(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 621 920**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **87 14183**

(51) Int Cl⁴ : C 08 F 210/02; C 09 D 3/727 // C 08 F 210/02, 220:18, 220:20, 222:04.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 14 octobre 1987.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 16 du 21 avril 1989.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *SOCIETE CHIMIQUE DES CHARBONNAGES, société anonyme.* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Marius Hert ; Brigitte Labatut ; Jean Lebez.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Jean-Michel Lesne, Société Chimique des Charbonnages S.A., Service Propriété Industrielle.

(54) Polymères fonctionnalisés de l'éthylène applicables à l'enduction d'un métal et un procédé pour leur préparation.

(57) Polymères d'indice de fluidité compris entre 2 et 10 dg/min. comprenant des motifs A dérivés de l'éthylène, des motifs B dérivés d'un anhydride d'acide α,β-dicarboxylique éthyléniquement insaturé et le cas échéant des motifs C dérivés d'un acrylate ou méthacrylate d'alkyle dont le groupe alkyle contient de 1 à 12 atomes de carbone, caractérisés en ce que, pour 100 moles, ils comprennent : de 83 à 99,7 moles de motifs A, de 0,29 à 3 moles de motifs B, de 0 à 13,6 moles de motifs C, et en outre de 0,01 à 0,4 mole de motifs D dérivés d'au moins un poly(méth)acrylate de polyol.

Leur procédé de préparation consiste à copolymériser un mélange d'éthylène, d'anhydride d'acide α,β-dicarboxylique éthyléniquement insaturé, d'au moins un poly(méth)acrylate de polyol et, le cas échéant, d'au moins un (méth)acrylate d'alkyle, à une température comprise entre 140 et 280° C, sous une pression comprise entre 1000 et 2500 bars, en présence d'au moins un initiateur de radicaux libres, et est caractérisé en ce que, préalablement à la copolymérisation, le poly(méth)acrylate de polyol est dissous dans un solvant.

2 621 920 - A1

POLYMERES FONCTIONNALISES DE L'ETHYLENE APPLICABLES A L'ENDUCTION D'UN METAL ET UN PROCEDE POUR LEUR PREPARATION.

La présente invention concerne des polymères fonctionnalisés de l'éthylène applicables à l'enduction d'un métal et un procédé pour leur préparation.

On connaît déjà par le document FR-A-2.498.609 des polymères comprenant de 87 à 98,7 % en moles de motifs dérivés de l'éthylène, de 1 à 10 % en moles de motifs dérivés d'un (méth)acrylate d'alkyle dont le groupe alkyle a de 1 à 6 atomes de carbone et de 0,3 à 3 % en moles de motifs dérivés de l'anhydride maléïque. Conformément au document FR-A-2.505.859 ces polymères sont applicables, lorsque leur indice de fluidité est compris entre 2 et 10 dg/min., à l'enduction d'un métal sous la forme d'un film d'épaisseur comprise entre 10 et 500 μm. On obtient ainsi des matériaux résistant bien au pelage. Cependant ils présentent lors de cette opération un phénomène de retrait en largeur assez important qui rend difficile la conduite de la machine d'enduction. Le retrait en largeur est défini comme le rapport entre la différence (largeur de la filière - largeur du film) et la largeur de la filière.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre consiste à mettre au point des polymères capables, dans l'application à l'enduction d'un métal, de procurer une résistance au pelage satisfaisante tout en diminuant le phénomène de retrait en largeur.

La présente invention a pour premier objet des polymères d'indice de fluidité compris entre 2 et 10 dg/min. comprenant des motifs (A) dérivés de l'éthylène, des motifs (B) dérivés d'un anhydride d'acide α,β-dicarboxylique éthyléniquement insaturé et le cas échéant des motifs (C) dérivés d'un acrylate ou méthacrylate d'alkyle dont le groupe alkyle contient de 1 à 12 atomes de carbone, caractérisés en ce que, pour 100 moles, ils comprennent : de 83 à 99,7 moles de motifs (A), de 0,29 à 3 moles de motifs (B), de 0 à 13,6 moles de motifs (C) et en outre de 0,01 à 0,4 moles de motifs (D) dérivés d'au moins un poly(méth)acrylate de polyol.

L'indice de fluidité des polymères selon l'invention est déterminé selon la norme ASTM D-1238 à 190°C sous une charge de 2,16 kg. Il est de préférence compris entre 3 et 8 dg/min. Leur point de fusion cristalline est généralement compris entre 70 et 110°C et leur température de ramollissement Vicat est généralement comprise entre 40 et 90°C environ. Les points de fusion cristalline et les température de ramollissement Vicat sont d'autant plus bas que la teneur en motifs (C) est plus élevée.

Les polymères selon l'invention présentent généralement une masse moléculaire moyenne en poids de 50.000 à 150.000 et/ou un indice de polydispersité (défini comme le rapport de la masse moléculaire moyenne en poids à la masse moléculaire moyenne en nombre) compris entre 5 et 12 environ .

Par poly(méth)acrylate de polyol entrant dans la constitution des polymères selon l'invention on entend tout composé dérivant d'un polyol et comprenant au moins deux fonctions esters obtenues par estérification au moins partielle dudit polyol au moyen d'acide acrylique ou méthacrylique. Il peut s'agir d'un di(méth)acrylate de diol, triol, tétrol, etc., d'un tri(méth)acrylate de triol, tétrol, etc., d'un tétra(méth)acrylate d'un polyol ayant au moins 4 fonctions alcool. On peut citer les diacrylates et diméthacrylates de l'éthylèneglycol, du propylèneglycol, du 1,4-butanediol, du 1,6-hexanediol, du diéthylèneglycol, du dipropylèneglycol, du triéthylèneglycol, du tripropylèneglycol, du tétraéthylèneglycol, du tétrapropylèneglycol, du triméthylolpropane, du glycérol, du pentaérythritol, les triacrylates et triméthacrylates du triméthylolpropane, du glycérol, du pentaérythritol, les tétracrylates et tétraméthacrylates du pentaérythritol, les di-(méth)acrylates à hexa(méth)acrylates du dipentaérythritol.

Le (méth)acrylate d'alkyle pouvant, le cas échéant, entrer dans la constitution des polymères selon l'invention est notamment choisi parmi les acrylates et méthacrylates de méthyle, d'éthyle, de n-propyle, d'iso-propyle, de n-butyle, d'iso-butyle, de n-pentyle, de n-hexyle, d'éthyl-2-hexyle, de n-octyle, de n-décyle, de cyclohexyle. L'anhydride d'acide α,β-dicarboxylique éthyléniquement insaturé peut être notamment l'anhydride maléique, l'anhydride citraconique, l'anhydride itaconique et leurs homologues supérieurs alkylés.

La présente invention a pour deuxième objet un procédé de préparation des polymères définis ci-dessus par copolymérisation d'éthylène, d'anhydride d'acide α,β-dicarboxylique éthyléniquement insaturé, d'au moins un poly(méth)acrylate de polyol et, le cas échéant, d'au moins un (méth)acrylate d'alkyle, à une température T comprise entre 140 et 280°C environ, sous une pression P comprise entre 1000 et 2500 bars environ, en présence d'au moins un initiateur de radicaux libres, caractérisé en ce que, préalablement à la copolymérisation, le poly(méth)acrylate de polyol est dissous dans un solvant. Le procédé peut être mis en oeuvre selon un mode discontinu ou, avantageusement, selon un mode continu. Dans ce dernier cas le mélange soumis à la copolymérisation, entrant dans le réacteur de polymérisation, est composé, en régime stationnaire, de 97,8 à 99,97 % en moles d'éthylène, de 0,029 à 0,35 % en moles d'anhydride d'acide α,β-dicarboxylique insaturé,

de 0 à 1,8 % en moles de (méth)acrylate d'alkyle et de 0,001 à 0,05 % en moles de poly(méth)acrylate de polyol. Le solvant utilisé peut être un solvant inerte (c'est-à-dire qui ne copolymérise pas dans les conditions de mise en oeuvre du procédé selon l'invention) ayant une constante de transfert négligeable vis-à-vis de l'éthylène et ayant un point d'ébullition compris entre 100 et 250°C. Des exemples de tels solvants sont le carbonate de propylène, le diméthylformamide, etc. Le solvant utilisé peut également être, notamment dans le cas où le polymère obtenu contient des motifs dérivés d'au moins un (méth)acrylate d'alkyle, le méth)acrylate d'alkyle lui-même. Dans ces solvants, inertes ou non, le poly(méth)acrylate de polyol est soluble en toutes proportions ; on utilise avantageusement des solutions à une concentration de 50 à 500 g/l. La solution de poly(méth)acrylate de polyol peut être introduite directement dans le réacteur de polymérisation.

Lorsque le procédé est mis en oeuvre dans une installation comprenant un compresseur primaire d'éthylène ayant une pression de refoulement $P_1 < P$ (par exemple comprise entre 200 et 300 bars), relié à un compresseur secondaire relié directement au réacteur de polymérisation, la solution de poly(méth)acrylate de polyol est avantageusement introduite à l'aspiration du compresseur secondaire.

Selon une variante du procédé selon l'invention l'anhydride d'acide α,β-dicarboxylique insaturé est également dissous, avantageusement à une concentration de 50 à 500 g/l, dans un solvant tel que défini précédemment. Les solutions de poly(méth)acrylate de polyol et d'anhydride d'acide α,β-dicarboxylique insaturé peuvent être introduites directement dans le réacteur de polymérisation où à l'aspiration du compresseur secondaire ou bien l'une dans le réacteur et l'autre à l'aspiration du compresseur secondaire.

Selon une variante avantageuse du procédé selon l'invention, le poly(méth)acrylate de polyol et l'anhydride d'acide α,β-dicarboxylique insaturé sont dissous dans le même solvant pour former une solution unique introduite soit directement dans le réacteur de polymérisation soit à l'aspiration du compresseur secondaire.

Le réacteur de polymérisation utilisable pour la mise en oeuvre du procédé en mode continu selon l'invention peut être de type tubulaire ou autoclave et peut comprendre une ou plusieurs zones. Généralement le fond du réacteur est muni d'une vanne de détente permettant d'abaisser la pression par exemple jusqu'à environ 250 bars. Le mélange du polymère obtenu fondu et des monomères non consommés traverse ladite vanne de détente et est envoyé dans un séparateur fonctionnant sous moyenne pression. Le polymère est

recueilli au fond dudit séparateur tandis que les monomères non consommés sont recyclés, après refroidissement, à l'aspiration du compresseur secondaire. Le fond du séparateur moyenne pression peut être muni d'une vanne de détente reliée à une trémie basse pression au fond de laquelle on recueille le polymère, les gaz provenant de la trémie basse pression étant recyclés à l'aspiration du compresseur primaire. Comme mentionné plus haut, le compresseur secondaire est relié directement au réacteur de polymérisation ; sa pression de refoulement est donc égale à celle du réacteur, aux pertes de charge près.

Les initiateurs de radicaux libres utilisables selon l'invention sont les initiateurs utilisés de façon classique dans de tels procédés de polymérisation sous haute pression, tels par exemple les peroxydes, peresters et hydroperoxydes. On peut ainsi utiliser : le peroxydicarbonate de 2-éthylhexyle, le perbenzoate de tertiobutyle, l'éthyl-2 perhexanoate de tertiobutyle, les peroxydes de ditertiobutyle, d'isopropanoyle, de 3,5,5-triméthylhexanoyle.

On peut utiliser simultanément plusieurs initiateurs dans une même zone du réacteur. Le choix du ou des initiateurs est fonction de la température de polymérisation.

On peut également réaliser la copolymérisation en introduisant dans le mélange réactionnel un agent de transfert à une teneur par exemple comprise entre 0,01 et 0,2 % en volume de façon à contrôler la masse moléculaire et l'indice de fluidité du polymère obtenu. De tels agents de transfert sont par exemple l'hydrogène, les alcanes, tels le propane et le butane, les α-oléfines telles que notamment le propène et le butène-1, les aldehydes, les cétones.

Un troisième objet de la présente invention concerne un matériau complexe comprenant au moins une couche de métal enduite d'au moins une couche de film de polymère tel que décrit ci-dessus et d'épaisseur comprise entre 10 et 500 μm.

La couche de film de polymère peut être en outre revêtue d'au moins une couche de film de résine thermoplastique, telle que du polyéthylène, d'épaisseur généralement comprise entre 0,05 et 5 mm, qui constitue alors la couche externe du matériau complexe. Cette couche externe procure une protection élevée contre les dommages mécaniques et la pénétration de l'humidité.

Pour certaines utilisations particulières, le matériau complexe peut comprendre, entre la couche de métal et la couche de film de polymère une couche de résine destinée à améliorer l'accrochage, comprenant par

exemple une résine thermodurcissable telle qu'une résine époxyde. La résine époxyde, solide ou liquide à température ambiante, est alors mélangée avec un durcisseur, tel que par exemple anhydride ou polyaminoamide, et le cas échéant, un catalyseur de réticulation et appliquée à l'état liquide sur la couche de métal à revêtir, selon une épaisseur avantageusement comprise entre 10 et 200 µm.

Le procédé d'obtention dudit matériau complexe comprend l'enduction du film de polymère sur un support métallique, comportant le cas échéant une couche de résine améliorant l'accrochage, à une température comprise entre 140° et 300°C, la vitesse de défilement dudit support métallique étant comprise entre 1 et 400 mètres par minute. Le métal est par exemple l'aluminium (dans ce cas la vitesse de défilement est avantageusement comprise entre 40 et 400 mètres par minute) ou bien l'acier (dans le cas de tubes d'acier la vitesse de défilement est généralement de 1 à 10 mètres par minute). Le support métallique est sous forme de plaque, de feuille ou de tube et a une épaisseur d'au moins 25 µm. L'enduction est réalisée avantageusement au moyen d'une filière plate. Lorsque le matériau complexe comporte, comme couche externe, une couche de film de résine thermoplastique, celle-ci est avantageusement formée par co-enduction au moyen d'une seconde filière plate placée en retrait de la première. La présence, dans les polymères selon l'invention, de motifs dérivés de poly(méth)acrylate de poyol permet de réduire significativement le retrait en largeur (tel que défini précédemment) du film enduit.

La présente invention sera maintenant illustrée au moyen des exemples non limitatifs suivants.

I - **Préparation des polymères**

On considère une installation de polymérisation comprenant en série un compresseur primaire, un compresseur secondaire, un réacteur, un séparateur, une trémie de dégazage et une extrudeuse d'où le polymère formé est introduit dans un appareil de granulation, les gaz provenant du séparateur étant recyclés vers l'aspiration du compresseur secondaire et ceux provenant de la trémie vers l'aspiration du compresseur primaire. Dans cette installation on réalise la copolymérisation, sous la pression P (exprimée en bars) et à la température T (exprimée en °C) spécifiées au tableau I, et en présence de 0,03 % en poids de peroxyde de 3,5,5-triméthylhexanoyle, et des quantités, exprimées en % en volume dans le tableau I, de butène-1 (Bu) comme agent de transfert, d'éthylène (A), d'anhydride maléïque (B), de (méth)-acrylate d'alkyle (C) et de poly(méth)acrylate de polyol (D) dans les proportions (parties en poids) indiquées au tableau I ci-après.

Exemple 1 (comparatif)

Comme composé (C) on a utilisé l'acrylate d'éthyle. L'anhydride maléïque a été dissous, à raison de 250 g/l, dans l'acrylate d'éthyle et la solution a été introduite directement dans le réacteur.

Exemple 2

On a utilisé, en tant que composé (D), le triacrylate du triméthylolpropane dissous à raison de 100 g/l dans le carbonate de propylène et introduit directement dans le réacteur. Comme composé (C) on a utilisé l'acrylate de méthyle, introduit à l'aspiration du compresseur secondaire. L'anhydride maléïque, dissous à raison de 300 g/l dans le carbonate de propylène a été introduit directement dans le réacteur.

Exemple 3

On a utilisé, en tant que composé (D), le triacrylate du triméthylolpropane dissous à raison de 100 g/l, avec l'anhydride maléïque à raison de 280 g/l, dans l'acrylate d'éthyle. La solution a été introduite directement dans le réacteur.

Exemple 4

On a utilisé, en tant que composé (D), le diacrylate du tripropylèneglycol dissous à raison de 100 g/l, avec l'anhydride maléïque à raison de 280 g/l, dans l'acrylate d'éthyle. La solution a été introduite directement dans le réacteur.

Exemple 5

On a utilisé, en tant que composé (D), le triacrylate du triméthylolpropane dissous, avec l'anhydride maléïque, dans l'acrylate de n-butyle selon les mêmes concentrations qu'à l'exemple 4. La solution a été introduite directement dans le réacteur.

TABLEAU I

Exemple	(A)	(B)	(C)	(D)	Bu	P	T
1	130	0,34	0,87	0,00	0,02	1650	200
2	120	0,38	1,20	0,10	0,02	1800	200
3	120	0,32	0,96	0,10	0,02	1450	200
4	120	0,34	0,90	0,06	0,01	1450	200
5	100	0,45	0,75	0,15	0,02	1600	210
6	100	0,45	0,75	0,00	0,02	1950	210

Exemple 6 (comparatif)

Comme composé (C) on a utilisé l'acrylate de n-butyle. L'anhydride maléïque a été dissous, à raison de 250 g/l dans ledit acrylate et la solution a été introduite directement dans le réacteur.

II - **Caractéristiques des polymères obtenus**

Les teneurs molaires en motifs (A), (B), (C) et (D) ainsi que les grandeurs suivantes, figurent aux tableaux II et III.

- IF : indice de fluidité mesuré selon la norme ASTM D-1238 à 190°C sous une charge de 2,16 kg et exprimé en dg/min.
- F_C : point de fusion cristalline mesuré par analyse enthalpique différentielle et exprimé en °C,
- V : température de ramollissement Vicat mesurée selon la norme ASTM D-1525 et exprimée en °C,
- Mw : masse moléculaire moyenne en poids,
- Mw/Mn : indice de polydispersité.
- FT : force de tirage (exprimée en gf) à une vitesse de tirage de 3,14 m/min.
- FR : force de rupture (exprimée en gf), obtenue en augmentant de manière continue la vitesse de tirage, et déterminée à 190°C au moyen d'un rhéomètre élongationnel TOYOSEIKI.

Les masses moléculaires moyennes sont mesurées par chromatographie par perméation de gel.

Les pourcentages molaires des différents motifs constitutifs des polymères sont mesurés par spectroscopie infrarouge, à l'exception des motifs (D) déterminés par résonance magnétique nucléaire du proton.

TABLEAU II

Exemple	(A)	(B)	(C)	(D)	IF	F_C	V	Mw	$\frac{Mw}{Mn}$
1	96,62	0,88	2,50	0,00	6,4	104	78	84.000	6,5
2	96,39	0,88	2,70	0,03	3,4	104	75	92.000	9,0
3	96,44	0,88	2,60	0,08	6,3	104	75	93.000	11,3
4	96,42	0,94	2,60	0,04	4,4	104	75	105.000	11,4
5	97,62	1,00	1,30	0,08	7	107	85	86.000	5,3
6	97,18	1,06	1,75	0,00	7	107	82	82.000	4,5

III - **Application à l'enduction d'aluminium**

Les polymères sont fondus à 280°C et extrudés au moyen d'une filière plate de 500 mm de largeur et 0,6 mm d'entrefer. On enduit, avec une vitesse de tirage de 100 m/min., une feuille d'aluminium de 37 µm d'épaisseur de façon à la recouvrir au moyen de 35 g de polymère par m^2.

Les valeurs du retrait en largeur (défini précédemment et exprimé en %) figurent au Tableau III ci-dessous.

TABLEAU III

Exemple	1	2	3	4	5	6
FT	2,2	6,75	3,4	4,6	1,7	1,2
FR	2,6	6,4	3,9	5,0	2,5	2,0
Retrait	20	nd	16	16	16	24

nd : non déterminé

REVENDICATIONS

1. Polymères d'indice de fluidité compris entre 2 et 10 dg/min. comprenant des motifs (A) dérivés de l'éthylène, des motifs (B) dérivés d'un anhydride d'acide α,β-dicarboxylique éthyléniquement insaturé et le cas échéant des motifs (C) dérivés d'un acrylate ou méthacrylate d'alkyle dont le groupe alkyle contient de 1 à 12 atomes de carbone, caractérisés en ce que, pour 100 moles, ils comprennent : de 83 à 99,7 moles de motifs (A), de 0,29 à 3 moles de motifs (B), de 0 à 13,6 moles de motifs (C), et en outre de 0,01 à 0,4 moles de motifs (D) dérivés d'au moins un poly(méth)acrylate de polyol.

2. Polymères selon la revendication 1, caractérisés en ce que le poly(méth)acrylate de polyol est le triacrylate du triméthylolpropane.

3. Polymères selon la revendication 1, caractérisés en ce que le poly(méth)acrylate de polyol est le diacrylate du tripropylèneglycol.

4. Polymères selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisés en ce que leur indice de fluidité est compris entre 3 et 8 dg/min.

5. Polymères selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisés en ce que leur indice de polydispersité est compris entre 5 et 12.

6. Procédé de préparation d'un polymère conforme à l'une des revendications 1 à 5, par copolymérisation d'un mélange d'éthylène, d'anhydride d'acide α,β-dicarboxylique éthyléniquement insaturé, d'au moins un poly(méth)acrylate de polyol et, le cas échéant, d'au moins un (méth)acrylate d'alkyle, à une température comprise entre 140 et 280°C, sous une pression comprise entre 1000 et 2500 bars, en présence d'au moins un initiateur de radicaux libres, caractérisé en ce que, préalablement à la copolymérisation, le poly(méth)acrylate de polyol est dissous dans un solvant.

7. Procédé selon la revendication 6, mis en oeuvre selon un mode continu, caractérisé en ce que le mélange est composé, en régime stationnaire, de :

- 97,8 à 99,97 % en moles d'éthylène,
- 0,029 à 0,35 % en moles d'anhydride d'acide α,β-dicarboxylique insaturé,
- 0 à 1,8 % en moles de (méth)acrylate d'alkyle, et
- 0,001 à 0,05 % en moles de poly(méth)acrylate de polyol.

8. Procédé selon l'une des revendications 6 et 7, le copolymère contenant des motifs dérivés d'au moins un (méth)acrylate d'alkyle, caractérisé en ce que le poly(méth)acrylate de polyol est dissous dans ledit (méth)acrylate d'alkyle.

9. Procédé selon l'une des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que le poly(méth)acrylate de polyol et l'anhydride d'acide α,β-dicarboxylique éthyléniquement insaturé sont dissous dans le même solvant.

10. Matériau complexe comprenant au moins une couche de métal enduit d'au moins une couche de film de polymère d'épaisseur comprise entre 10 et 500 µm, caractérisé en ce que le polymère est conforme à l'une des revendications 1 à 5.

11. Matériau complexe selon la revendication 10, caractérisé en ce que la couche de film de polymère est revêtue d'au moins une couche de film de résine thermoplastique constituant la couche externe du matériau complexe.

12. Matériau complexe selon l'une des revendications 10 et 11, caractérisé en ce qu'il comprend, entre la couche de métal et la couche de film de polymère, une couche de résine thermodurcissable destinée à améliorer l'accrochage.

13. Procédé d'obtention du matériau complexe selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il consiste à enduire le support métallique au moyen d'au moins une couche de film de polymère à une température comprise entre 140 et 300°C, la vitesse de défilement du support métallique étant comprise entre 1 et 400 mètres par minute.