



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0710456-1 A2**

(22) Data de Depósito: 11/04/2007
(43) Data da Publicação: 16/08/2011
(RPI 2119)



(51) *Int.Cl.:*
C08L 23/10 2006.01
C08L 23/08 2006.01
H01B 3/00 2006.01

(54) Título: **CAMADA ISOLANTE PARA CABOS, PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UMA CAMADA ISOLANTE PARA UM CABO, COMPOSIÇÃO DE POLIPROPILENO, USO DE UMA COMPOSIÇÃO DE POLIPROPILENO, USO DE UMA CAMADA ISOLANTE E CABO**

(57) Resumo: CAMADA ISOLANTE PARA CABOS, PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UMA CAMADA ISOLANTE PARA UM CABO, COMPOSIÇÃO DE POLIPROPILENO, USO DE UMA COMPOSIÇÃO DE POLIPROPILENO, USO DE UMA CAMADA ISOLANTE E CABO. A presente invenção se refere a uma camada isolante para cabos, uma composição e um processo da mesma, apresentando resistência a alvejamento sob tensão aperfeiçoada, por manutenção de boas propriedades mecânicas e elétricas e compatibilidade ambiental.

(30) Prioridade Unionista: 18/04/2006 EP 060080108

(73) Titular(es): Borealis Technology Oy

(72) Inventor(es): Bernt-Ake Sultan, Christelle Grein, Magnus Palmlöf, Markus Gahleitner, Ulf Torgersen

(74) Procurador(es): Patricia Franco

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007003225 de 11/04/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/118659 de 25/10/2007



PI0710456-1

1/31

**CAMADA ISOLANTE PARA CABOS, PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UMA
CAMADA ISOLANTE PARA UM CABO, COMPOSIÇÃO DE POLIPROPILENO,
USO DE UMA COMPOSIÇÃO DE POLIPROPILENO, USO DE
UMA CAMADA ISOLANTE E CABO"**

5

A presente invenção se refere a uma camada isolante para cabos apresentando resistência a alvejamento sob tensão aperfeiçoada, por manutenção de boas propriedades mecânicas e elétricas e compatibilidade ambiental. Além do mais, a presente invenção se refere a uma composição, que pode ser usada para a produção da camada isolante, e a um processo para a produção dessa camada. Além disso, a invenção é também relacionada a um cabo compreendendo a camada inventiva.

15

Hoje em dia, os produtos poliméricos de etileno são usados como isolantes em blindagens semicondutoras para cabos de baixa, média e alta voltagem, respectivamente, devido à fácil processabilidade e às propriedades elétricas benéficas, bem como os seus bons comportamentos relativos à resistência a alvejamento sob tensão.

20

Além do mais, em aplicação em cabos, policloreto de vinila (PVC) é também comumente usado como material isolante, usualmente em combinação com amolecedores para atingir a maciez desejada dos cabos, e tendo uma boa resistência a alvejamento sob tensão.

25

Uma deficiência com o policloreto de vinila é a temperatura operacional limitada de 70°C por padronização. Isso deve ser notado em relação ao fato de que o PVC tem um desempenho mecânico limitado a temperaturas elevadas. Além disso, os amolecedores têm que ser adicionados ao PVC para manter um alto nível de flexibilidade. Proporções insuficientes de amolecedores reduzem, significativamente, as propriedades do PVC a baixas temperaturas. De um ponto de vista ambiental, esses amolecedores não são sempre considerados como livres de problemas, o que torna desejável a eliminação deles.

Os cabos compreendendo camadas de polietileno são comumente operados a 70°C. No entanto, há uma necessidade de temperaturas operacionais mais altas, que requerem então reticulação do polietileno, em caso contrário, o polietileno vai amolecer ou mesmo fundir. Por conseguinte, no setor de cabos, o revestimento circundando o condutor consiste comumente de materiais de polietileno reticulado, para conferir um desempenho mecânico satisfatório, mesmo sob alta temperatura em uso contínuo e sob condições de sobrecarga de corrente, mantendo, ao mesmo tempo, um alto nível de flexibilidade.

Por outro lado, uma desvantagem desses produtos é que os produtos reticulados são de difícil reciclagem. Além do

mais, em alguns casos, a folha protetora externa consiste de policloreto de vinila (PVC), que é difícil de separar por processos convencionais de poliolefinas reticuladas contendo cargas inorgânicas. Quanto o cabo tiver atingido o
5 fim da sua vida útil, todo o cabo precisa ser descartado e - no caso de combustão - são gerados produtos clorados altamente tóxicos.

No caso de cura por peróxido dos cabos, o próprio
10 estágio de reticulação é um fator limitante, em termos de velocidade de linha. Além do mais, no processamento desses cabos por extrusão, é importante que a reticulação não ocorra até que a mistura tenha deixado a extrusora, uma vez que reticulação ou queima prematura impossibilita manter
15 uma capacidade de produção uniforme, e, além do mais, a qualidade do produto resultante vai ser insatisfatória. A reticulação ou pré-cura dentro da extrusora provoca gelificação e adesão do gel polimérico na superfície do equipamento, com conseqüente risco de obstrução.

20

Portanto, há uma necessidade para novas composições de camadas que propiciem uma temperatura operacional mais alta do que os materiais de polietileno ou PVC, de preferência, uma temperatura operacional de pelo menos 90°C, reduzam o
25 fenômeno de queima propiciando também uma alta velocidade de extrusão e apresentem boas propriedades mecânicas.

O pedido de patente EP 0 893 801 A1 descreve componentes de polímeros de polipropileno, adequados como material em folha isolante. Descreve, particularmente, uma composição de homopolímero ou copolímero de propileno cristalino misturado com um copolímero de etileno com uma alfa-olefina, tendo uma baixa densidade e uma alta uniformidade estrutural, tendo, em particular uma distribuição altamente homogênea da alfa-olefina tendo as moléculas poliméricas. No entanto, o pedido de patente EP 0 893 801 A1 não descreve a possibilidade tendo uma camada de polipropileno adequada para condições operacionais de alta temperatura, tendo simultaneamente propriedades mecânicas muito boas.

O pedido de patente EP 0 401 7147 proporciona uma camada isolante compatível ambientalmente, propiciando uma temperatura operacional de pelo menos 90°C e tendo, simultaneamente, propriedades mecânicas otimizadas, em particular uma alta resistência a impacto e uma boa resistência a tensão.

No entanto, essa camada de polipropileno apresenta uma propriedade conhecida com alvejamento sob tensão (SW). Por conseguinte, quando esses polímeros são dobrados ou sofrem impacto, a zona de dobramento ou impacto fica com uma cor leitosa opaca, mesmo se o polímero for colorido. Portanto,

em grande parte, polietileno é adicionado à composição para aperfeiçoar a resistência a alvejamento sob tensão. A resistência a alvejamento sob tensão ocorre mesmo em composições de polipropileno pigmentadas. Obviamente, o

5 alvejamento sob tensão é um efeito indesejado, e, em uma aplicação de cabo, ocorre, por exemplo, durante enrolamento na instalação. Quanto mais baixa a temperatura, mais pronunciado fica o efeito de alvejamento sob tensão. O efeito é observado como uma variável inviabilizadora

10 potencial a quaisquer esforços para introduzir um conceito de polipropileno para cabos de energia.

Além do mais, nas aplicações de cabos, a rachadura de um cabo não deve ocorrer quando é enrolado ou instalado no

15 local. O risco para rachadura é mais pronunciado, quando enrolado ou instalado a temperaturas mais baixas. Usando-se composições de polipropileno heterofásicas puras, observou-se que a rachadura pode ocorrer, quando do enrolamento a uma temperatura igual ou inferior a -20°C .

20

Portanto, o objeto da presente invenção é proporcionar uma camada para cabos, compreendendo uma composição de polipropileno, em que a composição de polipropileno apresenta boas propriedades mecânicas e elétricas, sendo

25 ainda compatível ambientalmente e sem ou com baixos alvejamento sob tensão e formação de rachadura a baixa

temperatura, e, desse modo, a camada pode ser usada como uma camada isolante.

A presente invenção é baseada na descoberta que o
5 objeto mencionado acima pode ser alcançado se uma composição de polipropileno compreender um polímero de etileno polar, em uma proporção suficiente.

Portanto, a presente invenção proporciona uma camada
10 isolante para cabos produzida de uma composição de polipropileno, compreendendo:

a. uma resina à base de polipropileno (A), que compreende um homopolímero de propileno, um copolímero de propileno
15 aleatório ou um copolímero de propileno heterofásico, consistindo de:

i. um homo- e/ou copolímero de propileno como fase matriz; e

20

ii. um copolímero de propileno como fase dispersa; e

b. um polímero de etileno polar (B), em uma proporção de 10 a 50% em peso, com base na composição de polipropileno
25 total.

Essa camada isolante é não apenas compatível ambientalmente, como pode ser usada a altas temperaturas, mas também apresenta nenhum ou um baixo alvejamento sob tensão sob impacto, por manutenção de boas propriedades mecânicas e elétricas. Além do mais, a rachadura da composição de polipropileno pode ser evitada a baixas temperaturas.

Na presente invenção, a resina de base de polipropileno (A) compreende, de preferência, o homopolímero de propileno, o copolímero de propileno aleatório ou o copolímero de propileno heterofásico, em uma proporção de 50 a 90% em peso, particularmente, 55 a 85% em peso, especialmente, 60 a 80% em peso.

Além do mais, prefere-se que a resina de base de polipropileno (A) compreenda um copolímero de propileno aleatório ou um copolímero de propileno heterofásico, particularmente, um copolímero de propileno heterofásico.

Há essencialmente dois tipos de copolímeros de propileno heterofásicos conhecidos na técnica, isto é, os copolímeros heterofásicos tendo com fase matriz um copolímero de propileno aleatório (RAHECO) ou copolímeros heterofásicos tendo um homopolímero de propileno como a fase matriz (HECO).

O termo "homopolímero" usado no presente relatório descritivo se refere a polipropileno isotático, que consiste substancialmente, isto é, pelo menos 98% em peso, 5 de unidades de propileno. De preferência, o homopolímero consiste de 99% em peso, particularmente, 99,5% em peso de unidades de propileno.

No entanto, na presente invenção, prefere-se que a 10 fase matriz do copolímero de propileno heterofásico seja um copolímero de propileno e, particularmente, um copolímero aleatório.

Um copolímero aleatório é um copolímero no qual a 15 parte comonômero é distribuído aleatoriamente nas cadeias poliméricas.

Por conseguinte, de acordo com essa definição, prefere-se que o copolímero de propileno aleatório 20 compreenda pelo menos um comonômero selecionado do grupo consistindo de etileno e alfa-olefinas de 4 a 8 átomos de carbono. As alfa-olefinas de 4 a 8 átomos de carbono preferidas são 1-buteno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno ou 1-octeno, particularmente, 1-buteno. 25 O copolímero de propileno aleatório especialmente preferido consiste de propileno e etileno.

Além do mais, o teor de comonômero da matriz de polipropileno é de 0,5 a 10% em peso, particularmente, 1 a 8% em peso e, especialmente, 2 a 7% em peso.

5

Para combinação de processabilidade ótima com as propriedades mecânicas necessárias, a incorporação do comonômero pode ser controlada de tal modo que uma parte do polipropileno contenha mais comonômero do que a outra. Para
10 garantir ser adequada para a finalidade dessa patente, essa diferença interpolimérica no teor de comonômero deve exceder um nível que permita uma total miscibilidade de todas as partes do polímero. Os polipropilenos adequados são descritos, por exemplo, no pedido de patente
15 internacional WO 03/002652.

Prefere-se que uma matriz de polipropileno tenha uma temperatura de fusão de pico de pelo menos 135°C, particularmente, de pelo menos 140°C.

20

Prefere-se também que o copolímero de propileno heterofásico compreenda 50 a 90% em peso da matriz de polipropileno, particularmente, 55 a 85% em peso, e, especialmente, 60 a 80% em peso, para obter um bom
25 equilíbrio das propriedades na camada isolante.

Além do mais, a composição de propileno heterofásica de acordo com essa invenção consiste ainda de um copolímero de propileno, que é disperso na matriz de polipropileno, com um tamanho de partícula médio inferior a 1 micrômetro.

5 Esse tamanho de partícula permite, positivamente, uma boa distribuição praticável na matriz e influencia a resistência ao impacto da camada isolante. O tamanho de partícula do copolímero de propileno pode ser determinado como é descrito no pedido de patente EP 0 401 7147.

10

Prefere-se que o copolímero de propileno seja disperso na matriz de polipropileno, em uma proporção de 10 a 50% em peso, particularmente, 15 a 45% em peso, e, especialmente, 20 a 40% em peso.

15

Opcionalmente, o copolímero de propileno pode também incluir polietileno cristalino, mas não mais do que 10% em peso, particularmente, 5% em peso, e, especialmente, 2% em peso do copolímero de propileno total.

20

De preferência, o copolímero de propileno compreende pelo menos um comonômero selecionado do grupo consistindo de etileno e alfa-olefinas de 4 a 8 átomos de carbono. As alfa-olefinas de 4 a 8 átomos de carbono preferidas são

25 1-buteno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno ou 1-octeno, particularmente, 1-buteno. O copolímero de

propileno substancialmente amorfo especialmente preferido é um denominado "borracha de etileno - propileno" (EPR), compreendendo de 30 - 70% em peso de unidades de etileno e de 70 - 30% em peso de unidades de propileno.

5 Opcionalmente, esse copolímero podem também conter unidades de dieno e é depois tecnicamente denotado como "borracha de dieno de etileno - propileno" (EPDM). Ainda que a EPR possa ser tanto produzida ou diretamente em uma etapa da polimerização do polipropileno, ou adicionada como um
10 componente separado em uma etapa de mistura ou combinação em fusão subsequente, a EPDM pode ser também adicionada em uma etapa de mistura ou combinação em fusão subsequente.

De preferência, o teor de comonômero do copolímero de
15 propileno é de 20 - 80% em peso, particularmente, 30 - 70% em peso, e, especialmente, 60 - 65% em peso.

Além do mais, o copolímero de propileno heterofásico tem, de preferência, uma taxa de escoamento em massa
20 fundida (medida de acordo com a norma ISO 1133) de 0,5 a 50 g/10 min, particularmente, de 0,55 a 20 g/10 min, especialmente, de 0,5 a 8 g/10 min.

Para aperfeiçoar a resistência a alveamento sob
25 tensão por manutenção de boas propriedades mecânicas e elétricas, a composição de polipropileno compreende de 5 a

50% em peso de um polímero de etileno polar (B). De preferência, o polímero de etileno polar (B) é usado em uma proporção de 15 a 40% em peso, particularmente, de 20 a 40% em peso, com base na composição de polipropileno total.

5

O polímero de etileno polar (B) é produzido, de preferência, por copolimerização de etileno com comonômeros polares. No entanto, pode ser também produzido por enxerto do polímero de etileno, por exemplo, por enxerto de ácido acrílico, ácido metacrílico ou anidrido maléico no polímero.

Prefere-se que os grupos polares sejam introduzidos no polímero de etileno por copolimerização de etileno com comonômeros adequados portando grupos polares.

Prefere-se ainda que os comonômeros sejam selecionados de acrilatos de $C_1 - C_6$ alquila, metacrilatos de $C_1 - C_6$ alquila, ácidos acrílicos, ácidos metacrílicos e acetato de vinila, particularmente, de acrilato de $C_1 - C_6$ alquila ou acetato de vinila. O copolímero pode também conter estruturas isoméricas (como, por exemplo, os tipos Surlyn da DuPont).

Além do mais, a proporção de comonômero no polímero de etileno polar (B) é, de preferência, entre 2 e 40% em peso,

particularmente, de 2 a 30% em peso, especialmente, de 2 a 25% em peso.

Como demonstrado abaixo, a composição de polipropileno da presente invenção não apresenta, de preferência, qualquer formação de rachadura, a uma temperatura de -20°C ou abaixo, particularmente, a uma temperatura de -40°C, em um teste de dobramento a frio.

Além do mais, a intensidade de alvejamento por tensão da composição de polipropileno é, de preferência, igual ou inferior a 3, particularmente, igual ou inferior a 2, a uma temperatura de -40°C em um teste de dobramento a frio.

Além disso, à temperatura ambiente (TA), a composição de polipropileno da presente invenção tem, de preferência, uma intensidade de alvejamento por tensão igual ou inferior a 3, particularmente, igual ou inferior a 2 em um teste de dobramento de três pontos, por manutenção de todas as outras boas propriedades da camada isolante de polipropileno, como módulo de flexão e tração, bem como alongamento.

Além do mais, prefere-se que a camada isolante da presente invenção tenha, de preferência, um módulo de tração de 100 a 1.000 MPa, particularmente, de 150 a

800 MPa, especialmente, de 150 a 500 MPa. O módulo de tração foi determinado de acordo com a norma ISO 527-3.

Adicionalmente, prefere-se que a deformação em escoamento esteja acima de 20%, particularmente, acima de 22%, medida de acordo com a norma ISO 527-3.

O alongamento em ruptura da presente camada isolante é, de preferência, de 450 a 900% em peso, particularmente, de 500 a 880%, especialmente, de 530 a 850%, medida de acordo com a norma ISO 527-3.

A resistência a impacto de Charpy é um teste destrutivo de resistência a impacto, consistindo na colocação de um corpo de prova opcionalmente com ranhura, em uma posição horizontal entre dois suportes, e aplicação de um golpe de intensidade conhecida, que vai normalmente fraturar o corpo de prova. A apreensão (amortecimento) de energia nesse processo de fratura é registrada como uma medida da resistência a impacto. O impacto de Charpy foi medido de acordo com a norma ISO 179 1 eA (23°C) e de acordo com a norma ISO 179 1 eA (-20°C). Prefere-se que o valor medido a 23°C para o teste de impacto de Charpy seja pelo menos 50 kJ/m², particularmente, pelo menos 55 kJ/m², e, especialmente, 70 kJ/m². Além disso, de preferência, o valor medido a -20°C, de acordo com a norma ISO 179 1 eA, é

pelo menos 2 kJ/m², particularmente, pelo menos 5 kJ/m², e, especialmente, pelo menos 5,5 kJ/m².

A taxa de escoamento em massa fundida (MFR), que é
5 equivalente ao termo "índice em massa fundida" usado
previamente, indica a fluidez e, desse modo, a
processabilidade de um polímero. Quanto mais alta a taxa de
escoamento em massa fundida, mais baixa a viscosidade do
polímero. A MFR é medida de acordo com a norma ISO 1133. Na
10 presente invenção, a composição de polipropileno tem, de
preferência, uma MFR₂ (230°C / 2,16 kg) de
0,01 a 2,5 g/10 min, particularmente, de 0,5 a 2 g/10 min.

Além do mais, prefere-se que a composição de
15 polipropileno da camada inventiva tem uma temperatura de
pico de fusão máxima (T_m) acima de 135°C, particularmente,
acima de 140°C.

A composição de polipropileno da presente invenção e
20 os seus componentes podem ser produzidos por qualquer
processo conhecido na técnica. No entanto, prefere-se que a
matriz de polipropileno da resina de base de propileno
heterofásico seja produzida em um ou mais reatores de
polpa, e, opcionalmente, um ou mais reatores para fase
25 gasosa, seguida pela produção do copolímero de
polipropileno na fase gasosa, por mistura ou polimerização

in situ de etileno no sistema reacional. Depois, mais de 5% em peso e até 50% em peso do polímero de etileno polar (B), com base na composição de polipropileno total, são misturados por qualquer possível processo conhecido na
5 técnica na composição.

A polimerização em fase de polpa pode ser conduzida a uma temperatura inferior a 75°C, de preferência, de 60 a 65°C, e a uma pressão variando entre 60 e 90 bar, de
10 preferência, de 30 a 70 bar. A polimerização é conduzida, de preferência, sob condições tais que de 20 a 90% em peso, de preferência, de 40 a 80% em peso dos polímeros são polimerizados nos reatores. O tempo de residência pode ser entre 15 e 20 minutos.

15

A etapa de polimerização em fase gasosa é conduzida, de preferência, por transferência da mistura reacional da fase de polpa diretamente para a fase gasosa, sem remoção dos monômeros não reagidos, particularmente, por uma
20 pressão superior a 10 bar. A temperatura da reação usada vai estar geralmente dentro da faixa de 60 a 115°C, particularmente, de 70 a 110°C. A pressão da reação vai ser, de preferência, superior a 5 bar e, particularmente, ser na faixa de 10 a 25 bar, e o tempo de residência vai
25 ser, de preferência, de 0,1 a 5 horas.

De preferência, um reator em circuito fechado é usado como o dito reator de polpa, também o tipo de reator, tal como um reator de tanque, pode ser também empregado. De acordo com outra concretização, a fase de polpa é conduzida em dois reatores de polpa, de preferência, mas não necessariamente, em dois reatores em circuito fechado. Fazendo-se isso, a distribuição do comonomero pode ser facilmente controlada. Quando da continuação da copolimerização no reator ou reatores de fase gasosa, o teor de comonomero pode ser aumentado ainda mais. Desse modo, o polímero matriz pode ser particularizada por ajuste da razão de comonomeros nos diferentes reatores.

A polimerização pode ser obtida por uso de quaisquer catalisadores de polimerização de olefinas usuais, e esses são bem conhecidos daqueles versados na técnica. De preferência, um sistema catalítico compreende um catalisador Ziegler-Natta específico de estero, um catalisador de metalloceno ou outros catalisadores organometálicos ou de coordenação usuais. O sistema catalítico particularmente preferido é um catalisador Ziegler-Natta de alto rendimento, tendo um componente catalisador, um componente co-catalisador e, opcionalmente, um doador externo. O sistema catalítico pode, desse modo, conter um componente de titânio e um componente doador de elétrons suportados em um dicloreto de magnésio ativado, um

componente de trialaquilamônio como um ativador e um componente doador de elétrons. Um sistema catalítico preferido é um catalisador de metalloceno tendo uma estrutura de ponte, conferindo uma alta estereoatividade e que é um complexo de atividade impregnado em um veículo. Os sistemas catalíticos adequados são descritos, por exemplo, em FI 88047, EP 491566, EP 586390 e WO 98/12234, que são incorporados por referência no presente relatório descritivo.

10

Além do mais, a presente invenção se refere a um processo para produção de uma camada isolante para um cabo, no qual uma composição de polipropileno, descrita acima, é formada em uma camada do dito cabo.

15

A presente invenção também se refere a uma nova composição de cabo compreendendo a camada definida acima.

Para aplicação em baixa voltagem, o sistema de cabo pode compreender ainda um condutor e uma camada isolante, ou um condutor e uma camada isolante e uma camada de camisa adicional, ou um condutor, uma camada semicondutora e uma camada isolante. O sistema de cabo de média e alta voltagem pode compreender ainda um condutor, uma camada semicondutora interna, uma camada isolante e uma camada semicondutora externa, coberta opcionalmente por uma camada de camisa adicional.

Além do mais, cargas sólidas, como negro de fumo, podem ser incorporadas na camada isolante, mas também quaisquer outros aditivos adequados para essas camadas.

5 Além do mais, não apenas a camada isolante, mas também outras camadas podem compreender a composição como definida acima. Por conseguinte, também a camada semicondutora e/ou a camada de camisa pode compreender a composição inventiva. Prefere-se que a composição nas camadas seja termoplástica,
10 particularmente, que as camadas sejam termoplásticas.

O cabo final pode também consistir de múltiplos condutores ou núcleos, normalmente 1, 2, 3 ou 4, combinados com camadas isolantes e de folhas comuns.

15

Na presente invenção, a composição de polipropileno é extrudada no condutor ou condutores, seguindo-se solidificação da composição de polipropileno em velocidades de linha de preferência de 3 a 400 m/min, particularmente,
20 de 50 a 300 m/min, para formar a camada isolante para o cabo. Particularmente, a solidificação ocorre em um banho de água.

Métodos de medida

25 1. Alvejamento sob tensão

Para avaliar o alvejamento sob tensão, são usados dois diferentes métodos, o denominado método de dobramento a frio, de acordo com a norma EN 60811-1-4, e o teste de dobramento de três pontos reverso.

5

1.1 Teste de dobramento a frio

No teste de dobramento a frio, o alvejamento sob tensão é medido de acordo com a norma EN 60811-1-4. Um cabo consistindo de um condutor Al de 3 mm, coberto por um isolamento polimérico de 0,7 mm, é enrolado em torno de um eixo tendo um diâmetro de 15 a 19 mm a -40°C ou -20°C. O cabo e o eixo são condicionados nessa baixa temperatura, antes de enrolamento. De acordo com o padrão, um eixo de 20 mm deve ser usado para dimensionar o cabo. Por conseguinte, o teste nesse caso é pré-formado sob condições de maior rigidez do que o necessário. A classificação do teste de dobramento a frio é de 0 a 5, em que 0 significa nenhum alvejamento sob tensão e 5 significa grave alvejamento sob tensão.

20

1.2 Teste de dobramento de três pontos

O teste de dobramento de três pontos é conduzido em uma máquina de teste universal (Zwick Z010) a 50 mm/min. As amostras são corpos de prova UL94 moldadas por injeção de espessura de 2 mm (125 x 12,5 x 2 mm).

25

O conjunto experimental consiste do teste de dobramento de três pontos reverso, acoplado com um sistema de detecção óptico.

5 O conjunto mecânico consiste de:

- uma parte fixa, com uma varredura de 40 mm;
 - uma parte móvel (dispositivo de colisão por dobramento), em que (i) uma fonte de luz foi fixada no fundo, e em que (ii) o sensor óptico é fixo em uma haste vertical.
- 10

Esse conjunto garante que a distância fonte de luz - sensor óptico se mantém constante durante o teste, pré-requisito para uma boa reprodutibilidade das medidas.

15

Três diferentes parâmetros são determinados:

- a) ângulo de encurvamento no qual ocorre alveamento sob tensão (SW), ângulo SW [°]; correlaciona-se com uma queda significativa da resposta óptica, durante
- 20 dobramento;

- b) tamanho residual das zonas de branqueamento, imediatamente após um dobramento de 90° [medido em mm], chamado Res-SW 90°C; e

25

c) intensidade residual da zona de branqueamento imediatamente depois de um dobramento de 90°C (apreciação visual de 0 a 5, com 0: nenhum branqueamento remanescente, 5: alvejamento intenso), chamada intensidade SW.

5

O ângulo de dobramento de alvejamento sob tensão é determinado da maneira apresentada a seguir:

O desvio de força na curva de desvio de sinal óptico é registrado. No início do teste, o sinal óptico é, qualquer que seja, a transparência / nebulosidade inicial da amostra, considerada como sendo 100%. A ocorrência de fração branca é correlacionada com uma queda significativa em uma curva de desvio de sinal óptico. O branqueamento é avaliado como apresentado do seguinte modo:

- determinar uma tangente na inflexão da curva de desvio de sinal óptico (não mostrada);
- cortar essa tangente com uma linha de sinal óptico de 100%, para proporcionar o desvio no qual ocorre alvejamento sob tensão; e
- calcular de um modo automático, o ângulo de início para branqueamento, usando as correlações estabelecidas entre o desvio e o ângulo (ângulo: função polinomial de grau 4 de desvio).

O tamanho residual de uma zona de branqueamento, após descarga, é determinado como apresentado a seguir:

Os testes são conduzidos a um desvio correspondente a um ângulo de 90° . Esses desvios podem ser calculados em diferentes amostras e geometrias de teste, usando fórmulas trigonométricas usuais.

O corpo de prova é então descarregado intensivamente (velocidade de cruzeta: 400 mm/min). O tamanho da área de branqueamento é medida imediatamente após teste, usando um aferidor deslizante. O valor obtido é introduzido manualmente em uma folha de resultados; os cálculos médios são automatizados.

A intensidade da zona de branqueamento, após descarga, é determinada como descrito a seguir:

Diretamente após o teste, a intensidade do alvejamento é avaliada. Uma marca de 0 é atribuída quando não há qualquer branqueamento residual; uma nota de 5 quando o alvejamento da zona deformada é extremamente pronunciado. O valor obtido é introduzido manualmente em uma folha de resultados; os cálculos médios são automatizados. A determinação desses parâmetros é relativamente subjetiva e dependente de operador. Os valores obtidos podem não ser,

portanto, considerados como valor 100% reprodutíveis, ainda que representem informações cruciais do potencial de recuperação elástica do material. O que é importante mencionar é:

5

- a. uma intensidade de 0 é notável;
- b. uma intensidade de até 1 é excelente;
- c. uma intensidade entre 1,1 e 1,5 é boa;
- d. uma intensidade entre 1,6 e 3 é aceitável;
- e. uma intensidade superior a 3 é insuficiente.

10

2. Taxa de escoamento em massa fundida

15

A taxa de escoamento em massa fundida é determinada de acordo com a norma ISO 113 e é indicada em g/10 min. A MFR é uma indicação da fluidez e, desse modo, da processabilidade do polímero. Quanto mais alta a taxa de escoamento em massa fundida, mais baixa a viscosidade do polímero. A MFR da composição de polipropileno é medida com uma carga de 2,16 kg a 230°C. A MFR do polímero de etileno é medida com uma carga de 2,16 kg a 190°C.

20

3. Teste de tração

25

Os testes de tração foram conduzidos de acordo com a norma ISO 527-3 usando corpo de prova moldado por injeção, como descrito na norma EN ISO 1873-2 (forma de osso de cachorro, espessura de 3 mm).

O módulo de tração (módulo E) foi também determinado de acordo com a norma ISO 527-3 e calculado da parte linear dos resultados do teste de tração.

5 4. Teste de Charpy com entalhe

O impacto Charpy é medido de acordo com a norma ISO 179 1 eA (23°C) e de acordo com a norma ISO 179 1 eA (-20°C).

10 5. Temperatura de fusão de pico

A temperatura de fusão de pico (T_m) é determinada por calorimetria diferencial de varredura (DSC), de acordo com a norma ISO 3146.

15 6. Densidade

A densidade é medida de acordo com a norma ISO 1183.

● **Exemplos**

As diferentes composições de polipropileno foram
20 extrudadas em um condutor de alumínio circular. O diâmetro do condutor foi de 3 mm e a espessura do isolante de 0,7 mm. A linha foi operada a uma velocidade de 75 m/min, e os ajustes de temperatura na linha variaram de 178 - 241°C, resultando em uma temperatura de fusão de aproximadamente
25 240°C. O banho de resfriamento tinha uma temperatura de 23°C. Na velocidade de linha de 75 m/min, a capacidade

extrusão das composições de polipropileno de acordo com a presente invenção foi boa, e foram obtidas superfícies lisas.

5 Materiais:

a) Resina de base de polipropileno (A)

Duas diferentes resinas de base de polipropileno (A) foram usadas nos exemplos.

10 A resina de base de polipropileno A1 é um copolímero de polipropileno heterofásico de um copolímero de polipropileno aleatório, como fase matriz, e uma borracha de etileno - propileno, como fase dispersa, que tem um teor de C₂ de aproximadamente 15% em peso, teor total de XS
15 (xilenos solúveis) de aproximadamente 27% em peso, e uma MFR (230°C / 2,16 kg) de 0,8 g/10 min.

A resina de base de polipropileno A2 é um copolímero de polipropileno heterofásico de um copolímero de
20 polipropileno aleatório, como fase matriz, e uma borracha de etileno - propileno, como fase dispersa, que tem um teor de C₂ de aproximadamente 12% em peso, teor total de XS (xilenos solúveis) de aproximadamente 32% em peso, e uma MFR (230°C / 2,16 kg) de 1,2 g/10 min.

25

b) Polímero de etileno polar (B)

Três diferentes polímeros de etileno polares (B) foram usados nos exemplos:

- um copolímero de etileno - acrilato de metila (EMA) contendo 20% em peso de acrilato de metila, que tem uma MFR (190°C / 2,16 kg) de 8 g/10 min, e uma densidade de 942 kg/m³;

- um copolímero de etileno - acrilato de butila (EBA) contendo 17% em peso de acrilato de butila, que tem uma MFR (190°C / 2,16 kg) de 1,10 g/10 min e uma densidade de 924 kg/m³; ou

- um copolímero de etileno - acetato de vinila (EVA) contendo 27% em peso de acetato de vinila, que tem uma MFR (190°C / 2,16 kg) de 3 g/10 min e uma densidade de 951 kg/m³.

Todas as propriedades das composições testadas são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1

Material	MFR ₂ [g/10 min]	Teste de dobramento a frio (-40°C) rachaduras sim / não	Teste de dobramento a frio (-40°C) intensidade SW	Ângulo SW [°]	Res SW 90°[mm]	Teste de dobramento de três pontos - intensidade SW	Charpy com ranhura, RT, [kJ/m ²]	Charpy com ranhura, -20°C, [kJ/m ²]	T _m [°C]	
									Pico 1	Pico 2
Exemplo 1 (A1 + 25% em peso EMA)	1,65	não	0	48,9	0	0	84,4	11,4		
Exemplo 2 (A1 + 25% em peso EVA)	1,7	não	3	40,6	0	0	86,9	10,2		
Exemplo 3 (A2 + 25% em peso EBA)	1,5	não	0	70,4	0	0	76,8	65,5		
Exemplo 4 (A1 + 25% em peso EBA)	0,9	modo trans	4	32,8	0	0,5	87,7	8,3		
Exemplo 5 (A1 + 25% em peso EBA)	1,15	não	0	40	0	0,5	86,9	12,4		
Exemplo 6 (A1 + 30% em peso EBA)		não	0	53,3	0	0			95,1	142,2
Exemplo 7 (A1 + 50% em peso EBA)		não	0	47,5	0	0			95,7	141,8

Exemplo Comparati vo 1 (A1)	0,8	sim	5	45,5	0	0	91,6	8,4	111,3	142,8
Exemplo Comparati vo 2 (A2)	1,2	não	4	38,5	0	0	83,5	5,6		140,5
Exemplo Comparati vo 3 (A1 + 5% em peso EBA)	1,1	não	4 - 5	33,4	0	0				142,5

TABELA 2

Material	Módulo de tração [MPa]	Resistência a tração [MPa]	Tensão em escoamento [MPa]	Deformação em escoamento [%]	Tensão em rachadura [MPa]	Deformação em rachadura [%]
Exemplo 1 (A1 + 25% em peso EMA)	352	20	12,1	27,6	18,7	585
Exemplo 2 (A1 + 25% em peso EVA)	345	26,1	12,3	22,6	25,6	845
Exemplo 3 (A2 + 25% em peso EBA)	176	26,3	10,3	24,6	26,3	633
Exemplo 4 (A1 + 25% em peso EBA)	454	21,7	14,1	22,8	21,6	559
Exemplo 5 (A1 + 25% em peso EBA)	432	20,7	12,7	30,7	19,4	563
Exemplo 6 (A1 + 30% em peso EBA)	292					
Exemplo 7 (A1 + 50% em peso EBA)	124					
Exemplo Comparativo 1 (A1)	508		16,8	16,6	25,7	484
Exemplo Comparativo 2 (A2)	289	26,3	13,2	30,1	26,3	552
Exemplo Comparativo 3 (A1 + 5% em peso EBA)	489					

Como pode-se observar da tabela, as composições de acordo com a presente invenção apresentam boas propriedades mecânicas, com baixo ou nenhum alvejamento sob tensão sob impacto e ainda sem formação de rachadura à baixa
5 temperatura, em comparação a composições de polipropileno ou composições de polipropileno puras, que não compreendem uma proporção suficiente de polímeros de etileno polares.

REIVINDICAÇÕES

1. Camada isolante para cabos produzida de uma
composição de polipropileno, caracterizada pelo fato de que
5 compreende:

10 a. uma resina à base de polipropileno (A), que
compreende um homopolímero de propileno, um copolímero
de propileno aleatório ou um copolímero de propileno
heterofásico, consistindo de:

i. um homo- e/ou copolímero de propileno
como fase matriz; e

15 ii. um copolímero de propileno como fase
dispersa; e

b. um polímero de etileno polar (B), em uma
proporção de 10 a 50% em peso, com base na composição
de polipropileno total.

20 2. Camada isolante para cabos de acordo com a
reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a resina de
base de polipropileno (A) compreende um copolímero de
propileno aleatório ou um copolímero de propileno
heterofásico.

25 3. Camada isolante para cabos de acordo com a
reivindicação 1 ou 2, caracterizada pelo fato de que o
copolímero de propileno do copolímero de propileno

heterofásico é disperso na fase matriz de polipropileno, com um tamanho de partícula médio inferior a 1 micrômetro.

4. Camada isolante para cabos de acordo com qualquer
5 uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que a proporção de copolímero de propileno do copolímero de propileno heterofásico é de 10 a 50% em peso.

10 5. Camada isolante para cabos de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que o polímero de etileno polar (B) compreende comonômeros polares de acrilatos de $C_1 - C_6$ alquila, metacrilatos de $C_1 - C_6$ alquila, ácidos acrílicos, ácidos metacrílicos e acetato de vinila, ou uma mistura deles.

15

6. Camada isolante para cabos de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de que o teor de comonômero do copolímero de etileno polar (B) é de 2 a 40% em peso, com base no copolímero de etileno polar (B) total.

20

7. Camada isolante para cabos de acordo com a reivindicação 5 ou 6, caracterizada pelo fato de que o comonômero do polímero de etileno polar (B) é um acrilato de $C_1 - C_6$ alquila ou acetato de vinila.

25

8. Camada isolante para cabos de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que a composição de polipropileno tem uma intensidade de

alvejamento por tensão igual ou inferior a 3, em um teste de dobramento de três pontos.

9. Camada isolante para cabos de acordo com qualquer
5 uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que a composição de polipropileno tem uma intensidade de alvejamento por tensão igual ou inferior a 3, a uma temperatura de -40°C em um teste de dobramento a frio.

10 10. Camada isolante para cabos de acordo com qualquer
uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que a composição de polipropileno não apresenta qualquer formação de rachadura, a uma temperatura de -40°C em um teste de dobramento a frio.

15

11. Camada isolante para cabos de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que a composição de polipropileno tem um módulo de tração abaixo de 1.000 MPa.

20 12. Camada isolante para cabos de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que a composição de polipropileno tem um escoamento em deformação acima de 20%.

25 13. Camada isolante para cabos de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que a composição de polipropileno tem uma temperatura de fusão de pico máxima acima de 135°C .

14. Processo para produção de uma camada isolante para um cabo, caracterizado pelo fato de que uma composição de polipropileno compreendendo:

5 a. uma resina à base de polipropileno (A), que compreende um homopolímero de propileno, um copolímero de propileno aleatório ou um copolímero de propileno heterofásico, consistindo de:

i. um homo- e/ou copolímero de propileno como fase matriz; e

10 ii. um copolímero de propileno como fase dispersa; e

b. um polímero de etileno polar (B), em uma proporção de 10 a 50% em peso, com base na composição
15 de polipropileno total,
é formada em uma camada do dito cabo.

15. Composição de polipropileno, caracterizada pelo fato de compreender:

20 a. uma resina à base de polipropileno (A), que compreende um homopolímero de propileno, um copolímero de propileno aleatório ou um copolímero de propileno heterofásico, consistindo de:

25 i. um homo- e/ou copolímero de propileno como fase matriz; e

ii. um copolímero de propileno como fase dispersa; e

b. um polímero de etileno polar (B), em uma proporção de 10 a 50% em peso, com base na composição de polipropileno total.

5 16. Uso de uma composição de polipropileno de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que é para a produção de camadas para cabos, de preferência, cabo de isolamento.

10 17. Uso de uma camada isolante de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 13, caracterizado pelo fato de que é para a produção de cabos.

15 18. Cabo, caracterizado pelo fato de que compreende uma camada de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 13.

P10710456-1

RESUMO

**"CAMADA ISOLANTE PARA CABOS, PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UMA
CAMADA ISOLANTE PARA UM CABO, COMPOSIÇÃO DE POLIPROPILENO,
USO DE UMA COMPOSIÇÃO DE POLIPROPILENO, USO DE
5 UMA CAMADA ISOLANTE E CABO"**

A presente invenção se refere a uma camada isolante
para cabos, uma composição e um processo da mesma,
apresentando resistência a alvejamento sob tensão
aperfeiçoada, por manutenção de boas propriedades mecânicas
10 e elétricas e compatibilidade ambiental.