



IBEX
Químicos & Compósitos

ABC DO COMPÓSITO

Materias Primas e Processos

As fibras de vidro são usadas para reforçar vários tipos de plásticos. Porém, na grande maioria dos casos, os plásticos usados como matriz para compósitos de Fiberglass são feitos com resinas poliéster insaturadas. Essas resinas são muito usadas em compósitos moldados por contato porque elas são fáceis de serem transformadas em plástico. As resinas poliéster insaturadas são processadas no estado líquido e curam (isto é, transformam em plástico) à temperatura ambiente em moldes simples e baratos. A cura à temperatura ambiente e sem exigir moldes caros é muito importante, porque viabiliza a produção em pequena escala de peças grandes e complexas.



Vamos começar com as resinas. Os poliésteres insaturados podem ser classificados em ortoftálicos, tereftálicos, isoftálicos ou bisfenólicos. Essa classificação é feita tomando por base os ingredientes usados para fazer essas resinas. Por exemplo, as resinas ortoftálicas são feitas com ácido ortoftálico, as isoftálicas com ácido isoftálico e assim por diante. Essas resinas têm alto peso molecular e normalmente são sólidas à temperatura ambiente. Depois de sintetizadas elas são diluídas em um solvente reativo (estireno, como veremos a seguir) e a mistura líquida resultante (estireno e resina) é embalada e vendida para ser processada por laminação manual ou a pistola, como veremos neste ABC.



Quando dizemos que a resina poliéster é líquida queremos dizer que a mistura resina e estireno é líquida. A resina em si, sem o estireno, é sólida à temperatura ambiente.

Como regra geral, as resinas ortoftálicas são usadas em ambientes secos, sem contato permanente com água ou outros líquidos. As isoftálicas e as tereftálicas podem ser usadas em ambientes úmidos moderadamente agressivos. As bisfenólicas, de maior inércia química, são usadas em ambientes muito agressivos. Todas são diluídas em estireno, são processadas no estado líquido e podem ser curadas sem pressão e à temperatura ambiente. A cura a frio acontece quando a resina é ativada por catalisadores e aceleradores adequados. A cura transforma a resina poliéster insaturada em plástico termofixo, isto é, um tipo de plástico infusível e insolúvel. A foto mostra a resina líquida impregnando mantas de fibras de vidro.



Para a cura acontecer à temperatura ambiente, o sistema resina e estireno precisa ser ativado por catalisadores e aceleradores específicos. O catalisador mais usado para cura a frio é o peróxido de metil-etil-cetona, mais conhecido como MEKP. O MEKP é um líquido incolor que tem a função de iniciar a cura de poliésteres insaturados. A grande vantagem do MEKP sobre outros catalisadores é a facilidade com que ele pode ser misturado à resina. Essa facilidade de mistura permite o uso do MEKP no processo de laminação a pistola, no qual ele é misturado à resina imediatamente antes da laminação. OMEKP é muito reativo e por razões de segurança, para minimizar a probabilidade de incêndio e explosão, ele é fornecido diluído em plastificante. Em geral o MEKP é diluído (50%) em dimetilftalato. Para assegurar cura adequada, e supondo diluição de 50% em dimetilftalato, o teor de MEKP não deve ser menor que 1 % nem maior que 3% do peso da resina.



O acelerador que faz dupla com o MEKP é um líquido escuro conhecido como "cobalto". O produto normalmente encontrado no mercado contém 6% de cobalto, e nessa concentração, ele deve ser usado em teores que variam entre 0,1 % e 0,5% do peso da resina. Se a temperatura ambiente for muito baixa o DMA (dimetil anilina) pode ser usado como acelerador auxiliar para o cobalto. Esse sistema triplo, consistindo de um catalisador (MEKP) e dois aceleradores (cobalto e DMA), não é de uso muito comum. O usual é usar apenas a dupla MEKP e Cobalto para curar poliésteres à temperatura ambiente.



O estireno é um líquido incolor que serve duas finalidades. A primeira é a que já mencionamos, reduzir a viscosidade da resina para que ela fique líquida à temperatura ambiente. A segunda é interligar as moléculas de poliéster na cura, transformando dessa maneira a resina de líquido em sólido. Assim, o poliéster é sólido antes de ser diluído em estireno, fica líquido após essa diluição, e se torna outra vez sólido após curar por interligação com o estireno. A foto mostra o estireno interligando duas moléculas de poliéster.

Como já dissemos, os poliésteres são fornecidos no estado líquido, diluídos em estireno.

As cargas minerais são usadas principalmente para substituir parte da resina e das fibras de vidro e assim reduzir o custo do produto final. As principais cargas minerais usadas para essa finalidade são calcita (carbonato de cálcio moído) e areia. A areia é uma carga inerte que não interfere significativamente no desempenho da peça acabada. A calcita, porém, não é inerte e só deve ser usada em peças para ambientes secos. Outras cargas, como talco, carbonato de cálcio precipitado, argila, etc, são também usadas, mas por terem granulometria muito fina elas aumentam muito a viscosidade da resina e são usadas em teores muito baixos, perdendo assim o interesse econômico.

Existem cargas que são usadas porque dão aos laminados propriedades especiais, como é o caso da alumina hidratada, que tornam as peças retardantes de chamas e auto extingüíveis.

Em resumo, para reduzir custos, o laminador deve escolher entre carga de areia ou de calcita. A calcita deve ser pré-misturada na resina. A areia, por ser muito abrasiva, deve ser aplicada a pistola sem ser misturada na resina.

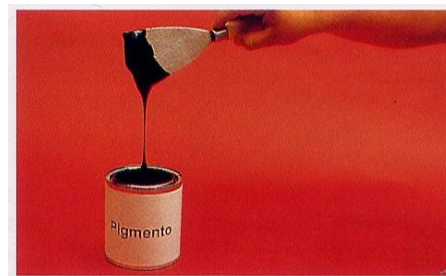
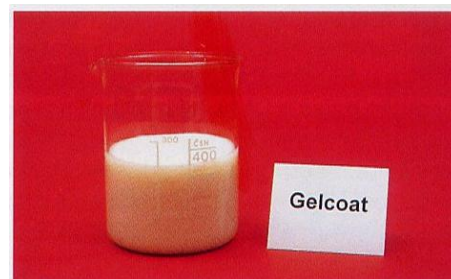
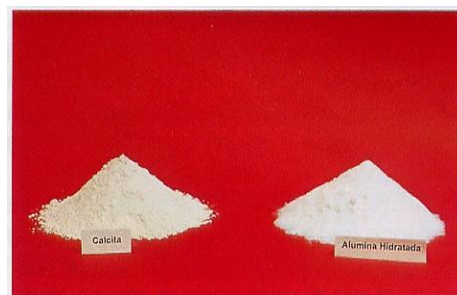
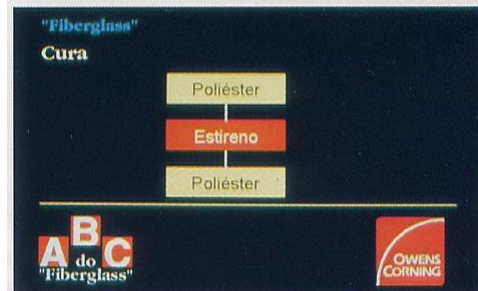
Vamos falar sobre o gelcoat. O gelcoat tem três funções.

- Substituir a pintura convencional, dando às peças acabamento liso, brilhante e colorido.
- Proteger a superfície da peça contra a ação das intempéries e do meio ambiente.
- Servir de base para pintura nas peças que, por uma razão qualquer, devam ser pintadas.

O gelcoat é uma matéria prima muito complexa, obtida pela mistura de vários ingredientes como resina poliéster, carga mineral, absorvedor de UV, pigmentos, agente tixotrópico, desaerante e aditivo autonivelante. Devido a essa complexidade e também por ser muito visível, e aparente, o gelcoat é responsável pela grande maioria dos problemas encontrados na laminação. A seguir falamos sobre os principais ingredientes usados para fazer gelcoats.

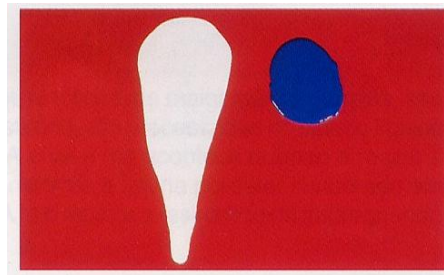
Os pigmentos são aglomerados de partículas sólidas insolúveis no sistema resina-estireno e servem para dar cor e opacidade aos gelcoats. Os aglomerados presentes nos pigmentos reduzem o brilho das peças. Para minimizar esse problema, os pigmentos devem ser moídos e dispersos em pastas antes de ser usados para fazer gelcoats. Os pigmentos diferem muito em termos de resistência a luz e a produtos químicos e o fabricante de gelcoat deve usar apenas produtos adequados ao uso final da peça.

Deve ser lembrado que os pigmentos são insolúveis na resina e por isso dão cor e opacidade aos gelcoats. Isso quer dizer que os gelcoats pigmentados são opacos, isto é, não permitem a passagem de luz. A foto mostra uma pasta de pigmento disperso em veículo de poliéster isento de estireno. Essa pasta é conhecida como "pasta não reativa".



Os corantes, ao contrário dos pigmentos, são solúveis na resina e permitem a fabricação de gelcoats coloridos e transparentes. Assim para fazer gelcoats coloridos e transparentes, os pigmentos devem ser substituídos por corantes.

O agente tixotrópico é usado para evitar que o gelcoat líquido escorra quando aplicado em paredes inclinadas. O agente tixotrópico é muito importante porque, como veremos adiante, os gelcoats são aplicados em camadas espessas (0,5 mm), e por isso têm grande tendência a escorrer em paredes inclinadas. A foto mostra um gelcoat branco, sem agente tixotrópico, ao lado de outro azul, que contém esse aditivo. Outro aditivo muito importante nos gelcoats é o chamado absorvedor de UV, que serve para dar proteção contra a ação dos raios solares. Essa proteção é essencial porque o gelcoat forma a superfície externa e visível das peças.



Como dissemos, existem ainda outros ingredientes usados para fazer gelcoats, como os desaerantes (facilitam a remoção do ar ocluído durante a laminação) e os aditivos auto-nivelantes, que servem para alisar e reduzir a aparência de casca de laranja da superfície das peças.

Deixando o gelcoat, vamos agora falar sobre as fibras de vidro. Essas fibras servem para reforçar e dar estabilidade dimensional às peças de Fiberglass. A laminação manual é feita com mantas ou com tecidos. As mantas tem gramagens nominais de 225 g/m², 450 g/m² ou 600 g/m². As mantas de 225 g/m² (espessura 0,5 mm por camada) são usadas sobre o gelcoat, porque facilitam a remoção de ar nessa parte crítica do laminado. As de 450 g/m² (1,0 mm por camada) são de uso geral e podem também ser usadas sobre o gelcoat. As de 600 g/m² (1,4 mm por camada) são muito pesadas para ser usadas sobre gelcoat e servem para aumentar a produtividade na laminação de peças de grande espessura.



Os tecidos usados para laminação manual têm gramagens de 200g/m², 300 g/m², 600/m² ou 800 g/m². Os tecidos de malha aberta, como os de 600 g/m² ou 800 g/m², não devem ser usados próximos ao gelcoat, porque seu desenho marca a superfície da peça. Para evitar essa marcação, devem ser laminadas pelo menos duas mantas sobre o gelcoat antes da colocação desses tecidos. Os tecidos servem para aumentar a resistência dos laminados a cargas de impacto. São muito usados na construção de cascos de embarcações.

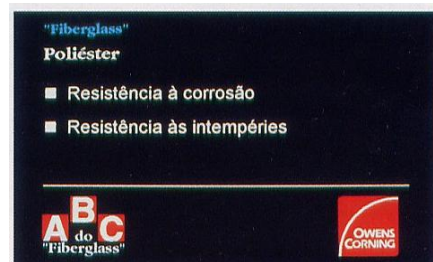


¹A laminação a pistola é feita com fibras contínuas conhecidas como roving. As fibras do roving devem ser cortadas antes de ser impregnadas com resina poliéster. O roving tem custo mais baixo que as mantas e os tecidos e por isso são muito usados nos processos de laminação com moldes abertos.

Os poliésteres têm boa resistência a ambientes agressivos e a intempéries, mas não podem ser usados em aplicações estruturais sem ser reforçados com fibras de vidro. O compósito resultante da combinação de fibras de vidro com resinas poliéster tem boa estabilidade dimensional e excelentes propriedades mecânicas, sendo muito usado para substituir metais em aplicações estruturais.

É claro que as propriedades mecânicas do Fiberglass melhoram com o aumento do teor de fibras. O teor de fibras depende da técnica de laminação e do tipo de fibra usado.

Por exemplo, quando o laminado é feito com mantas ou com roving picado, esse teor pode variar entre 20% e 40% por peso, dependendo da vontade do laminador.



Se o laminador não se esforçar para obter esses teores extremos, mas deixar que a resina aceite a quantidade de vidro que lhe é natural, os laminados feitos com fibras picadas terão teor médio de vidro igual a 30%. Os cálculos para estimar custos e propriedades mecânicas de laminados feitos com fibras picadas consideram um teor de vidro igual a 30%.

Os laminados feitos com tecidos de 600 g/m² ou 800 g/m², têm teores de vidro iguais a 40% e 50% respectivamente.

Terminamos aqui nossos comentários sobre as matérias primas usados nos processos de laminação manual ou a pistola. Vamos agora falar sobre os materiais de consumo.

Os desmoldantes são usados para impedir que a peça cole no molde. Existem três tipos de desmoldantes disponíveis no mercado. O primeiro é o álcool polivinílico, também conhecido como PVAL.

O PVAL forma um filme ou barreira sobre a superfície do molde. Esse filme impede que a peça cole no molde. As grandes vantagens do álcool polivinílico são sua infalibilidade como desmoldante e o fato dele ser facilmente removível da superfície da peça. A desvantagem é que ele é destruído na desmoldagem e por isso deve ser reaplicado todas as vezes que for feita uma nova laminação.

O segundo desmoldante é formado por uma mistura de cera de carnaúba, cera de abelha, parafina e solventes. Esse desmoldante é conhecido na indústria simplesmente como "cera desmoldante" e é muito usado nos processos de laminação com molde aberto. Ao contrário do PVAL, a cera não forma filme sobre o molde e por isso não é infalível como desmoldante. A cera não deve ser usada isoladamente em moldes novos e ainda não amaciados. Também ao contrário do PVAL, uma aplicação de cera serve para fazer várias desmoldagens. As ceras são difíceis de remover da superfície das peças, o que pode ser um problema em peças a ser pintadas. O terceiro tipo de desmoldante é conhecido como semipermanente e ainda não é muito popular no Brasil. O desmoldante semipermanente adere à superfície do molde e não contamina as peças. Esse fato é muito apreciado em peças a ser pintadas, que devem ter superfícies sem desmoldantes para não afetar a aderência da tinta. Os desmoldantes semipermanentes tem esse nome porque aderem ao molde e permitem múltiplas desmoldagens com uma única aplicação.

OBS:

As informações aqui contidas são referenciais orientativas para auxiliar nossos clientes. Nada aqui detalhado constituirá a qualquer garantia expressa ou implícita sob seleção de produto ou resultado da aplicação do mesmo.

