



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) BR 112017016004-8 B1**



**(22) Data do Depósito: 26/01/2016**

**(45) Data de Concessão: 16/11/2021**

**(54) Título:** MÉTODO PARA PRODUZIR UM PRODUTO MOLDADO POR INJEÇÃO, E, USO DE FIBRAS DE CASCA DE SEMENTE DE GIRASSOL

**(51) Int.Cl.:** B29C 45/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 27/01/2015 DE 10 2015 201 386.3.

**(73) Titular(es):** SPC SUNFLOWER PLASTIC COMPOUND GMBH.

**(72) Inventor(es):** ULRICH MEYER; SEBASTIAN MEYER; REINHARD TRUMME.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2016051601 de 26/01/2016

**(87) Publicação PCT:** WO 2016/120285 de 04/08/2016

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 26/07/2017

**(57) Resumo:** A invenção refere-se a um método para produzir um produto moldado por injeção, compreendendo as seguintes etapas: (a) processamento de cascas de semente de girassol em fibras de casca de semente de girassol, a uma temperatura máxima TPFmax menor que 200°C, (b) produção de um material compósito moldado por injeção através da mistura das fibras de casca de semente de girassol produzidas na etapa (a), com um material plástico, a uma temperatura máxima TPCmax menor que 200°C, (c) moldagem por injeção automática do material compósito moldado por injeção, produzido em uma ferramenta de moldagem por injeção, de modo que um material compósito moldado seja produzido, em que o material compósito introduzido na ferramenta de moldagem por injeção possui uma temperatura TIM maior que 200°C em pelo menos uma seção da ferramenta de moldagem por injeção, (d) remoção do material compósito moldado de modo que o produto moldado por injeção seja produzido. A invenção também se refere a um produto moldado por injeção correspondente e ao uso de fibras de casca de semente de girassol especialmente preparadas como aditivo.

“MÉTODO PARA PRODUZIR UM PRODUTO MOLDADO POR INJEÇÃO, E, USO DE FIBRAS DE CASCA DE SEMENTE DE GIRASSOL”

[001] A presente invenção refere-se a um método para produzir um produto moldado por injeção, a um produto moldado por injeção correspondente (que é pode ser produzido pelo método de acordo com a invenção) e ao uso de fibras de casca de semente de girassol especialmente produzidas como um aditivo em um material compósito moldável por injeção.

[002] Métodos de moldagem por injeção pertencem aos métodos mais frequentemente usados para a produção de produtos feitos de material plástico ou compósitos de material plástico. Moldagem por injeção tipicamente envolve a plastificação de material plástico ou granulados de compósito por aquecimento. Para este fim o respectivo granulado é tipicamente enchido em uma unidade de injeção de uma máquina de moldagem por injeção que compreende um parafuso sem-fim e um cilindro. Em moldagem por injeção termoplástica o cilindro é aquecido de modo que o granulado é transportado na direção de um molde de injeção por meio do parafuso sem-fim e também plastificado dentro da unidade de injeção. O material plástico ou material compósito plastificado deixa a unidade de injeção através de uma matriz que forma a transição para o molde de injeção. Isso faz com que um aumento de temperatura adicional dentro do material plastificado por conta de forças de cisalhamento. Para uma descrição detalhada de máquinas de moldagem por injeção habituais e partes técnicas componentes das mesmas, referência é feita à literatura técnica.

[003] O produto resfriado e desmoldado de um método de moldagem por injeção é um produto moldado por injeção, a precisão de fabricação do qual depende de diversos parâmetros. Controle dos processos de resfriamento e escolha do material plástico empregado em particular são decisivos para precisão de fabricação uma vez que materiais plásticos e materiais compósitos

sofrem uma retração de intensidade variada dependendo da taxa de resfriamento. Isto quer dizer que materiais compósitos moldados produzidos por moldagem por injeção ou materiais moldados feitos de materiais plásticos sofrem uma mudança de volume sem a necessidade de desmoldagem de material ou aplicação de pressão. O fenômeno da retração se aplica aqui em particular a materiais plásticos semicristalinos. É frequentemente o caso que mediante resfriamento relativamente lento as moléculas do material moldado no molde de injeção se encaixem em um volume comparativamente pequeno particularmente bem, enquanto que em um resfriamento rápido essa habilidade é reduzida de modo que resulte em uma retração mais intensa para resfriamento relativamente lento do que para resfriamento rápido. Na moldagem de produtos baseados em materiais compósitos ou materiais plásticos o fenômeno da retração é frequentemente considerado mesmo quando projetando o molde de injeção. Aqueles versados na técnica prestam atenção particular a regiões de parede espessas de um produto uma vez que particularmente em tais regiões de parede espessas (regiões de acumulação de material) contrações de volume significantes, isto é, depressões superficiais, podem ocorrer.

[004] Referência é feita aos documentos da técnica anterior WO 2013/ 072 146 A1 e WO 2014/ 184 273 A1.

[005] Até aqui tentou-se agir contra a formação de depressões superficiais e outros defeitos de produto resultantes do fenômeno de retração escolhendo uma pressão de compressão particularmente alta e um tempo de compressão elevado. Pressão de compressão pode também ser referida como compressão final e tempo de compressão como tempo de compressão final.

[006] Em materiais plásticos semicristalinos frequentemente empregados tal como polipropileno e polietileno o grau de retração é tipicamente 1,5% a 2%. Visto que tal grau de retração é frequentemente inaceitável, tentativas são feitas para agir contra a retração na maneira descrita

acima e/ou por adição de aditivos tal como enchedores (por exemplo, CaCO<sub>3</sub> ou talco) por exemplo. Proceder desta forma frequentemente resulta em outras desvantagens, por exemplo desgaste da máquina aumentado como resultado dos enchedores minerais mencionados ou tempos de ciclo longos como resultado de tempos de compressão final (tempos de compressão) mais longos e custos de partes componentes mais altos associados. Ainda, o custo e a complexidade associados com o mesmo são frequentemente enormes e nem mesmo leva de forma confiável a resultados aceitos pelo consumidor.

[007] Portanto, para certas aplicações, materiais plásticos exibem apenas um comportamento de retração particularmente baixo, ou materiais compósitos baseados em tais materiais plásticos, são empregados; disponível neste caso em particular são os materiais plásticos denominados amorfos, dentre os quais acronitrila-butadieno-estireno (ABS) é frequentemente preferido.

[008] Há uma necessidade recorrente de medidas, formulações e semelhantes que resultam em produtos moldados por injeção de baixa retração.

[009] É, portanto, um objetivo primário da presente invenção descrever um método para produzir um produto moldado por injeção que contribua para retração sofrida pelo produto moldado por injeção produzida em apenas em pequena escala e preferivelmente de modo nenhum.

[0010] O método a ser descrito deve preferivelmente ser independente do material plástico escolhido, mas devido a mudanças em particular associadas com o uso de materiais plásticos semicristalinos, o método deve preferivelmente ser adequado para produzir produtos moldados por injeção de baixa retração baseados em tais materiais plásticos semicristalinos.

[0011] O método a ser descrito deve preferivelmente também tornar possível que se melhore ou previna problemas que resultam de depressões denominadas superficiais produtos moldados por injeção.

[0012] É um objetivo adicional da presente invenção descrever um produto moldado por injeção correspondente.

[0013] Finalmente, é igualmente um objetivo adicional da presente invenção descrever aditivos particularmente adequados que podem ser empregados como constituintes de um material compósito moldável por injeção e cuja função é reduzir a retração durante a moldagem por injeção automática de tal material compósito em um molde de injeção.

[0014] O objetivo primário da presente invenção é alcançado por um método para produzir um produto moldado por injeção, compreendendo as seguintes etapas:

(a) processamento de cascas de semente de girassol em fibras de casca de semente de girassol a uma temperatura máxima  $T_{PFmax}$  menor que 200°C,

(b) produção de um material compósito moldável por injeção através da mistura das fibras de casca de semente de girassol produzidas na etapa (a) com um material plástico a uma temperatura máxima  $T_{PCmax}$  menor que 200°C,

(c) moldagem por injeção automática do material compósito moldável por injeção em um molde de injeção de modo que um material compósito moldado seja produzido, em que o material compósito introduzido no molde de injeção tem uma temperatura  $T_{IM}$  maior que 200°C em pelo menos uma seção do molde de injeção,

(d) desmoldagem do material compósito moldado de modo que produza o produto moldado por injeção.

[0015] O uso de fibras de casca de semente de girassol como um aditivo para materiais plásticos específicos já é conhecido a partir do documento WO 2014/184273 A1 que também descreve um método de moldagem por injeção.

[0016] O documento WO 2013/072146 A1 já descreve o uso de

moldagem por injeção de biomateriais ou biocompósitos baseados em cascas/tegumentos de semente de girassol. Materiais plásticos podem ser compostos com ditas cascas/tegumentos de semente de girassol. O documento também descreve o uso de materiais plásticos específicos.

[0017] Os documentos descritos WO 2013/072146 e WO 2014/184273 não se referem ao problema de retração de produtos moldados por injeção e não especificam quaisquer medidas que possam ser tomadas em relação aos materiais de moldagem por injeção respectivamente descritos para evitar ou reduzir a retração.

[0018] Foi descoberto nas investigações do próprio requerente que, supreendentemente, com pré-tratamento adequado as fibras de casca de semente de girassol podem ser misturadas como um aditivo com um material plástico tal que durante a moldagem por injeção automática as ditas fibras têm o efeito que o produto moldado por injeção resultante é sujeito a apenas retração baixa e assim aceitável. Foi provado essencial neste caso que as fibras de casca de semente de girassol sejam produzidas a partir de cascas de semente de girassol a uma temperatura abaixo de 200°C de modo que constitui das fibras de casca de semente de girassol permaneçam intactas durante o procedimento de processamento que mesmo a uma temperatura de logo acima de 200°C seriam decompostas para formar produtos gasosos.

[0019] A etapa (a) do método de acordo com a invenção refere-se ao processamento de cascas de semente de girassol em fibras de casca de semente de girassol a uma temperatura máxima  $T_{PFmax}$  menor que 200°C; uma temperatura máxima  $T_{PFmax}$  de 150°C é preferida, uma temperatura máxima  $T_{PFmax}$  de 100°C é particularmente preferida.

[0020] As fibras de casca de semente de girassol resultantes na etapa (a) do método de acordo com a invenção (como resultado do processamento de cascas de semente de girassol) compreende assim constituintes intactos que a uma temperatura de logo acima de 200°C seriam decompostos e liberariam

gases. É uma realização substancial da presente invenção ter reconhecido que este potencial de fibras de casca de semente de girassol (decomposição de constituintes para liberar gases) pode ser utilizado para reduzir a retração de produtos plásticos correspondentes.

[0021] Foi descoberto nas investigações do próprio requerente que fibras de casca de semente de girassol podem ser prontamente secadas a temperaturas abaixo de 200°C (que é frequentemente desejado), mas que os constituintes das fibras de casca de semente de girassol (presumidamente em particular os constituintes contendo lignina) não se decompõem significantemente a uma temperatura abaixo de 200°C. As investigações do próprio requerente mostraram adicionalmente que, supreendentemente, a uma temperatura de 200°C ou mais uma decomposição irreversível de constituintes de fibras de casca de semente de girassol ocorre, que resulta na liberação de gases em uma escala considerável.

[0022] De acordo com a etapa (b) de um método de acordo com a invenção, um material compósito moldável por injeção é produzido através da mistura das fibras de casca de semente de girassol produzidas na etapa (a) (isto é, as fibras de casca de semente de girassol produzidas sob condições brandas e compreendendo constituintes que podem ser decompostos mesmo a uma temperatura de logo acima de 200°C) com um material plástico. De acordo com a etapa (b) do método de acordo com a invenção é garantido aqui que a mistura é efetuada a uma temperatura máxima  $T_{PCmax}$  menor que 200°C. Uma temperatura máxima  $T_{PCmax}$  de 190°C é preferida, uma temperatura máxima  $T_{PCmax}$  de 170°C é particularmente preferida.

[0023] Assim é evitado não apenas na etapa (a) mas também durante mistura das fibras de casca de semente de girassol com o material plástico e assim na produção do material compósito moldável por injeção que constitui as fibras de casca de semente de girassol são decompostas para formar gases a uma escala significante. O potencial das fibras de casca de semente de

girassol para liberar produtos de decomposição gasosa é, portanto, também retido na etapa (b) do método de acordo com a invenção.

[0024] Na etapa (c) do método de acordo com a invenção o material compósito moldável por injeção é automaticamente moldado por injeção em um material de moldagem por injeção de modo que um material compósito moldado seja produzido. De acordo com a invenção, em uma partida deliberada do procedimento nas etapas (a) e (b) uma temperatura mais alta é agora estabelecida de modo que o material compósito introduzido no molde de injeção tem uma temperatura  $T_{IM}$  maior que 200°C, preferivelmente maior que 220°C, em pelo menos uma seção do molde de injeção (preferivelmente na pluralidade de seções). Em um método de acordo com a invenção tal temperatura é frequentemente alcançada durante injeção no molde de injeção pela ação de calor de cisalhamento no material compósito plastificado já pré-aquecido na unidade de injeção. Por conta da temperatura  $T_{IM}$  maior que 200°C (preferivelmente maior que 220°C) estabelecida na etapa do método (c) em pelo menos uma seção do molde de injeção, os constituintes contendo lignina agora lá se decompõem para formar gases de decomposição que são incorporados com bolhas no material compósito moldado e assim enchem parte do volume interno do molde de injeção. Durante resfriamento e solidificação do material compósito moldado as bolhas consistentemente permanecem incluídas no material compósito solidificado. Desta forma o fenômeno acima descrito de retração do material compósito moldado é combatido. Baseados em um molde de injeção pré-determinada e um material plástico pré-determinado, uma pessoa versada na técnica determinará o uso de bem poucos testes preliminares das quantidades de fibras de casca de semente de girassol preparadas requeridas para prevenir retração completamente ou à escala desejada.

[0025] Na etapa (d) do método de acordo com a invenção o material compósito moldado é removido de modo que produza o produto moldado por

injeção. O produto moldado por injeção produzido de acordo com a invenção exibe apenas leve retração, em particular comparado com um produto moldado por injeção produzido sob de outra forma condições de processo idênticas usando fibras de casca de semente de girassol obtidas de cascas de semente de girassol a uma temperatura máxima de mais do que 200°C.

[0026] Produtos moldados por injeção produzidos pelo método de acordo com a invenção tem a característica particular que exibem no máximo depressões superficiais apenas fracamente aparentes, se alguma, mesmo na região de partes de parede espessa. Comparado a produtos moldados por injeção obtidos para comparação de modo de outra maneira idêntica, mas usando fibras de casca de semente de girassol obtidas de cascas de semente de girassol a uma temperatura maior que 200°C, os produtos moldados por injeção de acordo com a invenção têm um peso de parte de componente menor por conta da proporção de bolhas no produto. A resistência dos produtos moldados por injeção produzidos pelo método de acordo com a invenção é consistentemente não comprometida. Visto que a decomposição de os constituintes decomposáveis das fibras de casca de semente de girassol é dependente da temperatura e procede independentemente sem medidas adicionais no molde de injeção, o método de acordo com a invenção pode produzir produtos moldados por injeção com tempos de ciclo mais curtos. Este é uma vez que não é necessário para observar tempos de compressão final ou tempos de resfriamento residual demorados tal como têm até agora sendo de costume em particular na produção de partes de parede espessa visto que os constituintes em decomposição das fibras de casca de semente de girassol acarretam uma pressão interna de material que age contra a retração.

[0027] Foi descoberto nas investigações do próprio requerente que até agora que procedimentos costumeiros para preparação de fibras de casca de semente de girassol secas, onde começando a partir de cascas de semente de girassol um esmerilhamento e secagem são realizados, que são associados

com temperaturas de marcadamente acima de 200°C, o método de acordo com a invenção alcança marcadamente melhores resultados em termos dos aspectos acima mencionados. Em particular a retração do produto moldado por injeção resultante é menor, o tempo de ciclo pode ser reduzido e o peso de parte componente é reduzido enquanto que retém a resistência. Os inventores da presente invenção reconheceram que a escolha de um processamento de temperatura comparativamente baixo é vantajoso quando fibras de casca de semente de girassol para uso em um método de moldagem por injeção serão produzidas. Eles assim se afastaram da visão até agora prevalecente de que a composição (em particular em termos de química) das fibras de casca de semente de girassol não é relevante para as seguintes etapas do método.

[0028] É preferível quando no método de acordo com a invenção a diferença  $\Delta T$  entre a temperatura  $T_{IM}$  e a mais alta das duas temperaturas  $T_{PFmax}$  e  $T_{PCmax}$  é maior que 20°C, preferivelmente maior que 40°C.

[0029] O termo  $T_{PFmax}$  deve ser entendido como significando a temperatura máxima das fibras de casca de semente de girassol durante a produção das mesmas por meio de processamento de cascas de semente de girassol (etapa (a)).

[0030] O termo  $T_{PCmax}$  deve ser entendido como significando a temperatura máxima na mistura durante a mistura das fibras de casca de semente de girassol produzidas na etapa (a) com o material plástico (a etapa (b)).

[0031] O termo  $T_{IM}$  deve ser entendido como significando a temperatura do material compósito introduzido no molde de injeção na seção definida do molde de injeção.

[0032] Como previamente apontado acima, fibras de casca de semente de girassol se decompõem em temperaturas maiores que 200°C. O processo de decomposição aumenta com aumento da temperatura em termos de taxa e em termos de proporção de decomposição. Quanto maior a diferença  $\Delta T$  entre

a temperatura  $T_{IM}$  em pelo menos uma seção do molde de injeção e a mais alta das duas temperaturas  $T_{PFmax}$  e  $T_{PCmax}$ , o mais distintivo é o efeito aplicado na pelo menos uma seção do molde de injeção pelo uso das fibras de casca de semente de girassol produzidas sob condições brandas. Foi descoberto nas investigações do próprio requerente que mesmo uma diferença de temperatura  $\Delta T > 20^{\circ}\text{C}$  frequentemente provoca um efeito que é surpreendente e convincente da perspectiva de uma pessoa versada na técnica, em particular em termos de redução de incidências de retração (em particular depressões superficiais). Os efeitos são particularmente distintos de uma diferença de temperatura  $\Delta T > 40^{\circ}\text{C}$ .

[0033] Foi observado que a diferença  $\Delta T$  baseada em pelo menos uma seção do molde de injeção é sempre maior que  $20^{\circ}\text{C}$  quando nenhum dos valores  $T_{PFmax}$  e  $T_{PCmax}$  é maior que  $180^{\circ}\text{C}$ , uma vez que a temperatura  $T_{IM}$  (como definida acima de) é sempre maior que  $200^{\circ}\text{C}$  em pelo menos uma seção do molde de injeção.

[0034] Por outro lado, a diferença  $\Delta T$  baseada em pelo menos uma seção do molde de injeção é também sempre maior que  $20^{\circ}\text{C}$  quando nesta pelo menos uma seção do molde de injeção na etapa (c) possui uma temperatura  $T_{IM}$  (como definida acima de) maior que  $220^{\circ}\text{C}$ .

[0035] Considerações análogas se aplicam à diferença  $\Delta T$  maior que  $40^{\circ}\text{C}$  preferida.

[0036] É particularmente preferível quando na etapa (c) de um método de acordo com a invenção o material compósito introduzido no molde de injeção tem uma temperatura  $T_{IM}$  maior que  $220^{\circ}\text{C}$ , preferivelmente maior que  $240^{\circ}\text{C}$ , em pelo menos uma seção do molde de injeção. Como previamente indicado acima, em casos individuais a pessoa versada na técnica escolherá temperaturas que tornam possível alcançar o efeito desejado em de modo simples usando os recursos disponíveis. Em muitos casos é igualmente possível alcançar um efeito desejado com uma quantidade comparativamente

pequena de fibras de casca de semente de girassol empregadas por meio de uma temperatura particularmente alta  $T_{IM}$  em pelo menos uma seção do molde de injeção como é para alcançar o efeito desejado ao usar quantidades comparativamente grandes de fibras de casca de semente de girassol e uma temperatura comparativamente pequena  $T_{IM}$  nesta seção do molde de injeção.

[0037] Desde que o molde de injeção tenha uma ou mais seções que define(m) uma espessura de parede do produto de 4 mm ou mais, é particularmente vantajoso quando o material compósito introduzido no molde de injeção (na etapa (c)) tem uma temperatura  $T_{IM}$  maior que 200°C em pelo menos uma dessas seções do molde de injeção. Como previamente elucidado acima, particularmente regiões de produtos moldados por injeção tendo uma espessura de parede de 4 mm ou mais são susceptíveis a incidências de retração e depressões superficiais. A etapa (c) de um método de acordo com a invenção preferivelmente garante que particularmente em seções do molde de injeção que define tal espessura de parede do produto, pelo menos em seções uma temperatura  $T_{IM}$  maior que 200°C é alcançada.

[0038] Em um método de acordo com a invenção o produto moldado por injeção preferivelmente comprehende um termoplástico semicristalino. Como previamente elucidado acima, o uso de materiais plásticos que durante o endurecimento pode formar regiões cristalinas tem em prática até hoje muito frequentemente resultado em incidências indesejadas de retração e depressões superficiais. No contexto da presente invenção, particularmente melhoramentos marcados na produção de precisamente tais produtos moldados por injeção que comprehendem um termoplástico semicristalino são alcançados. De acordo com a invenção não é necessário, mas também não desconsiderado, que materiais compósitos moldados (produto da etapa (c) de um método de acordo com a invenção) seja resfriado particularmente rapidamente para prevenir a formação de regiões cristalinas no produto resultante. Pelo contrário as investigações do próprio requerente revelaram

que o calor de cristalização liberado durante cristalização vantajosamente promove a liberação de gases (adicionais) das fibras de casca de semente de girassol empregadas.

[0039] Embora particularmente bons resultados sejam alcançados quando o produto moldado por injeção do método de acordo com a invenção compreende um termoplástico semicristalino, o uso de tais materiais plásticos que não formam regiões cristalinas mediante a solidificação no método de acordo com a invenção não é inteiramente desconsiderado. Pelo contrário, o uso do método de acordo com a invenção tem também se provado vantajoso para materiais plásticos denominados amorfos tal como acronitrila-butadieno-estireno (ABS).

[0040] Métodos de acordo com a invenção onde o produto moldado por injeção compreende um termoplástico semicristalino formado a partir do grupo que consiste em polipropileno (PP), polietileno (PE) e ácido poliláctico (PLA) são particularmente preferidos.

[0041] O uso de outros materiais plásticos que resultam em termoplásticos semicristalinos é igualmente preferido. Preferidos em relação a isto são os plásticos polioximetileno (POM), poliamida (PA), polietileno tereftalato (PET), polibutileno tereftalato (PBT) e politetrafluoroetileno (PTFE).

[0042] Uma vez que o produto moldado por injeção em modalidades preferidas do método de acordo com a invenção compreenda (i) um termoplástico semicristalino, ele tipicamente também compreende (ii) bolhas geradas por gases liberados das fibras de casca de semente de girassol na etapa (c). Foi descoberto em investigações de produtos moldados por injeção correspondentes que o volume ocupado por bolhas é consistentemente particularmente grande em seções do produto moldado por injeção que corresponde a seções do molde de injeção em que temperaturas particularmente altas  $T_M$  (como definida acima de) prevaleceram durante

realização do método (a etapa (c)).

[0043] Em um método de acordo com a invenção em que o produto moldado por injeção compreende um termoplástico semicristalino, preferivelmente em modalidades preferidas de tal um método, na etapa (a) a temperatura máxima  $T_{PFmax}$  menor que 200°C é preferivelmente escolhida de tal maneira, e na etapa (b) a temperatura máxima  $T_{PCmax}$  menor que 200°C é preferivelmente escolhida de tal maneira e na etapa (b) as fibras de casca de semente de girassol são preferivelmente também empregados em tal quantidade que o produto moldado por injeção tem uma retração menor que 1,8%, preferivelmente menor que 1,5%, particularmente preferivelmente menor que 1,0%.

[0044] A retração deve ser calculada aqui de acordo com a seguinte fórmula:

Retração = 100 % x (tamanho do molde de injeção - tamanho do produto moldado por injeção) / tamanho do molde de injeção

[0045] Em métodos preferidos de acordo com a invenção a etapa (a) compreende secagem das cascas de semente de girassol e/ou as fibras de casca de semente de girassol. Tipicamente as cascas de semente de girassol e/ou as fibras de casca de semente de girassol são submetidas a um tratamento com calor para secagem, mas de acordo com a invenção a condição de que a temperatura máxima  $T_{PFmax}$  seja menos que 200°C ainda se aplica. Para modalidades preferidas é feita referência ao que é apontado acima. Para o aspecto de secagem a um teor de água desejado é feita referência ao documento WO 2013/072146 e ao documento WO 2014/184273.

[0046] A invenção também se refere a um produto moldado por injeção que pode ser produzido por um método de produção de acordo com a invenção como definido acima. Tal produto moldado por injeção pode ser consistentemente identificado pela presença de características presentes em particular em proximidade a fibras de casca de semente de girassol

incorporadas e em seções em que a temperatura do material compósito na etapa (c) do método de acordo com a invenção foi particularmente alta. A realização das modalidades preferidas acima descritas de um método de produção de acordo com a invenção resulta em propriedades de produtos características adicionais.

[0047] Produtos moldados por injeção de acordo com a invenção são particularmente adequados para uso como elementos de móveis, construções e acessórios de construção.

[0048] A invenção também se refere ao uso de fibras de casca de semente de girassol preparadas a partir de cascas de semente de girassol a uma temperatura máxima  $T_{PFmax}$  menor que 200°C como um aditivo em um material compósito moldável por injeção para reduzir a retração durante a moldagem por injeção automática do material compósito em um molde de injeção. Em termos de modalidades preferidas de tal uso as elucidações descritas para o método de acordo com a invenção se aplicam portanto.

[0049] No contexto do uso de acordo com a invenção o produto da etapa do método (a) do método de acordo com a invenção é empregado como um aditivo e serve para reduzir a retração durante a moldagem por injeção automática.

[0050] Este aspecto da invenção é baseado na descoberta surpreendente de que fibras de casca de semente de girassol preparadas desta forma proveem propriedades muito especiais e contribuem para o estabelecimento específico de propriedades de produto desejadas. É feita referência às explicações detalhadas acima.

[0051] Preferência é dada a um uso de acordo com a invenção, em que durante a moldagem por injeção automática em pelo menos uma seção do molde de injeção o material compósito possui uma temperatura  $T_{IM}$  maior que 200°C. Em relação aos efeitos associados com o mesmo e em relação às modalidades preferidas é feita referência ao que é indicado acima em respeito

ao método de acordo com a invenção.

[0052] Preferência é dada a um uso de acordo com a invenção, em que fibras de casca de semente de girassol que liberam gases a uma temperatura maior que 200°C são empregados como um aditivo. Isso significa que as fibras de casca de semente de girassol empregadas liberam gases e formam bolhas em qualquer lugar no molde de injeção onde a temperatura  $T_{IM}$  do material compósito é maior que 200°C.

[0053] A invenção é mais particularmente elucidada daqui em diante com referência a um exemplo:

[0054] Dois compósitos (compósito 1 e compósito 2) foram produzidos tendo respectivas formulações se diferenciando apenas na maneira de preparação das fibras de casca de semente de girassol respectivamente empregadas. Compósito 1 é para realizar um exemplo inventivo; compósito 2 é para realizar um exemplo não inventivo.

[0055] A formulação dos compósitos 1 e 2 é relatada abaixo (percentagens de peso são baseadas no peso total da mistura):

63,7 % em peso	copolímero de polipropileno (produto comercial, Borealis)
----------------	---

35 % em peso	fibras de casca de semente de girassol (preparação diferente para compósitos 1 e 2, veja abaixo)
--------------	--

1 % em peso	promotor de adesão (Licocene PP MA 7452 GR TP)
-------------	--

0,2 % em peso	estabilizador de processo (Irgafos 168)
---------------	---

0,1 % em peso	estabilizador de calor (Irganox 1076)
---------------	---------------------------------------

[0056] Compósito 1 comprehende fibras de casca de semente de girassol produzidas a partir de cascas de semente de girassol em conformidade com os requerimentos da etapa do método (a) do método de acordo com a invenção, a saber a uma temperatura de processamento máxima  $T_{PFmax}$  de 195°C.

[0057] Compósito 1 foi produzido em conformidade com a etapa (b) do método do método de acordo com a invenção, através da mistura das fibras de casca de semente de girassol produzidas na etapa (a) com os constituintes de formulação adicionais acima relatados do compósito (copolímero de polipropileno, promotor de adesão, estabilizador de processo, estabilizador de calor). A temperatura de mistura aqui foi igualmente 195°C.

[0058] O material compósito “compósito 1” moldável por injeção assim produzido foi automaticamente injetado em um molde de injeção tendo uma cavidade cuboidal de modo a produzir um bloco moldado por injeção.

[0059] O material compósito “compósito 1” introduzido no molde de injeção tem uma temperatura  $T_{IM}$  de cerca de 220°C pelo menos em seções individuais do molde de injeção (cavidade cuboidal).

[0060] O material compósito moldado “compósito 1” foi removido do molde de injeção como um produto moldado por injeção finalizado e as dimensões (altura, largura, comprimento) do produto moldado por injeção aproximadamente cuboidal foram determinadas.

[0061] A investigação correspondente foi repetida cinco vezes (exemplos 1.1 a 1.5). O valor médio das respectivas medições e das medições individuais são relatados na tabela 1 a seguir.

[0062] Investigações para “compósito 2” foram realizadas de modo análogo. Todos os parâmetros para a investigação foram idênticos aqueles relatados acima para “compósito 1”, com uma única exceção:

[0063] O compósito 2 comprehende fibras de casca de semente de girassol produzidas a partir de cascas de semente de girassol em não conformidade com os requerimentos da etapa do método (a) do método de acordo com a invenção a uma temperatura de processamento máxima  $T_{PFmax}$  de 220°C.

[0064] Para o compósito 2 igualmente, as medições citadas para o compósito 1 foram realizadas e valores médios determinados. Os resultados

são relatados na tabela a seguir.

[0065] A tabela a seguir compreende um bloco “comparação” em que os valores médios para “compósito 1” e “compósito 2” são inseridos. Uma coluna adicional relata a “diferença de retração na dimensão espacial em questão”, isto é, a diferença entre o respectivo “valor médio do compósito 1” e o respectivo “valor médio do compósito 2”. Foi descoberto que o “compósito 1” tem um valor médio maior em toda direção especial e o “compósito 2” em comparação tem um valor médio menor em cada caso. Isso indica que o “compósito 2” produziu um produto moldado por injeção que foi sujeito a uma retração mais intensa no resfriamento; o procedimento para o compósito 2 e o produto moldado por injeção assim obtido não são inventivos.

[0066] A coluna “retração na dimensão espacial em questão/%” completa tabela 1; este relata a respectiva retração em comparação do “compósito 2” com o “compósito 1”. Os valores de retração relatados foram calculados pela seguinte fórmula:

Retração na dimensão espacial em questão =  $100\% \times (\text{valor médio para compósito 1 em dimensão espacial em questão} - \text{valor médio para compósito 2 em dimensão espacial em questão}) / \text{valor médio para compósito 2 em dimensão espacial em questão}$

[0067] Em conclusão deve ser apontado que para o procedimento inventivo, isto é, ao usar o compósito 1, blocos moldados por injeção foram obtidos que foram sujeitos a uma menor retração comparado a um procedimento não inventivo, isto é, ao usar o compósito 2.

Tabela 1:

Compósito 1 (inventivos)	Exemplo 1.1	Exemplo 1.2	Exemplo 1.3	Exemplo 1.4	Exemplo 1.5	Valor médio
Altura/mm	20,1	20,1	19,9	20,2	20,2	20,10
Largura/mm	29,8	29,5	29,85	29,9	29,5	29,71
Comprimento/mm	79,5	79,1	79,5	79,65	79,1	79,37
T <sub>PFmax</sub> (na etapa (a)): 195°C						

Compósito 2 (não inventivo)	Exemplo 2.1	Exemplo 2.2	Exemplo 2.3	Exemplo 2.4	Exemplo 2.5	Valor médio
Altura/mm	19,7	19,9	19,8	20,0	20,0	19,88
Largura/mm	28,9	29,2	28,9	29,2	29,25	29,09
Comprimento/mm	78,4	78,65	78,45	78,75	78,7	78,59
$T_{PFmax}$ (na etapa (a)): 220°C						

Comparação	Valor médio do compósito 1	Valor médio do compósito 2	Diferença de retração na dimensão espacial em questão	Retração na dimensão espacial em questão/%
Altura/mm	20,10	19,88	0,22	1,11
Largura/mm	29,71	29,09	0,62	2,13
Comprimento/mm	79,37	78,59	0,78	0,99

[0068] Na presente aplicação espessura de parede deve ser entendido como sendo equivalente a espessura de formação de parede, o termo pressão de compressão deve ser entendido como sendo equivalente a compressão final e o termo tempo de compressão deve ser entendido como sendo equivalente a tempo de compressão final.

[0069] Como previamente apontado na introdução da descrição, as investigações do próprio requerente mostraram que, supreendentemente, a uma temperatura de 200°C ou mais uma decomposição irreversível de constituintes de fibras de casca de semente de girassol ocorre, o que resulta na liberação de gases em uma escala considerável.

[0070] Na tabela a seguir isto é também mostrado de modo quantitativo, em que para um valor de temperatura particular a tabela mostra um valor acompanhante para emissão absoluta e - e de maneira mais importante - uma emissão relativa baseada em 180°C, em que os valores para emissão relativa são normalizados para o valor 180°C (emissão relativa a 180°C é portanto no valor normal 1):

Mudança relativa de emissão de gás em função da temperatura de cascas de semente de girassol baseada em emissão a 180°C		
Temperatura/°C	Emissão absoluta	Emissão relativa baseada em 180°C (normalizados)
180	0,34	1,00
190	2,88	8,47
200	4,29	12,62
210	5,86	17,24
220	10,98	32,29

[0071] Para executar esta investigação a seguinte configuração experimental foi usada:

[0072] Por volta de 25 mg da respectiva amostra (compósito de biopolímero de girassol) foram dessorvidas diretamente por 15 minutos a 180°C, 190°C, 200°C, 210°C e 220°C em um instrumento Markes TD100 e as emissões capturadas em uma superfície de resfriamento e concentradas. Também, por volta de 1 g da amostra foi inicialmente carregada na 20 mL frasco de espaço superior, este foi submetido a tensão térmica a 200°C por 15 minutos e subsequentemente o espaço superior sofreu amostragem usando uma seringa de estanque a gases (150°C, 250 µL). As emissões de ambos os tipos de amostragem foram analisadas por GC-MS, uma coluna mais curta (30 m) sendo usada na medição do espaço superior por razões de sistema.

Avaliação dos resultados:

[0073] Elevar a temperatura de dessorção tem apenas uma influência bem pequena nas emissões de hidrocarbonetos originadas do polipropileno (PP) usado (grupos de pico de cerca de 25 min em diante). A concentração das mesmas é relativamente constante para todas as amostras em que a temperaturas de dessorção mais elevadas há um aumento nos hidrocarbonetos de maior peso molecular. A 180°C e 190°C apenas pequenas emissões adicionais foram detectáveis, mas a partir de 200°C um aumento marcado em substâncias emitidas foi detectável. Este é atribuível em particular à desgaseificação dos constituintes de fibra de casca de semente de girassol, em particular aos ácidos graxos de cadeia mais longa ainda presentes nas fibras

de casca de semente que dessorvem da amostra a estas temperaturas. Calcular a proporção de emissões totais medidas entre 0 min e 25 min usando uma soma integral dá 0,34% a 180°C, 2,88% a 190°C, 4,29% a 200°C, 5,86% a 210°C e finalmente por volta de 10,98% a 220°C. As emissões de substâncias de baixo peso molecular voláteis aumenta assim em um fator de mais que 30 entre 180°C e 220°C.

[0074] As emissões muito provavelmente originam da decomposição da biomassa (fibras de casca de semente de girassol). Em adição aos produtos de decomposição de hemicelulose esperados tais como ácido acético, furfural e hidroximetil furfural, a 210°C e 220°C substâncias tal como vanilina, aldeído coniferílico e álcool coniferílico, que pode ser formado durante despolimerização de lignina, foram também detectáveis. O aumento na temperatura de dessorção de 180°C a 220°C resulta em por volta de emissões de ácido acético 15 vezes maiores e as emissões de furfural aumentadas por um fator de 40. Emissões de compostos contendo enxofre e derivados de pirrole foram também demonstrados em quantidades pequenas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para produzir um produto moldado por injeção, caracterizado pelo fato de que compreende as seguintes etapas:

(a) processamento de cascas de semente de girassol em fibras de casca de semente de girassol, a uma temperatura máxima  $T_{PFmax}$  menor que 200°C,

(b) produção de um material compósito moldável por injeção através da mistura das fibras de casca de semente de girassol produzidas na etapa (a) com um material plástico, a uma temperatura máxima  $T_{PCmax}$  menor que 200°C,

(c) moldagem por injeção automática do material compósito moldável por injeção, produzido em um molde de injeção, de modo que um material compósito moldado seja produzido, em que o material compósito introduzido no molde de injeção possui uma temperatura  $T_{IM}$  maior que 200°C em pelo menos uma seção do molde de injeção,

(d) desmoldagem do material compósito moldado de modo que produza o produto moldado por injeção.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a diferença  $\Delta T$  entre a temperatura  $T_{IM}$  em pelo menos uma seção do molde de injeção e a mais alta das duas temperaturas  $T_{PFmax}$  e  $T_{PCmax}$  é maior que 20°C

3. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizado pelo fato de que o material compósito introduzido no molde de injeção possui uma temperatura  $T_{IM}$  maior que 200°C em pelo menos uma seção do molde de injeção, que define uma espessura de parede do produto de 4 mm ou mais.

4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o produto moldado por injeção compreende um termoplástico semicristalino.

5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o produto moldado por injeção compreende um termoplástico semicristalino, que é selecionado do grupo consistindo em polipropileno (PP), polietileno (PE) e ácido poliláctico (PLA).

6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 e 5, caracterizado pelo fato de que o produto moldado por injeção compreende:

(i) um termoplástico semicristalino

e

(ii) bolhas geradas por gases liberados das fibras de casca de semente de girassol na etapa (c).

7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a etapa (a) compreende a secagem das cascas de semente de girassol e/ou das fibras de casca de semente de girassol.

8. Produto moldado por injeção, caracterizado pelo fato de que é produzido por um método de produção de como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 7, em que o produto moldado por injeção possui uma retração menor do que 1,8%.

9. Uso de fibras de casca de semente de girassol preparadas a partir de cascas de semente de girassol, caracterizado pelo fato de ser a uma temperatura máxima  $T_{PFmax}$  menor que 200°C como aditivo em um material compósito moldado por injeção para reduzir a retração durante a moldagem por injeção automática do material compósito em um molde de injeção.

10. Uso de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que durante a moldagem por injeção automática em pelo menos uma seção do molde de injeção o material compósito possui uma temperatura  $T_{IM}$  maior que 200°C.