(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 750 306**

(51) Int. CI.:

***C08G 59/50*** (2006.01)
***C08G 59/56*** (2006.01)
***C08J 5/04*** (2006.01)
***C08G 59/22*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2015 E 15199599 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 3178861**

(54) Título: **Formulaciones de resina epoxídica latentes para procesos de impregnación de líquido para la producción de materiales compuestos fibrosos**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**25.03.2020**

(73) Titular/es:

**THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA (100.0%)**
**1111 Franklin Street, 12th Floor**
**Oakland, CA 94607, US**

(72) Inventor/es:

**ORTELT, MARTINA, DR.;**
**FUCHSMANN, DIRK;**
**LANGKABEL, EIKE;**
**KOHLSTRUK, BRITTA y**
**BALTHASAR, JACLYN**

(74) Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Formulaciones de resina epoxídica latentes para procesos de impregnación de líquido para la producción de materiales compuestos fibrosos

Son objeto de la invención composiciones de resina epoxídica constituidas por al menos un componente resínico y al menos un componente endurecedor, siendo la composición apropiada como matriz duroplástica para la producción de productos semiacabados de fibras-matriz y laminados de fibras-matriz endurecidos, los denominados compuestos.

Las composiciones de epóxido constituidas por al menos una resina epoxídica y al menos un endurecedor, por ejemplo aminas, anhídridos, diciandiamida, son conocidas desde hace tiempo y se emplean en campos de aplicación como, por ejemplo, revestimientos, compuestos o pavimentos. En este caso se entiende por compuestos materiales compuestos a partir de fibras y matriz de material sintético.

En el ámbito de requisitos crecientes en una utilización eficiente de recursos escasos, las más diversas industrias se centran en soluciones de construcción ligera de manera acrecentada. Siempre que se deban mover masas, una opción interesante son materiales compuestos fibrosos/compuestos, ya que éstos ofrecen rigideces y resistencias específicas elevadas con peso reducido. Por este motivo, los compuestos se han establecido en aeronáutica desde hace décadas, y sin tecnologías de materiales compuestos fibrosos tampoco serían concebibles, por ejemplo, palas de rotor para instalaciones de energía eólica. Debido a su excelente perfil de propiedades, también en la construcción de automóviles se centra la atención en estos materiales de manera acrecentada. En los 3 segmentos del mercado citados se requieren componentes altamente sólidos desde el punto mecánico, como se pueden obtener mediante materiales poliméricos reforzados con fibras sin fin. No obstante, las geometrías de estos componentes son cada vez más exigentes (por ejemplo, la longitud de las palas de rotor aumenta constantemente para poder “recoger” la mayor cantidad posible de energía eólica), con la demanda simultánea de productividad cada vez más elevada.

En el ámbito de esta invención, el concepto compuestos se emplea en especial como sinónimo de los conceptos sustancia compuesta, componentes de compuesto, material compuesto, material compuesto fibroso, piezas moldeadas compuestas, materiales sintéticos reforzados con fibras o componentes reforzados con fibras, productos preimpregnados, productos semiacabados de fibras-matriz, SMC (Sheet Moulding Compound) compuestos SMC (productos semiacabados de fibras-matriz SMC), CFK, GFK y FVK.

Los procedimientos para la producción de compuestos se pueden clasificar en procedimientos de una etapa, como por ejemplo RTM (Resin Transfer Moulding), VARTM (Vacuum Assisted Resin Transfer Moulding) y procedimientos de varias etapas, como por ejemplo tecnología de productos preimpregnados, SMC (Sheet Moulding Compound).

La vía a través de productos semiacabados fibrosos (por ejemplo géneros textiles impregnados con prepolímeros a base de fibras de vidrio o carbono, producto preimpregnado) en un procedimiento de varias etapas tiene ventajas. En especial en el sector de las piezas estructurales reforzadas con fibras continuas, debido a las excelente calidad de humectación de las fibras a través de la matriz de resina, la tecnología de productos preimpregnados ofrece el acceso a componentes de calidad extremadamente elevada desde el punto de vista mecánico, por lo cual la tecnología de productos preimpregnados se ha establecido en la aeronáutica desde hace años como el procedimiento de elaboración más importante para la producción de componentes compuestos. No obstante, según su naturaleza, los productos semiacabados fibrosos son tejidos bidimensionales, por lo cual su aplicabilidad se limita a la producción justamente de componentes esencialmente bidimensionales o tridimensionales con complejidad geométrica limitada, por ejemplo piezas de alas o cola. La tecnología de productos preimpregnados es un procedimiento establecido en la producción de palas de rotor para instalaciones de energía eólica.

Por el contrario, los componentes compuestos reforzados con fibras continuas con geometrías tridimensionales altamente complejas se producen en el procedimiento RTM. Este procedimiento está caracterizado por que, a partir de géneros textiles se producen en primer lugar las denominadas preformas próximas a su forma final. En este caso, los productos fibrosos no impregados con resina (es decir, tejidos, esteras, materiales no tejidos, etc, en estado de suministro) se moldean previamente de manera próxima a su forma final para dar estructuras tridimensionales, y las capas individuales se pegan en este caso para la fijación, o se cosen en el caso de piezas especialmente complejas. Esta preforma fibrosa pura se introduce entonces en una cavidad y se impregna con una formulación de resina líquida exenta de disolvente en la cavidad cerrada, por ejemplo una herramienta de acero calentada, y se templa inmediatamente hasta el estado final en la cavidad cerrada (procedimiento de una etapa). Las geometrías de flujo que se presentan en este caso, en parte altamente complicadas, requieren resinas de baja viscosidad con vidas útiles largas para humedecer convenientemente todos los filamentos fibrosos. Por consiguiente, los sistemas resínicos empleados a tal efecto son poco reactivos y requieren tiempos de endurecimiento largos a temperaturas elevadas. Tras el endurecimiento, la pieza acabada se desmoldea y, en caso dado, también se reelabora, por ejemplo se desbarba.

No obstante, el procedimiento RTM de una etapa, como se describe anteriormente, no es técnicamente posible o no es realizable económicamente en la fabricación de componentes con dimensiones muy grandes, como por ejemplo palas de rotor para instalaciones de energía eólica o en la fabricación de prototipos en números de piezas reducidos (peso demasiado elevado de herramientas de acero y/o costes demasiado elevados). En este caso se emplean diferentes procedimientos de impregnación de líquido (procedimientos de infusión en vacío, presión máxima 1 bar) en realización de molde abierto, como se describe, por ejemplo, en F. Henning/E. Moeller "Handbuch Leichtbau", editorial Carl-Hanser, páginas 641 y siguientes. Las herramientas están constituidas solo por la mitad superior y, además de materiales metálicos, también se pueden producir a partir de materiales compuestos; las estructuras de las fibras de refuerzo a impregnar, y en caso dado otros componentes prefabricados o materiales de núcleo, se completan hacia arriba con una lámina de vacío en estos procedimientos. La aplicación de vacío genera diferencias de presión como máximo de 1 bar, por lo cual los sistemas de resina aplicados en procedimientos de infusión deben presentar una viscosidad muy reducida y tiempos de elaboración largos. Típicamente, las trayectorias de flujo en la fabricación de piezas grandes son largas, y la velocidad de flujo es reducida debido a la baja diferencia de presión.

Son conocidas composiciones de resina epoxídica apropiadas para este fin, poco reactivas, exentas de disolventes, por ejemplo el sistema resínico EPIKOTE™ Resin MGS™ RIMR235 mit EPIKURE™ Curing Agent MGS™ RIMH233, RIMH235-237 de la firma Hexion.

En los documentos DE 2640408, DE 2640409, DE 2540410, DE 2950067 y DE 3328134 se describe 2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilamina (brevemente triacetondiamina o de manera abreviada TAD) como amina latente para el endurecimiento de resinas epoxídicas. Como aplicaciones, en éstas entran en consideración revestimientos de superficie con énfasis en esmaltes pulverulentos, pero también masas de moldeo, que se pueden reforzar, en caso dado, mediante fibras u otras sustancias. Como ejemplos se indican combinaciones de TAD pura y resinas epoxídicas. No obstante, estos sistemas son exclusivamente endurecibles en caliente, y no son empleables a temperaturas de endurecimiento de 70 a 80ºC, como en la fabricación de piezas grandes en el procedimiento en molde abierto, por ejemplo palas de rotor para instalaciones de energía eólica.

El documento DE 2640408 da a conocer además composiciones de resina epoxídica que comprenden al menos un compuesto epoxídico y una composición de endurecedor que comprende una poliamina a base de triacetondiamina y al menos otra poliamina.

Tarea de la invención

El rendimiento de un compuesto, además del cuadro de propiedades de la matriz resínica seleccionada y de las fibras de refuerzo, también se define especialmente mediante la calidad del compuesto de fibras-matriz. Una alta calidad de compuesto supone que la matriz resínica humedece sin defectos todas las fibras de refuerzo. En la fabricación de piezas muy grandes, como palas de rotor de instalaciones de energía eólica, la formulación de resina debe superar trayectorias de flujo largas bajo presiones como máximo de 1 bar en el procedimiento de infusión en vacío. Además, las estructuras de fibras de refuerzo a impregnar, piezas prefabricadas y materiales de núcleo presentan, aparte de su complejidad, también grosores de pared elevados. Estas capas se deben impregnar y humedecer completamente y sin defectos con la formulación de resina líquida.

En la medida de la demanda de producción de proporciones de energía regenerativa cada vez más elevada, las dimensiones de las palas de rotor de instalaciones de energía eólica son cada vez mayores. De este modo, las formulaciones de resina epoxídica convencionales, como se citan anteriormente, llegan al límite de su procesabilidad, y existe la necesidad de formulaciones de resina epoxídica que sean “abiertas“ claramente durante más tiempo, es decir, que presenten baja viscosidad claramente durante más tiempo y sean fluidas a estas bajas viscosidades para humedecer todas las fibras en la calidad necesaria, no debiendo aumentar significativamente el tiempo de ciclo por motivos de productividad, y no debiéndose desarrollar picos de temperatura exotérmicos elevados en el depósito de resina (reserva de resina) durante el tiempo de infusión.

Solución

Sorprendentemente se descubrió que la composición de resina epoxídica según la invención se puede ajustar en un amplio intervalo de modo que cumpla los requisitos de un tiempo de elaboración más largo, de esta manera, por ejemplo, el tiempo hasta la consecución de temperaturas críticas en el depósito de reserva en 40 % y el tiempo hasta alcanzar el tiempo de viscosidad de 1000 mPas se pueden aumentar en 12 %. El endurecimiento a 70ºC proporciona temperaturas de transición vítrea ≥ 70ºC con conversiones ≥ 95 %, lo que corresponde a los requisitos, por ejemplo según GL (Germanischer Lloyd) para palas de rotor.

La composición de resina epoxídica según la invención para procesos de impregnación de líquido eficientes para la producción de componentes tridimensionales altamente complejos presentan las siguientes propiedades ventajosas:

- baja viscosidad,

- las vías de flujo necesarias presentan baja viscosidad durante un tiempo correspondientemente largo hasta que todas las fibras se impregnan sin defectos,
- templado tras impregnación de todas las fibras bajo las condiciones seleccionadas para garantizar la productividad necesaria,
- no se desarrollan picos de temperatura exotérmicos que puedan conducir a la descomposición incipiente del sistema resínico y/o a la formación de grietas debida al desarrollo de tensión en el compuesto,
- cumplen todos los requisitos de estabilidad mecánica, térmica y en el medio, y presentan buenas propiedades superficiales.

Es objeto de la invención una composición de resina epoxídica que contiene:

A) al menos un compuesto epoxídico

y

B) una composición de endurecedor constituida por:

B1) 5-65 % en peso de al menos una poliamina a base de triacetonadiamina

y

B2) 35-95 % en peso de al menos otra diamina y/o poliamina seleccionada a partir de isoforondiamina, 4,4'-diaminodiciclohexilmetano, 2,4'-diaminodiciclohexilmetano, 2,2'-diaminodiciclohexilmetano (PACM), por separado o en mezclas de isómeros,
oxialquilenpoliaminas seleccionadas a partir de polioxipropilendiamina y/o polioxipropilentriamina,
enduredores de aducto a base de productos de reacción de compuestos epoxídicos y las aminas B2) citadas anteriormente, o
combinación de las aminas B2) citadas anteriormente,

variando la proporción estequiométrica de grupos epóxido de A) y el número de átomos de hidrógeno activos de los grupos funcionales de B) de 1:0,5 a 1:1,1 preferentemente 1:0,6 a 1:1,05, de modo especialmente preferente 1:0,95 a 1:1,05;

C) en caso dado al menos un acelerador de endurecimiento,

sumándose las cantidades de A)-D) para dar 100 % en peso,

D) en caso dado otros aditivos.

Componente A)

Como componente A) son apropiados compuestos epoxídicos. Se describen compuestos epoxídicos apropiados, por ejemplo, en el documento EP 675 185.

Entran en consideración una variedad de compuestos conocidos a tal efecto, que contienen más de un grupo epóxido, preferentemente dos grupos epóxido, por molécula. En este caso, estos compuestos epoxídicos pueden ser tanto saturados como también insaturados, así como alifáticos, cicloalifáticos, aromáticos o heterocíclicos, y también presentar grupos hidroxilo. Éstos pueden contener además aquellos sustituyentes que no provocan reacciones secundarias interferentes bajo las condiciones de mezcla o reacción, a modo de ejemplo sustituyentes alquilo o arilo, agrupaciones éter y similares. En este caso se trata preferentemente de glicoléteres que se derivan de fenoles polivalentes, en especial bisfenoles, así como novolacas, y cuyos pesos moleculares, respecto al número de grupos epóxido ME (“pesos equivalentes de epóxido“, “valor EV“) se sitúan entre 100 y 1500, pero en especial entre 150 y 250 g/val.

Como fenoles polivalentes se deben citar, a modo de ejemplo: resorcina, hidroquinona, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-propano (bisfenol A), mezclas de isómeros de dihidroxidifenilmetano (bisfenol F), 4,4‘-dihidroxidifenilciclohexano, 4,4‘-dihidroxi-3,3‘-dimetildifenilpropano, 4,4‘-dihidroxidifenilo, 4,4‘-dihidroxibenzofenona, bis-(4-hidroxifenil)-1,1-etano, bis-(4-hidroxifenil)-1,1-isobutano, 2,2-bis-(4-hidroxi-terc-butilfenil)-propano, bis-(2-hidroxinaftil)-metano, 1,5-dihidroxinaftalina, tris-(4-hidroxifenil)-metano, bis-(4-hidroxifenil)-éter, bis-(4-hidroxifenil)-sulfona, entre otros, así como los productos de cloración y bromación de los compuestos citados anteriormente, como por ejemplo

tetrabromo-bisfenol A. De modo muy especialmente preferente se emplean diglicidiléteres líquidos a base de bisfenol A y bisfenol F con un peso equivalente de epóxido de 150 a 200 g/val.

También se pueden emplear poliglicidiléteres de polialcoholes, como por ejemplo etanodiol-1,2-diglicidiléter, propanodiol-1,2-diglicidiléter, propanodiol-1,3-diglicidiléter, butanodioldiglicidiléter, pentanodioldiglicidiléter (también neopentilglicoldiglicidiléter), hexanodioldiglicidiléter, dietilenglicoldiglicidiléter, dipropilenglicoldiglicidiléter, polioxialquilenglicoldiglicidiléteres superiores, como por ejemplo polioxietilenglicoldiglicidiléteres y polioxipropilenglicoldiglicidiléteres superiores, diglicidiléteres mixtos de polioxietileno-propilenglicol, polioxitetrametilenglicoldiglicidiléter, poliglicidiléteres de glicerina, de 1,2,6-hexanotriol, trimetilolpropano, trimetiloletano, pentaeritrita, sorbitol, poliglicidiléteres de polioles oxalquilados (como por ejemplo de glicerina, trimetilolpropano, pentaeritrita, entre otros), diglicidiléteres de ciclohexanodimetanol, bis-(4-hidroxiciclohexil)metano y 2,2-bis-(4-hidroxiciclohexil)propano, poliglicidiléteres de aceite de ricino, isocianurato de triglicidiltris-(2-hidroxietilo).

Como componente A) entran además en consideración: compuestos de poli-(N-glicidilo), que son obtenibles mediante dehidrohalogenación de productos de reacción de epiclorhidrina y aminas como anilina, n-butilamina, bis-(4-aminofenil)metano, m-xililendiamina o bis-(4-metilaminofenil)metano. No obstante, a los compuestos de poli-(N-glicidilo) pertenecen también isocianurato de triglicidilo, triglicidilurazol, así como sus oligómeros, derivados de N,N‘-diglicidilo de cicloalquilenureas, y derivados de glicidilo de hidantoínas, entre otros.

Además, también se pueden emplear poliglicidilésteres de ácidos policarboxílicos, que se obtienen mediante la reacción de epiclorhidrina o compuestos epoxídicos similares con un ácido policarboxílico alifático, cicloalifático o aromático, como ácido oxálico, ácido succínico, ácido adípico, ácido glutárico, ácido ftálico, ácido tereftálico, ácido tetrahidroftálico, ácido hexahidroftálico, ácido 2,6-naftalindicarboxílico y diglicidilésteres de ácido dicarboxílico superiores, como por ejemplo ácido linolénico dimerizado, o bien trimerizado. Son ejemplos adipato de diglicidilo, ftalato de diglicidilo y hexahidroftalato de diglicidilo.

Cítense además glicidilésteres de ácidos carboxílicos insaturados y ésteres epoxidados de alcoholes insaturados, o bien ácidos carboxílicos insaturados. Adicionalmente a los poliglicidiléteres, se pueden emplear concomitantemente cantidades reducidas de monoepóxidos, como por ejemplo metilglicidiléter, butilglicidiléter, alilglicidiléter, etilhexilglicidiléter, glicidiléteres alifáticos de cadena larga, como por ejemplo cetilglicidiléter y estearilglicidiléter, monoglicidiléter de una mezcla de alcoholes isomérica superior, glicidiléter de una mezcla de alcoholes C12 a C13, fenilglicidiléter, cresilglicidiléter, p-t-butilfenilglicidiléter, p-octilfenilglicidiléter, p-fenilfenilglicidiléter, glicidiléter de un alcohol láurico oxalquilado, así como monoepóxidos, como por ejemplo hidrocarburos epoxidados monoinsaturados (óxido de butileno, ciclohexeno, estireno) en proporciones másicas hasta 30 % en peso, preferentemente 10 a 20 % en peso, referido a la masa de poliglicidiléter.

Se encuentra una lista detallada de compuestos epoxídicos apropiados en el manual “compuestos epoxídicos y resinas epoxídicas“ de A. M. Paquin, editorial Springer, Berlín 1958, capítulo IV, y en Lee Neville "Handbook of Epoxy Resins", 1967, capítulo 2.

En este caso entran en consideración como compuestos epoxídicos preferentemente glicidiléteres y glicidilésteres, epóxidos alifáticos, diglicidiléteres a base de bisfenol A y/o bisfenol F y metacrilatos de glicidilo. También son ejemplos de tales epóxidos isocianurato de triglicidilo (TGIC, nombre comercial ARALDIT 810, Huntsman), mezclas de tereftalato de diglicidilo y trimelitato de triglicidilo (nombre comercial ARALDIT PT 910 y 912, Huntsman), glicidiléster de ácido versático (nombre comercial CARDURA E10, Shell), 3,4-epoxiciclohexilmetil-3',4'-epoxiciclohexanocarboxilato (ECC), etilhexilglicidiléter, butilglicidiléter, tetraglicidiléter de pentaeritrita, (nombre comercial POLYPOX R 16, UPPC AG), así como otros tipos de Polypox con grupos epoxídicos libres.

También se pueden emplear mezclas de los citados compuestos epoxídicos. Como componente epoxi son especialmente preferentes poliepóxidos a base de diglicidiléter de bisfenol A, diglicidiléter de bisfenol F, 4,4'-metilen-bis[N,N-bis(2,3-epoxipropil)anilina], hexanodioldiglicidiléter, butanodioldiglicidiléter, trimetilolpropanotriglicidiléter, 1,2,3-propanotrioltriglicidiléter, tetraglicidiléter de pentaeritrita y hexahidroftalato de diglicidilo. Según la invención también se pueden emplear preferentemente mezclas de estos compuestos epoxídicos como componente A).

La cantidad de componente A) se ajusta a la composición del componente B) y se calcula de modo que la proporción estequiométrica de grupos epóxido de A) y el número de átomos de hidrógeno activos de los grupos funcionales de B) varíe de 1:0,5 a 1:1,1 preferentemente 1:0,6 a 1:1,05, de modo especialmente preferente 1:0,95 a 1:1,05. Esto significa que, por átomo de hidrógeno del grupo amino de B), reacciona un grupo epóxido de A).

Componente B1)

Las poliaminas a base de triacetondiamina B1) son conocidas generalmente por la literatura. Como componente B1) se emplean preferentemente las siguientes aminas a base de triacetondiamina: 2,2,6,6-tetrametil-4-amino-piperidina (TAD), hexametilen-bis-(4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina), N-butil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N,N-dimetilaminopropil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-propil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-isopropil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-hidroxietil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-metoxietil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-metoxietil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N',N'-dimetilaminoetil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-morfolinoetil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-piperazinoetil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, 4-morfolino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina.

También se pueden emplear mezclas de las aminas a base de triacetondiamina B1) citadas anteriormente. Preferentemente se emplean 2,2,6,6-tetrametil-4-aminopiperidina (TAD) y/o hexametilen-bis-(4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina).

La cantidad de componente B1) empleada asciende generalmente a 5-65 %, preferentemente a 25-55 % en peso, de modo especialmente preferente 35-45 % en peso, referido a la cantidad total de B1) y B2).

Componente B2)

Como compuestos B2) son apropiadas en principio aquellas diaminas y poliaminas que contienen al menos 2 grupos amino. También se pueden emplear diaminas y poliaminas en mezclas con aminoalcoholes o polimercaptanos. Las di- o poliaminas B2) son conocidas en la literatura. Éstas pueden ser compuestos monoméricos, oligoméricos y/o poliméricos. Los compuestos monoméricos y oligoméricos se seleccionan preferentemente a partir del grupo diaminas, triaminas, tetraaminas. El grupo amina de las di- o poliaminas B2) puede estar unido a un átomo de carbono primario, secundario o terciario, preferentemente a un átomo de carbono primario o secundario.

Como componente B2) se emplean diaminas seleccionadas a partir de isoforondiamina (3,5,5-trimetil-3-aminometilciclohexilamina, IPD), 4,4'-diaminodiciclohexilmetano, 2,4'-diaminodiciclohexilmetano, 2,2'-diaminodiciclohexilmetano (también denominado PACM), por separado o en mezclas de isómeros, oxialquilenpoliaminas seleccionadas a partir de polioxipropilendiamina y polioxipropilentriamina, endurecedores de aducto a base de productos de reacción de compuestos epoxídicos y las aminas B2) citadas anteriormente, o una combinación de las aminas B2) citadas anteriormente. También se pueden emplear mezclas de estos compuestos.

De modo muy especialmente preferente, como componente B2) se emplea

a) isoforondiamina (3,5,5-trimetil-3-aminometilciclohexilamina, IPD),

b) y/o una combinación de isoforondiamina y polioxipropilendiamina y/o polioxipropilentriamina,

c) y/o endurecedores de aducto a base de productos de reacción de compuestos epoxídicos y las aminas B2) citadas anteriormente o combinación de las aminas B2) citadas anteriormente.

La proporción cuantitativa de componentes en b), isoforondiamina : polioxipropilenpoliamina y/o polioxipropilentriamina asciende generalmente a 10:90 hasta 90:10 % en peso, y preferentemente 20:80 a 40:60 % en peso.

Según la invención, como componente adicional a las diaminas y poliaminas se pueden emplear aminoalcoholes en mezclas en el componente B2). Como aminoalcoholes cítense a modo de ejemplo monoetanolamina, 3-amino-1-propanol, isopropanolamina, aminoetoxietanol, N-(2-aminoetil)etanolamina, N-etiletanolamina, N-butiletanolamina, dietanolamina, 3-(hidroxietilamino)-1-propanol, aminoalcohol de isoforona y diisopropanolamina. Los aminoalcoholes se pueden emplear por separado o como mezclas de varios aminoalcoholes junto con di- y poliaminas como componente B2).

Según la invención se pueden emplear también polimercaptanos como componente adicional a las diaminas y poliaminas en mezclas en el componente B2). Como mercaptanos, también llamados tioles, cítense, a modo de ejemplo, etanotiol, ditiotreitol, ditioeritritol, ditioglicolato de glicerilo, dimercaptoacetato de glicol, trimercaptoacetato de trimetilolpropano, tetramercaptoacetato de pentaeritritol, di(3-mercaptopropionato) de glicol, tri(3-mercaptopropionato) de trimetilolpropano, tetra(3-mercaptopropionato) de pentaeritritol, hexa(3-mercaptopropionato) de dipentaeritritol, tri(3-mercaptopropionato) de trimetilolpropano etoxilado (nombre comercial: Thiocure ETTMP 1300), tris[2-(3-mercaptopropioniloxi)etil]isocianurato. Se describen otros mercaptanos, a modo de ejemplo, en los

documentos EP394495A1, US4775733A1 y WO2007096425A2. Los mercaptanos se pueden emplear por separado o como mezclas de varios mercaptanos junto con di- y poliaminas como componente B2).

Adicionalmente a las di- y poliaminas citadas, las di- y poliaminas se pueden emplear junto con polifenoles como componente B2). Se citan ejemplos a tal efecto en "Epoxy Resins - Chemistry and Technology; Curing Agents and Modifiers; páginas 481-482, 2ª edición 1988". Los polifenoles se pueden emplear por separado o como mezclas de varios polifenoles junto con di- y poliaminas como componente B2).

La cantidad de componente B2) empleada asciende generalmente a 35-95 % en peso, preferentemente 45-75 % en peso, de modo especialmente preferente 55-65 % en peso, referido a la cantidad total de B1) y B2).

Componente C) acelerador de endurecimiento

Además, en caso dado se pueden añadir catalizadores para la reacción epoxi-amina. Se describen aceleradores apropiados en: H. Lee y K. Neville, Handbook of Epoxy Resins, McGraw-Hill, New York, 1967. Según la invención se emplean un 0,1 a un 10 % en peso, preferentemente un 0,1 a un 5 % en peso, de modo especialmente preferente un 0,5 a un 2,0 % en peso, referido a la cantidad total de componentes, de al menos un acelerador de endurecimiento.

Son ejemplos de aceleradores apropiados ácidos orgánicos, como ácido salicílico, ácido dihidroxibenzoico, ácido trihidroxibenzoico, ácido metilsalicílico, ácido 2-hidroxi-3-isopropilbenzoico o ácidos hidroxinaftoicos, ácido láctico y ácido glicólico, aminas terciarias, como bencildimetilamina (BDMA), 1,4-diazabiciclo[2,2,2]octano (DABCO), trietilamina, N,N‘-dimetilpiperazina o aminoetilpiperazina (AEP), hidroxilaminas, como dimetilaminometilfenol, bis(dimetilaminometil)fenol, 2,4,6-tris(dimetilaminometil)fenol (Ancamine K54), uronas, como 3-(4-clorofenil)-1,1-dimetilurea (monurona), 3-(3,4-diclorofenil-1,1-dimetilurea (diurona), 3-fenil-1,1-dimetilurea (fenurona), 3-(3-cloro-4-metilfenil)-1,1-dimetilurea (clorotolurona), tetraalquilguanidinas, como N,N,N',N'-tetrametilguanidina (TMG), imidazol y derivados, como 1H-imidazol, 1-metilimidazol, 2-metilimidazol, 1-bencil-2-metilimidazol, 2-etil-4-metilimidazol, 2-fenilimidazol, 2-fenil-4-metilimidazol, 1-vinilimidazol, 1-(2-hidroxietil)imidazol, 1,2-dimetilimidazol, 1-cianoetilimidazol y sus sales apropiadas, fenol y derivados, como t-butilfenol, nonilfenol, bisfenol-A o bisfenol-F, así como sales orgánicas o inorgánicas y compuestos complejos, como bromuro de metiltrifenilfosfonio, nitrato de calcio (acelerador 3130), o carboxilatos, sulfonatos, fosfonatos, sulfatos, tetrafluorboratos o nitratos de Mg, Ca, Zn y Sn. Es especialmente preferente el grupo de aminas terciarias.

Componente D) aditivos

La composición según la invención puede contener, en caso dado, aditivos. Se entiende por aditivos sustancias que se añaden generalmente para modificar las propiedades de la composición epoxídica en el sentido deseado, por ejemplo viscosidad, comportamiento de humectación, estabilidad, velocidad de reacción, formación de burbujas, capacidad de almacenaje o adherencia, y también para adaptar propiedades de empleo al fin de aplicación. Se describen aditivos apropiados, por ejemplo, en el documento WO 99/55772, páginas 15-25, y en "Plastics Additives; R. Gächter und H. Müller, Hanser Publishers 1983". Éstos se pueden añadir al componente A) o B).

De este modo, por ejemplo se pueden añadir agentes fotoprotectores, como por ejemplo aminas con impedimento estérico, u otros agentes auxiliares, como se describieron, por ejemplo, en el documento EP 669 353, en una cantidad total de un 0,05 a un 5 % en peso.

Para la producción de las composiciones reactivas según la invención se pueden añadir además aditivos como agentes dilatantes, por ejemplo polisiliconas, o agentes adhesivos, por ejemplo a base de acrilato. Adicionalmente pueden estar contenidos otros componentes de manera opcional.

Como agentes auxiliares y aditivos se pueden emplear adicionalmente reguladores, plastificantes, estabilizadores y/o inhibidores.

Además se pueden añadir colorantes, cargas de escala nanométrica, endurecedores (rectificadores de viscosidad), agentes separadores, agentes ignífugos, pigmentos, agentes desecantes, agentes auxiliares humectantes, dispersantes y dilatantes, agentes adhesivos, estabilizadores UV, antiespumantes y aditivos reológicos.

También es objeto de la invención el empleo de una composición de resina epoxídica que contiene:

A) al menos un compuesto epoxídico

y

B) una composición de endurecedor constituida por:

B1) 5-65 % en peso de al menos una poliamina a base de triacetondiamina

y

B2) 35-95 % en peso de al menos otra diamina y/o poliamina seleccionada a partir de isoforondiamina, 4,4‘-diaminodiciclohexilmetano, 2,4‘-diaminodiciclohexilmetano, 2,2‘-diaminodiciclohexilmetano (PACM), por separado o en mezclas de isómeros, oxialquilenpoliaminas seleccionadas a partir de polioxipropilendiamina y/o polioxipropilentriamina,

endurecedores de aducto a base de productos de reacción de compuestos epoxídicos y las aminas B2) citadas anteriormente, o combinación de las aminas B2) citadas anteriormente,

variando la proporción estequiométrica de grupos epóxido de A) y el número de átomos de hidrógeno activos de los grupos funcionales de B) de 1:0,5 a 1:1,1, preferentemente 1:0,6 a 1:1,05, de modo especialmente preferente 1:0,95 a 1:1,05;

C) en caso dado al menos un acelerador de endurecimiento,

sumándose las cantidades de A)-C) para dar 100 % en peso,

D) en caso dado otros aditivos,

para la producción de compuestos.

También son objeto de la invención componentes compuestos, constituidos esencialmente por

1) al menos un soporte en forma de fibras, y en caso dado materiales de núcleo,

y

2) una composición de resina epoxídica que contiene:

A) al menos un compuesto epoxídico

y

B) una composición de endurecedor constituida por:

B1) 5-65 % en peso de al menos una poliamina a base de triacetondiamina

y

B2) 35-95 % de al menos otra diamina y/o poliamina seleccionada a partir de isoforondiamina, 4,4‘-diaminodiciclohexilmetano, 2,4‘-diaminodiciclohexilmetano, 2,2‘-diaminodiciclohexilmetano (PACM), por separado o en mezclas de isómeros,

oxialquilenpoliaminas seleccionadas a partir de polioxipropilendiamina y/o polioxipropilentriamina,

endurecedores de aducto a base de productos de reacción de compuestos epoxídicos y las aminas B2) citadas anteriormente, o una combinación de las aminas B2) citadas anteriormente,

variando la proporción estequiométrica de grupos epóxido de A) y el número de átomos de hidrógeno activos de los grupos funcionales de B) de 1:0,5 a 1:1,1, preferentemente 1:0,6 a 1:1,05, de modo especialmente preferente 1:0,95 a 1:1,05;

C) en caso dado al menos un endurecedor de endurecimiento,

sumándose las cantidades de A)-C) para dar 100 % en peso,

D) en caso dado otros aditivos.

Soporte en forma de fibras

El material soporte en forma de fibras empleado preferentemente según la invención está caracterizado por que los soportes en forma de fibras están constituidos en su mayor parte por vidrio, carbono, materiales sintéticos, como poliamida (aramida) o poliéster, fibras naturales o materiales fibrosos minerales, como fibras de basalto o fibras cerámicas, por separado, o por mezclas, o por varias capas de diversos tipos de fibras.

Los soportes en forma de fibras se presentan como tejidos textiles constituidos por material no tejido, género de punto, tejido de punto o tejido de punto por trama, envases no de malla, como tejidos, esterillas o entramados, como materiales de fibra larga o de fibra corta, por separado, o varias capas de diversos tipos.

En detalle se presenta la siguiente realización: el soporte en forma de fibras en la presente invención está constituido por material fibroso (también llamado frecuentemente fibras de refuerzo). En general es apropiado cualquier material del que estén constituidas las fibras, pero preferentemente se emplea material fibroso de vidrio, carbono, materiales sintéticos, como por ejemplo poliamida (aramida) o poliéster, fibras naturales o materiales fibrosos minerales, como fibras de basalto o fibras cerámicas (fibras oxídicas a base de óxidos de aluminio y/u óxidos de silicio). También se pueden emplear mezclas de tipos de fibras, como por ejemplo combinaciones de tejidos de fibras de aramida y vidrio, o fibras de carbono y vidrio.

Principalmente debido a su precio relativamente bajo, las fibras de vidrio son los tipos de fibra empleados más frecuentemente. En este caso, en principio son apropiados todos los tipos de fibras de refuerzo basados en vidrio (fibras de vidrio E, vidrio S, vidrio R, vidrio M, vidrio C, vidrio ECR, vidrio D, vidrio AR o fibras de vidrio huecas). Las fibras de carbono se emplean en general en materiales compuestos de alto rendimiento, en los que también es un factor importante la menor densidad en relación con la fibra de vidrio, en el caso de resistencia simultáneamente elevada. Las fibras de carbono (también fibras de carbón) son fibras producidas industrialmente a partir de materiales de partida que contienen carbono, que se transforman en carbono dispuesto a modo de grafito mediante pirólisis. Se diferencia entre tipos isótropos y anisótropos: las fibras isótropas poseen resistencias apenas reducidas y menor significado técnico, las fibras anisótropas muestran resistencias y rigideces elevadas, con alargamiento de rotura simultáneamente reducido. En este caso se denominan fibras naturales todas las fibras textiles y materiales fibrosos que se obtienen a partir de material vegetal y animal (por ejemplo fibras de madera, celulosa, algodón, cáñamo, yute, lino, sisal, bambú). Análogamente a las fibras de carbono, las fibras de aramida presentan un coeficiente de dilatación térmica negativo, es decir, se acortan en el caso de calentamiento. Su resistencia específica y su módulo de elasticidad son claramente menores que los de las fibras de carbono. En combinación con los coeficientes de dilatación positivos de la resina matriz se pueden fabricar componentes de alta exactitud dimensional. Frente a materiales sintéticos reforzados con fibras de carbono, la resistencia a la presión de materiales compuestos de fibras de aramida es claramente menor. Nombres comerciales conocidos para fibras de aramida son Nomex® y Kevlar® de DuPont, o Teijinconex®, Twaron® y Technora® de Teijin. Son especialmente apropiados y preferentes soportes de fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de aramida o fibras cerámicas. En el caso del material en forma de fibras se trata de un tejido textil. Son apropiados tejidos textiles constituidos por material no tejido, del mismo modo los denominados tejidos de punto, como tejido de punto y tejido de punto por trama, pero también envases no de malla, como tejidos, esterillas o entramados. Además se diferencia entre materiales de fibra larga y de fibra corta como soporte. Asimismo, según la invención son apropiados rovings e hilos. Todos los citados materiales son apropiados como soporte en forma de fibras en el ámbito de la invención. "Composites Technologien", Paolo Ermanni (versión 4), Script zur Vorlesung ETH Zürich, agosto 2007, capítulo 7, contiene una descripción general de fibras de refuerzo.

Materiales de núcleo

Son materiales de núcleo apropiados, por ejemplo: estructuras en forma de panal a base de papel impregnado, fibras de aramida o metales ligeros, por ejemplo aluminio, espumas a base de metales ligeros o materiales poliméricos termoplásticos o durómeros, como poliuretanos, poliolefinas, poliestireno, polimetacrilmida (PMI), por ejemplo Rohacell®, resinas fenólicas o resinas de cianato, así como materiales de madera, por ejemplo madera de balsa.

También es objeto de la invención un procedimiento para la producción de compuestos mediante los pasos de procedimiento:

I. Puesta a disposición de una composición reactiva que contiene

A) al menos un compuesto epoxídico

y

B) una composición de endurecedor constituida por:

B1) 5-65 % en peso de al menos una poliamina a base de triacetondiamina

y

B2) 35-95 % en peso de al menos otra diamina y/o poliamina seleccionada a partir de isoforondiamina, 4,4‘-diaminodiciclohexilmetano, 2,4‘-diaminodiciclohexilmetano, 2,2‘-diaminodiciclohexilmetano (PACM), por separado o en mezclas de isómeros,

oxialquilenpoliaminas seleccionadas a partir de polioxipropilendiamina y/o polioxipropilentriamina,

endurecedores de aducto a base de productos de reacción de compuestos epoxídicos y las aminas B2) citadas anteriormente, o una combinación de las aminas B2) citadas anteriormente,

variando la proporción estequiométrica de grupos epóxido de A) y el número de átomos de hidrógeno activos de los grupos funcionales de B) de 1:0,5 a 1:1,1, preferentemente 1:0,6 a 1:1,05, de modo especialmente preferente 1:0,95 a 1:1,05;

C) en caso dado al menos un endurecedor de endurecimiento,

sumándose las cantidades de A)-C) para dar 100 % en peso,

D) en caso dado otros aditivos;

II. impregnación de una estructura a partir de soportes en forma de fibras, y en caso dado otros materiales de núcleo con la composición de I. en un molde o una herramienta según un procedimiento de impregnación de resina líquida o impregnación de soportes en forma de fibras, y arrollado sobre un mandril,

III. endurecimiento de la composición reactiva para dar el componente compuesto y

IV. desmoldeo del componente acabado del molde.

En especial, también es objeto de la invención el empleo de los compuestos producidos según la invención en construcción de barcos y naval, en la técnica aeronáutica y astronáutica, en construcción de automóviles, para vehículos de dos ruedas, preferentemente motocicletas y bicicletas, en los sectores de automóvil, construcción (por ejemplo tubos), construcción de depósitos, técnica médica, deportes, industria eléctrica y electrónica, y en especial instalaciones de generación de energía, como instalaciones de energía eólica.

Las composiciones epoxídicas según la invención son apropiadas en especial para la producción de palas de rotor de instalaciones de energía eólica.

**Ejemplos**

Las sustancias de empleo utilizadas en los siguientes ejemplos se explican en la Tabla 1.

Tabla 1: sustancias de empleo

| Nombre comercial | Proveedor | Denominación química | Abreviatura |
|---|---|---|---|
| Triacetondiamina | Evonik Industries | 2,2,6,6-tetrametil-4-aminopiperidina | TAD |
| VESTAMIN® IPD | Evonik Industries | 3-aminometil-3,5,5-trimetilciclohexilamina | IPD |
| Jeffamine® D230 | Huntsman | Polioxipropilendiamina | D230 |
| D.E.R. ® 351 | Dow Chemical | Resina epoxi de bisfenol A/bisfenol F y epiclorhidrina | - |
| D.E.R. ® 731 | Dow Chemical | Butanodioldiglicidiléter | - |

Descripción de los procedimientos de análisis utilizados en los siguientes ejemplos:

Aumento de viscosidad, isotérmico

| | |
|---|---|
| Aparato: | Rheotec Rheometer RC 30 |
| Sistema de medición: | EWS30-CC25 DIN/FTK con vaso MB30-CC25 DIN/FTK |
| Cantidad de empleo: | 16 g |
| Temperado: | Termostato de circulación de frío Julabo F33-ME |

Aumento de temperatura de formulaciones de resina/endurecedor

| | |
|---|---|
| Aparato: | 3-Kanal-µP-Schreiber 4153 de la firma Yokogawa |
| Termoelementos: | NiCr-Ni -200°C a 1370°C |
| Cantidad de empleo: | 900 g |
| Temperado: | Termostato de circulación de frío Julabo F33-ME |
| Realización: | el termoelemento se coloca en el centro aproximadante a 1,5 cm de distancia en el método. El desarrollo de temperaturas se registra como curva temperatura-tiempo |

DSC

| | |
|---|---|
| Aparato: | Mettler DSC 1 |
| Parámetros: | Temperatura -30 a +250 °C, tasa de calefacción 10 K/ min |
| Determinación de la temperatura de transición vítrea (Tg): | Método de semietapa, punto medio DIN 51007 |

Determinación del rendimiento:

$$100 - \left( \frac{\text{Flujo de calor exotérmico tras endurecimiento x 100}}{\text{Flujo de calor exotérmico antes de endurecimiento}} \right)$$

**Ejemplo 1:**

En un depósito de agitación adecuado se preparó una carga de 50 g de VESTAMIN® IPD, 100 g de triacetondiamina, 100 g de Jeffamine® D230, 730 g de D.E.R. 351 y 80 g de D.E.R. 731, y se mezcló íntimamente en un Speedmixer modelo DAC 600.1 VAC-P de la firma Hauschild a 1200-1800 rpm. A continuación se determinó el

aumento de viscosidad de esta composición de resina epoxídica a 30ºC por vía isotérmica con el reómetro RC30 de la firma Rheotec. Además se determinó el aumento de temperatura a 23ºC. Además se realizó un análisis de endurecimiento. A tal efecto se pesaron 5 g de composición de resina epoxídica en una cubeta de aluminio (diámetro 50 mm) y se endureció la muestra 6 h en el armario secador de aire circulante a 70ºC. A continuación se determinaron conversión y Tg por DSC (máquina Mettler DSC 1). La tasa de calefacción ascendía a 10 K/min de - 30 a 250°C. Todos los resultados se representan en la Tabla 2.

**Ejemplo 2 (no según la invención)**

Del mismo modo que en el Ejemplo 1 se preparó una carga a partir de 75 g de VESTAMIN® IPD, 175 g de Jeffamine® D230, 718 g de D.E.R. 351 y 80 g de D.E.R. 731 en un depósito de agitación apropiado, y se mezcló íntimamente en un Speedmixer modelo DAC 600.1 VAC-P de la firma Hauschild a 1200 - 1800 rpm. Con esta composición de resina epoxídica se realizaron experimentos de aumento de viscosidad a 30ºC, de aumento de temperatura a 23ºC, así como un análisis de endurecimiento, del mismo modo que en el Ejemplo 1. Esta formulación mostraba ciertamente un buen desarrollo de Tg, pero alcanza viscosidades de 1000 mPas a 30 °C más rápidamente, y tiene, por consiguiente, una ventana de proceso menor. También se alcanzan temperaturas críticas en la reserva de resina de manera claramente más rápida, lo que conduciría a una interrupción prematura del proceso de impregnación. También estos resultados se representan en la Tabla 2.

**Ejemplo 3 (no según la invención)**

Del mismo modo que en el Ejemplo 1 se preparó una carga a partir de 250 g de triacetondiamina, 720 g de D.E.R. 351 y 80 g de D.E.R. 731 en un depósito de agitación adecuado, y se mezcló íntimamente en un Speedmixer modelo DAC 600.1 VAC-P de la firma Hauschild a 1200 - 1800 rpm. Con esta composición de resina epoxídica se realizaron experimentos de aumento de viscosidad a 30ºC, de aumento de temperatura a 23ºC, así como un análisis de endurecimiento, del mismo modo que en el Ejemplo 1. Esta formulación mostraba ciertamente una ventana de proceso muy ancha (se alcanzan 1000 mPas solo después de 4 h a 30°C) y en absoluto se dan temperaturas más elevadas en la reserva de resina. No obstante, el desarrrollo de Tg bajo las condiciones de un endurecimiento a 70ºC es completamente insatisfactorio, de modo que una composición de endurecedor puramente basada en TAD no proporciona piezas acabadas conformes con los requisitos exigidos. También estos resultados se representan en la Tabla 2.

Tabla 2:

| | Ejemplo 1 | Ejemplo 2 (no según la invención) | Ejemplo 3 (no según la invención) |
|---|---|---|---|
| Aumento de viscosidad @ 30 °C: | | | |
| Aumento de viscosidad | 173 mPas | 189 mPas | 174 mPas |
| Tiempo hasta 1000 mPas | 202 min | 180 min | 242 min |
| Aumento de temperatura @ 23 °C, | | | |
| Carga de 900 g | | | |
| Tiempo hasta 60 °C | 240 min | 170 min | --- no se alcanza |
| Análisis de endurecimiento: | | | |
| Conversión después de 6 h a 70 °C | 96 % | 97 % | 90 % |
| Temperatura de transición vítrea | 75°C | 71°C | 50°C |

**REIVINDICACIONES**

1.- Composición de resina epoxídica que contiene:

A) al menos un compuesto epoxídico

y

B) una composición de endurecedor constituida por:

B1) 5-65 % en peso de al menos una poliamina a base de triacetonadiamina

y

B2) 35-95 % en peso de al menos otra diamina y/o poliamina seleccionada a partir de isoforondiamina, 4,4'-diaminodiciclohexilmetano, 2,4'-diaminodiciclohexilmetano, 2,2'-diaminodiciclohexilmetano (PACM), por separado o en mezclas de isómeros,
oxialquilenpoliaminas seleccionadas a partir de polioxipropilendiamina y/o polioxipropilentriamina,
enduredores de aducto a base de productos de reacción de compuestos epoxídicos y las aminas B2) citadas anteriormente, o
combinación de las aminas B2) citadas anteriormente,

variando la proporción estequiométrica de grupos epóxido de A) y el número de átomos de hidrógeno activos de los grupos funcionales de B) de 1:0,5 a 1:1,1 preferentemente 1:0,6 a 1:1,05, de modo especialmente preferente 1:0,95 a 1:1,05;

C) en caso dado al menos un acelerador de endurecimiento,

sumándose las cantidades de A)-D) para dar 100 % en peso,

D) en caso dado otros aditivos.

2.- Composición de resina epoxídica según la reivindicación 1, caracterizada por que están contenidos compuestos epoxídicos A) seleccionados a partir de compuestos epoxídicos saturados, insaturados, alifáticos, cicloalifáticos, aromáticos o heterocíclicos, y éstos pueden presentar también grupos hidroxilo.

3.- Composición de resina epoxídica según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que están contenidos compuestos epoxídicos A) seleccionados a partir de glicidiléteres, glicidilésteres, epóxidos alifáticos, diglicidiléteres a base de bisfenol A y/o bisfenol F, metacrilatos de glicidilo.

4.- Composición de resina epoxídica según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que están contenidos compuestos epoxídicos A) seleccionados a partir del grupo que comprende resinas epoxídicas a base de diglicidiléter de bifenol A, resinas epoxídicas a base de diglicidiléter de bisfenol F, 4,4'-metilen-bis[N,N-bis(2,3-epoxipropil)anilina], diglicidiléter de hexanodiol, diglicidiléter de butanodiol, triglicidiléter de trimetilolpropano, triglicidiléter de 1,2,3-propanotriol, tetraglicidiléter de pentaeritrita, diglicidiléster de ácido hexahidroftálico, tipos de reinas epoxídicas alifáticas o cicloalifáticas.

5.- Composición de resina epoxídica según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que están contenidas poliaminas a base de triacetondiamina B1) seleccionadas a partir de 2,2,6,6-tetrametil-4-amino-piperidina (TAD), hexametilen-bis-(4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina), N-butil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N,N-dimetilaminopropil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-propil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-isopropil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-hidroxietil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-metoxietil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-metoxietil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N',N'-dimetilaminoetil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-morfolinoetil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-piperazinoetil-4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, 4-morfolino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina.

6.- Composición de resina epoxídica según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que como componente B2) se emplean

a) isoforondiamina,

b) y/o una combinación de isoforondiamina y polioxipropilendiamina y/o polioxipropilentriamina,

c) y/o endurecedores de aducto a base de productos de reacción de compuestos epoxídicos y las aminas B2) citadas anteriormente o combinación de las aminas B2) citadas anteriormente.

7.- Composición de resina epoxídica según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que como acelerador de endurecimiento C) están contenidas aminas terciarias.

8.- Empleo de una composición de resina epoxídica según al menos una de las reivindicaciones precedentes para la producción de compuestos.

9.- Componentes compuestos constituidos esencialmente por

1) al menos un soporte en forma de fibras, y en caso dado materiales de núcleo, y

2) una composición de resina epoxídica según al menos una de las reivindicaciones precedentes 1 a 7.

10.- Procedimiento para la producción de compuestos según la reivindicación 9 mediante los pasos de procedimiento:

I. puesta a disposición de una composición según la reivindicación 1,

II. impregnación de una estructura a partir de soportes en forma de fibras, y en caso dado otros materiales de núcleo con la composición de I. en un molde o una herramienta según un procedimiento de impregnación de resina líquida o impregnación de soportes en forma de fibras, y arrollado sobre un mandril,

III. endurecimiento de la composición reactiva para dar el componente compuesto y

IV. desmoldeo del componente acabado del molde.

11.- Empleo de los compuestos según la reivindicación 9 en construcción de barcos y naval, en la técnica aeronáutica y astronáutica, en construcción de automóviles, para vehículos de dos ruedas, preferentemente motocicletas y bicicletas, en los sectores de automóvil, construcción, técnica médica, deportes, industria eléctrica y electrónica, instalaciones de generación de energía.

12.- Empleo de los compuestos según la reivindicación 9 para la producción de palas de rotor de instalaciones de energía eólica.