

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS PARA EMBALAGENS DE VIDRO

Neste artigo apresentam-se os principais tratamentos ou revestimentos superficiais utilizados para reduzir ou neutralizar a severidade dos danos mecânicos a embalagens de vidro, bem como aqueles utilizados para aumentar a resistência mecânica do vidro, quais sejam: tratamento a quente, tratamento a frio, tratamento de compressão e revestimentos poliméricos.

A indústria vidreira tem conhecimento suficiente do valor de tratamentos superficiais para embalagens de vidro. A combinação de tratamentos superficiais a quente e a frio tem sido usada há muitos anos e as razões dessa eficiência são bem conhecidas.

Tratamento a quente

O tratamento a quente é feito com tetracloreto de estanho ou com tetracloreto de titânio. Vaporizado na superfície da embalagem, à entrada do túnel de recozimento, forma uma fina película invisível de 20 a 50Å. Suas principais funções são: aumentar a dureza superficial do vidro e ser substrato para deposição do tratamento a frio, evitando, assim, a formação generalizada de danos superficiais (abrasão) na embalagem de vidro (1-3,9).

Tratamento a frio

O tratamento a frio é feito com compostos de longa cadeia de carbono como: polietileno glicol, ácido oléico ou ácido esteárico. Pulverizado na superfície da embalagem, na saída do túnel de recozimento, sua função principal é a de reduzir o coeficiente de atrito entre as superfícies das embalagens.

Verificou-se que, sozinho, o tratamento a quente não diminuía o coeficiente de atrito entre as embalagens: seria necessário utilizar tanto o tratamento a quente como o a frio para se obter diminuição do coeficiente de atrito e aumento da resistência à abrasão (1-3,9).

Outros pesquisadores (8,9) estudaram a influência dos tratamentos a quente e a frio na resistência à pressão interna, à carga vertical e ao impacto, sobre garrafas submetidas à abrasão em um simulador de linha. Foi constatado, também, que o emprego de ambos os tratamentos aumentou substancialmente a resistência dessas embalagens à pressão interna, à carga vertical e ao impacto. Os autores ainda alertam que a aplicação demasiada do tratamento a quente (100Å) não provocou aumento proporcional na resistência mecânica das embalagens estudadas. SOUTHWICK *et alii* (9) ainda salientam que aplicação demasiada do tratamento a quente pode provocar a formação de manchas na superfície do vidro, prejudicando aspectos mercadológicos (aparência) da embalagem. SMAY (8) alega que o aparecimento dessas manchas é devido ao contato extensivo

com álcalis a temperaturas elevadas durante o processo de lavagem das garrafas.

A solução alcalina ataca a interface óxido de estanho/superfície do vidro, formando uma camada suficientemente espessa que afeta a passagem da luz.

Em outros estudos realizados com técnicas similares notou-se que a espessura mínima de tratamento a quente (SnO_2) necessária para uma efetiva proteção contra abrasão é de 20Å(2,4).

A combinação do tratamento a quente e a frio para embalagens de vidro, sem dúvida alguma, contribuiu para que garrafas pudessem ser envasadas em enchadeiras de alta velocidade enquanto ainda mantinham substancialmente sua resistência mecânica inicial ou ser transportadas em paletes a granel sem divisórias. Além disso, contribuiu diretamente nos programas de redução de peso de embalagens não retornáveis ("one way").

Tratamentos de compressão

O aumento da resistência do vidro por meio da produção de camada de compressão é uma das idéias mais antigas da tecnologia de vidros. Tensões de compressão na superfície do vidro podem aumentar significativamente a resistência a danos por impacto. No estudo descrito por LAWN *et alii* (5), as tensões de compressão foram produzidas por tratamento térmico (têmpera). No entanto, nos últimos anos, pesquisadores passaram a produzir vidros com uma pequena camada de compressão formada por troca iônica ou por recobrimento com filmes de vidros de baixa expansão térmica, obtendo efeito similar.

Forças adicionais deverão ser aplicadas, a fim de sobrepor a superfície compressiva; ocorrendo formação de tração, esta eventualmente conduz à ruptura do vidro.

A eficiência da superfície de compressão depende de sua espessura, que está relacionada à profundidade das trincas presentes na superfície do vidro antes de o tratamento ser aplicado. A fim de se obter melhores resultados, a mais severa trinca deverá ser inclusa (fechada) com o revestimento.

ONO (6) apresenta alguns resultados a respeito do aumento da resistência de embalagens de vidro pela troca iônica. O processo envolve a troca do sódio pelo potássio à temperatura de 400°C. A superfície de tensão de compressão é de 100MPa com espessura de 15µm. A maior parte das embalagens acusou fator de aumento de resistência à pressão interna da ordem de 1,5 a 2,0; mas para embalagens inicialmente fracas, como as que apresentavam trincas severas, não foi detectado nenhum aumento de resistência como resultado do tratamento. O autor ainda salienta que as embalagens a ser quimi-

camente tratadas deverão ser cuidadosamente manipuladas, a fim de minimizar a formação inicial de danos mecânicos.

Revestimentos poliméricos

Os revestimentos poliméricos têm sido largamente utilizados pela indústria vidreira, com o objetivo de reduzir abrasão, amortecer impactos e reter fragmentos em caso de quebra.

Os revestimentos plásticos são produzidos a partir de diversos polímeros, principalmente termoplásticos (poliestireno, polietileno, polipropileno, policloreto de vinila, ionômeros, poliamida, etc), que podem ser depositados, vaporizados ou aplicados ao redor da embalagem como um filme compacto ou como rótulo. A espessura dos filmes varia de 40 a 300 μm (1).

Por meio de adequado ajuste na composição, parâmetros de deposição e cura, as propriedades dos filmes podem ser modificadas a fim de obter transparência, brilho, apelo estético, baixo coeficiente de atrito, reciclabilidade, etc. A escolha de determinado filme será influenciada não só pelas suas propriedades como também pelo seu custo.

Alguns autores acreditam que o emprego de revestimentos plásticos aumenta a resistência das embalagens de vidro à pressão interna (10). No entanto, RAWSON (7) alega que não existe aumento e sim uma manutenção da resistência do vidro quando passa pelo túnel de recozimento, isto é, ocorre uma proteção da superfície do vidro contra a formação de trincas e outros tipos de abrasão. XAVIER (11), estudando o efeito da aplicação de poliuretano em garrafas retornáveis com peso reduzido observou, pela análise de fratura, que o poliuretano apresentou boa proteção à superfície do vidro.

Para se obter boa retenção de fragmentos é necessário utilizar filmes de boa aderência, resistentes à tração e uniformemente aplicados à embalagem (7).

Os filmes mais eficientes na absorção de choques são os elastômeros (poliuretano) e os filmes expandidos fabricados a partir de poliestireno e polietileno (7). Além dessa propriedade, esses filmes, devido ao baixo módulo de elasticidade e/ou estrutura celular, apresentam a capacidade de diminuir o ruído (barulho) nas linhas de enchimento.

Tem-se atribuído o sucesso na redução de peso de embalagens (20 a 50%) ao uso desses filmes; essa afirmação é duvidosa, em função de que o formato e a distribuição do vidro foram algumas vezes otimizados ao mesmo tempo (7).

Na prática, adesão, compressibilidade e resistência à tração dos revestimentos plásticos variam bastante. Diferentes graus de proteção ao impacto e retenção de fragmentos têm sido solicitados de ionômeros, polietileno, cloreto de polivinil, poliestireno, poliuretano, etc. Alguns desses filmes têm sido aderidos firmemente ao vidro enquanto outros são utilizados em forma de rótulos termo-encolhíveis (10).

De modo geral, pode-se dizer que, pela introdução

desses revestimentos plásticos no mercado, ocorreu uma melhora muito grande na segurança e na redução de peso das embalagens de vidro. Apesar desses desenvolvimentos, ainda detecta-se a necessidade de melhorar os sistemas de aplicação dos revestimentos em linha, de acelerar o processo de cura e de aumentar a resistência desses materiais ao ataque químico pela soda cáustica, durante a lavagem das embalagens, viabilizando-se, dessa forma, a utilização desses filmes em embalagens retornáveis.

Outro aspecto a ser considerado é que a espessura do filme, carga e características do polímero e sua relação com os mecanismos de atrito e impacto de embalagens revestidas com esses materiais ainda não foram discutidos na literatura. Isto sugere que as inovações e escolha dos filmes estão sendo feitas a partir da influência comercial e considerações empíricas.

XAVIER, R. L.

Literatura Consultada

- [1] BUDD, S.M. Functional coatings for glass containers. *Glass Technol.*, Inglaterra, 28(6): 227-231, 1987.
- [2] CARELESS, C.M. Strength improvements from glassware coating - review and preview. *Glass*, Inglaterra: 191-192, 194-195, maio, 1987.
- [3] GRAHAM, P.W.L. How the container industry utilizes protective coatings - Part II. *Glass Industry*, E.U.A.: 22-24, 27, 32, dezembro, 1987.
- [4] HUBERT, F. Surface treatment of container glass. *Glass*, Inglaterra, 105, 107-108, março, 1988.
- [5] LAWN, B.R.; MARSHALL, D.B.; WIEDERHORN, S.M. Strength degradation of glass impacted with sharp particles: II, tempered surfaces. *J. Am. Ceram. Soc.*, E.U.A., 62(1-2): 71-74, 1979.
- [6] ONO, H. Production of chemically strengthened bottles in the Japanese market. *Glass Technol.*, Inglaterra, 22(4): 173-181, 1981.
- [7] RAWSON, H.; GEOTTI-VIANCHINI, F. Damage resistant coatings on glass containers. *IN: NATO ADVANCED RESEARCH WORKSHOP - STRENGTH OF GLASS. Proceedings...* 1983. Portugal, 1983, p.453-567.
- [8] SMAY, G.L. Interactions of organic coatings with metal oxide coatings and glass surfaces. *Glass Technol.*, Inglaterra, 26(1): 46-59, 1985.
- [9] SOUTHWICK, R.D.; WASYLYK, J.S.; SMAY, G.L.; KEPPEL, J.B.; SMITH, E.C.; AUGUSTSSON, B.O. The mechanical properties of films for the protection of glass surfaces. *Thin Solid Films*, Holanda, 77: 41-50, 1981.
- [10] VENNEN, M. Shrink sleeves: uses and advantages. *Glass*, Inglaterra, 398-401, outubro, 1988.
- [11] XAVIER, R. L. Emprego do poliuretano em garrafas retornáveis para produtos gaseificados (dados não publicados).