

Influência dos poros na estrutura de materiais compósitos abrasivos resinóides **(Influence of pores on the structure of abrasive composite materials)**

M. M. Chitan¹; K. C. G. Candioto¹

¹Escola de Engenharia de Lorena – USP

Pólo-Urbo Industrial, Gleba Al-6, s/nº - Lorena – SP, Brasil 1

chitan@usp.br

Resumo

Abrasivos são considerados materiais estratégicos. Assim o número de abrasivos, granulometrias disponíveis é bastante grande e junto com a quantidade de ligantes possíveis, estruturas, durezas além dos formatos fazem com que cheguemos a um número de produtos enorme de alternativas para atender às necessidades de uso. Devido a interesses tecnológicos envolvidos nesta área de fabricação de abrasivos, poucas informações são disponibilizadas para a comunidade. Os experimentos de caracterização indicam a correlação entre as propriedades do material e seu desempenho. O projeto proposto foi realizado com a produção e caracterização por ensaios não-destrutivos de compósitos abrasivos resinóides para aplicação em materiais abrasivos. No intuito de estudar os efeitos da porosidade e quantidade de ligantes presentes na estrutura destes materiais, as amostras foram caracterizadas utilizando a técnica de excitação por impulso. Espera-se que os resultados preliminares, mesmo que indiretamente, determinem a relação das propriedades mecânicas com a estrutura dos materiais abrasivos resinóides.

Palavras Chave: abrasivos, Compósitos, Estrutura porosa, Resinas fenólicas.

Abstract

Abrasives are considered strategic materials. The number of abrasives, granulometry available is quite large and together with the quantity of possible bonds, structures and hardness beyond the formats, we have arrived at a huge number of products of alternatives to attend ideal applications. Due to technological interests involved in this area of abrasive manufacturing, little information is available to the community. The characterization experiments indicate the correlation between the properties of the material and its performance. The proposed design were carried out with the production and characterization by non-destructive tests of resin bond abrasive composites for application in abrasive materials. In order to study the effects of the porosity and blinders quantity present in the structure of these materials, the samples were characterized using impulse excitation technique. It is expected that the preliminary results, even if indirectly, determine the relationship of the mechanical properties with the structure of the resinoid abrasive materials.

Keywords: Abrasives, Composites, Porous structure, Phenolic resins

INTRODUÇÃO

Os compósitos abrasivos podem ser manufaturados como ferramentas abrasivas e são utilizadas em larga escala para operações de usinagem e retificação. Entretanto, estudos e pesquisas sobre tais compósitos abrasivos são apenas baseados a parâmetros de aplicação e desempenho do produto finalizado, abstendo-se de discussões de possíveis propriedades que influenciem diretamente na durabilidade e desempenho de tais compósitos.

As ferramentas abrasivas são basicamente constituídas de grãos abrasivos, ligantes e poros. Tais ligantes são considerados a matriz do produto e podem ser de diversos tipos como metálica, vitrificada e resinoide. A utilização do ligante tipo resinoide oferece baixo custo em comparação às demais e também boas propriedades mecânicas. Outro fator necessário para a obtenção das propriedades adequadas do material final são as condições de processamento, que influenciam diretamente a estrutura do compósito. Assim, para que seja possível obter determinadas propriedades desejadas no material, é necessário entender a correlação existente entre as composições e os processos de fabricação.

Os rebolos abrasivos (ferramentas abrasivas) são compostos por uma relação de volume de grão abrasivos, volume de ligante e volume de poros. Os quais estão intrinsecamente relacionados com as propriedades do material, como seu rendimento e dureza.

Durante a utilização dos materiais abrasivos, há tanto um desgaste no grão abrasivo, quanto na matriz ligante. Tais tipos de desgaste são de extrema importância na própria função do abrasivo e a medida em que os grãos e a matriz ligante são fraturados, possibilitam que novas arestas de corte continuem o processo de abrasão [1]. Alguns dos principais tipos de fraturas mais conhecidas são:

- Quebra do grão: ocorre quando uma porção do grão quebra e o resto do grão se mantém colado no rebolo, promovendo novas arestas de corte;
- Desgaste por atrito: envolve desgaste dos grãos individualmente, resultando em arredondamento das arestas;
- Fratura do ligante: ocorre quando um grão individual é arrancado do ligante, ocorrendo usualmente quando o grão é muito duro perante o ligante e as forças de corte são muito elevadas.

Portanto é necessário que seja escolhida com muita cautela o tipo de grão e ligante a ser utilizado. Isso devido ao fato de que ao ser escolhido um grão de elevada dureza, este será frágil, assim ocasionando em uma maior perda de grãos e conseqüentemente uma menor durabilidade do material. Já o ligante é essencial no material devido ao fato de além de ser responsável por manter os grãos presos, também é usado como um dissipador de calor, o qual é produzido

devido ao atrito físico produzido [2]. Assim uma das resinas utilizadas na produção de materiais abrasivos, é a resina fenólica, devido a sua maior flexibilidade na resistência ao calor.

Devido a interesses tecnológicos envolvidos a respeito da fabricação de abrasivos, pouco se é compartilhado com a comunidade. Os projetos procuram de mesma forma alcançar um balanceamento entre pesquisas básicas, a qual busca avançar a fronteira do conhecimento, e pesquisas avançadas, a qual objetiva a aplicação das pesquisas à realidade das indústrias. Apesar de ser um produto com alto grau tecnológico os estudos realizados, ainda que poucos, objetivam a sua aplicação e não a caracterização mecânica e manufatura.

Assim, há a existência de grandes oportunidades de desenvolvimento técnico-científico nessa área de caracterização mecânica levando em conta que grande parte do custo está diretamente relacionado com o desempenho e durabilidade do material. Assim para que seja possível uma diminuição dos custos é necessário que haja uma otimização do tempo de produção e aumento da vida útil do material abrasivo.

Desta forma, este projeto tem como objetivo principal determinar as propriedades mecânicas de materiais abrasivos, em particular grãos de óxido de alumínio de ligas resinoides produzidos por diferentes quantidades em volume de poros e ligantes. No intuito de estudar os efeitos da quantidade de poros e ligantes presentes na estrutura destes materiais, as amostras foram caracterizadas utilizando a técnica de excitação por impulso.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados grãos abrasivos de óxido de alumínio fundido marrom BT de granulometria média (malha #60) doados pela empresa Elfusa Geral de Eletrofusão Ltda (São João da Boa Vista, SP) e ligantes a base de resina fenólica novalaca (CR-2211, em pó, teor de 14,55% de hexametenotetramina) e resol (CR-2745, líquida, a base de álcool furfúrico), fornecidos pela empresa SI Group Crios Resinas S.A. (Rio Claro, SP).

A preparação das misturas dos materiais abrasivos foi realizada primeiramente misturando os grãos de óxido de alumínio com a resina tipo resol e então adicionando a resina em pó em pequenas quantidades. As composições dos materiais foram estabelecidas de acordo com a Tabela I.

Tabela I – Composições dos compósitos abrasivos resinóides

Amostra	% Volume			% Massa	
	Grão	Ligante	Poros	Grão	Ligante
60%g-20%l-20%p	60	20	20	90,23	9,77
50%g-20%l-30%p	50	20	30	88,50	11,50
50%g-30%l-20%p	50	30	20	83,69	16,31
50%g-40%l-10%p	50	40	10	79,37	20,63
40%g-40%l-20%p	40	40	20	75,48	24,52

A compactação foi realizada em prensa uniaxial de quatro colunas modelo P.H.B 40x20 com capacidade até 103 toneladas na temperatura ambiente com carga de compactação. A dimensão dos corpos verdes foram estabelecidas de aproximadamente 25 x 114 x 10 mm.

Os tratamentos térmicos foram realizados com o uso de uma estufa com circulação de ar e controlador de tempo e temperatura programável disponível na EEL-USP. O tratamento iniciou-se na temperatura ambiente, com aquecimento de 0,1°C/min até a temperatura de 110°C permanecendo por 8h e seguindo a 1°C/min até a temperatura de 180°C permanecendo por 8 horas. As amostras permaneceram no forno após cura e seguiram com resfriamento a 1°C/min até temperatura ambiente. A Figura 1 apresenta o perfil do tratamento térmico de cura.

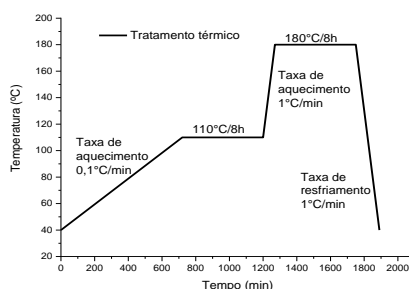


Figura 1 – Tratamento térmico de cura dos materiais compósitos abrasivos resinóides.

As caracterizações foram realizadas pela técnica de excitação por impulso de ultrassom no modo de propagação flexional e torcional, seguindo a norma ASTM C1548-02 utilizando um equipamento Sonelastic® com suporte ajustável para barras e cilindros, modelo SA-BC, captador acústico CA-DP, pulsador automático IED e *software* Sonelastic para análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de módulo de elasticidade e módulo de cisalhamento após tratamento térmico dos materiais abrasivos resinoides produzidos são apresentados na Tabela II.

Tabela II – Valores de Módulo de elasticidade e Módulo de cisalhamento após tratamento térmico de cura obtidos para os materiais abrasivos resinoides produzidos.

Amostras	Módulo de elasticidade (GPa)	Módulo de cisalhamento (GPa)
60%g-20%l-20%p	31,37	15,45
50%g-20%l-30%p	17,46	7,42
50%g-30%l-20%p	25,49	10,62
50%g-40%l-10%p	21,88	8,48
40%g-40%l-20%p	17,14	8,88

Foi observado aumento nos módulos de elasticidade e cisalhamento dos materiais com o aumento do volume de grãos da estrutura dos materiais nas condições de poro fixo de 20% em volume (Figura 2). Este aumento pode estar relacionado com o fato das amostras apresentarem conseqüentemente maior volume de material mais rígido (grão de óxido de alumínio) em sua composição.

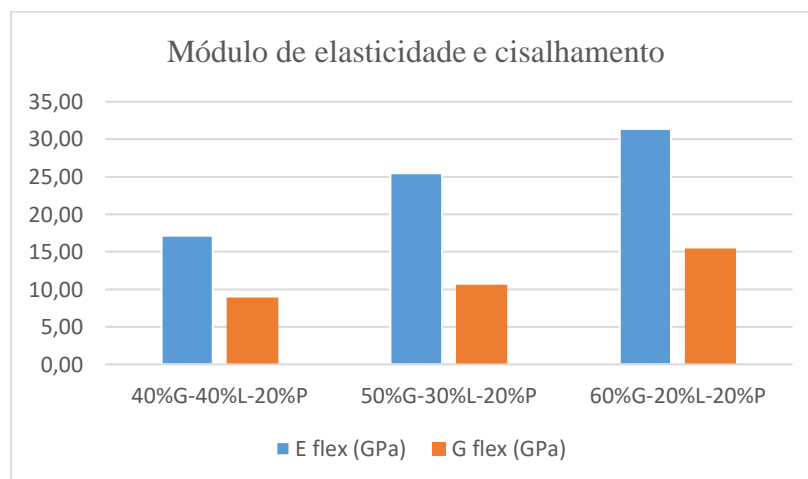


Figura 2 – Módulos de elasticidade com a porcentagem de poros constante

Os valores de módulo de elasticidade e cisalhamento, dos materiais produzidos, apresentaram um aumento com relação ao aumento de poro na estrutura até o valor de 20%, mas ocorreu diminuição quando seu aumento chegou a 30%. Isto pode estar associado ao fato

da estrutura apresentar um percentual elevado de poros, não permitindo manter razoável interação grão/ligante e consequente menor rigidez.

CONCLUSÕES

Foi possível a produção e caracterização de materiais abrasivos resinoides pela manufatura proposta de modo que todos os materiais apresentaram rigidez. Os materiais abrasivos apresentaram diferentes módulos de elasticidade, de acordo com a quantidade de grãos, ligante e poros na estrutura. O aumento da quantidade de grãos na composição dos materiais promoveu aumento dos módulos de elasticidade e cisalhamento. Com relação ao aumento da quantidade de poros, foi observado aumento apenas até um certo limite de percentual (20%).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP pelo Auxílio à Pesquisa (proc. 2013/26633-0) e pela concessão da bolsa de IC (proc. 2018/26201-6), às doações de materiais concedidas pelas empresas ELFUSA Geral de Eletrofusão-Ltda e SI Group Crios Resinas S.A.

REFERÊNCIAS

- [1] R. B. Aiguera, M. Filgueira, Mecanismo e Resistência à Abrasão de Compósitos à Base de Poliéster-SiC para Uso em Coroas de Polimento de Rochas Ornamentais - Laboratório de Materiais Avançados, UENF, 2006, v. 16 (3), p.187-192.
- [2] L. Pilato, Phenolic Resins: A Century of Progress, New York, Springer-Verlag, 2010, 545p.