

DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO

N.º 93.856

REQUERENTE: E.I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY, norte-
-americana, com sede em Wilmington, Estado
de Delaware, Estados Unidos da América,

EPÍGRAFE: "Processo para a preparação de compósitos de fi-
bras alinhadas, cortadas e estiradas e produtos
assim obtidos"

INVENTORES: Archie Robert Bice,
David Holmes Edison,
Floyd Hamilton Fish, Jr.,
Mark Willard Hopkins,
Richard Kafue Okine,

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris
de 20 de Março de 1883.

U.S.A., 26 de Abril de 1989, sob o Nº 344,973

4.

E.I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY

**"PROCESSO PARA A FABRICAÇÃO DE COMPÓSITOS DE FIBRAS ALINHADAS,
CORTADAS E ESTIRADAS E PRODUTOS ASSIM OBTIDOS"**

ENQUADRAMENTO GERAL DA INVENÇÃO

A presente invenção diz respeito a um processo para a fabricação de um compósito de uma matriz de resina reforçada com fibras partidas por estiramento e ao produto assim obtido.

A patente de invenção norte-americana Nº. 4 759 985, concedida em 26 de Julho de 1988 à presente requerente, refere uma variedade de processos para formar um compósito de uma matriz de resina reforçada com fibras partidas por estiramento, tais como enrolando um pavo prático por estiramento numa estrutura coberta com uma película de resina termoplástica para formar uma urdidura. A urdidura de pavo quebrado por estiramento, no entanto, pode fazer-se por qualquer técnica conhecida pelos especialistas na matéria, por exemplo, por formação de urdidura em urdidor ou enrolamento em carretel. Obtém-se uma pré-forma quando se coloca outra película de resina termoplástica por cima da urdidura para formar uma sanduiche que é aquecida num saco de vácuo e, em seguida, retirada do caixilho. Algumas dessas pré-formas podem

ser empilhadas de maneira a ficarem desalinhadas para proporcionar múlti-direccionalidade e, em seguida, a pilha pode ser aquecida sob pressão para formar uma estrutura compósita.

Outras técnicas para aplicar o polímero à matriz incluem o espalhamento de resina pulverizada sobre a urdidura do pavo, seguida de aquecimento até fundir a resina, escorrendo a resina líquida sobre a urdidura do pavo, entremisturando fibra termoplástica com a urdidura do pavo e, em seguida, aquecendo para fundir a fibra termoplástica, formando dessa forma a resina da matriz, calandrando a urdidura entre camadas de película da matriz, etc.

Os materiais compósitos assim formados são úteis para a finalidade de deformação profunda com pequeno sacrifício da resistência mecânica e da rigidez em comparação com os compósitos formados a partir da resina reforçada com filamentos contínuos.

No entanto, na patente de invenção norte-americana NO. 4 759 985, as fibras deslocam-se de distâncias consideráveis. As proporções de desvio deste processo estão tipicamente compreendidas entre 200 e 300%. Este elevado grau de translação cria a oportunidade para que se perca o alinhamento e se torne evidente a formação de ondulações sobre a superfície da estopa. Aplicam-se acabamentos ao fio para reduzir a electricidade estática e para proporcionar alguma coesão para evitar que os filamentos voem

para fora. No entanto, o acabamento actua apenas como pequeno amortecedor para a energia libertada pela fibra quando se parte; grande parte desta energia de recuo é eventualmente dissipada pelo movimento das fibras, tendo por resultado o desalinhamento.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção proporciona um processo aperfeiçoado para a fabricação de um material compósito de uma matriz de resina reforçada com fibras partidas por estiramento e compreende as operações que consistem em alimentar estopa de matriz de resina termoplástica reforçada com fibras de filamentos contínuos a uma zona de aplicação de esforço de tracção, aquecendo-se em seguida a estopa na zona de aplicação de tracção para amolecer a resina termoplástica, enquanto se aplica esforço de tracção à estopa suficiente para partir todas as fibras de filamentos contínuos de uma maneira aleatória e, finalmente, arrefecendo-se a estopa.

Os compósitos planares formáveis e não planares deformados são incluídos no âmbito da presente invenção. Para os compósitos formáveis, isto é, os compósitos que podem ser transformados em estruturas tridimensionais não planares com uma forma adequada a elevadas temperaturas (sempre que necessário), podem empregar-se resinas de matriz do tipo termoplástico.

As resinas termoplásticas apropriadas incluem poliésteres (incluindo copoliésteres), por exemplo, politereftalato de etileno, copoliéster de PETG Kodar [®] 6763 (Eastman Kodak); poliamidas, por exemplo, nylon 6,6; poli-olefinas, por exemplo, poli-propileno; também se incluem resinas resistentes a altas temperaturas, tais como um copolímero de poliamida amorfo baseado em bis-(para-amino-ciclo-hexil)-metano, um homopolímero de poliamida semi-cristalino também baseado em bis-(para-amino-ciclo-hexil)-metano e poliéter-éter-cetona.

Fibras tais como fibras de vidro, de carbono e de aramida são populares como fibras de reforço.

A proporção de fibras de reforço para a matriz pode variar, mas, preferivelmente, está compreendida entre 40 e 75% em volume. Os comprimentos médios das fibras também podem variar, mas, preferivelmente, estão compreendidos entre cerca de 1/2 a cerca de 6 polegadas de comprimento, com distribuição aleatoriamente sobreposta. Cerca de 95% das fibras estão alinhadas dentro de ± 5 graus e cerca de 97% das fibras estão dentro de ± 10 graus em relação à direcção axial.

Na presente invenção, o elevado grau de alinhamento inerente ao processo de fiação da fibra é conservado em grau muito elevado; pode mesmo ser melhorado por meio deste processo. A resina fundida, que rodeia cada filamento no momento que ele

se parte, actua como amortecedor para absorver a energia libertada pela fibra quando se parte. A resina captura a fibra e esse facto minimiza a transformação da energia de recuo em energia que desorienta os filamentos. A energia é transformada em calor pela resina e rapidamente transportada por convecção e irradiada para fora com segurança.

A força necessária para romper as fibras neste processo é muito menor do que a necessária para as fibras secas. Um estiramento de 10% é suficiente para partir as fibras que têm alongamentos à ruptura tão elevados como 4%. De acordo com um sentido, o processo é muito eficiente visto que regulações de pequeno desvio proporcionam a ruptura completa do feixe da estopa, isto é, cada filamento parte-se. Isto resulta em parte do bom aperto que os rolos de ruptura têm sobre a estopa. Esta minimização do movimento das fibras reduz as oportunidades para que os filamentos fiquem desalinhados.

As resinas termoplásticas fundidas muito viscosas constituem excelentes potes de amortecimento. O processo é também bom porque a resina fica fundida durante um intervalo de tempo muito curto (menor do que 2 segundos). Este facto limita o tempo durante o qual as fibras se podem deslocar relativamente umas às outras. A estopa é aquecida precisamente antes de ocorrer a ruptura e é arrefecida imediatamente depois.

Como as fibras estão rodeadas de polímero fundido, durante a operação de ruptura por estiramento, gera-se uma quantidade muito pequena de fios que saem para o ar. A estopa é muito útil no processamento de jusante porque a resina encerra o feixe da estopa contíguo mesmo sob elevada tensão de tracção. Assim, a estopa pode ser transformada em tecidos ou filamento enrolado com esforço semelhante ao processamento dos materiais de filamentos contínuos.

BREVE DESCRIÇÃO DO DESENHO

O desenho anexo é uma representação esquemática de uma máquina para a realização prática do processo de acordo com a presente invenção.

DESCRIÇÃO PORMENORIZADA DA FORMA DE REALIZAÇÃO ILUSTRADA

Fazendo referência ao desenho, a forma de realização preferida inclui geralmente um carretel (10) que mantém uma bobina rotativa (12) de uma estopa (14) feita de uma matriz de resina reforçada com fibras de filamentos contínuos, uma máquina de ruptura por estiramento (16) (modelo 770 Rebreaker, Seydel, Bielefeld, Alemanha) com um aquecedor de ar quente integral (18) (aquecedor de tubo com camisa de 6 Kw, fabricado por Sylvania) e um dispositivo de enrolamento final (20) (modelo 959 Leesona Corporation, Warwick, R. I.) para enrolar uma embalagem (22).



A máquina de ruptura por estiramento (16) inclui duas unidades de bloco de ruptura (22, 24). A unidade (22) consiste num cilindro accionado (22a) e encaixa e forma beliscaduras sucessivas com rolos metálicos revestidos com material cerâmico (22b e 22c) que são arrefecidos com água. O cilindro (22a) é recoberto com elastômero [Adiprene, L-325, com a espessura de 7,94 mm (5/16") dureza Shore D igual a 75, aplicado por Standard Engineering, Wilmington, Delaware, Estados Unidos da América]. Num arranjo semelhante, o rolo recoberto com o elastômero accionado (24a) encaixa e forma beliscaduras com os rolos metálicos revestidos com produto cerâmico (24b e 24c). O rolo (24a) é recoberto com elastômero (54557 11/16") de espessura com dureza Shore D igual a 42, aplicado por Smoke Mobely, Washington N.C., Estados Unidos da América).

Em funcionamento, a estopa reforçada com fibra sob a forma de filamentos contínuos (14) é puxada da embalagem (12) no carretel (10) através dos meios de guiamento (15) por meio do cilindro accionado (24a) em conjunção com os rolos (24b e 24c) com beliscaduras. A estopa é puxada através do aquecedor (18) por meio do rolo accionado (22a) e associado com o rolo de beliscaduras (22b) e (22c). O cilindro (22a) é accionado a uma velocidade maior (cerca de 10% mais rapidamente) do que o rolo (24a) para aplicar tensão de tracção à estopa.



A transformação da estopa (14) em estopa de resina reforçada com fibras alinhadas partidas por estiramento (14') ocorre entre os cilindros (22a) e (24a).

A estopa (14) passa entre as beliscaduras formadas entre os cilindros (24a, 24b e 24c) que apertam a estopa. A estopa é então puxada através do aquecedor (18) que amacia a resina fazendo subir a sua temperatura até aproximadamente o seu ponto de fusão. Como a velocidade do cilindro (22a) é maior do que a do cilindro (24a) cria-se uma tensão na estopa entre os cilindros que é suficiente para romper cada um dos filamentos contínuos na estopa entre os cilindros (22a e 24a). Como a resina está macia, os filamentos não transferem a carga de corte através da resina para os filamentos adjacentes e, porque não se transfere carga de corte, os filamentos contínuos partem-se aleatoriamente em vez de todos numa posição. Esta distribuição da ruptura aleatória permite que a estopa (14') permaneça contínua sem separação. A resina arrefece rapidamente depois de deixar o aquecedor (18) e é arrefecida rapidamente quando se desloca por cima dos cilindros arrefecidos com água (22b) e (22c), que são mantidos a uma temperatura igual a cerca de 10^oC (50^o F). A estopa partida por estiramento é então enrolada na embalagem (22) pelo enrolador (20) para processamento ulterior.

EXEMPLOS

Exemplo I

Partiu-se por estiramento uma bobina de estopa de resina reforçada com fibras de filamentos contínuos de 3700 denier usando uma máquina como se representa no desenho.

A estopa era constituída por dois fios de aramida de 1150 denier (aramida Kevlar ^(R) 49, Du Pont), impregnada com resina de PETG (copoliéster 6763 PETG Kodar ^(R), Eastman Kodak). A resina inclui 2% em peso de negro-de-fumo (Ampacet). A estopa é constituída por cerca de 57% de fibra numa base em volume.

A máquina de ruptura por estiramento (16) foi preparada regulando as linhas de centro dos rolos (22c) e (24b) de maneira a ficarem afastados 18,4 cm (7,25 polegadas). A velocidade superficial do rolo (24a) foi ajustada de modo a ser igual a 11,8 metros por minuto e a velocidade de superfície do cilindro (22a) foi igual a 13,0 metros por minuto.

Através dos cilindros (22a) e (22c), circulava água arrefecida a cerca de 4,4°C (40°F). A margem da direita do injetor de ar quente foi colocada a 17,1 cm (6,75 polegadas) da linha de centro do rolo (22c) e a sua temperatura de saída era igual a cerca de 343,4°C (650°F). Ar à temperatura ambiente foi alimen-

tado ao distribuidor de ar quente com um caudal de 10 pés cúbicos por minuto. A estopa partida por estiramento na máquina de ruptura por estiramento é enrolada continuamente de maneira a formar uma embalagem no enrolador (20). O denier final da estopa é igual a 3300.

Preparou-se uma urdidura de estopa embrulhando a estopa a partir da sua embalagem com duas camadas de doze extremidades por polegada numa placa de aço inoxidável de 18 polegadas quadradas, com a espessura de 1/16". Toda a placa foi encerrada num saco de vácuo numa estufa durante uma hora a 200°C. O produto, chamado prelam, era agora um prelam relativamente rijo bem impregnado de fibra rompida por estiramento e resina com as fibras todas alinhadas numa direcção. As prelames tinham a espessura de 0,3 mm (12 milésimos de polegada).

Cortaram-se seis prelames em rectângulos de 12,7 cm x 30,5 cm (5" x 12") (eixos das fibras paralelos aos lados de 30,5 cm - 12"). As prelames foram empilhadas umas por cima das outras num molde. O molde foi colocado numa prensa e endurecido sob uma pressão de 21 kg/cm² (300 psi) de pressão do compósito a uma temperatura de 200°C durante vinte minutos. Arrefeceu-se depois a prensa até 55°C e retirou-se o rectângulo compósito com 12,7 cm x 30,5 cm (5" x 12"). O rectângulo tinha uma espessura igual a cerca de 1,42 mm (56 milésimos de polegada).

Cortou-se o rectângulo em pedaços cada um com 12,7 mm (0,5") de largura e 30,5 cm (12") de comprimento. A amostra foi limpa com jacto de areia a $2,8 \text{ kg/cm}^2$ (40 psi) com duas passagens em ambos os lados das duas extremidades (últimos 4,8 cm = 17/8"). Colou-se a amostra a abas de alumínio ($1/8" = 0,32 \text{ mm}$ de espessura, $1,43 \text{ cm} = 9/16"$ de largura, $5,1 \text{ cm} = 2"$ de comprimento) (usando epóxico Devcon "F"). As abas e as barras foram colocadas numa armação para a formação de abas e endurecidas durante a noite.

Ensaaiaram-se nove amostras de acordo com o método ASTM D 3039-76 intitulado "Método de Ensaio Normalizado para Determinação das Propriedades de Resistência à Tracção de Compósitos de Fibra-Resina". O módulo à tracção médio das amostras foi de 728000 kg/cm^2 (10,4 milhões de psi). A resistência à tracção média foi igual a 12040 kg/cm^2 (172 mil psi).

Exemplo II

Partiu-se por estiramento uma estopa de resina reforçada com fibras de filamentos contínuos de 3580 denier enrolada numa bobina usando uma máquina como se representa no desenho. A estopa era constituída por dois fios de filamentos de aramida de 1150 denier (aramida Kevlar[®] 49, Du Pont) impregnada com resina [copolímero de poliamida amorfo baseado em bis-(para-amino-ciclo-hexil)-metano]. A estopa tinha cerca de 60% de fibras em volume.

Preparou-se a máquina de ruptura por estiramento (16) regulando as linhas de centros dos rolos (22c) e (24b) de maneira a ficarem desalinhados 20,3 cm (8,0 polegadas). A velocidade superficial do cilindro (24a) foi ajustada de maneira a ser igual a 5,5 metros por minuto e a velocidade superficial do cilindro (22a) era igual a 6,0 metros por minuto. Fez-se circular água arrefecida a cerca de 4,4°C (40° F) através dos cilindros (22a), (22b) e (22c). A aresta do lado direito do injector da pistola de ar quente foi colocada a 17,1 cm (6,75 polegadas) da linha de centro do cilindro (22c) e a sua temperatura de saída foi igual a cerca de 371°C (700° F). Alimentou-se ar à temperatura ambiente à pistola com um caudal de 339,6 dm³ (12 pés cúbicos) por minuto. A aresta do lado direito do injector da pistola foi colocada a 17,1 cm (6,75 polegadas) da linha de centro do cilindro (22c). A estopa cortada por estiramento saída da máquina de ruptura por estiramento é enrolada continuamente de maneira a obter-se uma embalagem no enrolador (20). O denier final da estopa é de 3260.

Preparou-se uma fotomicrografia da superfície da estopa compôsa (ampliada cem vezes). As amostras da estopa foram marcadas com plasma a 50 watt sob 0,5 torr de oxigênio durante cinco minutos. As amostras foram então revestidas com ouro e fotografadas usando o microscópio electrónico JEOL 840 SEM com a ampliação de cem vezes.



Determinou-se a orientação dos filamentos. Depois de obtidas as fotomicrografias fotocopiaram-se as micrografias para melhorar o contraste entre os filamentos. A fotocópia foi depois colocada numa almofada de digitalização (modelo DIGI-PAD 5, fabricado por GTCO Corporation, 1055 First Street, Rockville, Maryland 20850, Estados Unidos da América). A almofada de digitalização foi ligada a um PC (computador pessoal fabricado por IBM).

Fez-se um programa para o PC aceitar e processar os dados. A orientação de cada filamento deu entrada no computador colocando os fios cruzados de um detector (uma parte móvel da almofada de digitalização) sobre as extremidades opostas de cada filamento na fotocópia (as fotocópias continham entre setenta e dois e noventa e nove filamentos cada uma) e deu-se entrada à localização de cada extremidade premindo um botão no detector. Depois de dar entrada aos dados de todos os filamentos existentes na fotocópia, usou-se o computador pessoal para organizar cada conjunto de dados de cada fotocópia, separadamente.

O computador determinou o ângulo de cada filamento em relação à almofada de digitalização comparando as posições das extremidades opostas de cada filamento. Os ângulos foram sorteados desde o mais negativo até ao mais positivo. Em seguida, "normalizaram-se" os ângulos de modo que o ângulo médio fosse igual a 0° , para corrigir quaisquer desalinhamentos na obtenção das fotografias ao serem aplicadas na almofada de digitalização.

Esta normalização fez-se adicionando uma constante a cada ângulo. O número de filamentos incluídos dentro de qualquer ângulo foi agora determinado examinando os dados e apresentando os dados em tabelas. Este processo também podia ser realizado na prática usando um protractor para medir os ângulos.

95,5% das fibras eram paralelas à direcção axial da estopa dentro de um ângulo de mais ou menos 5° e 97,7% estavam dentro de mais ou menos 10 graus da direcção axial.

Exemplo III

Partiu-se por estiramento uma estopa de resina reforçada com filamento contínuo de 2670 denier contida numa bobina usando uma máquina como se representa no desenho. A estopa era constituída por um fio de fibra de carbono (3 K, fibra de carbono AS-4W, Hercules) impregnado com resina [copolímero de poliamida amorfa com base em bis-(para-amino-ciclo-hexil)-metano]. A estopa foi obtida na firma Du Pont. A estopa tinha cerca de 65% de fibra em volume.

Preparou-se a máquina de ruptura por estiramento (16) regulando as linhas de centro dos cilindros (22c) e (24b) de maneira a ficarem distanciadas 20,3 cm (8 polegadas). A velocidade superficial do cilindro (24a) foi ajustada de maneira a ser igual a 3,6 metros por minuto e a velocidade de superfície do cilindro



(22a) era igual a 4,0 metros por minuto.

Fez-se circular água arrefecida a cerca de $4,4^{\circ}\text{C}$ (40°F) através dos cilindros (22a), (22b) e (22c). A aresta do lado direito da pistola de ar quente estava colocada a 17,1 cm (6,75 polegadas) de distância da linha de centro do cilindro (22c) e a sua temperatura de saída era igual a cerca de $315,5^{\circ}\text{C}$ (600°F). Ao aquecedor de ar, alimentou-se ar à temperatura ambiente com o caudal de $339,6\text{ dm}^3$ (12 pés cúbicos) por minuto. A estopa partida por estiramento saída da máquina de ruptura por estiramento é enrolada continuamente de maneira a formar uma embalagem no enrolador (20). O denier final da estopa é igual a cerca de 2400.

Preparou-se uma fotomicrografia da superfície da estopa compósita (ampliação de cem vezes). As amostras de estopa foram tratadas com plasma e 50 watt sob 0,5 torr de oxigénio durante quinze minutos. As amostras foram depois revestidas com ouro e fotografadas usando o JEOL 840 SEM com ampliação de cem vezes usando imagem secundária de electrões a 15 KV.

Determinou-se a orientação dos filamentos. Depois de obtidas as fotomicrografias, as micrografias foram fotocopiadas para melhorar o contraste entre os filamentos. A fotocópia foi em seguida colocada numa almofada de digitalização (modelo DIGI-PAD 5, fabricado por GTCO Corporation, 1055 First Street,

Rockville, Maryland 20850, Estados Unidos da América). A almofada de digitalização foi ligada a um PC (fabricado por IBM).

Criou-se um programa no PC para aceitar e processar os dados. A orientação de cada filamento deu entrada no computador colocando os fios cruzados do detector (uma parte móvel da almofada de digitalização) sobre as extremidades opostas de cada filamento na fotocópia (as fotocópias continham entre quarenta e três e cinquenta e nove filamentos cada uma) e entrando a posição de cada extremidade premindo um botão no detector. Depois de se dar entrada aos dados de todos os filamentos da fotocópia, utilizou-se o PC para organizar cada conjunto de dados de cada fotocópia, separadamente.

O computador determinou o ângulo de cada filamento relativamente à almofada de digitalização comparando as posições de extremidades opostas de cada filamento. Os ângulos foram sorteados desde o mais negativo até ao mais positivo. Em seguida, "normalizaram-se" os ângulos de modo que o ângulo médio fosse igual a 0° para corrigir o desalinhamento no posicionamento das fotografias na almofada de digitalização. Esta normalização fez-se adicionando uma constante a cada ângulo. O número de filamentos incluídos dentro de qualquer ângulo foi determinado pelos dados analisados e fazendo a tabela dos resultados. Este processo também podia ser feito usando um protractor para medir os ângulos.

92,8% das fibras eram paralelas à direcção axial da estopa dentro de um ângulo de mais ou menos 5 graus e 95,6% estavam dentro de mais ou menos 10 graus em relação à direcção axial.

Exemplo IV

Uma bobina de uma estopa de resina reforçada com fibra de filamento contínuo de 9840 denier foi partida por estiramento usando uma máquina como a representada no desenho anexo. A estopa era feita de um roving de vidro (vidro E, 6620 denier, número 473CB675, tipo 30 roving, Owens Corning Fiberglass, 900 West Valley Road, Wayne, Pensilvânia 19807, Estados Unidos da América), impregnados com resina (copoliéster 6763 de Petg Kodar, Eastman Kodak). A resina inclui 2% em peso de negro-de-fumo (Ampacet). A estopa tem cerca de 50% de fibra em volume.

Preparou-se a máquina de romper por estiramento (16) regulando as linhas de centro dos rolos (22c) e (24b) para ficarem a 20,3 cm (8,0 polegadas) de distância. A velocidade de superfície do cilindro (24a) foi ajustada de maneira a ser igual a 4,5 metros por minuto e a velocidade do cilindro (22a) era igual a 5,0 metros por minuto.

Fez-se circular água arrefecida a cerca de 4,4°C (40°F) através dos cilindros (22a), (22b) e (22c). A aresta do lado direito da saída do ar quente foi colocada a 17,1 cm (6,75

polegadas) da linha de centros do cilindro (22c) e a temperatura de saída era igual a cerca de 371°C (700° F). Alimentou-se ar à temperatura ambiente ao aquecedor com o caudal de 339,6 dm³ (12 pés cúbicos) por minuto. A estopa partida por estiramento proveniente da máquina de ruptura por estiramento é enrolada continuamente numa embalagem no enrolador (20). O denier final da estopa é igual a cerca de 8860.

Prepararam-se fotomicrografias da superfície da estopa compósita (ampliadas cem vezes) fotografando a superfície da estopa através de um microscópio óptico. Prepararam-se doze fotomicrografias.

Determinou-se a orientação dos filamentos. Depois de obtidas as fotomicrografias, fotocopiaram-se as micrografias para melhorar o contraste entre os filamentos. A fotocópia foi em seguida colocada numa almofada de digitalização (modelo DP5A-1111A, fabricada por GTCO Corporation, 1055 First Street, Rockville, Maryland, Estados Unidos da América). A almofada de digitalização foi ligada a um PC (feito por IBM).

Criou-se um programa no PC para aceitar e processar os dados. A orientação de cada filamento foi entrada no computador colocando os fios cruzados de um detector (a parte móvel da almofada de digitalização) sobre as extremidades opostas de cada filamento da fotocópia (as fotocópias continham entre trinta e

4

quatro e sessenta e oito filamentos cada uma) e dando entrada à posição de cada extremidade premindo um botão existente no detector. Depois de se dar entrada a todos os filamentos da fotocópia, usou-se o PC para organizar cada conjunto de dados relativos a cada fotocópia, separadamente.

O computador determinou o ângulo de cada filamento relativamente à almofada de digitalização comparando as posições de extremidades opostas de cada filamento. Os ângulos foram sorteados desde o mais negativo até ao mais positivo. Em seguida, "normalizaram-se" os ângulos de modo que o ângulo médio fosse igual a 0° para corrigir o desalinhamento na colocação das fotografias na almofada de digitalização. Esta normalização fez-se adicionando uma constante a cada ângulo. O número de filamentos incluídos dentro de cada ângulo foi depois determinado examinando os dados e fazendo a tabela dos resultados. Este processo podia também ser realizado usando um protractor para medir os ângulos.

95,6% das fibras eram paralelas à direcção axial da estopa dentro do ângulo de mais ou menos 5 graus e 96,1% estavam compreendidos dentro de mais ou menos 10 graus da direcção axial.

R E I V I N D I C A Ç Õ E S

1.- Processo para a fabricação de uma estopa de matriz de resina reforçada com fibras cortadas e estiradas, caracterizado pelo facto:

de se alimentar uma estopa de matriz de resina termoplástica reforçada com fibras de filamentos contínuos a uma zona de aplicação de tensão de tracção;

de se aquecer a referida estopa na mencionada zona de aplicação de tensão de tracção para amolecer a citada resina termoplástica enquanto se tensiona suficientemente a referida estopa para cortar todas as mencionadas fibras de filamentos contínuos de uma maneira aleatória; e



de se arrefecer a citada estopa.

2.- Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo facto de se aquecer a referida estopa na zona de tensionamento a uma temperatura compreendida no intervalo de cerca de 316°C até cerca de 454°C (600°F a 850°F).

3.- Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo facto de se aquecer de novo a mencionada estopa a jusante da citada zona de tensionamento.

4.- Processo de acordo com as reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo facto de as referidas fibras de filamentos contínuos serem fibras de carbono.

5.- Processo de acordo com as reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo facto de as mencionadas fibras de filamentos contínuos serem fibras de vidro.

6.- Processo de acordo com as reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo facto de as citadas fibras de filamentos contínuos serem fibras de aramida.

7.- Estopa de uma matriz de resina reforçada com fibras alinhadas e cortadas de uma maneira substancialmente axial e alea-

toriamamente, caracterizada pelo facto de ser obtida por um processo que consiste em:

alimentar uma matriz de estopa reforçada com fibras de filamentos contínuos a uma zona de aplicação de tensão de tracção;

aquecer a referida estopa na mencionada zona de aplicação de tensão de tracção para amolecer a mencionada resina termoplástica enquanto se tensiona a citada estopa suficientemente para cortar todas as referidas fibras de filamentos contínuos de uma maneira aleatória; e

arrefecer a mencionada estopa.

8.- Estopa de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo facto de as citadas fibras de filamentos contínuos serem fibras de aramida.

9.- Estopa de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo facto de as referidas fibras contínuas serem fibras de vidro.

10.- Estopa de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo facto de as mencionadas fibras de filamentos contínuos serem fibras de carbono.

11.- Estopa de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo facto de a proporção de fibras de reforço para resina da matriz estar compreendida entre cerca de 40 e cerca de 75% em volu-

me.

12.- Estopa de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo facto de os comprimentos de fibras partidas estarem compreendidos entre cerca de 1,3 mm (1/2 polegada) até cerca de 15,2 cm (6 polegadas).

13.- Estopa de acordo com as reivindicações 7, 8, 9, 10, 11 ou 12, caracterizada pelo facto de 95% das mencionadas fibras estarem dentro do ângulo de ± 10 graus em relação ao alinhamento axial.

14.- Estopa de acordo com as reivindicações 7, 8, 9, 10, 11 ou 12, caracterizada pelo facto de cerca de 93% das citadas fibras estarem dentro do ângulo de ± 5 graus em relação ao alinhamento axial.

15.- Artigo moldado, caracterizado pelo facto de ser obtido por compressão a partir da estopa de acordo com as reivindicações 7, 8, 9, 10, 11 ou 12.

16.- Artigo moldado, caracterizado pelo facto de ser obtido por compressão a partir da estopa de acordo com a reivindicação 13.

4.

17.- Artigo moldado, caracterizado pelo facto de ser obtido por compressão a partir da estopa de acordo com a reivindicação 14.

Lisboa, 24 de Abril de 1990

O Agente Oficial da Propriedade Industrial

Agente

4.

R E S U M O

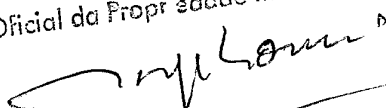
=====

"PROCESSO PARA A FABRICAÇÃO DE COMPÓSITOS DE
FIBRAS ALINHADAS, CORTADAS E ESTIRADAS E PRO
DUTOS ASSIM OBTIDOS"

Forma-se uma estopa de resina reforçada com fibras parti-
das por estiramento a partir de uma resina reforçada com filamen-
tos contínuos submetendo a estopa a uma tensão de tracção enquanto
se aquece a uma temperatura suficiente para amolecer a resina na
zona de aplicação da tensão de tracção para cortar todos os fila-
mentos de uma maneira aleatória.

Lisboa, 24 de Abril de 1990

O Agente Oficial da Propriedade Industrial



5

