. A seguir o gesso é dissolvido em uma lavagem a jato de água, revelando as jóias, que a partir daí, passam por um tratamento de polimento, cravação de gemas e acabamento. Assim que a peça se solidifica, o molde é inutilizado. Por causa das características desse processo, ele também pode ser chamado de fundição por moldagem em cera perdida.

Resumindo, a fundição por moldagem em cera perdida apresenta as seguintes etapas:

1. A cera fundida é injetada na matriz para a produção do modelo e dos canais de vazamento;
2. Os modelos de cera endurecida são montados no canal de alimentação ou vazamento;
3. O material do molde endurece e os modelos são derretidos e escoam;
4. O molde aquecido é preenchido com metal líquido por gravidade, centrifugação ou a vácuo;
5. Depois que a peça se solidifica, o material do molde é quebrado para que as peças sejam retiradas;
6. As peças são rebarbadas e limpas.

Em muitos casos, as peças obtidas por esse processo chegam a dispensar outros processos, devido à qualidade do acabamento de superfície obtido. Como qualquer

proceso de fabricação, a fundição de precisão tem suas vantagens e desvantagens.

Vantagens:

- Possibilidade de produção em massa de peças de formatos complicados, difíceis ou impossíveis de se produzir por outros processo convencionais de fundição
- Possibilidades de obtenção de maior precisão dimensional e superfícies com melhor acabamento.
- Possibilidade de utilização de praticamente qualquer metal ou liga.

Desvantagens. O custo se eleva à medida que o tamanho da peça aumenta.

Polimento

O polimento é um processo utilizado basicamente para dar o acabamento final à jóia. Além do acabamento também retira os riscos provocados pelo lixamento e as marcas de solda. O princípio do polimento baseia-se num feixo de pano ou uma escova sintética que gira em alta rotação que causa um leve desgaste no material dando um bom acabamento. Para fazer o polimento usa-se a Politriz que consiste em um motor com uma ponta de rosca cônica que facilita colocar e retirar o feixo de pano. Também se usa no polimento de anéis uma ponta de borracha presa na Politriz usada para apoiar o lado interno do anel e polir o externo.

No caso do carbono e do ouro, foi utilizado, além das técnicas convencionais de polimento, o uso de cera diamantada juntamente com lixas d'água de 600 a 800 e feltros para permitir o efeito envidraçado do carbono.

Encaixe

Desde o início do processo, foi observado que o material em questão (carbono pirolítico) não possuía aderência com nenhum outro material. Vários tipos de cola, ácidos e outros tipos de materiais foram utilizados como testes. A solução encontrada para a viabilização do projeto foi trabalhar com desenhos que permitem o encaixe do carbono com outros materiais, como o ouro.

No caso do anel, como o carbono (em forma cilíndrica) praticamente não sofre alterações com relação à dilatação térmica, projetou-se fendas e orifícios em que o ouro, no momento da fundição, encaixa-se e dilata e, após o resfriamento comprime-se, o que permite que ele fique fixo no carbono.

No caso do colar e dos brincos, o desenho da jóia permite que o carbono (em forma de pastilhas) seja prensado pelo ouro.

Modelagem da Jóia

Após a realização dos testes envolvendo o carbono e o ouro foi constatado que a melhor opção para se trabalhar os dois materiais em conjunto seria através da modelagem

em cera. Após a fundição por cera perdida, tanto o ouro quanto o carbono teriam o polimento em conjunto.

No caso, o próprio carbono sofreu acabamento, retirando-se os excessos (proposta do desenho) e completando o espaço com cera. A técnica é associada à Fundição por Cera Perdida, que o profissional esculpe, modela a peça em cera, que segue para a fundição, onde será transformada em peça de metal. Através deste processo é possível viabilizar, de forma mais rápida e barata, a produção de jóias em grande escala. A peça pode ser feita em cera ou mesmo em metal para ser copiada através da borracha vulcanizada.

Metodologia

O objetivo do projeto no campo mercadológico é promover, através dos atributos reconhecidos por testes, a inserção do carbono pirolítico na indústria de jóias, apresentando um produto nobre e com acabamentos, qualidades impecáveis e design inovador. Com base nos testes apurados até o momento, os processos de produção das peças serão de modelagem em cera, fundição por cera perdida e polimento. O material proposto visa trabalhar com a questão de não causar qualquer reação alérgica ao usuário, além de possuir excelentes propriedades químicas que permitem trabalhar com habilidades específicas que são importantes e até então desconhecidas no mercado de jóias (o material consegue se fundir a altíssimas temperaturas, baixa taxa de oxidação e grande durabilidade). As características abaixo listadas são qualidades encontradas no Carbono Pirolítico.

- Possibilidade de Inovação na Área do Design de Jóias e Produto
- Excelentes Propriedades Mecânicas
- Características Turbostráticas (cristalinos hexagonais possuem uma grande desordem orientacional e-translacional)
- Baixa Taxa de Corrosão e Oxidação
- Alta Biocompatibilidade
- Grande Durabilidade
- Resistência a Desgastes
- Inércia Química
- Material Nobre
- Leveza
- Pequeno Coeficiente de Dilatação
- Polimento Apresenta Questões Estéticas Agradáveis

Conclusão

Os testes concluídos até o momento e a pesquisa bibliográfica indicaram a possível utilização do Carbono Pirolítico anexado, através do processo de cera perdida, ao ouro. O novo material possui algumas dificuldades processuais, que podem gerar micro-trincas. Estas micro-trincas são responsáveis pela quebra do material e por rachaduras locais. O processo de cera perdida é o mais indicado atualmente, pois o processo de modelagem das jóias é totalmente manual. A temperatura de fusão do Carbono supracitado excede 3.000°C, portanto se adequa perfeitamente as temperaturas máximas de um forno de fundição do Ouro, que é em torno de 1.300°C.

O elevado preço do processo de fabricação do produto encarece o Carbono Piroclítico e está sendo discutida a possibilidade de se utilizar o Carbono como detalhes na jóia. A leveza do material também é outro fator importante para a produção. O polimento por cera perdida ocasiona uma superfície mais lisa e esteticamente agradável.

Bibliografia

- Baxter, M. (1998). *Projeto de Produto: Guia Prático para o Desenvolvimento de Novos Produtos*. São Paulo: Edgard Blucher. (p. 262)
- Bond, A. (2009). Empowering the new consumer. In *International Commerce Review/Chief Executive Officer ASDA*, vol. 8 n° 2.
- Burdek, B. E. (2006). *História, Teoria e Prática do Design de Produtos*. São Paulo: Edgard Blucher. (p. 496)
- Callister, J. W. D. (2008). *Ciência Engenharia de Materiais - 7ª Ed. - Uma Introdução*. Rio de Janeiro: Editora: LTC. (p. 589)
- Del Lama, E. A.; Kihara, Y. (maio de 2003). Fundamentos de mineralogia aplicada. Universidade De São Paulo/Instituto de Geociências: Sebastian Krieger.
- Duffy, E.; Boscagli, M. (abril 2007). Selling jewels: modernist commodification and disappearance as style modernism/modernity. In *The Johns Hopkins University Press*, Vol.14, N° 2. (pp. 189-207).
- Engel, J.; Blackwell, R.; y Miniard, P. (2000). *Comportamento do Consumidor. 8. Ed.* Tradução Christina Ávila de Menezes. Rio de Janeiro: LTC. (p. 641)
- Fox, E. J.; Montgomery, A. L.; Lodish, L. M. (2004). Consumer Shopping and Spending across Retail Formats. *The Journal of Business*, Vol. 77, n° 52. (pp. 525-560).
- Gordeev, S. K.; Lamanov, A. M.; Lbragimov, R. M.; Nikolskiy, N.; Sheshin, E. P. (2005). *Pyrolytic carbon cathodes prepared by low temperature vapor deposition*. (pp. 176 -177).
- Grossauhein, H. H; Rodenbach, F; Herrmann, J. (22/03/1977). *Process for the production of isotropic pyrolytic carbon particles*. Unitec States Patent Huschka.
- Groza, J. R. et al. (2007). *Materials Processing Handbook*. EUA: CRC Press. (p. 840)
- Heskett, J. (1998). *Desenho Industrial. 2ª ed.* Rio de Janeiro: José Olympio. (p. 227)
- Hopkins, B. S. (1941). *The expanding horizon of inorganic chemistry*, vol. 93, 2424. Science.
- Lacan, J. (1959-1960/1988). *O seminário, livro 7: a ética da psicanálise*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.
- Leitão, D. K. (2008). We, the others: construction of the exotic and consumption of brazilian fashion in France. En *Horizonte antropologia*, vol. 4 Porto Alegre.
- Matéria sobre modelagem em cera. (2008). Acesso em 10 de dezembro de 2008. Disponível em: <http://www.joiaarte.com.br/modelcera.htm>.
- Minahan, S.; Huddleston, P. (2010). *Shopping with mum – mother and daughter consumer socialization and young consumers*. Emerald Group Publishing Limited, vol. 11 n°. 3, p. 170-177.
- Ohring, M. (2001). *Materials Science of Thin Films, Second Edition*. Academic Press. (p. 794)
- Paz, S. D. (2004). Los jóvenes y la redefinición local del consumo. In *Cidpa Valparaíso 2004*, n° 21. (pp. 105-117).
- Pesáková, V.; Klézl, Z.; Balik, K.; Adam, M. (2000). Biomechanical and biological properties of the implant material carbon-carbon composite covered with pyrolytic carbon. *Journal of Materials Science: Materials In Medicine*, 11. (pp. 793-798).
- Processos de fabricação de jóias. (2008). Acesso em 24 de agosto de 2008. Disponível em: <http://www.empregabrasil.org.br/zbt/como%20abrir%20processo%20de%20fabricacao%20de%20joias.htm>.
- Ramos, C. (2008). Consumismo e gozo: uma compreensão de ideologia entre T.W. Adorno e J. Lacan. *Psicologia USP*, São Paulo 19 (2). (pp. 199-212).
- Rosa, M. (2010). Jacques Lacan e a clínica do consumo - *Psicologia Clínica*, Rio de Janeiro, vol.22, n.1. (pp. 157-171)
- Schweingruber, D.; Cast, A. D.; Anahita, S. (2008). A story and a ring: audience judgments about engagement proposals. *Sex Roles*, vol. 58. (pp. 165-178).
- Smith, C. S. (1968). *Matter versus materials: a historical view*, vol. 162. (pp. 637-644). Science.
- Souza, M. de. (2001). *Culture et Design: application de l'interculturalité à l'évaluation et à la conception de produits dans un environnement globalisé*. Tese: Université de Technologie de Compiègne; Sciences Mécaniques pour l'Ingénieur. Compiègne. França. (p. 390)
- Thyseen, J. P.; Menne, T. (2010). Metal allergies: a review on exposures, penetration, genetics. In *Chemical Research in Toxicology*, 23. (pp. 309-318).
- Vasconcellos-Silva, P. R.; Castiel, L. D.; Bagrichevsky, M.; Griep, R. H. (2010). New information technologies and health consumerism. *Cad. Saúde Pública*. Rio de Janeiro, vol. 26, n° 8. (pp. 1473-1482).

Abstract: This project is about studying the uses of Pyrolytic Carbon in the Jewelry Industry and the material science and engineering behind it. In the last few decades investments in the jewelry market, the increased value of the Brazilian precious stones and bio-compatible materials demand a constant innovation effort from designers. The Pyrolytic Carbon, mainly used today as mechanic heart valves in the medical industry shows ideal properties for the development of innovative female accessories. The purpose of the project is to analyze the material through bibliographic research, conduct specific tests in the engineering field, design the prototype and discuss the divergences between different markets regarding quality, usability and its cost-effectiveness.

Key words: Pyrolytic Carbon - Biomaterials - Design - Industry - Jewelry.

Resumo: Este projeto trata sobre o estudo do carbono pirolítico na indústria da joalheria, a discussão é sobre o material desde o ponto de vista da ciência e engenharia de materiais. Nas últimas décadas, a inversão no mercado para melhorar a joalheria, pedras preciosas e materiais biocompatíveis requer de uma constante inovação dos designers. O carvão pirolítico é usado principalmente na indústria médica nas válvulas cardíacas e tem características ideais para a fabricação de artefatos femininos. O objetivo do projeto é analisar o material através de revisão da bibliografia, provas específicas da área da engenharia, o design do protótipo, além de apresentar e discutir as diferenças nos diferentes mercados em termos de qualidade, facilidade de uso e custo/benefício do projeto.

Palavras chave: Carbono Pirolítico - Biomateriais - Design - Indústria - Jóia.

(* **Cynthia Casagrande Matos**. Aluna Bolsista em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Ouro Preto. **Jairo Jose Drummond Câmara**. PhD Pesquisador e Coordenador do Centro de Investigação e Desenvolvimento em Design e Ergonomia - CPQD / Professor na Escola de Design - ED / Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Brasil / Professor Doutor da Universidade do Estado de Minas Gerais.