



TMTAMAYO

ROYALTIES • PATENTS • TRADEMARKS

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 07-133577-00007-0000

Fecha: 2011-10-14 16:28:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 523 RESPUESTA Folios: 44

Señor

JEFE DIVISIÓN DE NUEVAS CREACION

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

E.

S.

D.

REF: EXPEDIENTE: 07-133577

TITULO: "USO DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA FORMAS DE CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURALES"

ACTUACIÓN: RESPUESTA A EXAMEN DE PATENTABILIDAD

CARLOS ORLANDO MAYA RODRÍGUEZ, mayor de edad, vecino de esta ciudad, identificado con la Cédula de Ciudadanía No.17.117.818 expedida en Bogotá, Abogado titulado en ejercicio y portador de la Tarjeta Profesional No. 17.402 del Consejo Superior de la Judicatura, obrando en calidad de apoderado de la sociedad **RUTGERS, THE STATE UNIVERSITY** Según poder debidamente conferido y legalizado, adjunto al expediente de la referencia.

Encontrándome dentro del término legal comparezco para responder el oficio de Requerimiento No. 10257 del Examen de Patentabilidad emanado de esa Oficina, del cual pedimos prórroga, con fundamento en el Artículo 45 de la Decisión 486 de 2.000 de C.A.N, damos respuesta en los siguientes términos.

4.- Reivindicaciones relativas a uso o a un segundo uso

Para atender este requerimiento del señor examinador, se han modificado las reivindicaciones originales.

5.- De la solicitud de Patente



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com

que contiene por lo menos un 75% en peso de polietileno de alta densidad (HDPE).

8. El miembro estructural termoplástico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicha mezcla de polímeros consiste esencialmente de 20% a 90% en peso de un componente polimérico y del 10% al 80% en peso de fibras recubiertas con material termoplástico, en donde dicho componente polimérico consiste esencialmente del 20% al 65% en peso de un componente de poli(metil metacrilato) que contiene al menos el 90% en peso de poli(metil metacrilato) y del 35% al 80% en peso de una poliolefina de alta densidad.

9. El miembro estructural termoplástico de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque presenta un módulo de compresión de por lo menos 1565165 Kpa (227.000 psi), y una resistencia a la compresión de por lo menos 26890Kpa (3900 psi).

10. El miembro estructural termoplástico modular de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dichos miembros estructurales pueden estar encajados perpendicularmente uno dentro de otro.



TMTAMAYO
ROYALTIES • PATENTS • TRADEMARKS

2

5.1. Título

Con respecto a la sugerencia del señor examinador para adecuar el título según lo reivindicado, y de acuerdo con las modificaciones realizadas se hace necesario corregir el título, en función de lo reivindicado en el nuevo pliego.

NUEVO TITULO:

**"ESTRUCTURAS PARA LA CONSTRUCCIÓN REALIZADAS CON
TERMOPLÁSTICO"**

5.2.- Reivindicaciones

Para atender el requerimiento, según el Artículo 30 de la Decisión 486, el señor Examinador señala que: las reivindicaciones del pliego examinado Y concretamente sobre las reivindicaciones 9, 17, 18 y 25 que no son claras, se presenta:

Se presenta un nuevo pliego reivindicatorio de 11 reivindicaciones, en reemplazo del anterior, pliego que está enteramente sustentado en la memoria descriptiva original y relacionadas con el pliego descriptivo que se aporta, por lo tanto no amplía el alcance de la invención

Las reivindicaciones se han modificado de tal manera que todas las realizaciones ahora consisten esencialmente en (A) una poliolefina de alta densidad y (B) poli (metacrilato de metilo) o poli (metacrilato de metilo) y material de fibra recubierto de un polímero termoplástico, o poli (metacrilato de metilo) y un polímero termoplástico que tiene material de fibra incluido en él.



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com



TM TAMAYO
ROYALTIES • PATENTS • TRADEMARKS

147
448

3

Además, la reivindicación 1 se ha modificado para enfatizar cómo son las propiedades de carga de material con sección transversal rectangular de las vigas reivindicadas, a pesar de existir zonas "ahuecadas" de las secciones transversales rectangulares definidas por las dimensiones de las secciones de alma y de patín. Es decir, la reivindicación 1 se ha modificado de manera de requerir no sólo que el ancho de las secciones de patín medido en forma perpendicular al eje horizontal de la sección de patín sea de dos a diez veces el ancho de la sección de alma medido en forma perpendicular al eje horizontal de la sección de alma, sino que además requiere que la dimensión vertical (espesor) de las secciones de patín sean de un décimo a la mitad de la dimensión vertical de la sección de alma sin ninguna de las secciones de patín. Esto se desprende de las anteriores reivindicaciones 4 y 5, por lo que no se incluye materia no revelada originalmente.

La presente invención utiliza un compuesto que está formado por un componente poliolefínico de alta densidad, tal como polietileno de alta densidad, con un componente de poli metacrilato de metilo (PMMA). La mezcla de PMMA con el polietileno de alta densidad aumenta el módulo de elasticidad de la mezcla por encima de 200K.

Esta mezcla produce un compuesto sólido de dos fases que presenta una morfología de doble fase en la que las dos fases se entrelazan y se mantienen constantes a través de todo el material. Para reflejar esta propiedad, la reivindicación 1 se ha modificado de manera de incluir la limitación de que los miembros estructurales son formados a partir de una mezcla de polímeros inmiscibles "co-continua" (continua conjunta). El sustento de esta enmienda se encuentra en la solicitud presentada originalmente en, por ejemplo, la página 32, líneas 8-13. *"Se obtuvieron imágenes SEM para examinar la estructura superficial de los compuestos extruidos (Figura 17). El compuesto de PMMA y HDPE 60/40 presenta una morfología continua conjunta (Figura 18). Se sabe que las*



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com



TM TAMAYO

ROYALTIES • PATENTS • TRADEMARKS

148
449

4

morfologías continuas conjuntas presentan una transferencia de esfuerzo excepcionalmente alta entre las fases."

Los cambios de la actual cláusula 9 (anterior cláusula 20), se sustentan en lo descripto en la página 19, líneas 16 a 22: "Los materiales de compuestos de poliolefina y PMMA preferidos adecuados para su uso con la presente invención presentan un módulo de compresión de por lo menos 227.000 psi y una resistencia a la compresión de por lo menos 3900 psi. Los materiales de compuestos de poliolefina y PMMA presentan un módulo de compresión de por lo menos 249.999 psi y una resistencia a la compresión de por lo menos 4500 psi." Además, se han incluido las unidades correspondientes al SIMELA.

Se han agregado las nuevas reivindicaciones 10 y 11. Estas reivindicaciones encuentran sustento en lo revelado en la figura 8 y desde la página 25, línea 14, hasta la página 26, línea 3.

Como se señaló en la solicitud, no hay forma de predecir qué plásticos formarán aceptables mezclas de polímeros inmiscibles con poliolefina. Por ejemplo, el cloruro de polivinilo no forma ese tipo de mezcla con poliolefina. Además, como se indica en la solicitud, las mezclas poliolefina/PMMA de la presente invención poseen propiedades inesperadas. Por ejemplo, son más rígidas que las mezclas de poliolefina/poliestireno a pesar de que el poliestireno y el PMMA, individualmente, tienen esencialmente la misma rigidez, medida por el módulo de elasticidad. También es sorprendente que las mezclas de poliolefinas / PMMA son casi tan fuertes como el PMMA solo.



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com



TM TAMAYO

ROYALTIES • PATENTS • TRADEMARKS

149
150

5

Se han corregido además los porcentajes correspondientes a las mezclas de las anteriores cláusulas 17 y 18 (cláusulas 7 y 8 del actual pliego).

5.3. Descripción

Atendiendo las sugerencias y observaciones del señor examinador, para atender lo señalado en el Artículo 28 de la Decisión 486, respecto de la descripción, se presenta una nueva memoria descriptiva, en la que se han adecuado las unidades según el SIMELA, la que está limitada dentro de la descripción inicial. Sin que en ningún momento se amplíe lo solicitado.

6.- Unidad de Invención:

Respecto a las Objeciones planteadas por el señor examinador, en donde manifiesta que la solicitud no cumple con la unidad de invención porque contiene tres grupos inventivos, requiriendo restringir la solicitud.

Al respecto el solicitante ha decidido presentar una solicitud DIVISIONAL, que se radica ante su despacho junto a esta respuesta.

7- determinación del Estado de la Técnica.

En cuanto a las objeciones formuladas por el señor Examinador con respecto a la falta de Novedad de la presente invención, el Solicitante respetuosamente manifiesta que según las modificaciones planteadas y las nuevas reivindicaciones el documento D1 no afecta la novedad de la presente invención, cumpliendo así los requisitos de patentabilidad requeridos, más aún cuando se esta aportando:

- Nuevo Capítulo Descriptivo



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com



TM TAMAYO
ROYALTIES • PATENTS • TRADEMARKS

151

6

- Nuevo Pliego Reivindicatorio

Sin que se amplíe lo reclamado inicialmente.

De acuerdo con el nuevo capítulo descriptivo, nuevo pliego reivindicatorio, así como la presentación de una solicitud DIVISIONAL, la presente invención cumple con los requisitos de patentabilidad exigidos en el Art. 14 de la Decisión 486/2000 de la C.A.N, en el sentido de Novedad, Nivel inventivo y Aplicación Industrial.

Por lo antes expuesto, ruego a usted dar por subsanado dicho requerimiento, sin perjuicio de lo cual desde ya nos acogemos a lo dispuesto por el inciso segundo del artículo 45 de la decisión 486 de la Comunidad Andina de Naciones que a la letra dice: "(...) Cuando la oficina nacional competente estimare que ello es necesario para los fines del examen de patentabilidad, podrá notificar al solicitante dos o más veces (...)" (Subrayado para destacar).

NOTIFICACIONES

Mi poderdante y yo recibiremos notificaciones en la Secretaría de su Despacho o en mi Oficina de Abogado ubicada en la Carrera 13A No. 28-38 Ofc. 230 MZ. 2 Parque Central Bavaria de la ciudad de Bogotá D.C.

Del señor Jefe,


CARLOS ORLANDO MAYA RODRÍGUEZ

No.17.117.818 expedida en Bogotá,

T.P No. 17.402 del C.S.J.



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com

**USO DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA FORMAS DE CONSTRUCCIÓN
ESTRUCTURALES**

Referencia Cruzada a Solicitudes de Patentes Relacionadas

5

La presente invención es una continuación en parte de la Solicitud de Patente Estadounidense N° 10/563.883, que era la presentación de la Etapa Nacional de la Solicitud Internacional N° PCT/US03/22893, presentada el 21 de julio de 2003, que reivindica prioridad conforme al Título 35, artículo 119(e) del Código de Estados Unidos de la Solicitud de Patente Estadounidense N° 60/486.205, presentada el 8 de julio de 2003, cuyo contenido se incorpora en su totalidad la presente como referencia. La presente solicitud de patente también reivindica prioridad conforme al Título 35, Artículo 119(e) del Código de Estados Unidos de la Solicitud de Patente Estadounidense N° 60/683.115, presentada el 19 de mayo de 2005, cuyo contenido se incorpora en la presente como referencia en su totalidad.

20

Campo de la invención

Esta invención se refiere a nuevas formas de construcción fabricadas con compuestos resistentes a la degradación; a estructuras producidas a partir de dichas formas novedosas; y

métodos relacionados para producir y usar dichas formas y estructuras.

Antecedentes de la invención

5

En la actualidad existen más de 500.000 puentes vehiculares de madera en Estados Unidos montados a partir de madera tratada químicamente. Se estima que un cuarenta por ciento de ellos necesitan ser reparados o reemplazados.

10

Existen varios tipos de madera tratada químicamente tal como la madera creosotada y madera tratada a presión. Estos materiales son relativamente poco costosos de fabricar y usar, y son tan versátiles como cualquier otra forma de madera.

15 También tienen resistencia mejorada a la degradación microbiana y fúngica y al agua.

Sin embargo, la creciente popularidad de la madera tratada químicamente tiene algunas repercusiones negativas que ahora mismo están siendo advertidas. El tratamiento químico de la madera toma un recurso renovable, reciclable, utilizable y lo hace tóxico. Por ejemplo, la madera "tratada con presión" o "CCA" se trata con arsénico de cobre cromado muy venenoso y no se puede quemar. Si bien la madera CCA se puede quemar, la
20
25 lixiviación de los productos químicos tóxicos hace a dichas

estrategias de desecho indeseables. El desecho de la madera creosotada requiere el uso de incineradores especiales. Estos materiales se están haciendo mucho más difíciles y costosos de desechar que de usar. Sin embargo, debido a la duración
5 prolongada de estos materiales, el impacto económico y ambiental de la madera tratada químicamente recién se está empezando a sentir.

La madera de plástico reciclada estructural representa una
10 posible alternativa de la madera tratada químicamente. Las Patentes Estadounidenses N° 6.191.228, 5.851.940, 5.916.932, 5.799.477, y 5.298.214 revelan compuestos de madera de plástico y madera reciclados estructurales hechos de plásticos posteriores al consumidor y postindustriales, en donde las
15 poliolefinas se mezclan con poliestireno o un material de fibra con recubrimiento termoplástico tales como fibra de vidrio. Estos compuestos estructurales actualmente gozan de éxito comercial como reemplazos de los durmientes de ferrocarril creosotados y otros materiales de corte
20 transversal rectangular. El mercado de otro modo ha sido limitado de otro modo para la madera de plástico reciclada estructural, porque es significativamente más costosa que las vigas de madera tratadas sobre una base de costo instalado, a pesar del uso de plásticos de residuos reciclados.

10
154
155

Esta diferencia de costo significativa se hizo más evidente en la construcción de estructuras de puentes en donde las vigas de madera tratadas con presión se reemplazaron con vigas de compuestos de madera y plástico reciclados estructurales.

5 Si bien son tan resistentes como la madera tratada con CCA, las vigas de compuestos de plástico reciclado no eran tan rígidas, y se tratan con comba o "deslizamiento". Fue posible compensar esto aumentando las dimensiones de las vigas y usando más vigas de corte transversal rectangular. Sin
10 embargo, esto aumentó el costo ya incrementado de los materiales y la construcción comparados con la madera tratada.

Las vigas estructurales que no "se deslizan" también se pueden preparar a partir de fabricación de resinas tales como
15 policarbonatos o ABS. Sin embargo, éstas son aún más costosas que los compuestos estructurales hechos de plásticos reciclados. Subsiste una necesidad de materiales estructurales basados en plásticos reciclados que son más competitivos en costo con la madera tratada basado en el costo instalado.

20

Resumen de la invención

Ahora se ha descubierto que las mezclas poliméricas inmiscibles de las Patentes Estadounidenses N° 6.191.228,
25 5.951.940, 5.916.932, 5.789.477 y 5.298.214 se pueden formar

11
155
156

con formas que son más eficientes en costo que las vigas estructurales de plástico reciclado tradicionales con cortes transversales rectangulares. Las formas estructurales de acuerdo con la presente invención se moldean como un solo artículo formado integralmente e incluyen formas modulares tales como Vigas I, Vigas T, Vigas C, y similares, en donde uno o más patines se unen a un cuerpo dispuesto axialmente conocido en el arte de las Vigas I como alma. El área de corte transversal reducido de tales formas representa un ahorro de costos significativos en términos del uso de material sin sacrificar las propiedades mecánicas. Se obtienen ahorros de costos adicionales a través de técnicas de construcción modulares permitidas por el uso de dichas formas.

En consecuencia, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un compuesto estructural de plástico modular que tiene una sección de alma dispuesta a lo largo de un eje longitudinal y por lo menos una sección de la patín dispuesta a lo largo de un eje horizontal paralelo a él y moldeado integralmente para unir la superficie superior o inferior de la sección de alma, en donde el compuesto se forma a partir de una mezcla de (A) poliolefina de alta densidad y (B) un material de fibra recubierta con material termoplástico, poliestireno o una combinación de ellos. La poliolefina de alta densidad es preferentemente polietileno de

alta densidad (HDPE). El material de fibra recubierta con material termoplástico, es preferentemente carbono recubierto con material termoplástico, o fibras tales como una fibra de vidrio.

5

Además se proporciona un compuesto estructural de plástico modular que comprende una sección de alma dispuesta a lo largo de un eje horizontal y por lo menos una sección de patín dispuesta a lo largo de un eje horizontal paralelo a él y
10 moldeado integralmente para unirse a la superficie superior o inferior de dicha sección de alma, en donde dicho compuesto se forma a partir de una mezcla de (A) poliolefina de alta densidad y (B) o material de fibra recubierta con material termoplástico, poli(metil metacrilato), o una combinación de
15 ellos.

Las dimensiones del patín en relación con las dimensiones de la sección de alma no pueden ser tan grandes como para derivar en el pandeo de las secciones de patín al aplicar una carga.
20 Preferentemente, la dimensión vertical (espesor) de la sección de patín es de aproximadamente un décimo a la mitad del tamaño de la dimensión vertical de la sección de alma sin ninguna sección(es) de patín y la dimensión del ancho de la sección de patín completa medida perpendicular al eje horizontal de la
25 sección de patín es de dos a diez veces el tamaño de la

B
157
158

dimensión del ancho medida perpendicular al eje horizontal de la sección de alma.

Otras formas estructurales eficientes de acuerdo con la presente invención incluyen paneles con forma de lengüeta en acanaladura que forman montajes de interbloqueo. Se ha descubierto que los montajes de interbloqueo reducen el espesor del panel requerido debido a la manera en la cual el montaje distribuye cargas entre los paneles interbloqueados. Esto también representa un ahorro de costo significativo en términos del uso de material sin sacrificar propiedades mecánicas, con ahorro de costo adicional que también se obtienen a través de las técnicas de construcción modulares que permiten estas formas.

15

En consecuencia, de acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un compuesto estructural de plástico modular esencialmente planar que tiene un lado acanalado y un lado que forma una lengüeta moldeada integralmente, cada uno perpendicular al plano del compuesto, en donde el compuesto se forma a partir de una mezcla de (A) poliolefina de alta densidad y (B) un material de fibra con recubrimiento termoplástico, poliestireno o una combinación de ellos, en donde el lado acanalado define una acanaladura y el lado que forma una lengüeta está dimensionado para unir en forma

14
158
159

interbloqueante una acanaladura que tiene las dimensiones de la acanaladura definida por el lado acanalado, y el lado acanalado y el lado que forma una lengüeta están dimensionados de manera tal que una pluralidad de los compuestos
5 estructurales de plástico modulares esencialmente planares se pueden montar en forma interbloqueada para distribuir la carga recibida por un miembro de montaje entre otros miembros de montaje.

- 10 De acuerdo con otra realización de este aspecto de la presente invención, se proporciona un compuesto estructural modular en el cual el poliestireno se reemplaza poli(metil metacrilato) (PMMA). Preferentemente, por lo menos un 90% y más preferentemente la totalidad del poliestireno se reemplaza con
15 poli(metil metacrilato). En una realización, el compuesto comprende del 20% al 65% en peso de un componente poli(metil metacrilato) que contiene por lo menos un 90% en peso de poli(metil metacrilato) y del 40% al 80% en peso de un componente poliolefina de alta densidad que contiene por lo
20 menos un 75% en peso de polietileno de alta densidad (HDPE).

Los compuestos estructurales de plástico modulares planares preferidos tienen por lo menos un par de lados acanalados y que forman lengüetas opuestos paralelos, que definen entre
25 ellos una dimensión de ancho o longitud del compuesto. Los

compuestos preferidos también tienen dimensiones similares a paneles en donde la dimensión de longitud es una cuestión de elección de diseño y la dimensión de ancho es entre dos y diez veces el tamaño de la dimensión de altura, o espesor del compuesto.

Los compuestos estructurales de plástico modulares tienen utilidad en la construcción de montajes que soportan cargas tales como puentes. En consecuencia, de acuerdo con aún otro aspecto de la invención, se proporciona un puente, construido desde las Vigas I de la presente invención, que tienen por lo menos dos filas paralelas sostenidas por pilares de primeras vigas I de mayor tamaño y una pluralidad de segundas vigas I de menor tamaño dispuestas paralelas una a otra y sujetas perpendiculares y entre las dos filas de primeras vigas I de mayor tamaño, en donde las superficies superior e inferior de los patines de las segundas vigas I están dimensionadas para encajarse dentro del orificio definido por los patines superior e inferior de las primeras vigas I.

20

La distancia entre las filas de las primeras Vigas I y las filas de las segundas Vigas I depende de factores tales como las dimensiones del patín y del alna, los componentes de plástico del compuesto y la carga que debe sostener el puente.

25 Además, si los ejes dispuestos horizontalmente de las primeras

16
160
464

o segundas Vigas I se extienden en la dirección de recorrido sobre el puente es una cuestión de elección de diseño, que puede depender total o parcialmente de los factores mencionados anteriormente.

5

Como las segundas Vigas I se encajan dentro del orificio definido por los patines superior e inferior de las Vigas I, las superficies superiores de las Vigas I se ahuecan debajo de la superficie de las primeras vigas I en una distancia que es por lo menos la dimensión del espesor del patín superior de la primera Viga I. Los puentes construidos de acuerdo con este aspecto de la presente invención en consecuencia también incluyen una superficie del tablero sujeta a la primera o segunda Vigas I. Las superficies de los tableros preferidas están dimensionadas para encajarse entre los patines superiores de las filas paralelas de las primeras vigas I. Aún más preferentemente las superficies de los tableros tienen una dimensión de espesor seleccionada para proporcionar a la superficie del tablero una superficie superior que está esencialmente a nivel con las superficies superiores de las filas paralelas de las primeras Vigas I. Otras superficies de los tableros preferidas se forman a partir de los compuestos estructurales de plástico modulares esencialmente planares de la presente invención que tienen lados acanalados y que forman lengüetas.

25

17
161
462

Los componentes modulares de la presente invención permiten la construcción de montajes que soportan cargas que necesitan menos sujeciones, reduciendo el costo inicial del puente, así como el costo a largo plazo del mantenimiento y el reemplazo

5 los componentes propensos a la corrosión. El material de compuesto de plástico también tiene una duración mayor que la madera tratada y requiere significativamente menos mantenimiento que la madera durante la vida útil, que también contribuye a ahorros de costos.

10

También se proporciona un material de construcción de compuesto formado a partir de una mezcla de poliolefina de alta densidad y poli(metil metacrilato). Este material se puede formar en diferentes elementos tales como durmientes de

15 ferrocarril y láminas estructurales.

Además, a pesar de que la mezcla polimérica es impredecible, también se ha descubierto que la poliolefina y el poli(metil metacrilato) pueden formar mezclas poliméricas inmiscibles

20 reemplazando el poliestireno con PMMA. Esta observación es sorpresiva ya que no existe ninguna forma de predecir qué plásticos formarán mezclas poliméricas inmiscibles aceptables con poliolefina. Por ejemplo, el cloruro de polivinilo no forma dicha mezcla con poliolefina.

25

18
162
~~163~~

Las mezclas de poliolefina y PMMA de la presente invención poseen propiedades inesperadas. Por ejemplo, son más rígidas que las mezclas de poliolefina y poliestireno aún cuando el poliestireno y el PMMA solos tienen cada uno esencialmente la misma rigidez, medida mediante el módulo de tracción. También es sorprendente que las mezclas de poliolefina y PMMA son casi tan resistentes como PMMA solo.

Los precedentes y otros objetivos, características y ventajas de la presente invención son más fácilmente evidentes a partir de la descripción de las realizaciones preferidas expuestas a continuación tomadas en conjunto con los dibujos adjuntos.

Breve Descripción de los Dibujos

15

La Figura 1 ilustra una vista de corte transversal de una Viga I de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 es una vista lateral de la Viga I de la Figura 1, perpendicular a la vista de corte transversal.

La Figura 3 ilustra una vista de corte transversal de una Viga C de acuerdo con la presente invención.

La Figura 4 es una vista lateral de la Viga C de la Figura 3, perpendicular a la vista de corte transversal.

La Figura 5 muestra una vista de corte transversal de una Viga
5 T de acuerdo con la presente invención.

La Figura 6 es una vista de abajo de la Viga T de la Figura 5.

La Figura 7 ilustra una vista de corte transversal de los
10 paneles de tablero de lengüeta y acanaladura de acuerdo con la presente invención.

La Figura 8 ilustra una vista lateral de un puente de acuerdo
con la presente invención, montada desde las Vigas I de la
15 presente invención.

La figura 9 es una vista de corte de arriba del puente de la
Figura 8.

20 La Figura 10 es una vista de corte de arriba que ilustra la sujeción perpendicular de una Viga I de menor tamaño de acuerdo con la presente invención a una Viga I de mayor tamaño de acuerdo con la presente invención.

20
164
165

La Figura 11 es un gráfico de la viscosidad logarítmica en función de la velocidad de corte logarítmico que compara compuestos extruidos que tienen diferentes porcentajes de PMMA.

5

La Figura 12 es un gráfico de la viscosidad logarítmica en función del porcentaje de PMMA para los compuestos extruidos.

La Figura 13a es un análisis de flujo térmico para determinar el punto de fusión de los compuestos extruidos al iniciar el calentamiento.

La Figura 13b es un análisis de flujo térmico para determinar el punto de fusión de los compuestos extruidos después del calentamiento inicial que se muestra en la Figura 13a.

La Figura 13c es un gráfico de la temperatura de fusión de los compuestos extruidos en función del porcentaje de PMMA.

La Figura 13d es un gráfico del calor de fusión de los compuestos extruidos en función del porcentaje de PMMA.

La Figura 14 es un gráfico del esfuerzo en función de la deformación de los compuestos extruidos.

25

La Figura 15 es un gráfico del módulo en función del porcentaje de PMMA para los compuestos extruidos.

La Figura 16 es un gráfico del módulo logarítmico en función
5 del tiempo logarítmico para los compuestos extruidos.

La Figura 17 es una serie de imágenes SEM de las estructuras superficiales de los compuestos extruidos.

10 La Figura 18 es una serie de imágenes SEM de la estructura superficial de un compuesto extruido de PMMA/HDPE 60/40.

La Figura 19 es un gráfico del esfuerzo pico de los compuestos formados mediante moldeo por inyección en función del
15 porcentaje de PMMA.

La Figura 20 es un gráfico de la deformación en una fractura de los compuestos formados mediante moldeo por inyección en función del porcentaje de PMMA.

20

La Figura 21 es un gráfico del esfuerzo en función de la deformación para los compuestos formados mediante el moldeo por inyección.

22
166
167

La Figura 22 es un gráfico del módulo en función del porcentaje de PMMA para compuestos formados mediante moldeo por inyección.

- 5 La Figura 23 es un gráfico de la temperatura de fusión de fase de HDPE en función del porcentaje de PMMA para los compuestos formados mediante moldeo por inyección.

Descripción Detallada de la invención

10

Los compuestos estructurales de plástico modulares de la presente invención se preparan usando la tecnología de mezcla polimérica continua conjunta revelada por las Patentes Estadounidenses N° 5.298.214 y 6.191.228 para mezclas de una poliolefina de alta densidad y poliestireno y por la Patente 15 Estadounidense N° 5.916.932 para mezclas de una poliolefina de alta densidad y materiales de fibra recubierta con material termoplástico. La invención de las tres patentes se incorporan en la presente como referencia.

20

Como se revela en la Patente Estadounidense N° 6.191.228, se pueden emplear materiales de los compuestos que contienen del 20% al 50% en peso de un componente de poliestireno que contiene por lo menos un 90% en peso de poliestireno y del 50% 25 al 80% en peso de un componente de poliolefina de alta

23
167
168

densidad que contiene por lo menos un 75% en peso de polietileno de alta densidad (HDPE). Los materiales de compuestos que contienen del 25% al 40% en peso de un componente de poliestireno son preferidos, y los materiales de compuestos que contienen del 30% al 40% en peso de un componente de poliestireno son aún más preferidos. Los componentes de poliolefina que contienen por lo menos un 80% en peso de HDPE son preferidos, y un contenido de HDPE de por lo menos un 90% en peso es aún más preferido.

10

La tecnología de mezcla revelada en la Patente Estadounidense N° 6.191.228 también puede emplearse en la presente invención para formular materiales de compuestos que comprenden un componente poli(metil metacrilato) en lugar o además del componente de poliestireno. Se pueden emplear materiales de compuestos que contienen un componente poli(metil metacrilato) (PMMA) que contiene por lo menos un 90% en peso de PMMA y el resto del material de compuesto es un componente poliolefina de alta densidad que contiene al menos un 75% en peso de polietileno de alta densidad (HDPE). Los componentes de poliolefina que contienen al menos un 80% en peso de HDPE son preferidos, un contenido de HDPE de por lo menos el 90% en peso es aún más preferido. La cantidad mínima del componente PMMA en la mezcla es aquella cantidad eficaz para producir un aumento perceptible en la viscosidad de fusión. Los materiales

25

de compuestos que contienen del 10% al 40% en peso de PMMA son más preferidos, y los materiales de compuestos que contienen del 20% al 35% en peso de PMMA son más preferidos.

5 Las mezclas de poliolefina/PMMA de la presente invención poseen propiedades inesperadas. Por ejemplo, son más rígidos que las mezclas de polietileno/poliestireno aún cuando el poliestireno y el PMMA solos tienen cada uno esencialmente la misma rigidez, medida mediante el módulo de tracción. También
10 son más resistentes que las mezclas de poliolefina/poliestireno. La "resistencia" se define como la capacidad de absorber energía mientras se está deformando sin fracturarse. Por ejemplo, un puente hecho de la mezcla de poliolefina/PMMA. También es sorprendente que las mezclas de
15 poliolefina/PMMA son casi tan resistentes como PMMA solo.

Según el proceso descrito en la Patente Estadounidense N° 5.916.932, estos compuestos también se pueden mezclar con fibras recubiertas con material termoplástico que tienen una
20 longitud mínima de 0,1 mm de manera tal que el producto terminado contenga del 10% al 80% en peso de las fibras recubiertas con material termoplástico. La Patente Estadounidense N° 5.916.932 revela materiales de compuestos que contienen del 20% al 90% en peso de un componente
25 polimérico que es por lo menos el 80% en peso de HDPE y del

10% al 80% en peso de las fibras recubiertas con material termoplástico.

Los materiales de compuestos de poliolefina y poliestireno
5 adecuados para su uso con la presente invención presentan un
módulo de compresión de por lo menos 1172150 Kpa y una
resistencia a la compresión de por lo menos 17237 Kpa. Los
materiales de compuestos de poliolefina y poliestireno
preferidos presentan un módulo de compresión de por lo menos
10 1275575 Kpa y una resistencia a la compresión de por lo menos
20685 Kpa. Los materiales de compuestos de poliolefina y
poliestireno más preferidos presentan un módulo de compresión
de por lo menos 1379000 Kpa y una resistencia a la compresión
de por lo menos 24132 Kpa.

15

Los materiales de compuestos de poliolefina y PMMA preferidos
adecuados para su uso con la presente invención presentan un
módulo de compresión de por lo menos 1565165 Kpa y una
resistencia a la compresión de por lo menos 26890 Kpa. Los
20 materiales de compuestos de poliolefina y PMMA presentan un
módulo de compresión de por lo menos 1723743 Kpa y una
resistencia a la compresión de por lo menos 31027 Kpa.

Los materiales de compuestos que contienen fibras recubiertas
25 con material termoplástico de acuerdo con la presente

invención presentan un módulo de compresión de por lo menos 2413250 Kpa. El módulo de compresión presentado por los materiales que contienen fibras preferidos es por lo menos 2758000 Kpa. Los materiales de compuestos que contienen fibras 5 recubiertas con material termoplástico presentan una resistencia a la compresión de por lo menos 27580 Kpa. La resistencia a la compresión que presentan los materiales que contienen fibras preferidos es de por lo menos 34475 Kpa.

- 10 Las mezclas de poliolefina y PMMA de la presente invención son adecuadas para materiales de construcción de compuestos, tales como, madera dimensional. La madera hecha a partir de estas mezclas se puede usar como articulaciones, columnas y vigas, por ejemplo. La resistencia de la madera de poliolefina y PMMA 15 ofrece una característica de seguridad adicional porque el material se combaría antes de fracturarse para dar una advertencia de posible falla. Las mezclas de poliolefina y PMM que contienen fibras termoplásticas también son adecuadas para la fabricación de durmientes de ferrocarril.

20

Para ciertas aplicaciones tales como, por ejemplo, durmientes de ferrocarril, es importante que el material de construcción de compuesto presente propiedades muy específicas. Por ejemplo, el material no debe absorber agua ni combustible, 25 debe ser resistente a la degradación y al desgaste, resistente

27
121
492

a la gama típica de temperaturas a las cuales están expuestas las vías férreas, y no conductor. Además, los durmientes de ferrocarril deben cumplir con ciertos criterios mecánicos. Por ejemplo, el durmiente de ferrocarril de compuesto de plástico

5 tiene un módulo de compresión de por lo menos 1172150 Kpa a lo largo del eje del durmiente. Por el término "eje del durmiente" se entiende el eje más largo del durmiente de ferrocarril. Más preferentemente, el material de construcción de compuesto útil como el durmiente de ferrocarril tiene un

10 módulo de compresión a lo largo del eje del durmiente de por lo menos 1379000 Kpa y aún más preferentemente 1551375 Kpa. Más preferentemente, cuando se usa para durmientes de ferrocarril, el material de compuesto de plástico tiene un módulo de compresión de por lo menos 1723750 Kpa.

15

La presente invención es particularmente adecuada para los durmientes de ferrocarril debido a las propiedades diferentes que presentan los materiales de construcción de compuestos a lo largo de diferentes ejes. Debido al contenido de fibra

20 altamente orientada en la dirección del piso (el eje largo del durmiente de ferrocarril), el durmiente presenta una resistencia y rigidez increíbles a lo largo de ese eje. Al mismo tiempo, en un eje perpendicular que corta la orientación del contenido de fibra, el durmiente es relativamente más

25 blando y flexible. Por lo tanto, un durmiente de ferrocarril

hecho del material de construcción de compuesto de acuerdo con la presente invención no dobla o aplica esfuerzo sobre la vía colocada perpendicularmente sobre él, ya que existe alguna elasticidad en esa dirección. Sin embargo, debido a la

5 resistencia del durmiente a lo largo del eje más largo del durmiente, no se deja que las vías montadas a él se desplacen lateralmente o se separen. Por este motivo, los durmientes de ferrocarril de la presente invención son vastamente superiores a los durmientes de madera o de hormigón que se emplean

10 actualmente.

Además, en términos de los durmientes de ferrocarril, es importante que las vías montadas a ellos, no se separen más de 0,3175 cm cuando se colocan bajo una carga lateral de por lo

15 menos 10896 Kg. La carga lateral se refiere a la presión hacia fuera ejercida por las ruedas del tren sobre las vías. El material de construcción del compuesto también debe soportar una carga estática vertical de por lo menos 17706 Kg. Esto mide la capacidad del durmiente de soportar tener un tren

20 estacionado arriba de él sin deformación permanente, o que una vía se impulse dentro del durmiente. Además, la resistencia del material de poliolefina y PMMA mejora la capacidad del material de aceptar una púa sin fracturarse. También es necesaria una carga dinámica vertical de por lo menos 63560

29
173
~~174~~

Kg. Esto mide la capacidad de un durmiente de manejar el tráfico de trenes.

Tanto las mezclas de poliolefina y poliestireno como las de poliolefina y PMMA también se pueden usar para formar los miembros estructurales de patín de la presente invención. Una vista de corte transversal de una Viga I 10 de acuerdo con la presente invención se ilustra en la Figura 1, y una vista lateral de la misma Viga I se muestra en la Figura 2. La viga I tiene una estructura tradicional que comprende una sección de "alma" o "cuerpo" central 20, un patín superior 30, y un patín inferior 40. Las secciones de patines incluyen una sección sobresaliente 50 que se extiende más allá del ancho del alma 20. La cara del alma 60 forma una estructura que puede unirse a otras estructuras (por ejemplo, vigas de menor tamaño), que se describen también a continuación. El ancho A de las secciones de patines es significativamente más ancho que el ancho B de la sección de alma. La altura C de las secciones de patines es menor que la altura de las secciones de alma. A pesar de la altura delgada de la sección de patín y el ancho estrecho de la sección de alma, la viga I es capaz de sostener estructuras pesadas y se puede usar en estructuras que soportan cargas, tales como puentes y similares.

30
174
175

Una vista de corte transversal de una Viga C 12 de acuerdo con la presente invención se ilustra en la Figura 3, y una vista lateral de la misma Viga C se muestra en la Figura 4. La viga C tiene una sección de alma central 20, un patín superior 30, y un patín inferior 40. Las secciones de patines también incluyen una sección sobresaliente 50 que se extiende más allá del ancho del alma 20. La cara del alma 60 también forma una estructura que se puede unir a otras estructuras (por ejemplo, vigas de menor tamaño), como se describe a continuación.

10

Una vista de corte transversal de una viga T 15 de acuerdo con la presente invención se ilustra en la Figura 5, y una vista inferior de la misma viga T se muestra en la Figura 6. La viga T tiene una estructura que comprende la sección de alma central 20 y un patín superior 30, pero ningún patín inferior. La sección de patín también incluye una sección sobresaliente 50 que se extiende más allá del ancho del alma 20. La cara del alma 60 también forma una estructura que puede unirse a otras estructuras (por ejemplo, vigas de menor tamaño), como se describe a continuación.

20

La Figura 7 muestra paneles de tablero de lengüeta y acanaladura 100 y 150. El panel 100 incluye un extremo 110 que tiene un miembro con forma de lengüeta 120 y un extremo 130 que define una acanaladura 140. El panel 150 incluye un

25

31
175
496

extremo 160 que tiene un miembro con forma de lengüeta 170 y un extremo opuesto 180 que define una acanaladura 190. El miembro con forma de lengüeta 120 del panel 100 se muestra unido en forma interbloqueante a la acanaladura 190 del panel 150. La acanaladura 140 del panel 100 también es capaz de unirse en forma interbloqueante a un miembro con forma de lengüeta de otro panel. En forma similar, el miembro con forma de lengüeta 170 del panel 150 es capaz de unirse a una acanaladura de otro panel. La parte superior plana 125 del panel 100 y la parte superior plana 175 del panel 150 puede servir como una superficie que soporta una carga o una barrera cuando dichos paneles se montan en una estructura.

La Figura 8 ilustra una vista lateral y la Figura 9 una vista de corte parcial superior de una parte de un puente vehicular 200 montado a partir de las formas de construcción descritas anteriormente. En la estructura del puente, los extremos 211 y 212 de las vías de viga I de mayor tamaño 213 y 214 de la viga I de mayor tamaño se aseguran a respectivos pilotes 215 y 217 con sujeciones (no se muestran). Los extremos de la viga I respectivos opuestos 220 y 221 se aseguran en forma similar a los pilotes respectivos 223 y 224. Los extremos 225, 226 y 227 de las vigas I de viguetas de menor tamaño 228, 229 y 230 se sujetan a la cara 260 de la viga I 213, con extremos opuestos respectivos 231, 232 y 233 de tres vigas I de menor tamaño a

la cara 261 de la Viga I 214. En forma similar, los extremos 234, 235 y 236 de las vigas I de vigueta de menor tamaño 237, 238 y 239 se sujetan a la cara 262 de la viga I 214.

5 La Figura 10 es una vista de corte superior que ilustra la sujeción del extremo 225 de la viga I de vigueta de menor tamaño 228 a la cara 260 de la viga I de mayor tamaño 213 usando abrazaderas con forma de L 243 y 244 y sujeciones 245, 246, 247 y 248. La abrazadera 243 y las sujeciones 245 y 246
10 que sujetan el extremo 225 de la viga I 228 a la cara 260 de la viga I 213 también se muestran en la Figura 8. La Figura 8 también muestra la abrazadera 247 y las sujeciones 243 y 249 que sujetan el extremo 231 de la viga I 228 a la cara 261 de la viga I 214.

15

Las Figuras 8 y 9 también muestran el tablero del puente 270 formado a partir de los paneles interbloqueantes 271 y 272 en los cuales la lengüeta 274 del panel 271 se une en forma interbloqueante a la acanaladura 275 del panel 272. La
20 lengüeta 276 del panel 272 se une en forma interbloqueante a la acanaladura 277, y así sucesivamente. Las superficies superiores respectivas 279 y 280 de los picos 271 y 272 comprenden la superficie 290 del tablero de puente 270.

Las sujeciones adecuadas son esencialmente convencionales e incluyen, en forma no taxativa, clavos, tornillos, púas, pernos y similares.

5 Los procesos de moldeado que se revelan en las Patentes Estadounidenses N° 5.298.214, 5.916.932 y 6.191.228 se pueden emplear para formar las formas de los compuestos estructurales de plástico modulares de la presente invención. Sin embargo, como se están formando artículos que tienen un corte transversal irregular comparados con las vigas que tienen cortes transversales rectangulares que se moldearon previamente, las mezclas de los compuestos preferentemente se extruían en moldes desde el extrusor bajo una fuerza, por ejemplo de 6205 a 8274 Kpa, para empaquetar en forma maciza 15 los moldes e impedir la formación de huecos. En forma similar, puede ser necesario aplicar una fuerza a lo largo del eje horizontal de la viga, por ejemplo usando un cilindro hidráulico que prolonga la longitud del eje horizontal, para remover formas modulares enfriadas de sus moldes.

20

Las vigas I de compuesto de poliolefina y poliestireno de acuerdo con la presente invención que tienen un área de corte transversal de 39355 mm^2 presentan un Momento de Inercia de $3,74 \times 10^8 \text{ mm}^4$. Las vigas I de compuesto de poliolefina y poliestireno de acuerdo con la presente invención que tienen 25

34
1 38
179

un área de corte transversal de 76774 mm^2 presentan un Momento de Inercia de $1,96 \times 10^9 \text{ mm}^4$. Esto representa el mayor Momento de Inercia jamás producido por algún material termoplástico para alguna estructura, y se compara con los Momentos de Inercia medidos entre $1,07 \times 10^8$ y $1,77 \times 10^8 \text{ mm}^4$ para las vigas de madera de corte transversal rectangular que tienen un área de corte transversal de 40645 mm^2 y Momentos de Inercia medidos entre $5,99 \times 10^7$ y $1,06 \times 10^8 \text{ mm}^4$ para las vigas de madera de corte transversal rectangular que tienen un área de corte transversal de 30968 mm^2 . El resultado final es que el puente de compuesto de poliolefina y poliestireno que habría pesado 54480 Kg para una clasificación de carga requerida si se prepara a partir de los materiales de compuestos de corte transversal rectangular, en cambio pesa solamente 13620 Kg cuando se prepara a partir de la presente invención.

Tanto las mezclas de poliolefina y poliestireno como las de poliolefina y PMMA también se pueden usar para formar láminas estructurales que tienen un espesor preferentemente de $3,7 \text{ mm}$ a 25.4 mm . La longitud y el ancho de las láminas preferentemente están en la gama de 203 a 6096 mm . Las láminas estructurales también tienen un módulo de compresión de por lo menos 1379000 Kpa y una resistencia de por lo menos 20685 Kpa . "Resistencia" se define como el nivel de esfuerzo más alto al

que se puede someter a un material sin fracturarlo en muchos pedazos.

Los compuestos estructurales de plástico modulares de la presente invención por lo tanto representan los materiales estructurales no degradables más eficaces en costos preparados hasta ahora que tienen buenas propiedades mecánicas. La presente invención hace posible la preparación de subestructuras con clasificaciones de carga dadas a partir de cantidades de materiales reducidas a niveles hasta ahora desconocidos.

La descripción precedente de la realización preferida se debe tomar como ilustrativa, en lugar de taxativa, la presente invención está definida por las reivindicaciones. Como se apreciará fácilmente, numerosas variaciones y combinaciones de las características expuestas anteriormente se pueden utilizar sin apartarse de la presente invención expuesta en las reivindicaciones. No se considera que dichas variaciones se aparten del espíritu y alcance de la invención, y todas esas variaciones han de estar incluidas dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

EJEMPLOS

Los siguientes ejemplos dan ejemplos métodos de preparación representativos para mezclas de poliolefina y PMMA de acuerdo con la presente invención.

5

Ejemplo 1 - Extrusión

HDPE (CP Chem Marlex HHM-5502BN) PMMA (Atofina Plexiglass V045100) se mezclaron mecánicamente y se fundieron usando un
10 extrusor formador de compuestos especial Randcastle que funciona a 180 RPM y a 200°C-210°C. Las relaciones de las composiciones de HDPE/PMMA fueron: 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 65/35, 60/40, 50/50, 40/60, 30/70, 20/80, 10/90 y 0/100.

15 Se realizaron ensayos reológicos para investigar la viscosidad de los compuestos extruidos en pelotillas. Cuando el contenido de PMMA del compuesto extruido aumenta hacia el PMMA puro, la viscosidad de los compuestos extruidos aumenta (Figura 11). Tanto a baja como a alta velocidad de corte, se observó una
20 dependencia no lineal de la viscosidad con respecto a la concentración de PMMA.

Se realizó el análisis térmico de los compuestos extruidos para examinar la temperatura de fusión y el calor de fusión
25 (Figuras 13e-d). El calor de fusión de las mezclas se

correlaciona aproximadamente con el porcentaje de poliolefina fundible en la mezcla.

Se realizaron experimentos de flexión para investigar las propiedades mecánicas de los compuestos extruidos. El diámetro de la muestra estuvo en la gama de 1,18 a 1,95 mm. El tramo de soporte fue de 20 o 28 mm para mencionar para mantener una relación de L:D de 16:1. La Figura 14 es un gráfico de esfuerzo en función de deformación para cada compuesto extruido. La Tabla I expone el módulo (la relación de esfuerzo a deformación en la deformación de flexión) de los compuestos extruidos de acuerdo con la composición.

Tabla I

% PMMA	% HDPE	Módulo (MPa)	Desviación Estándar (MPa)	Módulo (ksi)
0	100	1154	36	167
10	90	1508	94	219
20	80	1916	87	278
30	70	2017	104	292
35	65	1689	85	245
40	60	1805	113	262
50	50	2053	269	298

38
182
~~483~~

60	40	2495	250	362
70	30	2667	155	387
80	20	2761	147	400
100	0	3437	104	498

El módulo del compuesto extruido aumenta con el contenido de PMMA (Figura 15). La figura 16 es un gráfico del módulo logarítmico en función del tiempo logarítmico, que muestra que el módulo de las mezclas y la resistencia a la deformación con el tiempo aumentan con el aumento del contenido de PMMA.

Se obtuvieron imágenes SEM para examinar la estructura superficial de los compuestos extruidos (Figura 17). El compuesto de PMMA y HDPE 60/40 presenta una morfología continua conjunta (Figura 18). Se sabe que las morfologías continuas conjuntas presentan una transferencia de esfuerzo excepcionalmente alta entre las fases.

15 Ejemplo 2 - Moldeado por inyección

HDPE (CP Chem Marlex HHM-5502BN) PMMA (Atofina Plexiglass V045100) se mezclaron mecánicamente y se moldearon por inyección usando una Máquina de Moldeado por Inyección Negri Bossi V55-200. Los compuestos se moldearon a 200°C. Las

39
183
484

relaciones de las composiciones de HDPE/PMMA fueron: 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 65/35, 60/40, 50/50 y 40/60.

La resistencia a la tracción de las mezclas se mantiene bastante constante en todas las mezclas desde poliolefina pura hasta la región continua conjunta inclusive. (Figura 19). La resistencia a la tracción cae cuando PMMA se mezcla a porcentajes más altos con poliolefina en una forma no lineal, pero se mantiene mucho más alta que el PMMA puro solo. (Figura 20).

El módulo de las mezclas aumenta cuando se incrementa el PMMA, pero con menos deformación al fallar y resistencia resultante. (Figura 21). Muchas de las mezclas indican una resistencia más alta que PMMA o poliolefina sola. Los resultados de la Figura 21, se resumen en la Tabla II.

Tabla II

% PMMA	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Módulo (MPa)	Esfuerzo pico (Mpa)	% Deformación al fracturarse
0	12,55	3,50	1249	25,6	73,447
10	12,57	3,50	1572	26,9	50,713

40
184
185

20	12,57	3,48	1720	29,7	19,046
30	12,60	3,50	1850	31,1	6,716
35	12,62	3,48	1715	31,1	5,326
40	12,60	3,48	2039	30,4	3,639
50	12,62	3,35	2274	31,8	2,873
60	12,60	3,43	2396	29,7	2,013

Generalmente se sigue la regla de mezclas para módulos en las mezclas, lo cual indica que se logra una transferencia de esfuerzo notablemente buena entre las fases en este sistema de 5 mezcla. (Figura 22). Los resultados del recalentamiento de DSC se dan en la Figura 23.

Los ejemplos y la descripción precedentes de las realizaciones preferidas se deben tomar como ilustrativos, no como taxativos 10 de la presente invención definidos por las reivindicaciones. Como se apreciará fácilmente, se pueden utilizar numerosas variaciones y combinaciones de características expuestas anteriormente sin apartarse de la presente invención expuesta en las reivindicaciones. No se considera que dichas 15 variaciones se aparten del espíritu y alcance de la invención, y se desea que todas esas variaciones estén incluidas dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

41
185
~~186~~**REIVINDICACIONES**

1. Un miembro estructural termoplástico modular que comprende una sección de alma dispuesta a lo largo de un eje horizontal y una o más secciones de patín dispuestas a lo largo de un eje horizontal paralelo a él y moldeada integralmente para unirse a la superficie superior o inferior de dicha sección de alma, en donde:

el ancho de dichas secciones de patín medido en forma perpendicular a dicho eje horizontal de dicha sección de patín es de dos a diez veces el ancho de dicha sección de alma medido en forma perpendicular a dicho eje horizontal de dicha sección de alma;

la dimensión vertical (espesor) de dichas secciones de patín son de un décimo a la mitad de la dimensión vertical de dicha sección de alma sin ninguna de las secciones de patín;

y dicho miembro estructural se forma a partir de una mezcla polimérica inmiscible co-continua que consiste esencialmente de una poliolefina de alta densidad y poli(metil metacrilato), o poli(metil metacrilato) y un material de fibra recubierto con polímero termoplástico, o poli(metil metacrilato) y un polímero termoplástico que tiene material de fibra incluido en él.

2. El miembro estructural termoplástico modular de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicha poliolefina de alta densidad es polietileno de alta densidad (HDPE).

5 3. El miembro estructural termoplástico modular de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho material de fibra recubierta con material termoplástico fibra de vidrio o carbono, recubierta con material termoplástico.

10 4. El miembro estructural termoplástico modular de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque es una Viga en I.

5. El miembro estructural termoplástico modular de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque es una Viga en C.

15

6

8. El miembro estructural termoplástico modular de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque es una Viga en T.

7. El miembro estructural termoplástico de acuerdo con la
20 reivindicación 1, caracterizado porque dicha mezcla de polímeros consiste esencialmente de 20% al 65% en peso de un componente de poli(metil metacrilato) que contiene por lo menos un 90% en peso de poli(metil metacrilato), y del 35% al 80% en peso de un componente de poliolefina de alta densidad

que contiene por lo menos un 75% en peso de polietileno de alta densidad (HDPE).

8. El miembro estructural termoplástico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicha mezcla de polímeros consiste esencialmente de 20% a 90% en peso de un componente polimérico y del 10% al 80% en peso de fibras recubiertas con material termoplástico, en donde dicho componente polimérico consiste esencialmente del 20% al 65% en peso de un componente de poli(metil metacrilato) que contiene al menos el 90% en peso de poli(metil metacrilato) y del 35% al 80% en peso de una poliolefina de alta densidad.

9. El miembro estructural termoplástico de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque presenta un módulo de compresión de por lo menos 1565165 Kpa (227.000 psi), y una resistencia a la compresión de por lo menos 26890Kpa (3900 psi).

10. El miembro estructural termoplástico modular de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dichos miembros estructurales pueden estar encajados perpendicularmente uno dentro de otro.

44
188
~~189~~

11. El miembro estructural termoplástico modular de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dichas secciones de patín forman un ángulo de 90° con dicha sección de alma, de manera tal que los miembros estructurales adicionales pueden
- 5 encajarse en el hueco formado por dichas secciones de patín y dicha sección de alma y están sostenidos por al menos una de dichas secciones de patín.