

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 10557

(54) Compositions à fonctions anhydride d'acide et son application en tant que réticulant de résines de polyester et/ou d'époxyde.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). C 08 G 67/04, 63/40; C 09 D 3/64.

(22) Date de dépôt..... 12 mai 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 52 du 24-12-1981.

(71) Déposant : RHONE-POULENC INDUSTRIES, résidant en France.

(72) Invention de : Jacques Meyer et Daniel Bernelin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Bernard Robineau, service brevets chimie et polymères,
B. P. 753, 75360 Paris Cedex 08.

COMPOSITION A FONCTIONS ANHYDRIDE D'ACIDE
ET SON APPLICATION EN TANT QUE RETICULANT
DE RESINES DE POLYESTER ET/OU D'EPOXY

5 La présente invention concerne une nouvelle composition à fonctions anhydride d'acide et son application en tant que réticulant pour des résines. Plus particulièrement, elle concerne l'application de la nouvelle composition à fonctions anhydride d'acide en tant que réticulant de résine de polyester à prédominance de fonctions hydroxyle et/ou de résine d'époxyde.

10 L'emploi de peintures en poudre a tendance à se généraliser, aussi a-t-on proposé de mettre en oeuvre, en tant que liant, différentes résines, le plus souvent associées à des réticulants. Toutefois, les revêtements obtenus à l'aide de ces peintures présentent certains inconvénients. C'est ainsi que les revêtements, dont les liants sont des polyesters saturés à terminaisons hydroxyle, réticulés par des éthers d'hexaméthylolmélamine, ont peu de tenue aux solvants et à l'extérieur et possèdent des propriétés
15 mécaniques faibles. Ces mêmes polyesters, réticulés par les isocyanates, conduisent à des revêtements dont la tenue aux solvants est très faible, et de plus, si l'isocyanate est aromatique, le revêtement jaunit en présence de rayons ultraviolets. Si les liants sont des polyesters saturés à terminaisons acides, réticulés par
20 des résines époxydes, les revêtements présentent un mauvais état de surface.

Dans les compositions pour peintures en poudre dont le réticulant est un anhydride ou un polyanhydride, on recherche essentiellement pour obtenir un aspect de surface régulier du feuil
25 de peinture réticulé sur son support, à ce que les deux constituants du liant présentent, lors de l'élaboration de la peinture et de la mise en oeuvre par fusion à chaud sur le support à revêtir et avant réticulation, des intervalles de température de ramollissement et des viscosités du même ordre de grandeur et bien entendu
30 les plus faibles possibles, compatibles toutefois avec l'aptitude du liant initial ou de ses éléments à donner une poudre commercialement valable, c'est-à-dire ne présentant pas l'aptitude à se réagglomérer au stockage, ledit réticulant devant en plus présenter

une réactivité élevée, ceci afin d'obtenir en un temps court de réticulation des propriétés mécaniques élevées du feuil réticulé de peinture.

5 Dans les demandes de brevets français publiées n°2.295.990 et n° 2.407.909, la demanderesse a décrit des compositions contenant un dianhydride à fonctions ester obtenues par réaction de l'anhydride trimellitique (TMA) avec un diol dans un rapport molaire anhydride trimellitique/diol inférieur à deux et leur application en tant que réticulant dans des compositions pour
10 peinture en poudre comprenant une résine de polyester saturé à fonctions hydroxyle ou une résine d'époxy.

15 La demanderesse a maintenant trouvé de nouvelles compositions à fonctions anhydride utilisables en tant que réticulants pour des résines de polyester hydroxylé et/ou des résines d'époxy permettant, par rapport aux compositions de réticulants connus à fonctions anhydride, d'obtenir des compositions de peinture de faible viscosité à l'état fondu, lesdites peintures présentant une réactivité élevée, acceptant un taux élevé de charges et de pigments et fournissant un aspect de surface du feuil réticulé de
20 brillance comparativement plus élevée.

25 La présente invention concerne donc une nouvelle composition à fonctions anhydride d'acide, caractérisée en ce qu'elle est obtenue par réaction sous chauffage d'anhydride trimellitique avec un mélange d'un ou plusieurs diols et d'un ou plusieurs polyols de fonctionnalités supérieures à deux, ou avec un ou plusieurs polyols de fonctionnalités supérieures à deux.

30 La présente invention concerne également un procédé d'obtention desdites compositions à fonctions anhydride d'acide et des compositions pour liants de peinture en poudre contenant lesdites compositions et au moins une résine saturée réticulable choisie parmi des résines de polyester saturé à fonctions hydroxyle et/ou des résines d'époxyde.

Elle concerne également l'application desdits liants pour peinture à la fabrication de feuil réticulés de peinture.

35 Les compositions à fonctions anhydride selon l'invention permettent, lors du mélange par fusion avec lesdites résines, d'obtenir un mélange homogène fournissant sur le feuil réticulé de

peinture des propriétés mécaniques constantes et reproductibles, pour des durées de cuisson courtes. De même elles permettent d'obtenir, par réticulation à des températures allant jusqu'à 280°C des revêtements qui présentent une excellente tenue aux solvants, au vieillissement à l'extérieur et aux rayonnements, et un aspect de surface très satisfaisant, et une brillance comparativement plus élevée pour un taux de charge supérieur.

Selon l'invention, les nouvelles compositions à fonctions anhydride d'acide sont préparées par réaction sous chauffage d'anhydride trimellitique avec un mélange d'un ou plusieurs diols, et d'un ou plusieurs polyols de fonctionnalités supérieures à deux. En tant que diol utilisé dans l'invention, on met en oeuvre un diol aliphatique ou cyclo aliphatique à chaîne droite ou ramifiée contenant de 2 à 10 atomes de carbone tels que par exemple l'éthylène glycol, le propylène glycol, le diéthylène glycol, le dipropylène glycol, le néopentyl glycol, le cyclohexane diméthanol, utilisés seuls ou en mélange de deux ou plusieurs d'entre eux. En tant que polyol de fonctionnalité supérieure à deux, on utilise à titre d'exemple des polyols tels que le glycérol, le triméthylolpropane, le trihydroxyéthylisocyanurate, le pentaérythritol, le sorbitol, etc ..., utilisés seuls ou en mélange de deux ou plusieurs d'entre eux.

Le rapport molaire diol/polyol de la partie hydroxylée entrant en réaction avec l'anhydride trimellitique peut être compris entre 0 et 100, de préférence entre 0 et 10. Le rapport molaire de l'anhydride trimellitique au diol et au polyol ou au polyol utilisés pour la réaction de fabrication de la nouvelle composition est tel que l'on reste dans les limites permises par la loi de Flory en fonction du degré d'avancement de la réaction et du taux de ramification afin de ne pas aboutir à une gélification prématurée de la composition lors de sa préparation - voir à ce sujet Turner Alfrey - Mechanical Behavior of High Polymers - Interscience Publishers - Volume VI, page 268. Il y a lieu également de tenir compte des réactions parasites possibles qui modifieraient les fonctionnalités des réactifs hydroxylés.

C'est ainsi que dans le cas du glycérol, et pour un rapport molaire diol/triol de zéro, il est possible d'aboutir à une composition à

fonctions anhydride d'acide qui soit fusible pour un rapport molaire TMA/glycérol de 3, avec un indice d'acide en milieu aqueux de 522 et un indice d'acide en milieu alcoolique de 328.

5 Le cas échéant, une fraction de l'anhydride trimellitique peut être remplacée par un acide ou un anhydride dicarboxylique.

10 La réaction de préparation de la nouvelle composition à fonctions anhydride s'effectue à une température généralement comprise entre 180 et 300°C, de préférence entre 220 et 280°C, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de dégagement d'eau ou plus précisément jusqu'à ce que l'on obtienne le titre en fonctions anhydride recherché, lequel est exprimé par la différence entre l'indice d'acide en milieu aqueux et l'indice d'acide en milieu alcoolique de la masse réactionnelle. Habituellement, la durée de réaction est comprise entre 4 et 6 heures dans l'intervalle de température
15 indiqué. Le cas échéant, l'eau formée par anhydrisation au cours de la réaction peut être entraînée au moyen d'un débit de gaz inerte tel que l'azote, par azéotropie ou par mise sous vide. Les réactifs sont généralement introduits conjointement en début de réaction ou bien ils peuvent être introduits séparément. C'est ainsi que le
20 polyol peut être introduit au cours de la réaction entre l'anhydride trimellitique et le diol. Dans une autre variante, l'anhydride trimellitique est tout d'abord fondu dans le réacteur à 210°C puis on y introduit progressivement le diol et le polyol. Selon cette variante, on constate un effet exothermique lors de l'introduction des réactifs hydroxylés. Après quoi, en fin de réaction, le
25 produit final est coulé, refroidi et broyé.

Sans vouloir se relier à une théorie, on pense que lors du mélange des réactifs, la première réaction impliquée est la destruction par ouverture des fonctions anhydride du TMA par les
30 fonctions hydroxyle du diol et du polyol pour fournir des unités monomères à fonctions ester et acide carboxylique, réaction suivie, le cas échéant, d'une estérification des fonctions hydroxyle en excès par rapport aux fonctions anhydride selon le rapport molaire TMA/polyol + diol utilisé. Ensuite il se produit des anhydrisations
35 des unités monomères et entre les unités monomères, anhydrisations positionnées différemment de celle de l'anhydride trimellitique de départ. Ceci peut être confirmé par les différences entre les indi-

ces d'acide en milieu aqueux et alcoolique. C'est ainsi que dès la fin de la première réaction indiquée ci-dessus, la différence des indices est nulle ce qui implique l'absence de fonctions anhydride. Au fur et à mesure de l'avancement de la réaction et du départ de l'eau, il se produit au cours du temps une différence des indices laquelle augmente en fonction du temps ce qui est représentatif de la formation de fonctions anhydride.

Les compositions à fonctions anhydride obtenues présentent des intervalles de température de ramollissement compris entre 60 et 150°C, de préférence entre 80 et 110°C, selon la méthode bille et anneau, et des indices d'acide en milieu aqueux et alcoolique variables selon les rapports molaires utilisés et le degré d'avancement de la réaction d'anhydrisation. C'est ainsi, qu'à titre d'exemple pour le produit de réaction de 2 moles de TMA, 0,7 mole d'éthylène glycol et 0,2 mole de glycérol, on obtient aisément un indice d'acide aqueux de 540 et un indice d'acide alcoolique de 310.

Les nouvelles compositions à fonctions anhydride de la présente invention, trouvent application en tant que réticulants dans des compositions pour liants de peinture en poudre, associées avec des résines saturées réticulables de polyesters hydroxylés et/ou des résines d'époxyde.

Les résines de polyester saturé réticulable utilisables conjointement avec lesdites compositions à fonctions anhydride sont des produits solides présentant un intervalle de température de ramollissement compris entre 60 et 130°C, de préférence entre 70 et 100°C, selon la méthode bille et anneau, un indice d'hydroxyle compris entre 100 et 200 et un indice d'acide le plus faible possible, de préférence inférieur à 10.

La résine de polyester mise en oeuvre est préparée de façon en soi connue, par réaction d'un acide dicarboxylique aromatique ou d'un ester d'alkyle inférieur d'acide dicarboxylique aromatique avec un diol, en proportions théoriques suivant l'indice d'hydroxyle à obtenir.

Les acides dicarboxyliques aromatiques sont représentés plus particulièrement par les acides téréphtalique, isophtalique employés seuls ou en mélange entre eux, ou avec des acides

dicarboxyliques aliphatiques saturés, tels que les acides adipique, succinique ou sébacique.

5 En outre, pour augmenter le nombre des ramifications dans le polyester, il est possible d'associer aux acides dicarboxyliques des acides à plus de deux fonctions carboxyliques aromatiques ou aliphatiques, parmi lesquels on peut citer l'acide et l'anhydride trimellitique, l'acide et l'anhydride pyromellitique, l'acide butanetétracarboxylique.

10 Parmi les diols à mettre en oeuvre pour obtenir le polyester, sont à mentionner : l'éthylène glycol, le diéthylène glycol, le propylène glycol, le dipropylène glycol, les butanediols, le bishydroxyéthylbisphénol A, le néopentyl glycol, le bisphénol A hydrogéné. Ces diols sont employés seuls ou en mélange entre eux avec d'autres diols.

15 Afin d'augmenter le nombre des ramifications, ainsi que le nombre de groupes terminaux hydroxyle du polyester, il est recommandé d'associer aux diols des triols, tels que le glycérol, le triméthylolpropane, le trihydroxyéthylisocyanurate, le pentaérythritol, le sorbitol.

20 Il est bien évident que, pour éviter la réticulation du polyester, lors de sa préparation, la mise en oeuvre de produits possédant plus de deux fonctions acide ou plus de deux fonctions alcoolique ne peut se faire que dans les limites données par la loi de Flory (Turner Alfrey, Mechanical Behavior of High Polymers, Interscience Publishers, volume VI, page 268).

25 Comme polyester on peut également mettre en oeuvre un polyester obtenu par réaction de polytéréphtalate d'éthylène glycol de haut poids moléculaire en granulés, films, fibres, etc ... avec un triol tel que glycérol, triméthylolpropane, trihydroxyéthylisocyanurate.

30 Dans une autre variante, les compositions de l'invention conjointement au réticulant contiennent une résine saturée d'époxyde qui sont des produits connus de condensation d'un diphénol tel que le 2,2-(4-hydroxyphényl)-propane et d'une épihalohydrine telle que l'épichlorhydrine, le rapport molaire de l'épichlorhydrine ou diphénol étant en général compris entre 1,2 et 1,5 et qui sont préparées selon des procédés connus. Les résines époxyde utilisées

35

5 dans les compositions de l'invention sont des masses solides dont le point de fusion mesuré selon la méthode bille et anneau est compris entre 60 et 130°C, de préférence entre 80 et 110°C, et dont l'indice d'époxy est compris entre 400 et 1500, de préférence entre 500 et 1000. Ces produits sont connus dans le commerce.

10 A titre indicatif et non limitatif, des résines représentatives sont les résines d'époxyde d'équivalent époxy compris entre 850 et 950 tel que décrit par S.T. Harris - The Technology of powder coatings - Portcullis Press Londres - 1976 - Pages 16 et 17, comme par exemple les résines vendues commercialement par la Société CIBA GEIGY sous la dénomination Araldite 7004, la résine DER 664 U vendue par la Société DOW et la résine vendue sous la dénomination EPIKOTE 1004 par la Société Shell Chemical.

15 Dans une autre variante encore, les compositions de liants de peinture de l'invention contiennent, outre le réticulant, un mélange de résine de polyester saturé à fonctions hydroxyle et une résine d'époxy afin d'obtenir sur le feuil de peinture les propriétés inhérentes aux deux familles de résines précitées.

20 Les compositions pour liant de peinture en poudre de l'invention sont réticulables par polyaddition et polycondensation à des températures comprises entre 140 et 280°C, pendant des temps allant de 2 à 40 minutes.

25 Dans les peintures en poudre dont le liant est une composition selon l'invention, la résine saturée et la nouvelle composition à fonctions anhydride sont présentes en quantités respectives telles que le rapport des fonctions anhydride aux fonctions réactives de la ou des résines soit compris entre 1 et 1,7, de préférence entre 1,1 et 1,5.

30 Les peintures en poudre contiennent, outre les liant ci-dessus mentionnés, des agents d'étalement en quantité comprise entre 0,1 et 3 % en poids de composition, tels que des polymères acryliques, des additifs connus dans l'industrie des peintures tels que des pigments, des colorants, des charges. De même, elles peuvent contenir des agents permettant des propriétés mécaniques élevées pour des cadences industrielles plus rapides comme enseigné dans les demandes de brevets français n° 2.401.205 et n° 2.432.541.

35 On prépare les peintures en poudre selon l'invention en

mélangeant simplement les constituants selon un ordre ou des combinaisons quelconques. Par exemple, on peut mélanger au préalable la résine et le réticulant par une opération de fusion à une température inférieure en général à 120°C, de préférence inférieure à 100°C, pendant un temps court, au moyen d'un mélangeur interne, d'une extrudeuse ou d'un appareil du genre Büss, puis refroidir et concasser le liant, ensuite y incorporer les adjuvants dans une opération de mélange à sec, puis pratiquer une nouvelle opération de mélange par fusion comme précédemment. De même on peut associer divers constituants les uns aux autres préalablement à l'opération finale de mélange par fusion. Il est en général préférable de mélanger à sec tous les constituants solides conjointement puis d'homogénéiser par fusion des constituants organiques. Le produit résultant de la fusion est ensuite concassé, broyé et tamisé à une dimension de particules n'excédant pas en général 100 microns. On applique les mélanges ainsi obtenus selon des procédés connus tels que le lit fluide, la puvérisation électrostatique sur des matériaux thermiquement résistants, préalablement dégraissés, tels que des pièces métalliques ou céramiques, puis on procède à la réticulation à des températures de 140 à 280°C pendant 2 à 40 minutes. L'épaisseur moyenne du revêtement obtenu sur le support est généralement comprise entre 30 et 120 microns.

Les compositions de l'invention permettent d'obtenir des revêtements présentant des propriétés mécaniques élevées telles que la résistance au choc, à la pliure, de même que des propriétés chimiques élevées telles que la résistance aux solvants.

Les peintures en poudre dont le liant est une composition selon l'invention trouvent leur application dans l'industrie de l'automobile, du bâtiment, de la machine agricole en tant que revêtements de surfaces métalliques.

Les exemples suivants sont donnés à titre illustratif et non limitatif de la mise en oeuvre de l'invention, les parties étant exprimées en poids sauf indication contraire.

Les revêtements présentent les caractéristiques suivantes :

- Epaisseur : 40 à 100 μm
- Aspect de surface : bonne tension de surface ; surface brillante,

mate ou satinée selon l'effet recherché

- Tenue à la méthyléthylcétone : (une goutte de méthyléthylcétone est déposée sur le revêtement, puis on frotte à cet endroit avec l'ongle, le temps nécessaire pour enlever le revêtement) : temps de tenue exprimé en minutes
- Vieillissement accéléré : (exposition dans un xenotest et notation du début de jaunissement) : supérieur à 2500 heures
- Emboutissage : (norme française T 30019)
- Résistance au choc : (norme française T 30039 pour une masse de 1 kg tombant de 100 cm)
- Pliage : (norme ASTM D 522-60) pliage sur mandrin conique d'une plaque.

Les compositions de l'invention sont des liants de peintures particulièrement appropriés dans les industries de l'automobile, de l'électro-ménager, de la machine agricole, de la plomberie.

EXEMPLE 1 :

Préparation de nouvelles compositions à fonctions anhydride d'acide

1°/ On fait réagir à 240°C pendant six heures sous atmosphère d'azote :

- Anhydride trimellitique : 2 moles 384 g
- Ethylène glycol : 0,7 mole 43,4 g
- Glycérol : 0,2 mole 18,4 g

Après la fin de la réaction, le produit est coulé, refroidi et broyé. Il présente les caractéristiques suivantes :

- Indice d'acide aqueux 540
- Indice d'acide alcoolique 310
- Point de fusion (bille et anneau) .. 84°C

2°/ On place dans un réacteur 576 g (3 moles) d'anhydride trimellitique que l'on chauffe à fusion à 210°C. On y ajoute ensuite sous atmosphère d'azote 92 g (1 mole) de glycérol. Il se produit une exothermicité. Ensuite la masse réactionnelle est portée à 230°C et mise à réagir pendant 6 heures.

Après la fin de la réaction, le produit est coulé, refroidi et broyé. Il présente les caractéristiques suivantes :

- Indice d'acide aqueux 522
- Indice d'acide alcoolique 328
- Point de fusion (bille et anneau).... 120°C

3°/ On prépare de la même façon que ci-dessus en 2/ un produit à fonctions anhydride d'acide par réaction de 576 g (3 moles) d'anhydride trimellitique et 261 g (1 mole) de trihydroxy-éthylisocyanurate. Toutefois la réaction se réalise à 270°C pendant 5 heures. Le produit final obtenu présente les caractéristiques suivantes :

- Indice d'acide aqueux 402
- Indice d'acide alcoolique 234
- Point de fusion (bille et anneau).... 140°C

4°/ On prépare une composition selon l'invention par réaction de 2 moles (384 g) d'anhydride trimellitique, de 0,7 mole (43,4 g) d'éthylène glycol et de 0,15 mole (20,40 g) de pentaérytritol.

On mélange tout d'abord à froid l'anhydride trimellitique et le pentaérythritol, puis on chauffe à 230°C. Il se produit une exothermicité et le mélange devient fluide. Ensuite on y ajoute l'éthylène glycol et on poursuit la réaction à la même température pendant 6 heures. Le produit est coulé, refroidi et broyé.

Il présente les caractéristiques suivantes :

- Indice d'acide en milieu aqueux 553
- Indice d'acide en milieu alcoolique . 309
- Point de fusion (bille et anneau) ... 88°C

Les produits précédents sont mis en oeuvre en tant que réticulants dans les exemples 3 et 4.

EXEMPLE COMPARATIF 1 :

Préparation d'une composition à fonctions anhydride selon le brevet français 2.295.990

On fait réagir dans les mêmes conditions que dans l'exemple 1 ci-dessus :

- Anhydride trimellitique : 2 moles 384 g
- Ethylene glycol : 1 mole 62 g

On obtient un produit solide présentant les caractéristiques suivantes :

- 5
- Indice d'acide en milieu aqueux 540
 - Indice d'acide en milieu alcoolique 321
 - Point de fusion (bille et anneau) 78°C

EXEMPLE 2 :

Préparation d'une résine de polyester saturé

10 On fait réagir à 220°C pendant 10 heures sous atmosphère d'azote :

- 15
- Acide téréphtalique 1 mole
 - Propylène glycol 0,8 mole
 - Néopentyl glycol 0,35 mole
 - Pentaérythritol 0,15 mole

Après la fin de la réaction, le produit est coulé, refroidi et broyé.

Les caractéristiques du produit obtenu sont les suivantes :

- 20
- Indice d'acide 5
 - Indice d'hydroxyle 180
 - Point de fusion (bille et anneau) 80°C

Cette résine hydroxylée sert à préparer les compositions pour peinture des exemples suivants.

25 EXEMPLE 3 :

Compositions pour peinture

On prépare quatre formulations pour peinture en poudre A, B, C, D, les formulations A et C étant des compositions témoin, selon les recettes suivantes du tableau I.

TABLEAU I

Compositions pour peinture	A	B	C	D
Constituants en parties en poids				
Résine polyester de l'exemple 2	100	100	100	100
Composition de polyanhy- dride témoin (exemple comparatif 1)	30	-	42	-
Composition de polyanhy- dride de l'invention (de l'exemple I-1)	-	30	-	42
Oxyde de titane rutile (1)	56	56	60	60
Agent d'étalement (2)	2	2	2	2
Oxyde de zinc (3)	1	1	1	1

(1) Marque commerciale KRONOS CL 220 vendu par la
Société Industrielle du Titane

(2) Acronal 4 F vendu par la Société BASF

(3) Qualité neige Codex

Il est à remarquer que les rapports pondéraux de la résine et des réticulants des compositions A et B correspondent sensiblement au rapport stoechiométrique des fonctions réactives.

5 Pour préparer une composition pour peinture en poudre, on procède de la façon suivante :

On réalise un mélange intime des composants pulvérulents, puis on extrude le mélange sur un mélangeur Büss à une température de 100°C. Le mélange est refroidi, broyé finement, puis tamisé à l'aide d'un tamis d'ouverture de maille 100 microns.

10 La poudre résultante est appliquée à l'aide d'un pistolet électrostatique (marque SAMES) sur une plaque d'acier (dégraissée au préalable) de dimensions 20 cm x 10 cm x 0,08 cm. Cette plaque est ensuite étuvée à 200°C pendant un temps de 12 minutes.

15 Après refroidissement, on mesure les propriétés des feuillets de peinture. Elles sont reportées dans le tableau II.

20 De même on apprécie la réactivité des peintures en poudre en enregistrant sur un spectromètre mécanique opérant par cisaillement (tel que l'appareil de Rheometrics Inc. - Modèle RMF 7220) et fonctionnant en enceinte isotherme à 200°C un diagramme G' (dyne/cm²) en fonction du temps (en minutes) qui exprime le comportement rhéologique d'un système résine/réticulant, G' étant le module élastique du système. La pente dG'/dt de la partie rectiligne de la courbe enregistrée pour une peinture en poudre exprime sa vitesse de réticulation. Voir à ce sujet M. J. Hannon, D. Rhum et K. F. Wissbrun - Journal of Coating Technology, volume 48 n° 621 - Octobre 1976 - pages 42-54. Dans le tableau II, les rapports dG'/dt des courbes obtenues sur les différentes peintures A, B, C, D sont également représentées.

TABLEAU II

:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:Carac-	: dG'/dt	:Epaisseur:	Emboutis-	Choc	:Pliage sur:	Tenue à:	:
:téris-	: dynes/	: en	: sage	: NFT	: mandrin	: la	:
:tique	: cm ² /mn	: microns	: Erichsen	: 30039	: ASTM	: méthyl-	:
:	:	:	:NFT 30019	: kgcm	: D 522-60	:éthyl-	:
:	:	:	:	:	:	:cétone	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:formule:	:	:	:	:	:	:	:
: A	: 0,8.10 ⁵	: 60	: 1 mm	: 0	: Ø > 38mm	: 15 sec	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:formule:	:	:	:	:	:	:	:
: B	: 10 ⁵	: 60	: 6,8 mm	: 50	: Ø < 3mm	: 3 mn	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:formule:	:	:	:	:	:	:	:
: C	: 10 ⁵	: 60	: 8 mm	: 40	: Ø < 3mm	: > 3mn	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:formule:	:	:	:	:	:	:	:
: D	: 1,6.10 ⁵	: 60	: 8 mm	: 100	: Ø < 3mm	: > 3mn	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:

L'examen du tableau précédent montre les points suivants :

a) A formulation de peinture équivalente, les nouveaux réticulants de l'invention (des formules B et D) sont plus réactifs vis-à-vis d'une même résine que les réticulants connus.

b) A la stoechiométrie des fonctions réactives, les nouveaux réticulants permettent d'obtenir des propriétés mécaniques pour des temps de cuisson plus courts. C'est ainsi qu'après 12 minutes de cuisson à 200°C la formulation témoin A n'est pas réticulée. Par comparaison pour obtenir avec la formulation témoin A des propriétés mécaniques équivalentes à celles obtenues en 12 minutes à 200°C avec la formulation B, il aurait fallu porter le temps de cuisson à 25 minutes à la même température.

c) L'utilisation d'un excès de réticulant (formulations C et D) permet d'obtenir dans le cas des réticulants de l'invention (formulation D) des propriétés mécaniques finales - et notamment de choc - nettement plus élevées que dans la formulation témoin C, toutes choses étant égales par ailleurs.

EXEMPLE 4 :

On réalise dans les mêmes conditions que dans l'exemple 3, une formulation pour peinture en poudre dont les ingrédients suivants :

- Résine de polyester de l'exemple 2	100 parties
- Composition de polyanhydride de l'exemple 1-4....	30 parties
- Oxyde de titane	56 parties
- Acronal 4 F	2 parties
- Oxyde de zinc	1 partie

Cette formulation correspond sensiblement à la stoechiométrie des fonctions réactives.

On utilise cette formulation dans les mêmes conditions que dans l'exemple 3 pour obtenir une peinture sur métal dont les caractéristiques suivantes :

- Réactivité : dG'/dt	$3,3 \cdot 10^5$ dynes/cm ² /mn
- Epaisseur	60 microns
- Emboutissage (Erichsen) ...	65 mm
- Résistance au choc	> 100 kgcm

- Pliage sur mandrin $\emptyset < 3 \text{ mm}$
- Résistance à la méthyl-
éthylcétone $> 3 \text{ mm}$

REVENDEICATIONS

- 5 1. Composition à fonctions anhydride d'acide, caractérisé en ce qu'elle est obtenue par réaction sous chauffage d'anhydride trimellitique avec un mélange d'un ou plusieurs diols et d'un ou plusieurs polyols de fonctionnalités supérieures à deux, ou avec un ou plusieurs polyols de fonctionnalités supérieures à deux.
2. Composition selon la revendication 1, caractérisée en ce que les diols utilisés sont des diols aliphatiques ou cycloaliphatiques à chaîne droite ou ramifiée contenant de deux à dix atomes de carbone.
- 10 3. Composition selon la revendication 2, caractérisé en ce que les diols sont choisis parmi l'éthylène glycol, le propylène glycol, le diéthylène glycol, le dipropylène glycol, le néopentylglycol, le cyclohexane diméthanol.
- 15 4. Composition selon la revendication 1, caractérisé en ce que les polyols de fonctionnalités supérieures à deux sont choisis parmi le glycérol, le triméthylolpropane, le trihydroéthylisocyanurate, le pentaérythritol et le sorbitol.
- 20 5. Composition selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le rapport molaire diols/polyols de la partie hydroxylée entrant en réaction avec l'anhydride trimellitique est compris entre zéro et cent, de préférence entre zéro et dix.
- 25 6. Composition selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le rapport molaire anhydride trimellitique/diols + polyols ou anhydride trimellitique/polyols est tel que l'on reste dans les limites de la loi de Flory en fonction du degré d'avancement de la réaction et du taux de ramification afin de ne pas aboutir à une gélification.
- 30 7. Composition selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est préparée à partir d'anhydride trimellitique et de glycérol dans un rapport molaire TMA/glycérol de 3.
- 35 8. Composition selon la revendication 7, caractérisée en ce qu'elle présente un indice d'acide en milieu aqueux de 522, un indice d'acide en milieu alcoolique de 328 et un point de fusion bilie et anneau de 120°C.

9. Composition selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est préparée à partir de 2 moles d'anhydride trimellitique, 0,7 mole d'éthylène glycol et 0,2 mole de glycérol.

5

10. Composition selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle présente un indice d'acide en milieu aqueux de 540, un indice d'acide en milieu alcoolique de 310 et un point de fusion bille et anneau de 84°C.

10

11. Composition selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est préparée à partir de 3 moles d'anhydride trimellitique et de 1 mole de trihydroxyéthylisocyanurate.

12. Composition selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'elle présente un indice d'acide en milieu aqueux de 402, un indice d'acide en milieu alcoolique de 234 et un point de fusion bille et anneau de 140°C.

15

13. Composition selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est préparée à partir de 2 moles d'anhydride trimellitique, 0,7 mole d'éthylène glycol et 0,15 mole de pentaérythritol.

20

14. Composition selon la revendication 13, caractérisée en ce qu'elle présente un indice d'acide en milieu aqueux de 553, un indice d'acide en milieu alcoolique de 309 et un point de fusion bille et anneau de 88°C.

25

15. Procédé de préparation d'une composition à fonctions anhydride selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'on chauffe l'anhydride trimellitique et le mélange de diols et de polyols ou le ou les polyols de fonctionnalités supérieures à deux à une température comprise entre 180 et 300°C, de préférence entre 220 et 280°C pendant un temps compris entre 4 et 6 heures.

30

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'eau formée au cours de la réaction est éliminée au moyen d'un gaz d'entraînement, par azéotropie ou par mise sous vide.

35

17. Composition pour peinture en poudre réticulable à la chaleur, caractérisée en ce qu'elle contient en tant que réticulant une composition à fonctions anhydride d'acide selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, et en tant que résine, une ou des résines choisies parmi des résines saturées de polyester à prédominance de fonctions hydroxyle et/ou des résines d'époxyde.

18. Composition pour peinture selon la revendication 17, caractérisée en ce que la résine saturée de polyester résulte de la réaction d'un acide dicarboxylique aromatique et d'un diol et le cas échéant, de polyols et/ou de polyacides de fonctionnalités supérieures à deux.

19. Composition selon la revendication 18, caractérisée en ce que la résine de polyester présente un point de ramollissement bille et anneau de 60 à 130°C, de préférence de 70 à 100°C, un indice d'hydroxyle compris entre 100 et 200, et un indice d'acide inférieur à 10, de préférence inférieur à 5.

20. Composition pour peinture en poudre selon la revendication 17, caractérisée en ce que la résine d'époxyde est un produit de condensation d'un diphénol et d'un épihalohydrine, présentant un point de ramollissement bille et anneau compris entre 60 et 130°C, de préférence entre 80 et 110°C et un indice d'époxy compris entre 400 et 1500, de préférence entre 500 et 1000.

21. Composition pour peinture en poudre selon l'une quelconque des revendications 17 à 20, caractérisée en ce que le rapport des fonctions anhydrides du réticulant aux fonctions réactives de la ou des résines est compris entre 1 et 1,7, de préférence entre 1,1 et 1,5.

22. Composition pour peinture en poudre selon l'une quelconque des revendications 17 à 21, caractérisée en ce qu'elle contient en plus des agents d'étalement, des charges, pigments et colorants et des agents d'accélération de la cuisson.

23. Procédé de préparation d'une peinture en poudre, caractérisée en ce que l'on mélange par fusion la composition à fonctions anhydride, la ou les résines réactives et les adjuvants à une température inférieure à 120°C, puis en ce que l'on refroidit, broye et tamise.

24. Procédé d'obtention sur un support thermiquement stable d'un feuil de peinture réticulé, caractérisé en ce que l'on chauffe sur ledit support une peinture en poudre selon l'une quelconque des revendications 17 à 22, à une température comprise entre 140 et 280°C, pendant un temps compris entre 2 et 40 minutes.