



FEIRA

56 – PLÁSTICO INDUSTRIAL – AGO. 2006

NPE 2006: qualidade em vez de quantidade

Antonio Augusto Gorni

Marcada pela presença de um público com maior poder de decisão e a apresentação de aperfeiçoamentos de técnicas já consolidadas na indústria de transformação, a 25ª edição da *National Plastics Exhibition*, a NPE, que aconteceu de 19 a 23 de junho em Chicago (EUA), refletiu uma certa recuperação do setor em relação ao que foi visto na feira de 2003. Apesar de não conseguir repetir o bom desempenho verificado no ano 2000, o evento apresentou um caráter menos regional, com a participação de empresas de mais de 30 países, além de se firmar como uma exposição de caráter tecnicamente evolucionário.

Cinco anos após o forte impacto causado pelos atentados de 11 de setembro, acreditava-se que esta edição da *National Plastics Exhibition* (NPE) voltaria a ter o vigor da Era Clinton. Afinal, a ameaça terrorista se incorporou ao dia-a-dia dos Estados Unidos, as expedições punitivas ao Afeganistão e ao Iraque assumiram um incômodo caráter crônico *à la Vietnã* e a economia norte-americana retomou seu vigor. Era hora da situação voltar ao normal. Afinal, o negócio da América é fazer negócios.

Contudo, não foi bem isso o que se observou. A despeito do que os números verificados nos primeiros dias de feira pareciam indicar, o total de visitantes em 2006 foi apenas 2% maior do que o público da NPE de 2003, que já não tinha sido dos mais destacados. Naquele ano houve uma acentuada queda (29,8%) da quantidade de participantes em relação à

edição anterior, causada pela desaceleração econômica decorrente das incertezas criadas pelo terrorismo e suas seqüelas bélicas. De acordo com a organização da feira, o número de visitantes efetivos em 2006 (ou seja, descontando os expositores do número total de visitantes) subiu 9% em relação a 2003. Ainda assim, foi um percentual insuficiente para alcançar os níveis de 2000.

De toda forma, nota-se que são visitantes altamente qualificados, já que o ingresso ao evento possui custo bastante significativo: US\$ 90. A Sociedade da Indústria do Plástico (SPI, *Society of Plastics Industries*), patrocinadora do evento, também procurou atrair visitantes qualificados, expandindo consideravelmente os eventos técnicos que ocorreram simultaneamente à feira. O número de apresentações técnicas se elevou de 41 em 2003 para 120 nesta oportunidade, além de ter sido organizada uma conferência especial para visitantes latino-americanos, na qual o espanhol foi a língua oficial. Ou seja, já que visitar a NPE parece ter se tornado um pouco mais difícil, então que se atraiam

visitantes com real conhecimento, influência e poder de decisão.

O número de expositores caiu 4% entre as edições de 2003 e 2006, o mesmo valor que já havia sido observado entre 2000 e 2003. Este fato parece representar o resultado das consolidações e fusões no setor de plásticos. Pelo menos desta vez não foram constatados os amplos espaços vazios entre os estandes que ficaram flagrantes na edição anterior da NPE. A participação de expositores estrangeiros continuou se expandindo, reduzindo ao mínimo possível o caráter local deste evento: ela passou de 24,5% na edição de 2000 para 30% em 2003 e atingiu 33% este ano. A participação estrangeira contou com um total de 34 países. A China foi o que teve maior representação no bloco estrangeiro, com 127 expositores, seguida por Canadá (118), Alemanha (62) e Taiwan (61).

A participação dos fabricantes de resinas diminuiu consideravelmente nesta edição. De fato, os estandes das empresas européias desse segmento sempre tenderam a ser mais simples na NPE do que na feira alemã K, o

Antonio Augusto Gorni é editor técnico da revista Plástico Industrial. Reportagem realizada durante a feira, de 19 a 23 de junho em Chicago (EUA). Colaboraram Hellen Souza e Fabio Venturini.

outro evento de porte mundial do setor. Uma dessas companhias, a Ticona, nunca expôs na NPE, preferindo eventualmente organizar eventos paralelos. Essa inapetência parece ter chegado agora às suas congêneres norte-americanas: a Dow Chemical também não montou estande, preferindo patrocinar a conferência técnica da NPE, o que permitiu que todos os interessados participassem gratuitamente de suas sessões. E outra empresa de grande destaque no setor sediada nos Estados Unidos, a GE Plastics, simplesmente não participou do evento. Já os demais setores da cadeia produtiva do plástico, especialmente os fabricantes de máquinas e periféricos, parecem ter mantido a sua presença.

A exemplo do que vem ocorrendo há vários anos, a NPE 2006 também foi uma feira de caráter evolucionário, ou seja, não foram apresentadas novidades revolucionárias; foram expostos apenas aperfeiçoamentos ou a viabilização de conceitos já mostrados no passado. Não é um fato totalmente inesperado para a NPE, um evento que é tradicionalmente mais pragmático e comercial do que a feira K, na qual a tecnologia se destaca em relação aos aspectos comerciais e midiáticos da indústria do plástico. Mesmo assim, é fundamental conhecer as inovações apresentadas na NPE, já que sempre proporcionam maiores níveis de produtividade ou lucratividade ao transformador, os quais podem ser vitais para garantir sua sobrevivência no mercado competitivo de hoje.

Resinas

Coube à Dow Chemical Company (www.dow.com) apresentar o que talvez seja a maior novidade em termos de resinas na NPE, o que foi feito em uma verdadeira aula sobre engenharia de polímeros. Há uma clara relação entre as características das resinas e a configuração de suas moléculas, particularmente no caso das poliolefinas.

Contudo, uma vez configurada a molécula ideal para uma dada aplicação, ainda resta o desafio de sintetizá-la economicamente em condições industriais. O surgimento dos catalisadores de Ziegler-Natta, na década de 1950, e dos metallocenos, na de 1990, representou grandes avanços no controle das distribuições de composição e das ramificações das moléculas poliméricas. O desenvolvimento dessa tecnologia é contínuo, tendo-se agora uma nova geração de catalisadores pós-metallocênicos. Contudo, o objetivo deste desenvolvimento é sempre o mesmo, ou seja, o controle mais preciso da microestrutura e a configuração molecular do polímero de modo a resultar em materiais com novas e melhores características. De acordo com a Dow, o mercado atualmente requer elastômeros com as seguintes características:

- melhor desempenho sob temperaturas acima de 100°C;
- melhores características em termos de deformação permanente após compressão (*compression set*), idênticas às do TPU ou do TPV;
- maior resistência à abrasão;
- ampliação do campo determinado pelas resistências ao rasgamento e ao impacto;
- melhor processabilidade sob níveis mais altos de produtividade;
- maior compatibilidade entre olefinas;
- manutenção do nível das demais propriedades mecânicas.

Esse conjunto de propriedades, traduzidos em termos dos conceitos da ciência dos materiais poliméricos, será atendido por estruturas moleculares olefínicas dispostas em blocos, como as mostradas na figura 1. Estas estruturas permitem a ocorrência de

co-cristalização, a qual promove melhor desempenho do material sob altas temperaturas, confere características melhoradas em termos de deformação permanente após compressão e retenção de propriedades elásticas/plastoméricas.

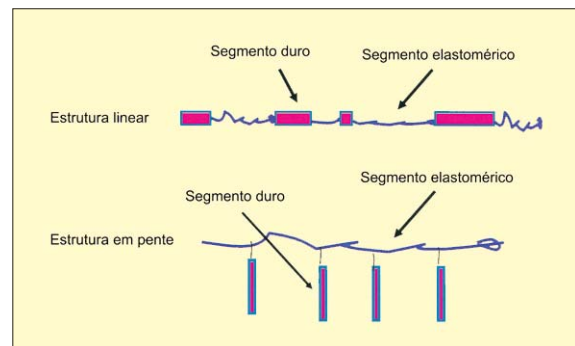


Fig. 1 – Estruturas propostas para o copolímero olefínico em bloco para que sejam atendidos os requisitos de desempenho desejados pelo mercado

Restava agora sintetizar esse polímero de maneira eficiente e econômica. A Dow anuncia ter desenvolvido uma tecnologia adequada de catálise em bloco para a síntese dos copolímeros olefínicos em bloco, a qual está apresentada na figura 2. De acordo com a empresa, o “Sistema Dow para Troca Periódica” permite a transferência reversível e acoplada de cadeias entre dois catalisadores diferentes, em um ou mais reatores. A catálise apresenta alta eficiência, controle dos comprimentos médios dos blocos, do número de blocos por cadeia e é compatível com uma ampla variedade de monômeros de baixo custo. Maiores detalhes sobre o mecanismo de síntese deste tipo de polímero, que já foi devidamente patentado, podem ser encontrados em um artigo publicado recentemente na revista *Science*⁽¹⁾.

A alteração do número médio de blocos e a distribuição dos tamanhos dos blocos na cadeia principal do polímero promovem grandes mudanças nas suas propriedades mecânicas e térmicas. A figura 3 mostra curvas de densidade *versus* temperatura de fusão de copolímeros olefínicos em bloco (OBC, *olefin block*

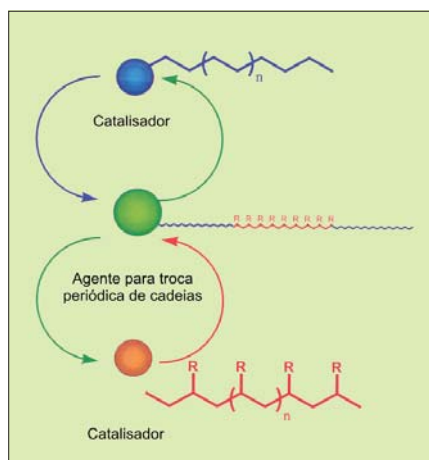


Fig. 2 – Tecnologia de catálise em bloco caracterizada por troca periódica de cadeias

copolymers) em comparação com produtos elastoméricos produzidos em escala industrial usando catalisadores de metaloceno. Esse gráfico mostra que os OBCs apresentam uma relação entre temperatura e desempenho mais favorável em comparação com os elastômeros convencionais. Isso decorre da estrutura em blocos inédita para os novos materiais e do grau de cristalinidade que é mantido durante o processo de fusão. Esses novos polímeros não apresentam a tradicional relação entre temperatura e módulo, abrindo novas possibilidades para o seu emprego.

Os copolímeros olefínicos em bloco estão prestes a ser lançados comercialmente pela Dow, sob a marca Infuse. Com eles, podem ser fabricados muitos produtos diferentes, com o uso de uma ampla variedade de monômeros, disposições em blocos, pesos moleculares e densidades, fatores que tornam possível a sua utilização em filmes, peças moldadas por injeção, fibras, perfis extrudados, espumas, etc.

Já a Basell (www.basell.com) apresentou seus novos graus de resinas à base de polipropileno para uso em embalagens a serem armazenadas em congeladores sob temperaturas de até -40°C . De acordo com a empresa, essas novas resinas não desenvolvem trincas nem se quebram sob impacto quando mantidas sob essas baixas temperaturas. Estão disponíveis dois tipos básicos: Pro-fax EP390S, copolímero opaco

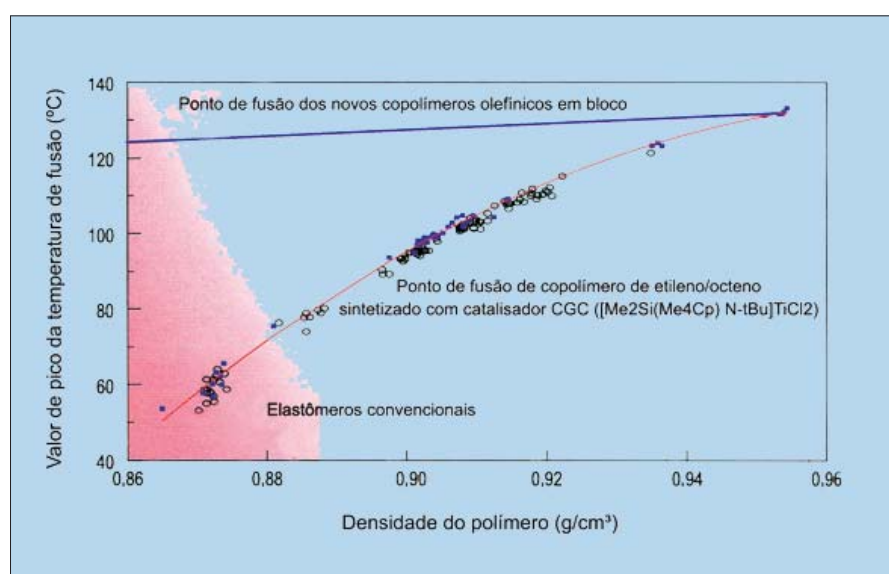


Fig. 3 – Gráfico de ponto de fusão versus densidade para os copolímeros olefínicos em bloco e elastômeros tradicionais



Empresas que procuram representante no Brasil

Algumas empresas norte-americanas visitadas pela equipe de *Plástico Industrial* na NPE manifestaram interesse em entrar no mercado brasileiro e estão em busca de representantes. A seguir há os contatos de algumas delas e uma breve descrição de seus produtos.

- **Rocklin Manufacturing:** fabrica os equipamentos de soldagem Moldmender, destinados a pequenos reparos ou alterações em projetos de ferramentas construídas em aço, principalmente moldes para injeção de plásticos, fundição sob pressão ou matrizes de extrusão. O equipamento é composto por uma fonte com tensão de alimentação de 110 ou 220 VCA e potência de 4.700 W. Com o auxílio de um eletrodo, uma fita metálica, fabricada basicamente com o mesmo material do substrato em que será depositada, é fundida no local da solda. As operações em que este equipamento é mais comumente utilizado são reparos em linhas de partição, cantos, riscos, orifícios, pontos de injeção, canais de refrigeração, pontos deformados por aquecimento, pequenas adaptações de projeto e instalação de calços. Tel. (1 712) 255-6046, fax (1 712) 252-5619, info@rocklinmanufacturingco.com, www.rocklinmanufacturingco.com
- **Extol:** fabricante de equipamentos para soldagem de termoplásticos por infravermelho, ferramenta aquecida (*hot plate*) e atrito rotacional (*spin welding*). A linha InfraSake é composta por aparelhos que aplicam radiação na faixa de frequência do infravermelho com o uso de uma ferramenta em formato de punção, a qual concentra a luz no ponto em que o polímero deve ser fundido.

A série Vortex G realiza a soldagem por atrito vibracional e possui atuador pneumático com curso de 100 mm, eixo vibracional com motor de 1,5 kW de potência e velocidade de 5.000 rpm. Já os equipamentos para soldagem por ferramenta aquecida (linha HPW Rapid Conductor) possuem dispositivo de interface homem-máquina com monitor colorido, acionamento por servo-motor e cinco zonas de controle de temperatura, com auxílio de termopares. Tel. (1 616) 748-9955, fax (1 616) 748-0555, sales@extolinc.com, www.extolinc.com

- **Advanced Ventures in Technology:** fabricante de termoformadoras, divulgou na feira um modelo com moldes rotativos para a produção de peças de grandes dimensões para barcos, *trailers* e veículos automotivos, a partir da técnica de *twin sheet*. Tel. (1 989) 246-0445, fax (1 989) 246-0465, am0210@a1access.net, www.adv-ventech.com
- **Bauer Compressors:** fornece instalações completas para moldagem por injeção auxiliada por gás e para a moldagem de espuma estrutural, incluindo unidades de controle, geradores e compressores de nitrogênio. Tel. (1 757) 855-6006, fax (1 757) 857-1041, info@bauerptg.com, www.bauerptg.com
- **TKC Technologies/O. A. Newton:** fabrica instalações para movimentação e armazenagem de materiais pulverulentos como negro-de-fumo e pó de madeira a serem usados na fabricação de compostos plásticos. Tel. (1 302) 337-8211, fax (1 302) 337-3780, dean.hetrick@oanewton.com, www.oanewton.com

de polipropileno de alto impacto, e Clyrrel EC140R, resina poliolefínica transparente. Elas são indicadas para a fabricação de copos, bandejas e recipientes moldados por injeção com até 1,65 litro de volume. Essas resinas também podem ser submetidas a aquecimento em fornos de microondas e passar por máquinas de lavar louça. Além disso, os recipientes feitos com tais polímeros podem ser rotulados diretamente no molde de injeção (*in-mold labeling*), atendendo à tendência crescente no sentido de agregar mais funções à moldagem e aumentar a produtividade do processo de manufatura da peça. Além

disso, essa tecnologia também permite que o rótulo seja impresso diretamente sobre um filme de polipropileno, tornando-o esteticamente mais atraente. Os recipientes feitos com esses materiais podem ser fechados por encaixe da tampa com o corpo do recipiente, mesmo sob as baixas temperaturas reinantes no congelador.

E, como não poderia deixar de ser numa NPE que ocorreu em plena Copa do Mundo, uma coincidência que só se repete de 12 em 12 anos, este evento esportivo esteve presente na feira. Não só nos amplos televisores de plasma disponíveis em



FEIRA

vários estandes que mostraram as partidas do torneio, como na própria bola usada nos jogos, fabricada pela Adidas sob o nome de Teamgeist (espírito de equipe, em alemão). Ela é a primeira bola de futebol a ser integralmente feita de resinas sintéticas, inclusive de poliuretano, desenvolvidas pela Bayer (www.bayer.com). Isso a tornou mais esférica, leve, fácil de jogar e assegurou maior precisão aos chutes de longas distâncias. Muito embora essas vantagens pareçam não ter se refletido no pífio desempenho do esporte nacional, alguns atletas como Schwainsteiger (Alemanha), Cole (Inglaterra) e Maxi Rodrigues (Argentina) comprovaram com belos gols de fora da área que as propriedades da bola da copa a colocaram em campo do lado dos atacantes.

A substituição do PVC por outros tipos de resinas, a princípio menos

críticas do ponto de vista ecológico, continua sendo a motivação para o lançamento de sucedâneos a esse material. Esta foi a vez dos copolímeros estirênicos em bloco adequados para a fabricação de filmes, apresentados pela Kraton (www.kraton.com), sob as designações MD6932 e MD6945. Segundo a empresa, esses copolímeros são uma alternativa ao PVC plastificado usado em filmes para aplicações médicas e embalagens, podendo ser extrudados na forma de filmes planos ou tubulares com alto grau de tenacidade, flexibilidade e transparência. Já a GLS Corporation (www.glscorp.com) lançou um elastômero termoplástico transparente e com maior resistência ao calor, denominado Versaflex CL 2200 TPE, para servir de alternativa ao silicone ou ao PVC. Ele também pode ser usado em componentes sobremol-

dados em substratos de polipropileno ou de outras resinas poliolefínicas.

As técnicas de injeção microcelular ainda estão em uma fase de consolidação de uso, e o desenvolvimento de matérias-primas específicas para este método de moldagem passou a contar com a participação da Rhodia Polyamide (www.rhodia-ep.com). A companhia francesa desenvolveu alguns graus de poliamida (Technyl Xcell 6 e Technyl Xcell 6.6) especificamente para transformação em equipamentos com unidades de expansão Mucell, fabricadas pela Trexell (www.trexel.com). O material foi elaborado para moldagem de peças com alto desempenho térmico e mecânico, como coletores de ar de escapamento para motores automotivos, por exemplo, os quais apresentam redução dos índices de deformação, peso, ciclo de injeção, pressão



de injeção e tensões acumuladas no interior do molde.

Equipamentos para transformação

Os compostos de resina polimérica com madeira, usados como substitutos da madeira pura, já não são novidade, mas foi notável constatar sua grande aceitação pelo mercado norte-americano, o que vem motivando o lançamento de equipamentos e ferramental específicos para o seu processamento. Contudo, é pouco provável que este êxito se repita no Brasil, ao menos a curto e médio prazos, já que aqui o preço da madeira ainda é muito baixo, tornando esse material pouco competitivo.

A Entek Extruders (www.entek-mfg.com) anunciou na NPE o lan-

çamento de uma extrusora com alta produtividade especialmente adequada ao processamento deste tipo de composto. A Entek E-Max é uma extrusora com rosca dupla co-rotante com canhão de 53 mm de diâmetro, bomba de resina fundida, velocidade máxima de rosca de 1.200 rpm, motor de 300 hp e capacidade para extrudar 800 kg/h de compostos para a fabricação de pisos. A formulação recomendada para este material, expressa como porcentagem em peso, é 30 a 40% de PEAD, 40 a 60% de farinha de madeira com granulometria de 60 *mesh*, 4 a 12% de umidade presente na farinha de madeira e 4 a 15% de aditivos e cargas. A capacidade de extrusão pode ser aumentada em 25% com o uso de uma nova rosca e tecnologia de processo que permitem misturar melhor a madeira e remover a sua umidade.

A Pallmann (www.pallmann.com.br) também divulgou uma linha de extrusão de compostos plásticos com madeira, denominada Palltruder, formada por unidade de dosagem, transportador a vácuo e unidade extrusora para mistura dos materiais, da qual o composto é enviado a um moinho granulador, transportado pneumáticamente a uma peneira e, por fim, ensacado. A linha produz grânulos com alta densidade de massa, possibilita a formulação flexível em termos de proporções e a capacidade de produção varia de 200 a 2.000 kg/h, dependendo do material alimentado, do teor de umidade e da relação de mistura. Esta linha já é utilizada pela alemã Schilling Knobel (www.schilling-knobel.de), que usa os compostos com madeira para fabricar chapas por prensagem sob aquecimento. Neste processo, duas

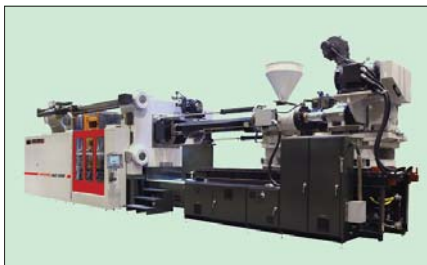


Fig. 4 – Injetora-Prensa Maxima MG 1100, fabricada pela Cincinnati-Milacron, usada na fabricação de janelas automotivas feitas de policarbonato

películas, uma de fibra de vidro e outra de politetrafluoroetileno (PTFE), são posicionadas sobre uma esteira. Os grânulos são depositados entre as duas e todo o material passa, na seqüência, por uma zona de aquecimento, onde o composto polimérico se funde. Em seguida, o material é calandrado e resfriado, antes de passar por um equipamento para corte das chapas.

Aperfeiçoamento de técnicas consolidadas é a principal tendência dos fabricantes de injetoras

Como a maioria dos demais expositores, os fabricantes de equipamentos de injeção não apresentaram modificações conceituais profundas em seus produtos. Os aspectos mais marcantes do desenvolvimento das máquinas destinadas a este método de moldagem foram relacionados ao aperfeiçoamento ou à união de técnicas já difundidas para aumentar a produtividade ou melhorar a qualidade do produto final, especialmente na fabricação de peças para o setor automotivo.

A Meiki (www.meiki.com), por exemplo, divulgou o que alega ser a maior máquina para moldagem por injeção-compressão rotativa para peças bi-componentes. Ela possui força de fechamento igual a 3.400 toneladas e placas com dimensões de 3.000 x 3.000 mm, contando com controle de paralelismo nos quatro eixos. Esse equipamento foi vendido para a Teijin Chemicals (www.teijinkasei.co.jp), um produtor japonês de plásticos de

engenharia que pretende usá-la para prestar assistência técnica a seus clientes na fabricação de painéis para carrocerias automotivas e pára-brisas com amplas áreas, com até 2 m² (ver o tópico “Aplicações automotivas”, a partir da página 92). O equipamento possui duas unidades de injeção: a primeira conta com rosca de diâmetro igual a 170 mm, volume máximo de injeção de 19.290 cm³ e pressão de injeção máxima igual a 151 MPa. A segunda unidade possui rosca com diâmetro de 130 mm, volume máximo de injeção de 9.920 cm³ e pressão máxima de injeção igual a 178 MPa. A unidade rotativa é acionada hidraulicamente, podendo rodar 180° em quatro segundos.

Também a Cincinnati-Milacron (www.milacron.com) marcou presença na área de janelas automotivas apresentando a sua injetora-prensa Maxima MG, com 1.100 t de força de fechamento, mostrada na figura 4. Ela usou um molde fornecido pela Exatec, operação conjunta entre GE Plastics e Bayer que iniciou o desenvolvimento de pára-brisas e janelas automotivas feitos de policarbonato, para produzir a janela lateral de PC com uma moldura negra sobremoldada, feita com essa mesma resina, para um veículo esportivo. A unidade secundária de injeção foi montada sobre um trenó na parte posterior da injetora principal. Este trenó, por sua vez, é posicionado sobre a placa estacionária, mantendo bom alinhamento. A peça é feita pelo processo de cunhagem: assim que o molde se encontra praticamente preenchido, aplica-se máxima pressão sobre ele, de modo a comprimir a resina fundida. Esse método de conformação evita o aparecimento de tensões que poderiam afetar as características ópticas da janela. De toda forma, após a desmoldagem, a peça é removida para uma área de inspeção, onde é analisada opticamente por radiação infravermelha. Este ensaio permite detectar eventuais tensões produzidas

pela conformação com o uso de um programa computacional.

Já a Engel (www.engel.at) mostrou a sua injetora Combi M, destinada à moldagem de peças com amplas áreas, como janelas automotivas feitas de policarbonato, com vedações moldadas internamente. O modelo apresentado em Chicago, Duo 1650 Combi M, produz painéis para tetos solares automotivos em duas cores usando a tecnologia Glazemelt, desenvolvida pela empresa austríaca. Esta máquina, que, de acordo com a fabricante, foi o maior equipamento exposto nesta edição da NPE, pode usar dois moldes simples, montados costa-a-costa com uma placa intermediária, sem uma unidade rotativa, para a moldagem de duas peças independentes por ciclo. Se for instalada uma mesa rotativa montada horizontalmente, esse tipo de injetora pode usar moldes para múltiplos componentes empilhados. Durante o processamento, ocorre a primeira injeção de resina, o molde se abre e a pilha central gira 180° sobre o seu eixo vertical. O molde se fecha novamente para a segunda injeção. O substrato não precisa ser reposicionado, evitando problemas associados à contração e ao rechupe. O substrato pode ser moldado por injeção e compressão (normalmente esse é o caso de janelas automotivas). A mesa rotativa também pode ser parada sob ângulos de 90 e 270 graus para a colocação de insertos e descarregamento de peças, o qual é feito por um robô articulado.

As injetoras totalmente elétricas, destaque da edição 2001 da feira K, já não são novidade, mas continuam evoluindo tecnicamente. A Ube Machinery Co. (www.ubemachinery.com) anunciou o lançamento da maior injetora totalmente elétrica do mundo, modelo UM 3300, com força de fechamento de 2.940 t e que pode ser vista na figura 5. Ela foi vendida para um fabricante de

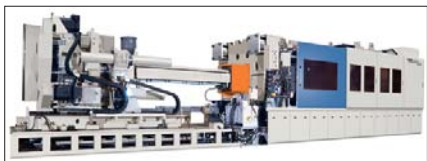


Fig. 5 – A maior injetora totalmente elétrica do mundo, modelo UM 3300, com força de fechamento de 2.940 t, fabricada pela UBE Machinery

autopeças, pelo qual será utilizada para a moldagem de painéis automotivos. Sua distância entre colunas é de 2.169 x 1.600 mm, possui placa de 3.175 x 2.500 mm, curso de 1.800 mm, diâmetro de rosca de 150 mm e taxa de injeção de 2.332 cm³/s.

Já a Mitsubishi (www.mhiinj.com) modificou o sistema de resfriamento do molde das máquinas elétricas da sua série MEII. A empresa passou a fornecer as máquinas com moldes com canais conformais. A temperatura do ferramental é controlada por um *chiller*, que ajusta os valores mais adequados a cada instante durante os movimentos do molde. Segundo os técnicos da empresa, esse controle térmico possibilita um resfriamento balanceado da peça, o que confere boa qualidade superficial ao item moldado e evita a formação de linhas de solda. A empresa demonstrou peças fabricadas em um equipamento



Fig. 6 – Os equipamentos da série MEII, fabricada pela Mitsubishi, possuem sistema de controle variável da temperatura do molde, o que evita a formação de linhas de solda em peças automotivas

desta série que apresentam qualidade superficial adequada a itens de acabamento de veículos.

A Nissei Plastics (www.nisseijushi.co.jp) demonstrou um sistema de controle variável da força de fechamento para as injetoras elétricas da sua série Elject NEX. As máquinas, com força de fechamento de 490 a 1.765 kN, possuem um sistema de controle que coleta informações sobre os parâmetros de processo que estão sendo executados no momento da moldagem, processa as informações e envia à unidade de fechamento o valor mais adequado da força a ser exercida. Com isso, não é aplicada força

desnecessária, reduzindo consumo de energia e proporcionando maior precisão à peça moldada.

Já a Japan Steel Works-JSW (www.jsw.co.jp) divulgou injetoras totalmente elétricas para moldagem de peças de precisão, as quais incorporam um recurso para aplicação de pressão parcial nos ejetores para garantir o preenchimento completo das cavidades e um nível mínimo de encolhimento após a desmoldagem. Usando como exemplo uma engrenagem de 28 dentes, com 15 mm de largura e diâmetro externo de 31 mm, moldada em poliacetal, a empresa apresentou resultados de medição (veja figura 7) que demonstram o aumento da

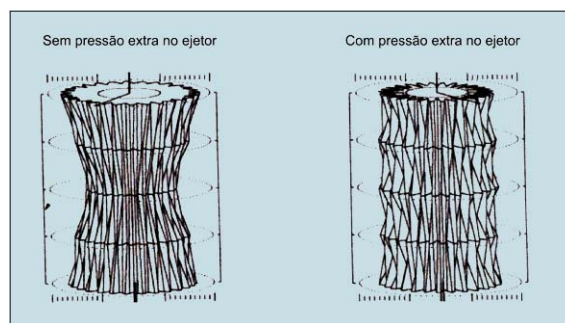


Fig. 7 – Esquema comparativo das medições efetuadas em componentes cilíndricos moldados em uma máquina convencional e em outra equipada com mecanismo para aplicação de pressão parcial no ejetor, fabricada pela JSW



FEIRA

precisão do formato cilíndrico do componente quando aplicada a pressão extra no ejetor.

A chinesa Haitian (www.haitian.com) também decidiu investir em equipamentos totalmente elétricos e divulgou uma linha desse tipo de injetoras, que passará a fabricar a partir do ano que vem. As máquinas serão produzidas somente na China, divididas em três séries de acordo com a sua força de fechamento (de 56 a 116, de 150 a 240 e de 300 a 360 toneladas). Terão roscas com diâmetro entre 20 e 70 mm, relação L/D de 17,4 a 24, peso máximo de injeção de 25 a 910 g e distância entre colunas de 320 x 320 a 740 x 740 mm.

Fabricantes de sistemas de câmara quente diversificam a oferta

Tendo em vista as atuais exigências em termos de complexidade de formato das peças moldadas, dos altos índices de produtividade e das condições de controle necessárias para a obtenção de peças técnicas injetadas e pré-formas de PET, os sistemas de câmara quente estão se tornando imprescindíveis para as empresas deste segmento. Atentas a problemas de moldagem muito específicos, que acabam por se tornar nichos de mercado, as fabricantes deste tipo de sistema têm desenvolvido projetos apropriados a cada condição de moldagem e têm investido muito na participação em feiras, com estandes cada vez maiores e mais completos no sentido de mostrar a diversidade de produtos disponíveis.

A canadense Mold Masters (www.moldmasters.com), por exemplo, destacou a linha Fusion, voltada à produção de peças de grandes dimensões, como as destinadas à indústria automobilística. Os bicos quentes são fornecidos pré-montados no *manifold*, em um conceito modular que facilita o projeto, a montagem no molde e a manutenção. Todo o sistema é equipado com termopares duplos que

evitam a necessidade de interrupção da produção em caso de falhas. As resistências de bico são intercambiáveis entre sistemas e entre bicos de diferentes dimensões, diminuindo a necessidade de estoque de peças de reposição.

Também foram acrescentados ao sistema monitores de temperatura em áreas críticas, estabelecidas no projeto. Este recurso protege toda a instalação e evita danos decorrentes de uma eventual partida a frio, uma vez que não permite que ela funcione nesta condição. O posicionamento das tubulações de água/óleo ou ar também foi revisto: elas passaram a ser embutidas em uma canaleta que integra a estrutura do sistema, aumentando o espaço livre para instalação e manu-

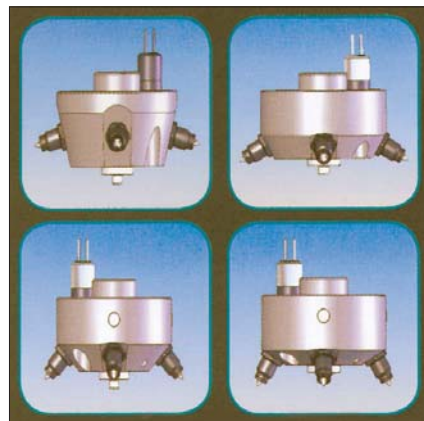


Fig. 8 – Acima, linha Fusion, da Mold-Masters, para peças de grandes dimensões. Abaixo, o Melt Disk com bicos inclinados



FEIRA

70 – PLÁSTICO INDUSTRIAL – AGO. 2006

tenção do molde e reduzindo a necessidade de operações de usinagem em sua placa. A linha Fusion pode ser equipada com o controlador para injeção valvulada seqüencial (SVG, *sequential valve gate*), para aplicação em moldes-família ou peças que requerem um controle rigoroso do preenchimento.

Outro destaque foi o bico Melt Disk, com ponta em formato de disco, que possibilita a injeção horizontal de peças pequenas, como as empregadas na área médica. Cada bico alimenta até oito cavidades, trabalha com baixa queda de pressão de injeção e pode integrar sistemas de múltiplos bicos. Um molde já fabricado emprega 24 *melt disks* para oito cavidades, perfazendo um total de 192 cavidades. Outra vantagem deste tipo de construção de bico seria a facilidade de troca de cor e a distribuição balanceada do material plástico. Também podem ser montados de forma inclinadas (veja a figura 8), adaptável a diferentes projetos de moldes.

A também canadense Husky (www.husky.ca) concentrou esforços na divulgação das vantagens do sistema Ultra Flow, com canais em espiral, que criam um fluxo turbulento no interior do bico e proporcionam a circulação

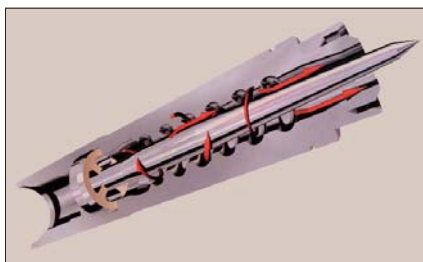


Fig. 9 – O bico Ultra Flow, desenvolvido pela Husky, evita a formação de linhas de fluxo e torna mais rápida a troca de cores

intensa de resina, acelerando, conforme estudos feitos pela empresa, o tempo de troca de cor em até 50% em relação a bicos sem o canal espiralado. Outro ponto favorável é a orientação mais uniforme de cargas e corantes, especialmente os de efeito perolizado. Neste caso, ao favorecer a dispersão do pigmento, o sistema evita a formação de linhas de fluxo. Fabricados também na unidade brasileira da empresa, em Jundiá (SP), desde dezembro de 2005, os sistemas são fornecidos com distância entre centros de 19 mm e suportam pressões de injeção de até 26.000 psi, mas estão disponíveis também em versões especiais que suportam até 35.000 psi. Também foram destaques uma linha especial para a indústria automobilística e o programa Pronto, que prevê o fornecimento de sistemas

de câmara quente em duas semanas, além da montagem de um sistema em um molde de pré-formas de PET com 216 cavidades.

A Incoe, empresa de origem alemã, priorizou a montagem como diferencial de seus produtos: o sistema para injeção valvulada Multi Pin, por exemplo, acomoda bicos para sistema valvulado com distância entre centros de 20 mm. O segredo, neste caso, é acomodar até quatro buchas em um só cilindro, o que possibilita a redução do espaço para montagem. Uma variação deste modelo é a linha DMT3 Micro Multi Tip, que possibilita a montagem de até seis pontos de injeção em uma bucha de 12 mm de diâmetro. A distância entre centros é de apenas 6 mm, dimensões que tornam o produto indicado para a moldagem de peças muito pequenas. Também foi divulgado o Edge Gate (figura 10), destinado à moldagem de peças cilíndricas e contendo até seis bicos posicionados ao redor da parte terminal do cilindro. Já o sistema destinado à indústria automobilística, para peças de grande porte, é equipado com tubulação de cobre para troca de calor embutida na calha. E para contornar um dos principais obstáculos à aceitação dos



sistemas valvulados pelos usuários, ou seja, o preço, a Incoe desenvolveu o Control Gate, um mecanismo híbrido (mecânico e pneumático) para acionamento das agulhas. Como o fechamento

é feito por pressão de ar e o retorno é feito por molas, o custo do sistema cai 50% em relação aos valvulados convencionais. E como a resolução de pequenos problemas nem sempre envolve a

reinvenção de métodos e processos, a empresa apresentou também uma solução bastante simples para evitar que os respingos de resina sobre o bico prejudiquem a troca de cores: passou a fornecer um selo descartável para aplicação ao redor dos bicos, o qual é removido assim que cessam os respingos da cor anterior.

Também alemã, a Hasco (www.hasco.com) lançou na feira um sistema de válvula-agulha acionado magneticamente e controlado de forma integrada com a máquina injetora, compatível com modelos totalmente elétricos. Devido ao fato de dispensar o uso de lubrificantes, é indicado para aplicações da área de tecnologia médica, de alimentos e é fornecido com agulhas com 2, 2,5 ou 3 mm de diâmetro. Outro exemplo de solução simples, desta vez mostrada pela Hasco, foi o selo plástico para

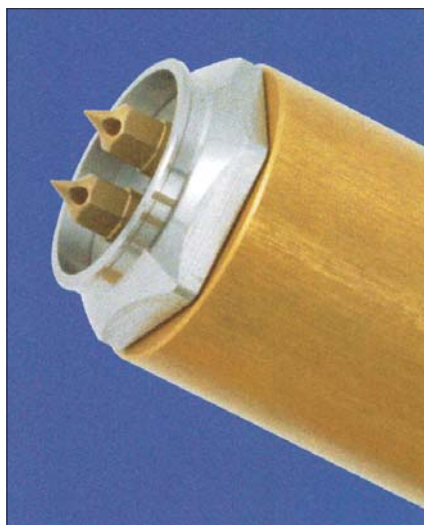


Fig. 10 – Edge Gate, o sistema da Incoe para moldagem de peças cilíndricas. Ao lado, o DMT3 Micro Multi-Tip, com distância entre centros de 6 mm

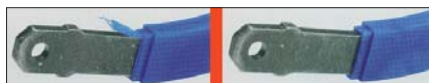
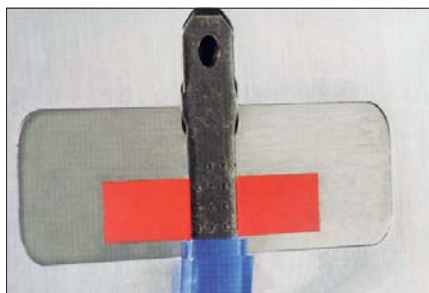


Fig. 11 – Selo posicionado ao redor do inserto e, abaixo, a mesma peça moldada com e sem o selo

aplicação em insertos metálicos a serem sobremoldados. Posicionado ao redor do inserto, o selo evita que se forme uma rebarba de resina que costuma demandar operações de rebarbação após a desmoldagem (veja figura 11).

A norte-americana R&D optou por desenvolver um sistema de câmara quente especial para máquinas de injeção-estiramento-sopro, agora adaptado para máquinas de injeção-sopro em um estágio. Denominado Gênesis, ele foi projetado para instalação em modelos das marcas Uniloy e Jomar.



Fig. 12 – Sistema de câmara quente desenvolvido pela R&D para máquinas de injeção-sopro (um estágio)

Fabricantes de sopradoras concentram esforços no aquecimento de pré-formas

Os fabricantes de sopradoras apresentaram como recurso mais recentemente incorporado aos diversos modelos de máquinas o sistema de aquecimento preferencial das pré-formas, que facilita a obtenção de frascos ovais ao aquecer mais intensamente os lados da pré-forma que chegam a sofrer até duas vezes mais estiramento (veja figura 13). Este tipo



Fig. 13 – O aquecimento preferencial, recurso apresentado por muitos fabricantes de sopradoras, prepara as pré-formas para um estiramento com diferentes requisitos de temperatura em cada lado

de mecanismo de aquecimento foi destaque no estande da japonesa ASB (<http://nisseiasb.com.br>), que apresentou também o protótipo do seu modelo de máquina totalmente elétrica para injeção, estiramento e sopro, o



Fig. 14 – Máquina totalmente elétrica para injeção, estiramento e sopro de pré-formas de PET, lançada pela ASB

qual incorpora as vantagens já observadas nas injetoras elétricas, como a economia de energia. Esta, segundo informações da ASB, chegaria até 60%, em comparação ao desempenho de um equipamento hidráulico equivalente. Ainda em fase de testes, o modelo 15N/10E deverá ser lançado dentro de alguns meses, visando principalmente o segmento de embalagens para produtos médicos, farmacêuticos, cosméticos e alimentícios, com produção em sala limpa.

Nas máquinas da também japonesa Aoki (www.aokitech.com.br), o aquecimento preferencial é feito ainda no interior do molde de injeção das pré-formas, e é recomendado ainda para a moldagem de frascos de formato assimétrico.

Além de divulgar máquinas que efetuam o aquecimento preferencial, a alemã SIG (www.sigcorpoplast.com) ressaltou ainda o conceito de *value added bottling*, ou seja, “produção de frascos com valor agregado”, em alusão à implementação da técnica Plasmax (www.sigplasmax.com), para produção de frascos com barreira. O processo, auxiliado por plasma, faz o recobrimento do interior dos frascos com uma camada de vidro (óxido de silício), evitando, no caso do envase de sucos, a oxidação de vitaminas e alterações de cor e sabor durante o armazenamento. No caso das bebidas carbonatadas, a barreira evita a permeação de oxigênio e a perda de gás. Já divulgada no Brasil, a técnica envolve a aplicação de uma fina camada de vidro (SiOx) por um processo patenteado pela empresa HiCotec Schott, também da Alemanha, e denominado deposição química a vapor intensificada por plasma (PICVD, *plasma impulse chemical vapour deposition*). A espessura da camada varia de 0,01 a 0,1 μm .

Já o destaque da alemã Krones (www.krones.com.br) foi o sistema de aquecimento Wall Wisard, instalado nas máquinas da linha Contiform, para estiramento e sopro. Trata-se de um método de controle baseado em nove

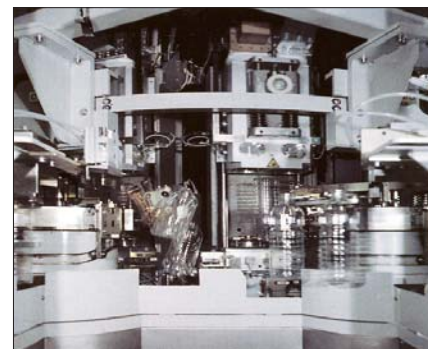


Fig. 15 – Detalhe da unidade de deposição da camada de barreira pelo processo Plasmax, da SIG



FEIRA



Fig. 16 – A Sidel optou por oferecer uma linha de máquinas para produção em pequena escala, mas com os recursos disponíveis em máquinas de grande porte

sensores de temperatura distribuídos de modo a detectar e corrigir as faixas de temperatura ao longo de cada frasco durante o processo, o que assegura o aquecimento preciso das regiões pré-definidas, criando condições para um estiramento uniforme.

A francesa Sidel (www.sidel.com) seguiu uma linha similar e destacou em seu estande a linha SBO Compact, equipada com o sistema de aquecimento programado em função do projeto da garrafa, que também tem sido empregado na moldagem de frascos ovais para cosméticos. Embora equipadas com recursos similares aos da série Universal, mais completa, as

máquinas da linha Compact são voltadas a empresas com demanda na faixa de 3.000 a 7.000 frascos por hora, com volumes de 0,25 a 3 litros, sendo que um modelo especial da série pode moldar frascos de até 10 litros.

A subsidiária norte-americana da Bekum (www.bekumamerica.com) apresentou um equipamento para extrusão-sopro de frascos de 236 ml em PEAD, desenvolvido para atender uma demanda bem típica do consumidor dos Estados Unidos, que são as embalagens de leite em pequenas dimensões para merenda escolar. Os frascos de PEAD, segundo aposta a Bekum, têm custo final e propriedades para competir com embalagens cartonadas. A sopradora, denominada Tandem Blow, possui um sistema de controle do *parison* de alta precisão, que permite extrudar um tubo longo e com distribuição de paredes adequadas à moldagem de duas garrafas por cavidade do molde, o que, teoricamente, dobraria a produtividade da máquina. Este princípio consiste em, após a extrusão do tubo maior e o sopro, a peça, ou seja, as duas garrafas ligadas pelo gargalo (veja figura 17), ser cortada por um dispositivo instalado na máquina especialmente para tal operação.

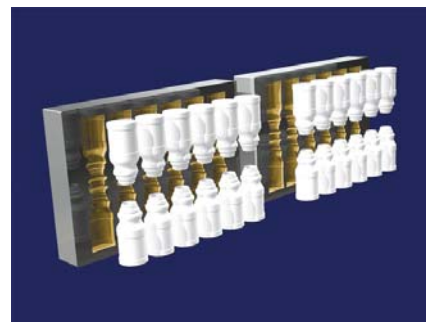


Fig. 17 – O sistema de corte do material soprado, apresentado pela Bekum, permite a moldagem de dois frascos por cavidade do molde

Termoformação mais produtiva

Buscando recuperar o terreno perdido no setor de embalagens por conta do advento das injetoras de ciclo rápido, voltadas à fabricação de peças de paredes finas, fabricantes de termoformadoras divulgaram o desenvolvimento de modelos de grande capacidade produtiva e projetados para a moldagem de chapas de diferentes materiais, especialmente as de polipropileno. Foi o caso da alemã Illig (www.illig.de), que apresentou a sua “terceira geração” de máquinas e colocou em funcionamento no seu estande um modelo com ferramental rotativo, que executa 36 ciclos por minuto, operando com um molde de 24 cavidades. A

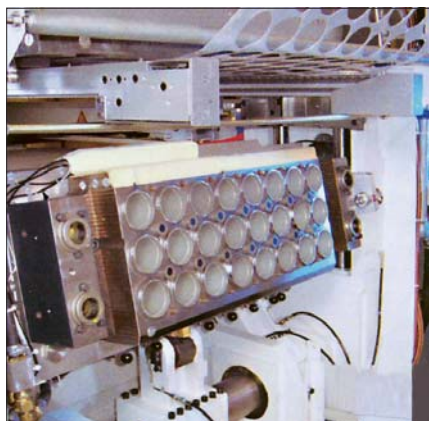


Fig. 18 – Detalhe da termoformadora da Illig: “terceira geração” de máquinas recebeu aprimoramento

máquina é equipada com um sistema de pré-aquecimento controlado do material e de todos os componentes do ferramental, o que assegura uma qualidade constante para as peças moldadas e reduz o índice de itens fora de especificação, normalmente resultante de problemas com o aquecimento.

Já a Hekuma (www.hekuma.com) desenvolveu uma unidade automatizada para aplicação de rótulos no interior do molde de termoformação. Os rótulos, fabricados com o mesmo material da peça moldada (PP, PVC, PEAD, PS ou PET) são posicionados por robôs na cavidade do molde. Com a conformação da chapa, o filme adere à peça por pressão. Este mecanismo foi demonstrado pela empresa na edição de 2004 da K, mas a companhia o aperfeiçoou para a aplicação de rótulos com circuitos integrados de identificação por radiofrequência. Esta nova versão ainda está em fase de testes, mas a produção em escala comercial deve começar a partir do ano que vem.

A também alemã Geiss (www.geissttt.com), especializada em máquinas de grande porte, próprias para a moldagem de autopeças, destacou o seu sistema de aquecimento, baseado no

uso de lâmpadas halógenas que promovem um aquecimento uniforme e direto no núcleo dos materiais, a exemplo do verificado em sistemas de microondas. Isso impede a ocorrência de distorções na moldagem, um fator importante no trabalho com as chapas pré-revestidas, com as quais a Geiss tem feito experimentos.

Extrusão

Além do enfoque dado à produção de compostos plásticos com madeira, as empresas de extrusão que apresentaram desenvolvimentos técnicos mais significativos o fizeram na área das matrizes, como a alemã Reifenhäuser (www.reifenhäuser.com), que divulgou um pacote de acessórios para aumentar o desempenho da fabricação de filmes tubulares. Ele consiste em uma matriz para a produção de filmes com três camadas, a qual foi aperfeiçoada em



FEIRA

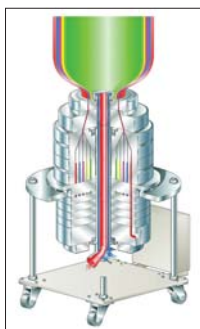


Fig. 19 – Esquema do novo sistema REI2Cool da Reifenhäuser para resfriamento de filme tubular

termos de pressão e produtividade e possui fornecimento central de ar para o resfriamento interno da bolha, além de um novo sistema de anel de ar para resfriamento com estágio duplo, denominado REI2cool (figura 19).

Esta ferramenta foi projetada de modo a proporcionar uma pré-distribuição da resina fundida melhorada do ponto de vista reológico e térmico, em conjunção com uma nova disposição de mandris espirais. Seu projeto muito compacto reduziu o tempo de residência da resina, viabilizou canais de fluxo suave e permitiu uma distribuição muito uniforme de resina fundida na saída da matriz. Ela foi concebida para transformar resinas metalocênicas e PELBD, bem como novos graus de PE bimodais ou resinas de PP. O fornecimento central de ar proporciona maior capacidade de resfriamento para o interior da bolha. O novo sistema REI2cool de ar para resfriamento possui alto desempenho, sendo vital para o aumento da produtividade do equipamento. Este sistema, de duplo estágio, apresenta anéis de ar ajustados para resfriamento do filme tubular. O estabilizador, com múltiplos orifícios, proporciona correntes uniformes de ar com capacidade de resfriamento eficiente. O resfriamento externo é feito com dois anéis de ar que podem ter suas alturas ajustadas em função da estrutura e da geometria do filme tubular. Esse pacote para melhoria do desempenho proporciona aumento de produtividade de aproximadamente 25 a 30% em comparação com linhas convencionais.

A Extrusion Dies Industries (EDI, www.extrusiondies.com) apresentou uma matriz plana para co-extrusão de

filmes planos e aplicação de revestimentos que resulta em semi-acabados com um grande número de camadas micrométricas, o que possibilita melhorar propriedades de barreira a gases, umidade e encapsular no filme géis ou produtos não-fundidos, por exemplo. A tecnologia é baseada em um sistema desenvolvido pela Dow, denominado “multiplicador de camadas” (*layer multiplier*). Na configuração típica destas matrizes, três ou mais materiais fundidos fluem em uma corrente dentro do bloco de alimentação, de modo a formar uma estrutura em sanduíche. Estes materiais são introduzidos no dispositivo de “multiplicação”, que divide o material em três estágios: uma estrutura em três camadas, por exemplo, é separada em 12 e, posteriormente, em 48, conforme mostra a figura 20. O filme é então distribuído pela matriz para atingir a largura projetada. Segundo estimativas da EDI, seria possível extrudar semi-acabados com espessura de 50 μm e 80 camadas.

Esta técnica já é utilizada na fabricação de filmes ópticos para montagem de telas de aparelhos eletrônicos, um tipo de aplicação que não foi licenciada pela Dow para a EDI.

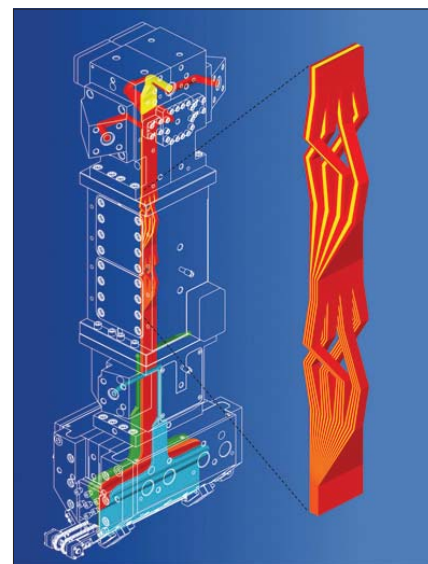


Fig. 20 – O esquema acima mostra a multiplicação de camadas em três estágios: a estrutura em sanduíche, com três camadas, é convertida em 12 e depois em 48. Outra seqüência possível seria 5, 20 e 80 camadas



A fabricante de ferramental poderá fornecer matrizes e blocos de alimentação para extrusão das camadas multiplicadas destinadas à produção de filmes orientados, chapas, aplicação de revestimentos por extrusão (*extrusion coating*) e fabricação de filmes por evaporação de polímero dissolvido em solvente (*casting*).

Sistemas de monitoração

Uma tendência observada na NPE 2006 é a crescente monitoração dos parâmetros operacionais dos processos de transformação de plásticos. Isso está se tornando cada vez mais viável graças à sensível redução dos custos dos sensores e dos sistemas computadorizados para aquisição e análise de dados. Um exemplo dessa tendência é o dispositivo para gerenciamento do desgaste de roscas e canhões de extrusoras apresentado pela Glycon Corporation (www.glycon.com), o qual permite o controle desse problema sem que haja a necessidade de paradas prolongadas do equipamento.

Como se sabe, as características de fusão e mistura durante a plastificação da resina são definidas pela interação entre a rosca rotativa e o canhão

estacionário. Essas características se degradam à medida que a abertura radial entre a rosca e o canhão aumenta em consequência do desgaste desses componentes, requerendo correções em termos de velocidade de rosca e perfis de temperaturas objetivadas. Contudo, acima de um determinado valor dessa abertura, não é mais possível efetuar correções, ocorrendo então grande aumento do consumo de energia da extrusora e queda da sua produtividade.

A Glycon desenvolveu o sistema *SmartBarrel*, mostrado na figura 21, para permitir a monitoração relativamente fácil do desgaste do canhão e da rosca, além de evitar que o equipamento atinja um estado crítico sob esse aspecto. O sistema deve ser instalado em um canhão novo ou que esteja sendo recuperado. Ele consiste, basicamente, na execução de um furo na parede do canhão, o qual é tampado por um plugue rosqueado, feito com material similar ao do canhão, reconstituindo seu formato original. Geralmente esse furo é localizado nos pontos considerados mais críticos em termos de desgaste. A primeira medição do sistema, tomada como base, é feita antes da unidade

de plastificação entrar em operação. A frequência de monitoração é determinada conforme as condições específicas de operação do equipamento. Máquinas que processam materiais reforçados com fibras de vidro, por exemplo, tendem a apresentar desgaste mais acentuado. No momento das demais medições, a operação da máquina é paralisada e o plugue, desparafusado. O desgaste do canhão é medido com a verificação do desgaste que ocorreu na ponta interior desse plugue. Por sua vez, o desgaste da espira da rosca é medido com a inserção de um medidor de profundidade através do furo. Essa medição é feita em minutos e com a máquina mantida sob temperaturas bem próximas daquelas de sua operação normal. A partir da correlação entre os valores de desgaste medidos e dos respectivos valores dos parâmetros operacionais (vazão, temperatura da resina fundida, contra-pressão, etc.), o transformador pode determinar quando será atingido um ponto crítico do ponto de vista operacional.

Foi verificado que o efeito deletério do desgaste sobre o desempenho da máquina inicialmente apresenta caráter linear, passando a ter efeito



FEIRA

80 – PLÁSTICO INDUSTRIAL – AGO. 2006




Fig. 21 – Sistema SmartBarrel, desenvolvido pela Glycon Corporation para facilitar a medição de desgaste do canhão e da rosca de extrusoras

exponencial acima de um determinado valor. O ideal é que o transformador determine o valor de desgaste correspondente ao início da transição linear-exponencial do efeito do desgaste sobre o desempenho do equipamento.

Um aperfeiçoamento deste método, que ainda se encontra sob desenvolvimento, permitirá a monitoração automática e contínua da abertura entre o canhão e a rosca sem que seja necessário interromper o funcionamento da máquina, com o uso de sensores baseados em correntes parasitas (*eddy current*). De acordo com a Glycon, esse novo sistema, denominado *Flite-Scan*, deve ser comercializado em breve. Também participam deste desenvolvimento a *Dynisco Inc.* (www.dynisco.com), que fornece os sensores compatíveis com as severas condições do processo de plastificação, e a *RJG Inc.* (www.rjginc.com), com seus sistemas de coleta e análise de dados. Este dispositivo melhorado de monitoração permite correlacionar o número de horas trabalhadas e a quantidade de massa de resina processada com os valores de abertura canhão/rosca medidos, juntamente com a vazão de material e os custos de operação. O objetivo final deste procedimento é a determinação, com a maior precisão possível, do momento em que se deve substituir o canhão e/ou a rosca, de modo a manter a eficiência e a lucratividade do processo.

Outro exemplo da tendência no sentido de monitorar os processos de transformação foi um viscosímetro *on-line* lançado pela Gneuß (www.gneuss.com), o qual permite controlar a evolução da viscosidade da resina que está sendo processada durante a operação do equipamento de transformação. Seu princípio de funcionamento pode ser visto na figura 22. Em primeiro lugar, uma bomba de engrenagens para dosagem, com alta precisão, desvia uma pequena quantidade de resina fundida a partir do canal principal do equipamento de transformação, a qual é bombeada através de uma ranhura capilar usinada sob alta precisão. São então medidas a temperatura e a pressão da resina fundida em dois pontos desse circuito. A partir desses dados são feitos cálculos internos, obtendo-se os valores da taxa de cisalhamento e a viscosidade correspondente. A resina fundida que serviu de base para a medição volta ao canal principal do equipamento, reincorporando-se ao fluxo principal de resina. Entre as vantagens citadas pelo fabricante para este tipo de sensor estão a ausência de perdas de resina fundida, variações mínimas de temperatura (menores do que 2°C) de todas as peças em contato com o fundido, possibilidade de limpeza do dispositivo sem necessidade de parada do equipamento e possibilidade de adaptação a linhas de extrusão já existentes.

A Göttfert (www.goettfert.de) apresentou o reômetro capilar *on-line* para monitoração da viscosidade modelo RTR. De acordo com a empresa, trata-se de um conceito patentado que usa um sistema de três bombas para coletar a resina fundida a ser testada, a qual posteriormente retorna ao fluxo principal de resina no canhão, conforme mostrado na figura 23. Ele proporciona maior rapidez na determinação da viscosidade de resinas com baixo índice de fluidez e apresenta uma série de vantagens em relação aos instrumentos que usam matriz com ranhura, por se tratar de um reômetro capilar: 

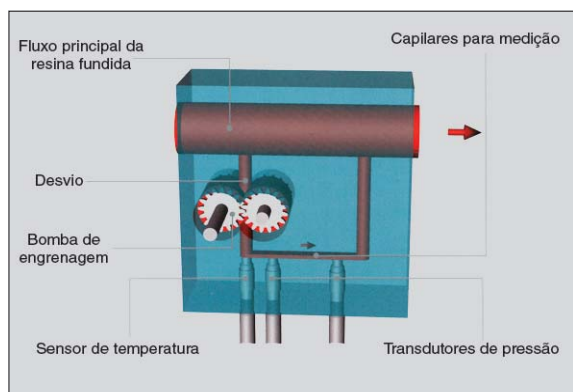


Fig. 22 – Esquema de funcionamento do viscosímetro on-line lançado pela Gneuß na NPE 2006

- melhor correlação com os valores de índice de fluidez do fundido determinados em laboratório, devido à similaridade entre os dois aparelhos;
- a seção circular do capilar possui melhor capacidade de auto-limpeza do que uma ranhura, que apresenta cantos mortos;

ele requerer apenas um orifício no canhão com diâmetro mínimo de 26 mm. O tubo de conexão é anular, com a resina sendo conduzida ao reômetro pelo tubo interno e retornando através do anel externo delimitado pelo tubo externo e tubo interno. Dessa maneira, pode-se interromper o fluxo de resina usando uma única válvula. Essa

- a janela de medição é maior;
- há menor tendência de escorregamento em um capilar com seção circular;
- é possível usar um segundo capilar para estender a faixa de medição, obtendo-se um espectro de viscosidades.

Uma outra característica interessante deste equipamento é o fato de

característica é muito interessante quando se adaptam extrusoras antigas com problemas de limitação de acesso.

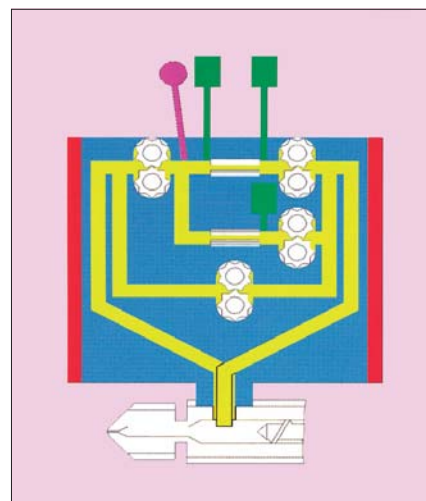


Fig. 23 – Diagrama esquemático do reômetro capilar on-line desenvolvido pela Göttfert. Note-se a presença de três bombas para coleta da resina fundida a ser testada e sua entrada/saída através de um único orifício anular



A AgrTopWave (www.agrtopwave.com) mostrou seu novo aparelho para teste *on-line* de pressurização de garrafas PET, modelo PPT3000, que, além de proporcionar os dados de pressão e expansão de volume já esperados, agora possui também a capacidade de prever as características de sua vida de prateleira (figura 24). Isso se tornou possível a partir da análise dos dados produzidos pelo instrumento com o modelo matemático para previsão do desempenho do recipiente M-RULE, desenvolvido pela Container Science Inc. (www.container-science.com). Esse conjunto permite que o transformador verifique, no exato momento da manufatura da garrafa ou recipiente, o seu desempenho previsto para tempo de prateleira, o qual poderá ser confirmado posteriormente em testes de rotina

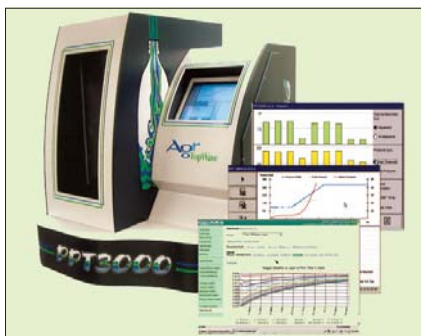


Fig. 24 – Equipamento para ensaio on-line de pressurização de garrafas de PET, modelo PPT3000, que, acoplado ao modelo M-RULE, permite prever a vida de prateleira do recipiente

em laboratório, feitos a longo prazo. Desse modo, o fabricante de garrafas pode responder de maneira ágil em caso de problemas de processo, identificando-os e solucionando-os prontamente, além de reduzir a quantidade de produtos defeituosos.

Um outro exemplo de controle *on-line* da qualidade é o sistema VeriColor Spectro para medição contínua de cor sem contato durante a extrusão de resinas plásticas, desenvolvido pela Facts Process Control Systems (www.facts-inc.com) em conjunto com a X-Rite (www.xrite.com). Esta nova tecnologia para medição *on-line* usa um espectrofotômetro que proporciona medições absolutas de cor (L^*a^*b) e identificação de cor do produto extrudado, podendo estar distante até 100 mm do material a ser analisado. A idéia é que o sistema permita o ajuste de cores aos requisitos especificados para o produto e proporcione controle em laço fechado de sistemas alimentadores de extrusoras, de modo a manter e controlar as tolerâncias de cor do produto. Outras vantagens proporcionadas

por esse modelo são a redução da variação de cores de lote para lote, a eliminação da necessidade de amostragem e medição em laboratório, redução do sucateamento de material, aceleração da partida da extrusora e aquisição de dados dos produtos para análises de histórico.

A Foba (www.foba.de) apresentou aparelhos de marcação ou gravação de peças plásticas tridimensionais a *laser* com um sistema de correção *on-line* da direção do raio. Antes de iniciar o trabalho, o operador registra uma imagem-modelo do item que será marcado. Quando a peça é posicionada no equipamento, um sistema de captura de imagens verifica se há incorreções no posicionamento deste item e passa as informações para a fonte do *laser*. Caso alguma peça esteja em um ângulo ou local incorreto, o *laser* é desviado automaticamente para aplicar o raio no local exato, reduzindo a quase zero a geração de refugos nesta operação. Esse método foi lançado pela empresa em 2005 e está sendo utilizado para gravação e marcação de itens como botões de fogões e aparelhos eletroeletrônicos.

A Wittmann (www.wittmann-ct.com), empresa que tradicionalmente fabrica periféricos e robôs, lançou na feira um sistema de monitoramento e coleta de dados sobre o fluxo de material presente nos periféricos de toda a linha de produção. O conjunto consiste em controladores (M7-Teach) ligados a um sistema de barramento CAN. Podem ser monitorados equipamentos como transportadores a vácuo, sopradores, filtros, válvulas, secadores e podem ser coletados dados como temperatura de processamento nos equipamentos, vazão, tempo de vácuo e ponto de orvalho. O sistema permite o acesso via Internet aos dados coletados, assim como a integração com aplicativos computacionais de mo-

nitoramento utilizados na planta, como programas de planejamento de recursos da empresa (ERP, *enterprise resource planning*).

Ferramentas e unidades de plastificação

A Entek Extruders (www.entek-mfg.com) apresentou um novo processo de manufatura para a fabricação de canhões de extrusão revestidos com carbeto. Nesta abordagem, é empregado um material cuja microestrutura apresenta matriz exclusiva de níquel com carbeto esférico, com maior rigidez e melhor resistência ao desgaste, uma vez que esses carbeto apresentam ausência de

- melhor resistência ao desgaste, três vezes superior à obtida com aço-ferramenta;
- resistência superior à corrosão devido à matriz de níquel;
- maior espessura de revestimento anti-desgaste (3,80 mm contra 0,25 a 1,65 mm em canhões convencionais);
- ausência de cordões de solda no interior do canhão, pois o processo desenvolvido pela Entek proporciona completa cobertura do carbeto ao longo da parede interna, eliminando a possibilidade de trincamento, lascamento e desgaste prematuro;
- resistência melhorada na interface entre a base do canhão e o revestimento, uma vez que é

usada uma ligação metalúrgica para unir o revestimento de carbeto ao corpo do canhão.

A crescente popularidade dos compostos de madeira e resina também estimulou o desenvolvimento de matrizes e ferramental específicos para a transformação desse material. Os primeiros transformadores que proces-

saram essas formulações sofreram problemas associados ao aparecimento de distorções, torções, vazios, deformação por caimento (cedagem) no centro do produto e variações excessivas de tolerância, forçando reduções do ritmo de suas máquinas. A Guill Extrusion Tooling (www.guill.com) procurou resolver esse problema projetando uma linha de matrizes de extrusão específicas para o processamento desse material, a qual recebeu o nome de Equaflow II, mostrada na figura 26. Elas são apropriadas para a fabricação

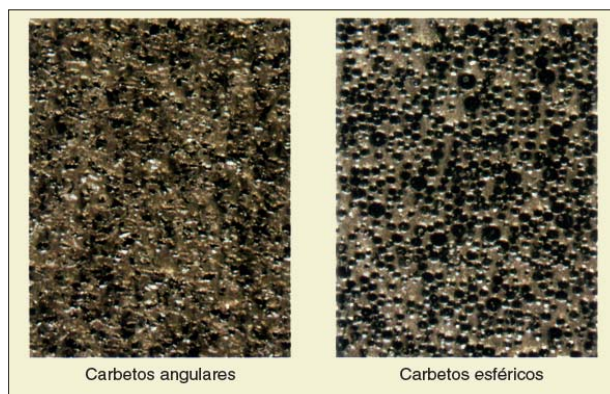


Fig. 25 – Estas micrografias foram obtidas a partir de uma superfície exposta ao desgaste e mostram as melhores características anti-desgaste dos carbeto esférico em relação aos angulares. Isto explica a melhor resistência à abrasão dos canhões para extrusão fabricados pela Entek, que são revestidos internamente com os carbeto esférico

bordas agudas, que tenderiam a se trincar sob impacto. A figura 25 mostra a diferença entre os carbeto angulares convencionais e os novos, esféricos.

Os canhões revestidos internamente com carbeto são recomendados para uso em extrusoras que estejam sujeitas a altos níveis de abrasão e corrosão causados por materiais contendo altos teores de cargas, o que permite aumentar significativamente a vida útil do equipamento. Foram constatados os seguintes benefícios:

de extrudados de compostos resina/madeira com núcleo sólido, núcleo vazado, com camada única ou múltiplas camadas. O seu conceito básico, agora já em sua segunda geração, consiste em proporcionar fluxo uniforme em todas as seções do extrudado com a distribuição balanceada de material, a qual é conseguida pela implantação de um sistema patentado de reservatórios. Dessa maneira, são resolvidos os problemas que ocorriam durante o processamento desse material, como falta de confiabilidade na produção, geração de desvios, não-atendimento a tolerâncias dimensionais e baixas velocidades de produção.

A Fast4m (www.fast4m.com) apresentou um novo conceito para a fabricação de moldes usados em processos de injeção, injeção reativa, compressão, expansão e sopro, entre outros. Ao invés de usinar a cavidade do molde a partir de um bloco maciço de metal, a abordagem adotada por essa empresa para a fabricação de ferramentas foi inspirada na estratégia de “construção em camadas”, típica da prototipagem rápida. O esboço do



Fig. 26 – A matriz EquaFlow II, produzida pela Guill Extrusion Tooling, é a segunda geração de ferramental produzido especialmente para a extrusão de compostos de madeira com resina plástica, projetada de modo a garantir fluxo balanceado ao longo de toda a área transversal do extrudado

molde é construído pela sobreposição de chapas metálicas com espessuras entre 0,75 e 6,35 mm, unidas entre si por processos patentados de união por brasagem ou infiltração, garantindo de 92 a 94% da resistência mecânica de um

bloco maciço de aço. Essas chapas são previamente cortadas, geralmente a *laser*, e puncionadas, obtendo-se, desse modo, um esboço do molde já próximo de seu formato final (ele sofre apenas uma usinagem de acabamento para assumir a forma desejada).

O processo de brasagem permite que sejam usadas chapas de diferentes materiais, conforme a sua localização específica dentro do molde, como alumínio, por exemplo, nas proximidades dos canais de refrigeração, contribuindo para acelerar o resfriamento da peça de plástico moldada e reduzir o seu tempo de ciclo. Além disso, essa abordagem de construção do molde proporciona maior liberdade de projeto, permitindo a configuração de canais de resfriamento conformais, ou seja, projetados especificamente conforme o formato da peça que está sendo produzida, de modo a acelerar o seu resfriamento. Isso permite uma redução típica de cinco a sete vezes do tempo necessário para o resfriamento do componente moldado, de modo a reduzir o tempo total de ciclo entre 17 e 57%. De acordo com o



fabricante, esta abordagem aparentemente artesanal não eleva os custos de fabricação e nem o tempo de manufatura do molde, uma vez que a possibilidade de obter um esboço do molde pela deposição das chapas reduz as necessidades de usinagem (de 50 a 75% dos casos). A durabilidade dos moldes feitos por esse novo processo é comparável com a dos convencionais.

A incorporação de processos de manufatura no molde, tais como pintura e montagem, apareceram mais discretamente nesta edição da NPE depois dos vários avanços mostrados na edição de 2003 e na última K, em 2004. O evento técnico paralelo à NPE dedicou um seminário a esta tecnologia, o qual contou com palestras das principais empresas atuantes neste setor, como a Bayer (www.bayer.com)

e a Gram Technology (www.gramtechnology.com). A Engel (www.engel.at) apresentou em seu estande um exemplo de montagem no molde aplicado ao caso da fabricação de uma carcaça de ferro elétrico. Neste caso, seis peças são moldadas em duas cores diferentes, sendo uma peça decorada no molde com um filme. A seguir, esses seis componentes são montados no molde automaticamente, dispensando qualquer etapa a ser realizada fora da injetora.

Já o processo de decoração no interior do molde (*in mold labelling*) foi ostensivamente utilizado por vários fabricantes de máquinas, como Engel, Krauss-Maffei (www.krauss-maffei.de), Demag (www.dpg.com), Husky (www.husky.ca) e Netstal (www.netstal.com), entre outros, como uma forma de aumentar a

produtividade na fabricação de recipientes com paredes finas e decorados, corroborando uma tendência já observada em várias feiras anteriores. Neste caso, esse recurso proporciona um significativo ganho de competitividade para o processo de moldagem por injeção em relação à termoformação. Uma das aplicações mostradas consistiu na fabricação de copos de plástico de grande volume (650 ml) revestidos com um filme decorativo holográfico aplicado durante a moldagem, fornecido pela Xtreme Graphics (xtremegraphics.com). A técnica holográfica confere grande impacto visual ao copo, o que sem dúvida será útil para fins publicitários. É interessante notar que outros grandes fabricantes de injetoras, como Engel, Netstal e Krauss-



FEIRA

Maffei, apresentaram esse mesmo tipo aplicação nesta edição da NPE. No caso desta última empresa os copos são feitos em moldes com oito cavidades. A inserção dos rótulos no molde, a remoção dos copos do molde e o seu empilhamento são feitos pelo mesmo robô.

Ainda dentro dessa tendência, a Husky (www.kusky.ca) apresentou as máquinas Hyletric 120, destinadas à injeção de potes com paredes finas e aplicação de rótulo no mesmo processo. O equipamento foi montado com um sistema robotizado para posicionamento dos rótulos e retirada da peça decorada que possibilita a execução de ciclos de 2,4 s. A retirada do item moldado e o posicionamento do rótulo para a próximo ciclo ocorrem com a ferramenta ainda em movimento de abertura. Esta operação, aliada ao uso de acumulador de nitrogênio para impulsionar a unidade de fechamento e um sistema de câmara quente valvulado, resultam em um tempo de injeção de 0,08 s e tempo de saída de aproximadamente 0,04 s.

A decoração na ferramenta está ganhando tanta importância no mercado norte-americano que empresas e entidades ligadas à fabricação de peças plásticas a criaram a *In-Mold Decorating Association* (IMDA, www.imdassociation.com), formada por transformadores, empresas de impressão, fornecedores de matéria-prima e equipamentos. Entre os serviços prestados pela IMDA aos seus associados estão a elaboração de relatórios sobre novas técnicas, estudos de mercado, boletins, cursos, conferências, publicação de uma página na Internet e a divulgação da técnica e dos seus produtos em feiras e congressos.

Aditivos

A grande aceitação dos compostos de madeira/resina plástica

também está movimentando os fabricantes de aditivos para este tipo de formulação. A Struktol (www.struktol.com/plastics) apresentou na NPE 2006 uma série de pacotes de aditivos que tem como objetivo garantir a dispersão e a homogeneização da mistura de resina plástica e pó de madeira, bem como a lubrificação do ferramental durante a sua transformação e a melhoria da resistência da interface resina/madeira. No momento há aditivos para fabricação deste tipo de composto com matriz de PE, PP, PVC, ABS ou PS.

A reciclagem de peças plásticas sobremoldadas ou constituídas de múltiplos componentes feitos com diferentes resinas é problemática, já que os grânulos resultantes de sua trituração poderão apresentar separação difícil caso as suas densidades sejam similares. A Eriez (www.eriez.com) apresentou uma solução interessante: basta incorporar à resina a ser separada cerca de 1% de PoliMag, um aditivo que torna o plástico capaz de ser separado magneticamente pelo processo PoliMag, desenvolvido pela Eriez e que lança mão de um magneto de terras raras extremamente poderoso, denominado Erium. De acordo com a empresa, essa carga magnética não afeta as propriedades físicas da resina ou da peça moldada, ainda que lhe conceda uma pequena suscetibilidade magnética. No caso de materiais quimicamente ligados é necessária uma porcentagem maior de contato superficial, o que também demanda a trituração da sucata plástica em grânulos menores.

A presença de metais pesados em plásticos está sendo cada vez menos tolerada. A Diretriz da Comunidade Européia 94/62/EC estabeleceu que o somatório das concentrações de chumbo, cádmio, mercúrio e cromo hexavalente em materiais usados nas embalagens para consumidores



FEIRA

90 – PLÁSTICO INDUSTRIAL – AGO. 2006

não deve ultrapassar 0,01% (100 ppm). Em julho deste ano entrou em vigor outra diretiva, a 2002/95/EC, que limita a concentração total de chumbo, mercúrio, cádmio, cromo hexavalente, bifenil polibromado e difenil-éter polibromado em equipamentos eletroeletrônicos sucatados. Neste caso, o limite máximo para a concentração de cádmio será de 100 ppm e de 1.000 ppm para os demais elementos. É de se esperar que no futuro essas restrições se disseminarão pelo mundo afora, tornando necessário um maior controle não só das matérias-primas virgens, como também das resinas recicladas produzidas antes da entrada em vigor dessas novas diretrizes, de modo a evitar a reentrada em circulação desses elementos perigosos. A Niton (www.niton.com) ofereceu uma solução para esse problema: o analisador portátil de plásticos Niton XLt usando fluorescência por raios-X, que permite o controle da qualidade e classificação local de resinas plásticas. Sua portabilidade torna fácil o uso onde quer que seja necessário, seja num galpão, na linha de montagem ou sobre um

caminhão. Sua interface digital permite integração aos sistemas de controle da qualidade, possibilitando o arquivamento dos dados para referência futura. De acordo com o fabricante, os resultados da análise química quantitativa simultânea de titânio, cromo, ferro, cobre, zinco, selênio, bromo, cádmio, estanho, antimônio, mercúrio e chumbo podem ser obtidos em menos de um minuto, requerendo pequena ou mesmo nenhuma preparação da amostra. Além disso, a fluorescência por raios-X é um método não-destrutivo, que não afeta a amostra. Os limites mínimos de detecção para esse aparelho são de 25 ppm para cádmio e 10 ppm para chumbo, em PE e PVC. No caso do PE, esses limites sobem para 75 e 25 ppm, respectivamente, caso haja a presença de 3 a 5% de bromo.

A Bayer (www.bayer.com) anunciou o desenvolvimento de um processo inédito para a fabricação econômica de nanotubos de carbono com múltiplas paredes e grau de pureza ultra-alto. De acordo com a empresa, esse aditivo permitirá a obtenção de formulações de resinas plásticas com características

mecânicas, elétricas e físico-químicas excepcionais sob teores de carga menores do que quando se usam aditivos convencionais. Pelo menos uma empresa já está usando esse produto, que possui o nome comercial Baytube, na fabricação de bastões para hóquei, proporcionando a esses componentes maior flexibilidade e resistência a impacto, solicitações cruciais para este esporte particularmente vigoroso.

A Milliken (www.milliken.com) desenvolveu filmes para conversão de embalagens alimentícias fabricados com polipropileno clarificado, que apresenta transparência similar à de resinas mais caras, como o PET, e permite a co-extrusão com materiais com propriedades de barreira, como EVOH e PA. O objetivo da empresa é divulgar uma nova forma de aplicação do seu agente clarificante Millad 3988, que foi amplamente enfatizado na edição da feira K de 2004 para produção de pré-formas de PP para fabricação de frascos com alta transparência, destinados ao envase de bebidas não-carbonatas, em especial sucos. Segundo a empresa, o PP clarificado, nesta aplicação, possui baixa



FEIRA

densidade, boa estabilidade térmica e evita a migração de sabor ou odor para o conteúdo da embalagem.

Aproveitando a disseminação do uso do PP clarificado, a norte-americana DayGlo (www.dayglo.com) divulgou na feira o recente lançamento de sua linha de corantes Gem-Tone, desenvolvidos para este tipo de resina, de modo a não comprometer a transparência dos produtos moldados. Com alto peso molecular e estrutura amorfa, os corantes apresentam baixo índice de migração e por isso foram aprovados pelo órgão norte-americano de controle de produtos alimentícios e farmacêuticos (FDA, *Food and Drug Administration*) para uso em embalagens em contato direto com gêneros alimentícios. Estão disponíveis nas cores amarela (GC-17F), verde (GC-18F) e azul (GC-19F), sendo este último indicado também para uso em envase a quente. Estes três tipos podem ser usados em concentrações de 0,25% a 0,1%. Já o corante vermelho (GC-13P) ainda não foi aprovado para uso em embalagens alimentícias, mas está disponível para outras aplicações.

O uso da nanotecnologia, que mereceu uma seção especialmente dedicada a este assunto no evento, possibilitou que a Dendritic Technologies (www.dnanotech.com) aperfeiçoasse e encontrasse uma nova aplicação para um material que já foi bastante utilizado no passado. A empresa divulgou uma linha de dendrímeros, macromoléculas que possuem uma espécie de núcleo ao qual são ligadas várias ramificações. A empresa aposta que, com a manipulação dessas estruturas em escala nanométrica, é possível transformar tais materiais em agentes para promover adesão, acelerar a cura e conferir maior resistência mecânica a polímeros termofixos. A empresa ainda não iniciou a produção do material, denominado Priostar, em escala industrial, mas já fornece amostras para pesquisas.

Aplicações automotivas

Na área de aplicações automotivas dos plásticos, a exposição de maior impacto foi o carro-conceito zaZen, mostrado na figura 27, o qual foi apresentado no estande da Bayer MaterialScience (www.bayer.com). Este veículo foi desenvolvido em conjunto com a Rinspeed (www.rinspeed.com), uma companhia suíça especializada em projeto automotivo. O objetivo foi mostrar o atual estado-da-arte do uso de resinas plásticas em automóveis, incluindo as novas possibilidades oferecidas aos projetistas por estes materiais. A característica mais inovadora desse automóvel é seu teto inteiramente transparente, moldado em peça monobloco de policarbonato resistente ao impacto. Ele realmente tem um grande apelo visual e demonstra o potencial desse material. Destacase ainda a luz de freio, que ilumina de tal forma a parte traseira do teto translúcido que gera um efeito holográfico de grande visibilidade para o motorista que segue o veículo, além dos assentos com base de policarbonato colorido e revestidos por uma tapeçaria transparente e macia de poliuretano (Technogel) e da carroceria revestida com PU auto-reparável contendo milhares de cristais Svarovski. O carro possui um motor Porsche com 355 hp.

Note-se, contudo, que alguns conceitos desse carro são pouco práticos, apesar de tecnicamente admiráveis. Por exemplo, seu teto



Fig. 27 – O carro-conceito zaZen, desenvolvido em conjunto pela Bayer MaterialScience e Rinspeed, usa intensivamente resinas plásticas



FEIRA

94 – PLÁSTICO INDUSTRIAL – AGO. 2006

totalmente transparente estaria em plena contra-mão no Brasil, onde os motoristas não hesitam em recobrir os pára-brisas e janelas de seus carros com filmes cada vez mais escuros, como proteção contra a insegurança reinante nas ruas e avenidas, além do brutal efeito estufa que uma tarde ensolarada de verão causaria no interior desse automóvel.

Sem dúvida, esse teto inteiriço totalmente transparente tem como um de seus objetivos reacender o interesse pelo uso de policarbonato em janelas e pára-brisas automotivos. Essa novidade, anunciada com grande espalhafato na edição 2000 da NPE pela Exatec, uma associação entre a Bayer e GE Plastics, ainda não deslanchou plenamente. O tempo previsto de dois anos para o desenvolvimento pleno desta aplicação se revelou ambicioso demais, pois já foi largamente ultrapassado e ela não se tornou viável em larga escala. Como já foi observado na última edição da feira K, em 2004, apenas séries limitadas de automóveis possuem janelas traseiras e tetos solares moldados em policarbonato. Mas os desenvolvimentos nesta área continuam sendo feitos, como demons-

traram os vários lançamentos de máquinas para moldagem por injeção e compressão feitos nesta edição da NPE, as quais são especialmente adequadas para a fabricação desses componentes.

Recentemente, a Administração Nacional da Segurança de Tráfego em Rodovias (NHTSA, *National Highway Traffic Safety Administration*) do governo dos Estados Unidos aprovou o uso do policarbonato Exatec 900 em qualquer lugar do veículo, exceto em seus pára-brisas, desde que a aplicação atenda aos ensaios especificados na Norma Federal para Segurança de Veículos Motorizados (FMVSS, *Federal Motor Vehicle Safety Standard*) nº 250. Contudo, a NHTSA ainda deseja aplicar ensaios adicionais para as janelas automotivas de policarbonato, já que esse material apresenta formas de falha diferentes das verificadas no vidro convencional, associadas ao intemperismo, à resistência química e à flamabilidade. Aparentemente isso não seria problema, já que o Exatec 900 possui uma camada superficial dura e protetiva aplicada a plasma, que protege a resina contra a ação dos raios ultravioleta e de riscos. Recentes

ensaios efetuados pelos Laboratórios Batelle demonstraram que janelas automotivas feitas com essa resina apresentam vida útil de pelo menos dez anos. De toda forma, esses percalços são normais para novos materiais que são usados em aplicações críticas em termos de segurança. A cautela de projetistas e agências reguladoras de segurança faz com que seja necessário um longo período de testes, às vezes exagerado, até que seja plenamente confirmada a possibilidade de adequação das novas alternativas propostas.

De fato, o desenvolvimento na área de pára-brisas e janelas automotivas feitos com policarbonato parece promissor o suficiente para atrair o interesse de novas empresas, como a Teijin Chemicals, do Japão (www.tejinkasei.co.jp), fabricante de plásticos de engenharia, que também se engajou nessa linha de trabalho. Ela fez um substancial investimento em uma máquina de grande porte para moldagem por injeção-compressão rotativa de peças em dois componentes, a qual foi fabricada pela Meiki (www.meiki.com). Esse equipamento possui força de fechamento de 3.400 t e pode moldar pára-brisas automotivos



com dois componentes e área de até 2 m². Mais detalhes sobre ele podem ser encontrados na seção Equipamentos para a transformação, a partir da página 63. O objetivo da Teijin Chemicals é proporcionar apoio a seus clientes e manter a vanguarda no desenvolvimento de componentes de grande porte e paredes finas de PC e PC/ABS, incluindo pára-brisas e janelas automotivas com amplas áreas e painéis para carrocerias. A prioridade da empresa é o desenvolvimento de tecnologia de moldagem para peças constituídas de dois componentes para aplicações como tetos plásticos panorâmicos e, posteriormente, promover sua evolução para a produção de módulos em ultra larga escala que permitam uma efetiva integração entre janelas e painéis de carroceria. Outra área de aplicação é

a fabricação de chapas ópticas para uso em telas de cristal líquido.

Na área automotiva, a DuPont (www.dupont.com) apresentou na NPE os resultados de um programa para aperfeiçoamento de projeto, materiais e processamento aplicado na fabricação de molduras de faróis automotivos feitas com a resina PBT Crastin, como a mostrada na figura 28. De acordo com a empresa, foi



Fig. 28 – Moldura para os faróis dianteiros do automóvel Ford Focus feita com a resina PBT Crastin, da DuPont

feito um trabalho de melhoria de projeto, formulação da resina e processo de manufatura de modo a permitir a metalização direta dessas molduras, o que possibilitou uma redução de 40% dos custos em relação aos processos tradicionais.

A Bayer MaterialScience também vem atuando nessa mesma área, e mostrou durante a NPE um modelo de farol feito com diversos tipos de policarbonato para o automóvel Cadillac Escalade, modelo 2007, que pode ser visto na figura 29. Três variantes da resina Makrolon da Bayer serão usadas neste componente: as lentes externas transparentes do farol principal, a moldura cromada e as lentes internas do indicador de direção lateral. Este último componente, em cor âmbar, servirá para fabricar as lentes para sete díodos emissores de luz (LEDs), também de cor âmbar. Há uma



FEIRA



Fig. 29 – Os faróis dianteiros do modelo Cadillac Escalade, da General Motors, apresentam lentes de PC Makrolon, fabricado pela Bayer, em cor âmbar para os LEDs indicadores de movimento lateral, e moldura cromada, feita com a mesma resina

tendência cada vez maior de usar este tipo de diodo em automóveis. LEDs de cor branca já apresentam potência suficiente para utilização em lanternas dianteiras para uso diurno, as quais também são feitas de policarbonato.

Os filmes eletroluminescentes, feitos de polímero que se ilumina quando atravessado por uma corrente elétrica, foram apresentados na edição de 2003 da NPE, mas ainda não entraram plenamente em escala comercial. A Bayer MaterialScience anunciou um investimento de 29 milhões de dólares na constituição de uma empresa, a Lyttron Technology GmbH, sediada em Leverkusen (Alemanha), que deve fabricar e comercializar este tipo de filme. Algumas aplicações práticas já foram viabilizadas, como o uso desse filme para iluminar o interior de bolsas femininas, aproveitando os últimos avanços feitos com o material, cuja formato já não mais precisa ser estritamente plano. Além de aplicações associadas a painéis de automóveis, também se espera usar esse plástico na iluminação de porta-luvas e telefones celulares.

Periféricos

A 3DT (www.3dtllc.com) apresentou na NPE a sua linha de equipamentos PlasmaDyne, para tratamento superficial de peças tridimensionais feitas de resinas plásticas

com a aplicação de plasma. Segundo a empresa, este tipo de tratamento superficial é particularmente conveniente no caso de peças feitas de polipropileno, uma vez que ele evita a cristalização da superfície, fenômeno comum nos tratamentos por chama e que inviabiliza o uso das tintas à base de água, cada vez mais comuns nas aplicações automotivas.

A Novatec (www.novatec.com) lançou um tambor rotativo de infravermelho (IRD, *infrared rotary drum*) para desumidificação e cristalização de grânulos de PET em um processo contínuo. O componente principal do dispositivo é um cilindro de aço inoxidável que possui, em suas paredes internas, filetes dispostos em uma estrutura helicoidal, responsáveis pelo transporte da resina de um lado ao outro do tambor. Neste trajeto, o material é irradiado com luz oriunda de um banco de lâmpadas de infravermelho, posicionado no interior do cilindro e que aquece o PET desde o centro do grânulo, sem, entretanto, alterar a temperatura do ambiente. O ar úmido, por sua vez, é expelido de dentro do sistema, levado pelo fluxo gerado pela movimentação dos filetes e da resina. De acordo com comparações feitas pela empresa entre o IRD e estufas convencionais, o tempo de secagem do PET cai de cinco horas para 13 minutos e o equipamento consome metade da energia requerida por sistemas convencionais. A sua capacidade nominal de processamento, com grânulos com teor de umidade de até 4.500 ppm, é de 180 a 3.600 kg/h (400 a 8.000 lb).

A Dri-Air (www.dri-air.com) apresentou um sistema de secagem, mistura e transporte de materiais que realiza as operações com diferentes componentes (três no total) de modo simultâneo e independente. Com três tremonhas, o equipamento pode, por exemplo, secar um material até que ele atinja um teor de umidade diferente do apresentado pelos outros insumos a que será posteriormente misturado. Após a



FEIRA

secagem, os insumos processados são transportados a ar seco, para evitar o reumedecimento, sob uma vazão de 45 kg/h. Os materiais normalmente empregados nesse aparelho são resinas virgens, regrauladas ou corantes.

Trituradores de sucata plástica que trabalham sob baixas velocidades, da ordem de 25 rpm, apresentam uma série de vantagens, como a baixa geração de poeira e ruído, porte compacto, facilidade de limpeza e preservação da estrutura molecular do termoplástico processado. Essa abordagem para trituração não é novidade e existe há mais de vinte anos. Contudo, ela possui um sério inconveniente, que é possibilidade de danos às lâminas caso ocorra inadvertidamente a introdução de metal na câmara do triturador. Esse problema foi resolvido pela Moditec

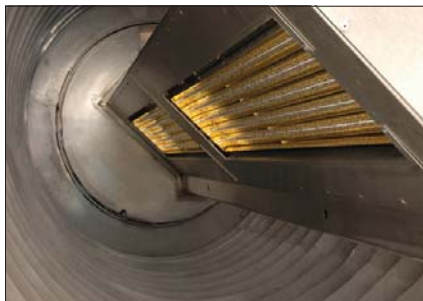


Fig. 30 – O tambor rotativo para secagem e cristalização de PET por infravermelho, fabricado pela Novatex, realiza a operação em cerca de 13 minutos

(www.plastec-moditec.com), que introduziu um detector integrado de metal na câmara de trituração de seu modelo Goliath Plus. Esta característica é particularmente interessante para os transformadores que fabricam peças com insertos metálicos, casos em que o risco de introdução de peças metálicas no fluxo de resina reciclada é maior.

Este sistema eletrônico de detecção de metais pára o triturador 40 milissegundos após ter sido detectada a presença de metal na câmara, reduzindo os danos causados ao equipamento. Além disso, evita-se a introdução de metal na injetora, caso o material siga diretamente para reprocessamento. A detecção é feita por facas estacionárias inferiores. Algumas delas estão isoladas eletricamente do restante do equipamento, enquanto as outras não. Um sistema monitora continuamente a voltagem entre as facas isoladas e as não-isoladas. Caso ela ultrapasse um valor pré-estabelecido, o triturador é desligado e soa um alarme. Além disso, o equipamento possui um sistema anti-bloqueio, que conta o número de rotações do granulador. Se for constatada a parada do rotor, ele é automaticamente revertido, fazendo com que o material



que está bloqueando o equipamento seja reorientado. Esse sistema, aliado a um acoplamento flexível, permite a granulação de sucatas pesadas sob baixa velocidade e potência.

Reciclagem, resinas biodegradáveis e matérias-primas renováveis

A DuPont Engineering Polymers (www.dupont.com) anunciou na NPE 2006 o lançamento a médio prazo de dois plásticos de engenharia feitos a partir de recursos renováveis. Trata-se das resinas Sorona e Hytrel. A primeira é feita com Bio-PDO, ou seja, um sucedâneo biológico do PDO (1,3-propanodiol) ou BDO (1,4-butanodiol) produzidos pela rota petroquímica. O Bio-PDO é sintetizado por fermentação aeróbica de açúcar de milho. O Hytrel, por sua vez, será sintetizado de um poliol

obtido a partir do Bio-PDO. A resina Sorona deverá ser lançada em meados de 2007, enquanto o Hytrel será disponibilizado no último trimestre desse mesmo ano. Segundo a DuPont, a síntese do Bio-PDO requer 40% menos energia do que a rota petroquímica equivalente. Essa fato deve contribuir para que pelo menos 25% do faturamento da empresa em 2010 seja obtido a partir de recursos renováveis, viabilizando, assim, uma de suas “metas ecológicas”.

A resina Sorona é sintetizada pela polimerização do Bio-PDO, com ácido tereftálico (TPA) ou tereftalato de dimetila (DMT). Ela possui desempenho e características similares às do PBT obtido pela rota petroquímica. A estrutura polimérica do Hytrel possui segmentos duros e macios. A versão renovável dessa resina terá seus segmentos macios produzidos com

um “bio-poliol” em vez de poliol petroquímico. As avaliações preliminares do Hytrel produzido a partir do Bio-PDO mostraram que ele apresenta propriedades melhores do que as da resina Hytrel convencional sob alguns aspectos, como faixa de temperatura e recuperação elástica. As aplicações indicadas para essa resina são tubos e mangueiras extrudadas para uso automotivo e industrial e peças moldadas para injeção como portinholas para *air bags* e absorvedores de energia.

REFERÊNCIA

- 1) ARRIOLA, D. J. *et al.* Catalytic production of olefin block copolymers via chain shuttling polymerization. *Science*, v. 312, p. 714-719, 5 de maio de 2006.