

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②

N° 80 16532

⑤④ Procédé de revêtement de galeries de mines, et compositions pulvérisables correspondantes de type résine-plâtre-eau.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). C 04 B 13/14, 13/26; E 02 D 31/00;
E 21 D 11/04, 11/10, 11/38; E 21 F 5/06.

②② Date de dépôt..... 25 juillet 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° 4 du 29-1-1982.

⑦① Déposant : GIE, groupement d'intérêt économique, PC international, résidant en France.

⑦② Invention de : Alain Benichou.

⑦③ Titulaire : SOCIETE ANONYME D'EXPLOSIFS ET DE PRODUITS CHIMIQUES, résidant en France.

⑦④ Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

Procédé de revêtement de galeries de mines, et compositions pulvérisables correspondantes de type résine-plâtre-eau.

La présente invention concerne la protection et la consolidation des parois des galeries de mines, dont la résistance et la solidité posent des problèmes en fonction de la nature du terrain, dans certaines zones.

5 On connaît à ce jour des revêtements obtenus par projection de béton, cette solution étant plus rapide et moins coûteuse que le béton coffré. Toutefois, cette technique exige encore un personnel relativement nombreux, les conditions de travail sont pénibles, et le chantier subit des retards relativement importants.

10 L'invention permet de manière simple de protéger les galeries de mines contre l'altération par les conditions atmosphériques ambiantes, les infiltrations d'eau, etc., sans recherche d'effet porteur.

15 Selon l'invention, on pulvérise sur les parois des galeries de mines et des ouvrages analogues, comme les tunnels, etc., y compris la paroi supérieure, une composition qui sera définie ci-après, mais qui est à base de plâtre, de résine et d'eau. Dans cette composition, la résine a une double fonction de fluidification et de polycondensation (si le plâtre ne contient pas plus de 1% de carbonate; dans le cas contraire, il se produit une effervescence et
20 l'on obtient un produit moussé moins intéressant).

Les trois composants principaux des compositions selon l'invention coopèrent à l'obtention d'un revêtement pulvérisable, à faible retrait, adhérent bien à la paroi. Chacun de ces trois composants est indispensable.
25

Comme résines utilisables, on citera les résines aminoplastes que l'on connaît déjà dans la technique totalement différente des adhésifs.

30 On a déjà décrit par ailleurs la projection de résines aminoplastes et d'eau pour protéger et renforcer les parois de galeries de mines. Cependant, les compositions proposées ne contenaient pas de plâtre, ce qui fait que les revêtements obtenus présentaient un très fort retrait accompagné de la formation de très nombreuses craquelures.

On a déjà également utilisé de telles résines pour combler des fissures, pour le renforcement des terrains, mais pas en revêtement uniforme, régulier et systématique. On notera à ce sujet que l'obtention d'un revêtement uniforme ne peut pas être comparée, notamment en ce qui concerne la difficulté d'obtention, au comblement d'une fissure.

Comme résine aminoplaste, on pourra utiliser les résines de polycondensation de mélamine et de formol, de mélamine, d'urée et de formol, de mélamine, de phénol et de formol, ou d'urée et de formol, ainsi que les autres produits bien connus de l'homme du métier. Ces résines aminoplastes présentent le grand intérêt d'être ininflammables, et lavables à l'eau. On n'utilisera pas, par exemple, de résines de polyester, ces produits étant dangereux parce que toxiques et inflammables, ce qui est tout à fait inacceptable dans des espaces confinés comme les galeries de mines. Pour les mêmes raisons, on n'utilisera pas de résines de polyuréthane, comme cela a déjà été proposé antérieurement, car l'on sait en particulier que la combustion de ces résines libère des produits dangereux.

On sait, d'autre part, que les manipulations des polyuréthanes sont en elles-mêmes dangereuses et nécessitent souvent l'emploi et le port d'un masque de protection par le personnel.

A titre de résines préférées pour l'emploi selon l'invention, on citera les résines mélamine-formol et urée-formol.

Comme plâtres utilisables, on choisira la forme α ou β , et ce produit pourra contenir une assez forte proportion de semi-hydrate ($\text{CaSO}_4, 0,5 \text{H}_2\text{O}$) et/ou de faibles quantités d'anhydrite soluble et/ou "surcuit" ($\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$).

La quantité de carbonate de calcium contenu dans le plâtre devra être aussi faible que possible, c'est-à-dire de 0 à environ 1% au maximum. Cela est indispensable.

Comme plâtres préférés, on citera les produits "Herculite n° 2" et "Hercutite stone" commercialisés par la Société BRITISH GYPSUM, ou encore le produit "LUDUR G" commercialisé par la Société GUILINI (République Fédérale d'Allemagne), ou encore le phosphoplâtre qui consiste en un sous-produit de la fabrication de l'acide phosphorique.

Une résine urée-formol qui a donné de bons résultats est le produit commercialisé sous le nom de marque "MELOCOL FFD" ou "RESURPA RP 306" par la Société française CECA SA.

Les compositions selon l'invention comportent également un ou plusieurs durcisseurs qui pourront être combinés en fonction de leurs propriétés pour régler les propriétés de la composition, en particulier la durée de vie des mélanges hydratés. Comme durcisseurs, on pourra utiliser des durcisseurs comportant 10% de salinité active de type acide, comme par exemple le produit commercialisé sous le nom de marque "Durcisseur DP 38" par la Société CECA SA; ce durcisseur légèrement acide comporte probablement un mélange de chlorure d'ammonium et de kaolin.

On pourra également utiliser un durcisseur comportant 3% de salinité active de type acide et 6% de salinité active de type basique, par exemple le produit commercialisé sous le nom de marque "Durcisseur DP 80" par la Société CECA SA, produit à base d'urée, sulfite de sodium, sur charge kaolin ; ce produit absorbe l'excès de formol.

Naturellement, la composition comprendra une proportion appropriée et déterminée d'eau, de manière à permettre la pulvérisation d'une manière convenable. Le choix de la proportion d'eau est à la portée de l'homme du métier, au besoin à l'aide de quelques essais simples connus. Pour déterminer notamment la proportion d'eau, on utilisera avec d'excellents résultats l'essai suivant : on place dans un récipient cylindrique vertical, posé sur le support, de diamètre 35 mm et de hauteur 52 mm, contenance 50 cm³, ouvert à ses deux extrémités, le mélange d'essai correspondant au produit prêt pour la pulvérisation. On soulève lentement le récipient. Le mélange s'écoule librement par la base. Pour être utilisable, il doit s'étaler en une masse de diamètre compris entre 90 mm et 110 mm (à 20°C).

Chacun des composants des compositions pulvérisables selon l'invention, dans l'application spéciale envisagée, joue un rôle déterminé et essentiel.

La double fonction des résines a déjà été mentionnée ci-dessus.

Le plâtre n'est pas une charge inerte. Il permet en effet d'absorber l'eau en excès dans le mélange ainsi que l'eau produite par la polycondensation de la résine, notamment, par exemple, de la résine urée-formol ; le plâtre permet également de réduire de

manière essentielle le phénomène du retrait et d'améliorer la dureté du revêtement obtenu.

On utilisera une quantité de plâtre de 70 à 90 parties en poids environ.

5 La résine utilisée dans la composition permet d'abaisser la tension superficielle de l'eau de gâchage et, par conséquent, de fluidifier le mélange. Si l'on supprime la résine aminoplaste utilisée, en conservant les autres constituants, on obtient une pâte tout à fait impossible à utiliser dans l'application envisagée ; la
10 résine employée permet également d'obtenir de meilleures résistances mécaniques et de réduire la porosité du revêtement obtenu.

On utilisera environ 30 à 10 parties en poids de résine.

Les durcisseurs mentionnés ci-dessus permettent la
15 polycondensation de la résine utilisée, et permettent également le réglage de la durée de vie des mélanges hydratés. En fait, le durcisseur "DP 38" est un accélérateur et le durcisseur "DP 80" est un retardateur de prise. Ainsi, par une combinaison judicieuse de ces deux produits, à la portée de l'homme du métier, on pourra régler les pro-
20 priétés du mélange, notamment la durée de vie. Le "DP 38" permet de régler la prise du système. Le "DP 80" permet de régler la prise du système et de neutraliser l'excès de formol.

Pour augmenter éventuellement la durée de vie de la poudre au stockage (exportation), on pourra associer, d'une part,
25 a) la résine et une charge neutre comme le kaolin, et, d'autre part, b) le durcisseur (ou les durcisseurs) et le plâtre. Pour la mise en oeuvre de la composition selon l'invention, on mélange le composant a) et l'eau, puis on pulvérise l'ensemble avec le composant b).

Si l'on mélangeait d'abord le composant b) avec l'eau,
30 on obtiendrait un mélange trop épais et la pulvérisation serait difficile, voire impossible.

Les compositions obtenues peuvent être pulvérisées sur les parois des galeries de mines, et des ouvrages analogues, où le mélange subit une gélification, ou prise, avec formation comme
35 résultat d'une couche continue isolante de revêtement.

Naturellement, on pourra appliquer plusieurs couches successives superposées, et on pourra prévoir qu'au moins la couche médiane, ou une des couches centrales, contient une certaine propor-

tion de fibres de verre, à titre d'agent de renforcement, les fibres de verre pouvant être projetées en même temps que la résine, notamment, par exemple, s'il s'agit de fibres coupées bien connues de l'homme du métier.

5 L'appareillage, dont on rappellera qu'en raison de la nature des produits il pourra être nettoyé à l'eau, consiste en une pompe de refoulement, un pistolet de pulvérisation, un compresseur d'air, une réserve d'eau, et un malaxeur, tels que décrits dans la demande de brevet français n° 76/39565 déposée le 30 décembre 1976
10 au nom de la S.A.E.I. CELTITE .

Comme fibres de verre, on pourra utiliser le produit du type "Roving" également bien connu de l'homme du métier, notamment le verre de type E. Avant l'application du revêtement selon l'invention, on pourra éventuellement laver la surface de la paroi à
15 l'eau au moyen du pistolet précité.

Les durcisseurs mentionnés ci-dessus seront utilisés de préférence dans les proportions suivantes :

- Durcisseur comportant 10% de salinité active de type acide : 0 à 6 parties en poids
- 20 - Durcisseur comportant 3% de salinité active de type acide et 6% de salinité active de type basique 6 à 0 parties en poids

On rappellera que les proportions respectives des deux durcisseurs permettent, par quelques essais simples, de régler
25 le temps de prise.

Les exemples suivants illustrent l'invention sans toutefois en limiter la portée.

EXEMPLE 1

30 La composition selon l'invention comprend 75 parties en poids du plâtre "Herculite n° 2" ; 1,4 partie en poids du durcisseur DP 38 ; 3,0 parties en poids du durcisseur DP 80 ; et 20,6 parties en poids de résine urée-formol RESURPA RP 306.

On prépare ainsi une composition contenant 78,5% de résine aminoplaste en poudre et 21,5% d'eau.

35 On trouvera dans le tableau ci-dessous les propriétés, d'une part, d'un revêtement non armé et, d'autre part, d'un revêtement armé de fibres de verre coupées (la proportion de fibres de verre étant de 1 à 5%).

	Revêtement non armé (J + 33) *	Revêtement armé de fibres de verre coupées (de 1 à 5%) (J + 33)
5 Résistance à la compression	535 bars	590 bars
Résistance à la flexion	110 bars	465 bars
Module d'élasticité en flexion	103 200 bars	113 800 bars

* 33 jours après pulvérisation.

10 Pour effectuer le mélange à l'usine, on a utilisé des mélangeurs du type à ruban ou du type "Intermesh paddle". On incorpore en premier lieu les deux tiers du plâtre, puis les durcisseurs et la résine, et, enfin, le dernier tiers du plâtre. On effectue un mélange durant une demi-heure.

EXEMPLE 2 (A, B, C, D)

15 Dans ces exemples, on utilise le plâtre Herculite Stone, les durcisseurs "DP 38" et "DP 80", et une résine urée-formol (U.F) ("Resurpa RP 306").

On opère comme dans l'exemple 1.

20 Le rapport en poids de la somme des durcisseurs à la résine est de 21 à 22%.

En poids, le rapport poudre/eau est de 80/20.

Les temps de gel obtenus sont rassemblés dans le tableau I ci-après.

25 Le mélange (D) : plâtre : 95/résine U.F = 5 présente un inconvénient majeur :

- il n'est pas fluide (teneur trop faible en résine U.F) et donc incompatible avec le procédé de pulvérisation (pour lequel il faut une viscosité à 20°C = de 50 à 150 poises).

30 Le mélange (A) : plâtre : 65/résine U.F. = 35 présente les inconvénients ci-dessous :

35 - temps de gel trop longs : il faut que le revêtement mis en place puisse gélifier entre 30 et 60 minutes. La formule à base de "DP 38" (100 %) ne convient pas car elle ne contient pas de durcisseur "DP 80"; celui-ci, en effet, a la particularité de contenir une certaine quantité de produit susceptible d'absorber l'excès de formol, nécessaire au rendement de la réaction de polycondensation.

Parmi les pièges à formol, on peut citer: l'urée, le bisulfite de sodium...

- Un retrait en masse plus important
 - Des contraintes à l'interface substrat/formule (A) qui provoquent
- 5 des décollements au niveau de celle-ci.

Les mélanges (B) et (C) conviennent dans l'application envisagée avec cependant une chute de 5 à 10% dans les résistances à la compression pour la formule (C).

EXEMPLE 3

10 Comme plâtre, on utilise ici le produit "Herculite n° 2".

On opère comme dans les exemples précédents.

- Poudre/eau = 80/20 en poids.
 - DP 38 + DP 80/résine (résine urée-formol RESURPA RP 306) = 21-22%
- 15 en poids.
- Plâtre 78,5 %
 - Résine 21,5 % en poids.
 - Taux de gâchage 51 g eau/100 g plâtre (valable aussi pour le produit Herculite Stone)

20 Les résultats sont rassemblés dans le tableau II ci-après.

EXEMPLE 4

Comme plâtre, on utilise ici le phosphoplâtre (SP 25, plâtre de précipitation).

25 On opère de manière générale comme dans les exemples précédents.

- Poudre/eau = 78/22 % en poids
 - DP 38 + DP 80/résine (Resurpa RP 306) = 21-22 % en poids
 - Plâtre 67 %
- 30 Résine 33 % en poids.
- Taux de gâchage pour le phosphoplâtre : 68 g eau/100 g plâtre

Les résultats sont rassemblés dans le tableau III ci-après.

EXEMPLE 5

35 Dans cet exemple, on utilise le phosphoplâtre. On opère comme dans l'exemple 4, sauf en ce que :

- Poudre/eau = 76 /24 % en poids.
- Plâtre 73 %
- Résine 27 % en poids.

TABLEAU I

Plâtre/résine % en poids	Temps de gel (minutes)							
	DP 38 (100%) DP 80 (0%)	DP 38 (68%) DP 80 (32%)	DP 38 (50%) DP 80 (50%)	DP 38 (32%) DP 80 (68%)	DP 38 (0%) DP 80 (100%)			
(A) Plâtre = 65/résine U.F. = 35 :	25	128	> 150	> 150	> 150			
(B) Plâtre = 78,5/résine U.F. = 21,5 : (selon l'invention)	36	48	105	> 230	> 250			
(C) Plâtre = 85/résine U.F. = 15 : (selon l'invention)	26	36	61	103	160			
(D) Plâtre = 95/résine U.F. = 5 :	10	12	14	20	23			

TABLEAU II

DP 38	32	50	68
DP 80 (% en poids)	68	50	32
Temps de gel (min)	14-28	13-42	8-27

TABLEAU III

DP 38	100	68	50	32	0
DP 80 (% en poids)	0	32	50	68	100
Temps de gel (min)	37	50	64	74	98

TABLEAU IV

DP 38	100	68	50	32	0
DP 80 (% en poids)	0	32	50	68	100
Temps de gel (min)	29	35	43	61	62

RE V E N D I C A T I O N S

1. Compositions pulvérisables pour revêtement de galeries de mines, caractérisées en ce qu'elles consistent en :
 - 70 à 90 parties en poids de plâtre contenant de 0 à 1 % au maximum de carbonate de calcium;
- 5 - 30 à 10 parties en poids de résine aminoplaste;
 - et une quantité d'eau appropriée pour permettre la pulvérisation sur la paroi de la galerie.
2. Compositions selon la revendication 1, caractérisées en ce qu'elles comportent de plus un durcisseur.
- 10 3. Compositions selon la revendication 2, caractérisées en ce que le durcisseur est un mélange a) d'un durcisseur à 10 % de salinité active de type acide et b) d'un durcisseur à 3 % de salinité active de type acide et 6% de salinité active de type basique.
- 15 4. Compositions selon la revendication 3, caractérisées en ce que le premier type de durcisseur (a) représente 0 à 6 parties, et le second type de durcisseur (b) représente 6 à 0 parties, par rapport au poids de la composition sèche.
5. Composition selon l'une quelconque des revendications
- 20 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle contient des fibres de verre.
6. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la résine est une résine urée-formol ou mélamine-formol.
7. Composition selon l'une quelconque des revendications
- 25 1 à 6, caractérisée en ce qu'elle consiste en :
 - 75 parties en poids de plâtre;
 - 1,4 partie en poids du premier type de durcisseur a)
 - 3,0 parties en poids du second type de durcisseur b)
 - 20,6 parties en poids de résine urée-formol, et
- 30 - 21,5 % d'eau par rapport au poids de la poudre de résine; ainsi, éventuellement, que 1 à 5 % de fibres de verre coupées.
8. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce qu'elle contient une charge neutre comme le kaolin.

9. Procédé de protection des galeries de mines et d'ouvrages d'art par pulvérisation et prise d'une composition durcissable sur la paroi, caractérisé en ce que :

- on utilise une composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 8
- qui a été obtenue en mélangeant tout d'abord la résine (contenant éventuellement la charge neutre) et l'eau puis en ajoutant à ce mélange, au moment de la pulvérisation, le mélange durcisseur/plâtre; et
- 10 - on pulvérise ladite composition sur la paroi.