

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 808 671 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
18.12.2002 Bulletin 2002/51

(51) Int Cl.7: **B08B 7/00**, B08B 3/08

(21) Numéro de dépôt: **97401094.4**

(22) Date de dépôt: **16.05.1997**

(54) **Procédé de nettoyage de surfaces poreuses avec un liquide de lavage contenant des bactéries ayant une activité enzymatique**

Verfahren zur Reinigung von porösen Oberflächen mit einer Flüssigkeit die enzymatisch aktive Bakterien enthält

Method for cleaning porous surfaces with a washing liquid containing bacteria having an enzymatic activity

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL PT

• **Debord, Guy**
60800 Crépy-en-Valois (FR)

(30) Priorité: **20.05.1996 FR 9606203**

(74) Mandataire: **Lachat, Salomé et al**
70, rue Fondary
75015 Paris (FR)

(43) Date de publication de la demande:
26.11.1997 Bulletin 1997/48

(73) Titulaire: **Debord, Guy**
60800 Crépy-en-Valois (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 617 174 WO-A-96/03754
DE-A- 4 014 854 FR-A- 2 640 528

(72) Inventeurs:
• **Dran, Maurice**
75015 Paris (FR)

EP 0 808 671 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention est relative à un procédé de nettoyage de surfaces poreuses de revêtements de surfaces comme des « enrobés drainants ».

[0002] Les revêtements de surface dits « enrobés drainants » qui sont utilisés plus particulièrement comme revêtements de routes ou d'autres surfaces de voirie, ont pour objet l'évacuation rapide des eaux de pluie afin de garder à la surface ses caractéristiques, notamment en ce qui concerne l'adhérence de véhicules, car ils permettent d'éviter les risques de glissement et les surfaces d'eau stagnante. Usuellement, on utilise des couches de 4 à 5 cm d'épaisseur composées de bitume enrobant des graviers avec typiquement 0/10 ou 0/14 pour granulométrie. Ces couches poreuses, non étanches, sont disposées sur un substrat étanche, généralement en béton. Des revêtements poreux similaires ont été utilisés pour des courts de tennis, par exemple.

[0003] Les enrobés drainants comportent lors de leur mise en place des cavités vides, communiquant entre elles, représentant de préférence de 10 à 20% de leur volume total, qui permettent l'écoulement de l'eau. Ce type de revêtement présente cependant l'inconvénient que les cavités se remplissent plus ou moins rapidement de déchets divers, conduisant à une diminution de plus en plus importante de la porosité initiale. Le remplissage des cavités s'effectue principalement par de la terre et du sable pouvant atteindre 95% et par des composés divers, en majorité des résidus pétroliers, de poudre de caoutchouc, de métaux, de carbone, des matières organiques, ... souvent de l'ordre de 5%. Ces 5% de composés divers agglomèrent les sables en les transformant en un bloc compact et imperméable. De plus, en présence de matières organiques, il a pu aussi être constaté qu'il se forme une couche superficielle imperméable sur la surface de l'enrobé drainant. Si le volume total des cavités dépasse 30%, il existe un risque de pollution fétide par accumulation d'eau stagnante chargée de matières organiques. Il n'est donc pas possible d'accroître sensiblement l'importance des cavités afin de retarder leur colmatage.

[0004] Quelle que soit la nature de l'enrobé drainant, le colmatage par infiltration et accumulation de colmatants est inévitable. Le colmatage est généralement plus rapide en milieu urbain qu'en rase campagne, la nature des colmatants et le mécanisme de colmatage étant différents.

[0005] Une coupe transversale d'un enrobé drainant conduit souvent à l'observation de deux couches de pollution: une pollution à prédominance organique est observée en surface tandis que les produits pétroliers agglomérant des sables et graviers sont dominants en profondeur.

[0006] Afin de conserver au revêtement ses qualités initiales, il est nécessaire de procéder à des opérations de nettoyage ou d'entretien des enrobés drainants, qui ont pour objet le rétablissement total ou au moins partiel

de leur porosité par élimination des déchets qui se sont accumulés dans les cavités. De même, les espaces piétons, places et autres surfaces de voirie doivent être traités pour assurer leur propreté et rénover les couleurs.

[0007] Les opérations d'entretien sur les enrobés drainants par des dispositifs de nettoyage utilisant de l'eau à haute pression ont commencé vers 1990 lorsqu'il s'est avéré que les enrobés drainants perdaient leur capacité d'évacuation des eaux avec le temps. Traditionnellement, les matériels de nettoyage utilisés sont autonomes. Ils disposent d'une cuve de stockage importante allant de 2 500 à 20 000 litres. Les principes connus de nettoyage des enrobés drainants reposent sur deux opérations principales:

- Pulvérisation d'eau à haute pression (entre 40 et 250 bars) pour détruire la cohésion entre les sables et les composés agglomérants.
- Aspiration par une turbine à dépression capable d'aspirer entre 20 000 et 35 000 m³/H.

[0008] Les matériels de nettoyage habituellement mis en oeuvre permettent de varier :

- la pression de pulvérisation qui est d'autant plus élevée que l'enrobé drainant est colmaté,
- le débit d'eau,
- l'orientation des jets,
- la vitesse d'avancement qui est d'autant plus lente que l'enrobé drainant est colmaté,
- le nombre de passages.

[0009] Les procédés de nettoyage utilisés jusqu'à présent souffrent tous de l'inconvénient de tasser les sables et colmatants dans les cavités de l'enrobé drainant sous l'effet de la pression de l'eau dirigée plus ou moins verticalement.

[0010] Ainsi, la machine utilisée dans le cadre du brevet EP-0617174, équipée d'un dispositif de projection d'un fluide sous pression se caractérisant par un organe tournant autour d'un axe vertical et muni de buses de projection de fluide, n'est point adaptée pour le nettoyage des enrobés drainants car l'expérience montre que l'application d'un simple jet d'eau à haute pression sur la surface supérieure de l'enrobé drainant ne permet pas de décolmater les fines particules logées dans les cavités afin de pouvoir les aspirer.

[0011] L'on obtient ainsi une simple amélioration provisoire due à l'effet de tassement des matériaux et déchets remplissant les cavités sans apporter de solution réelle au problème de nettoyage et de rétablissement de la porosité initiale du revêtement. Les produits agglomérants subsistent autour des sables et graviers qui ne recouvrent pas leur mobilité et qui ne peuvent pas être extraits lors de l'aspiration. Du fait du tassement des matériaux et déchets qui ne sont pas extraits par ce type de nettoyage, un nettoyage ultérieur est alors d'autant plus difficile. De plus, les aspirations mises en

jeu qui sont très puissantes peuvent produire des décollements de la couche d'enrobé drainant, ce qui accélère la destruction de la surface d'enrobé drainant sans répondre au problème posé.

[0012] Par exemple, des travaux de nettoyage, selon le procédé traditionnel décrit ci-dessus, d'un enrobé drainant posé en août 1992, ont été effectués sur le boulevard périphérique de Paris en novembre 1993, après un premier nettoyage en mars 1993. L'analyse granulométrique des produits colmatant la voie lente donne les résultats suivants:

< 2 µm	0,3
2-20 µm	2,6
20-50 µm	1,5
50-200 µm	6,1
200-2000 µm	32,9
> 2000 µm	56,6

[0013] On remarque, quelles que soient les imperfections de la méthode d'analyse, que l'on a essentiellement extrait des graviers et des sables grossiers avec plus de 90% des particules de taille supérieure à 200 µm. Ces sables et graviers étaient agglomérés les uns aux autres par des hydrocarbures, de la poudre de caoutchouc et des matières organiques diverses.

[0014] Le seul emploi de machines de nettoyage mécanico-hydrauliques puissantes n'est donc pas satisfaisant pour rétablir la porosité de l'enrobé drainant. Il est évidemment impossible de procéder à une scarification du revêtement car il perdrait ses qualités essentielles. L'utilisation de savons, de détergents, ou de solvants, pour la dégradation des produits agglomérants n'est pas possible, voire contre-indiquée ou interdite, car contraire aux exigences de protection de l'environnement. Ils peuvent aussi détruire les bitumes qui enrobent les graviers de l'enrobé drainant. Les produits agglomérants sont seulement déplacés mais non détruits. Ils peuvent reprendre leur activité négative. Leur accumulation peut être dangereuse.

[0015] Par suite, la présente invention a pour objet un procédé de nettoyage de surfaces poreuses, telles que des enrobés drainants utilisés comme revêtements de routes ou autres voies publiques ou privées, qui permette d'éviter les inconvénients des procédés connus et de rétablir la porosité initiale sans endommager la surface et sans effet de tassement des matériaux et déchets colmatants, et qui permette d'extraire les déchets en respectant les exigences de protection de l'environnement.

[0016] Afin d'atteindre ces objectifs, la présente invention propose une solution efficace pour l'entretien des enrobés drainants par un lavage de l'enrobé drainant suivi d'un rinçage et d'une aspiration des liquides et des déchets libérés. L'invention propose plus précisément un procédé de nettoyage qui se distingue par les opérations suivantes:

- Epannage d'un liquide de lavage de la zone profonde de la surface poreuse constitué d'une préparation aqueuse contenant des bactéries ayant une activité enzymatique, les enzymes produites pratiquant une hydrolyse des hydrocarbures du fait de biosurfactants ou des tensio-actifs naturels.
- Après un temps suffisant pour que le liquide de lavage de la zone profonde ait pu agir, épannage d'un liquide de rinçage, et sa récupération par aspiration, ainsi que des résidus colmatés.

[0017] La demande de brevet DE-4014854 A1 divulgue un procédé de nettoyage utilisant un liquide de lavage enzymatique pour l'élimination des graisses sur des surfaces en béton, ciment ou pierre. Selon ce procédé connu, le liquide est étendu sur la surface à nettoyer par un brossage et l'application simultanée de l'air sous pression arrivant à travers les brosses. Il est nécessaire de travailler à une température plus élevée que la température ambiante et répéter le processus de lavage et de brossage plusieurs fois avant de rincer la surface avec de l'eau. Contrairement à ce procédé connu qui vise à nettoyer des tâches en surface, le procédé proposé par l'invention qui concerne un nettoyage en profondeur et non en surface, n'utilise ni une application avec de l'air sous pression, ni un brossage de la surface à nettoyer. Le liquide de lavage doit pénétrer dans les cavités de l'enrobé drainant où il pourra exercer son action de décolmatage. L'application de l'air sous pression dans le cadre de la présente invention conduirait à tasser davantage les déchets colmatés. De plus, contrairement au procédé du brevet DE-4014854 A1, la présente invention prévoit que l'eau de rinçage est appliquée sous pression par des buses ayant une faible inclinaison sur l'horizontale avant d'être aspirée ensemble avec les résidus décolmatés.

[0018] Le brevet FR 2640528 propose l'utilisation de micro-organismes pour la dégradation directe de matières colorantes et le brevet WO 9603754A1 celle de micro-organismes pour décontaminer des métaux et des ciments dans des installations nucléaires. Ces procédés utilisent certes des micro-organismes mais ne présentent aucun rapport avec le décolmatage de particules dans les enrobés drainants.

[0019] Conformément à l'invention, le lavage proprement dit peut être précédé d'un prétraitement de la zone superficielle de la surface poreuse, ayant pour objet de solubiliser les particules d'hydrocarbures qui seront ensuite biodégradés au cours du lavage constitué d'un traitement bactérien. Le liquide de prélavage est obtenu par dilution dans l'eau, à raison de 0,2 à 1% par exemple, d'un complexe biosurfactant issu de bactéries, associé à un tensio-actif biodégradable.

[0020] La destruction de la couche superficielle plus ou moins étanche peut être facilitée par un brossage mécanique préalable au lavage ou au prélavage.

[0021] L'opération de lavage est suivie d'une opération de rinçage/aspiration après un temps suffisant d'ac-

tion du liquide de lavage sur la zone profonde. Un liquide de rinçage est épanché puis récupéré par aspiration ensemble avec les résidus décolmatés. Conformément à l'invention, le liquide de rinçage est de préférence de l'eau sous pression, de l'ordre de 200 à 350 bars au départ des pompes d'alimentation, distribuée à l'intérieur d'une cloche de rinçage, par un bras rotatif portant des buses d'éjection qui présentent un angle faible, de l'ordre de 30° par rapport à la surface à nettoyer, et qui sont disposées à une distance comprise avantageusement entre 40 et 60 mm de la surface à nettoyer. Le débit du liquide de rinçage est de préférence d'environ 1,5 litre par minute et par décimètre carré de surface au sol de la cloche. La cloche de rinçage, enfermant le bras porteur des buses est maintenue à une distance fixe par rapport au sol, et est rendue étanche par un joint souple, par exemple en caoutchouc, frottant légèrement sur la surface poreuse à nettoyer.

[0022] Ainsi, le procédé conforme à l'invention permet la destruction de la couche superficielle qui aurait pu se former à la surface du revêtement poreux de surfaces, puis de la couche profonde des produits agglomérant les sables qui se trouvent dans les cavités des revêtements poreux de surfaces. Les sables bouchant les cavités retrouvent leur mobilité et peuvent ensuite être extraits du revêtement par aspiration.

[0023] Pour la mise en oeuvre du procédé de nettoyage, l'invention propose l'utilisation d'un liquide de lavage contenant des enzymes et des bactéries qui, pour l'essentiel, détruisent les produits agglomérants. Le liquide de lavage est composé d'eau dans laquelle sont diluées les solutions enzymatiques et bactériennes sans addition de solvants. Ces solutions sont de préférence produites *in situ*. Les bactéries utilisées dans le cadre de l'invention sont avantagées du type *pseudomonas*, *moraxella*, *bacillus* seules ou en consortium (associées) à d'autres bactéries qui présentent un fort appétit pour les hydrocarbures. Le type exact de bactéries ou mélange de bactéries peut varier et sera déterminé en fonction du type de colmatants, notamment du type prédominant de déchets organiques et d'hydrocarbures identifiés sur le site à traiter.

[0024] L'utilisation d'une solution enzymatiques conformément à l'invention est particulièrement intéressante. En effet, les enzymes décollent les substances nutritives dont les bactéries ont besoin grâce à leur pouvoir « bio-surfactant » ou « tensio-actif naturel », ce qui apporte la nourriture à portée des bactéries. Il y a transfert des produits pétroliers par formation de macro- et micro-émulsions qui augmentent la solubilité de l'agglomérant. Les enzymes hydrolysent les chaînes chimiques des hydrocarbures afin de permettre aux bactéries de digérer des composés hydrocarbonés aux chaînes plus courtes. Les bactéries se renouvellent en une vingtaine de minutes et produisent de nouvelles enzymes. En fin de cycle, les bactéries rejettent du gaz carbonique, de l'eau, des matières non digérables.

[0025] Des enzymes et bactéries qui subsistent dans

l'enrobé drainant après son nettoyage selon l'invention subsistent tant que les bactéries trouvent à se nourrir à partir de nouvelles projections de matières organiques et qu'une humidité minimale est maintenue. Elles empêchent l'accumulation de produits agglomérant les sables et graviers. Les bactéries sélectionnées pour le liquide de lavage sont inoffensives pour l'environnement et se meurent dès lors qu'elles n'ont plus une nourriture suffisante. Les déchets organiques et hydrocarbures qui tombent sur la route à l'occasion de sa fréquentation et du cycle des saisons contribuent à un apport régulier de nourriture. Les enzymes et bactéries utilisées sont non seulement biodégradables mais biodégradantes.

[0026] L'invention présente l'avantage de permettre l'extraction de sables particulièrement propres, qui peuvent être mis en décharge sans apporter de pollution. Les liquides récupérés après avoir servi à l'entraînement des produits agglomérants sont chargés de résidus pétroliers, de résidus organiques divers, de poussières, sables et graviers, de poudre de carbone, et d'une faible concentration d'enzymes et de bactéries qui sont traitées, si nécessaire, pour arriver à des concentrations normalisées, inférieures à 1 ppm ou à 10 ppm selon les enzymes et bactéries utilisées, avant rejet dans les réseaux d'assainissement existants. Aucune pollution n'est à craindre du fait de ces rejets car ils sont nettoyés par les bactéries comme dans une station de traitement des eaux usées.

[0027] L'invention sera explicitée plus en détail au cours de la description d'exemples de mise en oeuvre qui va suivre.

[0028] Les opérations de nettoyage de surfaces poreuses telles que des revêtements dit enrobés drainants conformes à l'invention consistent avantagées, alors que la température extérieure est de préférence comprise entre 10°C et 30°C, en:

- La production *in situ* des solutions enzymatiques et biosurfactantes à partir de réacteurs adaptés aux contraintes des sites à traiter. Il peut s'agir de réacteurs fixes situés près des zones à nettoyer, avec remplissage des citernes de transport et d'épandage, ou de réacteurs mobiles amenés sur les chantiers.
- Le nettoyage mécanique par brossage de la zone à traiter si elle présente des accumulations superficielles de matériaux.
- L'épandage à une pression inférieure à 90 bars et à une température inférieure à 60°C d'un liquide de prélavage de la zone superficielle de la surface poreuse et sa récupération en tant que de besoin après un temps suffisant, de l'ordre d'au moins 5 à 20 minutes, pour qu'il ait pu agir.
- L'épandage d'un liquide de lavage de la zone profonde de la surface poreuse.
- Après un temps suffisant pour que le liquide de lavage de la zone profonde ait pu agir, épandage d'un liquide de rinçage, et sa récupération par aspiration.

[0029] Le procédé conforme à l'invention est mis en oeuvre au moyen d'une machine de nettoyage avec des moyens mécanico-hydrauliques puissants.

[0030] Le liquide de prélavage de la zone superficielle de la surface poreuse est avantageusement obtenu par dilution dans l'eau, par exemple, à raison de 0,2 à 1% d'un complexe d'enzymes biosurfactantes, issus de micro-organismes, jouant le rôle de détergents neutres et de tensio-actif compatibles avec les cultures bactériennes trouvées sur place. La préparation de base présente utilement les caractéristiques suivantes:

densité apparente	1
pH	entre 10 et 12
pH en solution à 1%	entre 8,5 et 11,5
viscosité	< 400 cts
entièrement soluble dans l'eau	

[0031] Dans certains cas, il peut être nécessaire d'utiliser une préparation de base conforme aux normes AFNOR 72-150 (CMB=0,1%) et AFNOR 72-200 (testé uniquement sur *Candida Albicans*) (CMB=0,2%). A titre d'exemple non limitatif, des préparations de base correspondant aux spécifications précédentes sont commercialisées sous le nom de « BIOSURF » par la société dite « BIONERGIES » installée à Aubagne (Bouches-du-Rhône, France).

[0032] Le lavage de la zone profonde de la surface poreuse est effectué avec une préparation acqueuse contenant des bactéries choisies en fonction de leur appétit pour les produits agglomérants. Il peut avantageusement s'agir de bactéries du type *pseudomonas*, *moraxella*, *bacillus*, seules ou mieux en consortium (associées) avec d'autres bactéries qui présentent un fort appétit pour les hydrocarbures. Elles produisent des enzymes pratiquant de préférence une hydrolyse des hydrocarbures et excrètent des biosurfactants et/ou des tensio-actifs naturels. La préparation de base est utilement obtenue par le procédé suivant:

- Prélèvement de souches bactériennes sur le site à nettoyer avant les opérations de nettoyage. Les bactéries présentes sur le site à nettoyer sont les mieux adaptées à la pollution à combattre car elles ont par sélection naturelle éliminé la plupart des autres bactéries.
- Sélection des bactéries à partir des prélèvements pour constituer une souche bactérienne par exemple d'environ 100 g.
- Pré-développement pendant une huitaine de jours de la souche bactérienne dans un réacteur biologique d'environ 1 m³ dans de l'eau tiède avec une alimentation propice, c'est-à-dire sous apport de graisses et de nutriments, agitation et oxygénation pour avoir un bon développement bactérien et une sécrétion des enzymes exogènes correspondantes.

- Développement pendant deux jours dans un réacteur de 7 à 8 m³ dans l'eau tiède avec une alimentation propice, c'est-à-dire sous apport de graisses et de nutriments, agitation et oxygénation pour avoir un bon développement bactérien et une sécrétion des enzymes exogènes correspondantes.

[0033] Le rinçage/aspiration est effectué à l'aide de moyens mécaniques qui travaillent en trois étapes:

- malaxage des enzymes et du sable,
- décollage des grains de sable,
- aspiration des grains de sable.

[0034] Le liquide de rinçage est de préférence de l'eau sous pression, de l'ordre de 200 à 350 bars au départ des pompes d'alimentation, distribuée à l'intérieur de cloches de rinçage, par un bras rotatif portant des buses d'éjection. Le débit du liquide de rinçage est de préférence de 1,5 litre par minute et par décimètre carré de surface au sol de la cloche. Ces buses présentent un angle faible, de l'ordre de 30° par rapport à la surface à nettoyer, d'où des jets presque tangents à la surface à nettoyer, ce qui permet d'éviter tout risque de tassement. La cloche de rinçage enfermant le bras porteur des buses est maintenue à une distance fixe par rapport à la surface poreuse à nettoyer. Elle est rendue étanche par un joint souple, par exemple en caoutchouc, frottant légèrement sur la surface poreuse à nettoyer. La distance entre le sol et les buses d'éjection est de préférence entre 40 et 60 mm. La rotation du bras portant les buses crée un cyclone hydraulique qui engendre une dépression naturelle assez importante pour aspirer, par sa seule force, le liquide de rinçage qui s'est chargé de déchets et de sable.

[0035] La quantité de sables à aspirer peut devenir très importante, par exemple dans le cas de routes à la sortie d'un chantier. Il a pu être relevé plus de 10 kg de sable par m² de surface de roulement de certaines zones du boulevard périphérique de Paris. Il convient alors de procéder à une aspiration puissante des eaux de lavage chargées de sables.

[0036] Après l'action des cloches de rinçage, une aspiration supplémentaire par rampe peut être envisagée pour améliorer l'extraction du liquide de rinçage et des sables encore prisonniers dans l'enrobé drainant. Il est aussi possible de prévoir une aspiration annulaire complémentaire à l'aspiration par le cyclone intérieur à la cloche de nettoyage et plusieurs cloches parallèles ou successives. On remarque qu'une aspiration trop puissante des sables, en présence d'une trop faible quantité d'eau, peut conduire à leur accumulation dans la couche supérieure de l'enrobé drainant. Il y a alors formation d'une couche compacte qui remplit les cavités superficielles de l'enrobé drainant et qui le rend étanche.

[0037] Il est bien évidemment nécessaire qu'il y ait compatibilité entre les produits de prélavage et de lavage. Par ailleurs, s'il subsiste des bactéries dans l'enrobé

drainant après le rinçage, elles réduisent les hydrocarbures au fur et à mesure et facilitent les travaux d'entretien ultérieurs.

[0038] Un essai de nettoyage d'un site urbain mettant en oeuvre le procédé conforme à l'invention a été effectué. Un enrobé drainant présentant une porosité moyenne de 1,26 a été mis en place en juillet 1991. Aucun nettoyage du revêtement poreux visant à lui restituer ses caractéristiques d'origine n'a été effectué pendant 38 mois. La porosité mesurée est alors nulle. Un nettoyage avec prélavage, lavage, rinçage et aspiration, selon l'invention est alors effectué. Immédiatement après la réalisation de l'essai, il a pu être observé une porosité moyenne de l'ordre de 0,6. Le rinçage laisse des bactéries sur le site. Cinq jours après le nettoyage réalisé selon l'invention, un orage survient. Une nouvelle mesure de la porosité donne une moyenne de 1 avec des pointes à 1,18, c'est-à-dire une porosité pratiquement revenue à sa valeur d'origine, et montre que les bactéries laissées sur le site lors du rinçage ont continué à se nourrir des colmatants.

Revendications

1. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses de revêtements appelés « enrobés drainants », qui comprend pour l'essentiel une phase de lavage à l'aide d'une préparation aqueuse contenant des bactéries à activité enzymatique, suivie d'une phase de rinçage et d'aspiration des liquides et des résidus comprenant

- un liquide de lavage de la zone profonde de la surface poreuse constitué d'une préparation aqueuse contenant des bactéries ayant une activité enzymatique dont les enzymes pratiquent une hydrolyse des hydrocarbures du fait de biosurfactants ou des tensio-actifs naturels, est appliqué sur la surface à nettoyer à température ambiante, par simple épandage sans pression, ni de brossage, et pénètre dans la zone profonde de la surface à nettoyer pour y décolmater les résidus,
- après un temps suffisant pour que le liquide de lavage de la zone profonde ait pu agir et décolmater les résidus, un liquide de rinçage, constitué de préférence d'eau sous pression, est distribué à l'intérieur d'une cloche de rinçage par un bras rotatif portant des buses d'éjection qui présentent un angle faible par rapport à la surface à nettoyer,
- le liquide de rinçage et les résidus décolmatés sont récupérés par aspiration grâce à la cloche de rinçage,
- le nettoyage proprement dit est précédé en cas qu'il y ait un besoin d'un prétraitement de la seule zone superficielle de la surface à net-

toyer.

2. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le prétraitement de la zone superficielle de la surface poreuse à nettoyer consiste en un épandage à une pression inférieure à 90 bars et à une température inférieure à 60°C d'un liquide de prélavage de la zone superficielle de la surface poreuse et sa récupération en tant que de besoin après un temps suffisant, de l'ordre d'au moins 5 à 20 minutes, pour qu'il ait pu agir.
3. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon les revendications 1 et 2 **caractérisé par** un liquide de prélavage de la surface poreuse, obtenu par dilution dans l'eau à raison de 0,2 à 1% d'un complexe biosurfactant, issu de bactéries, associé à un tensio-actif bio-dégradable.
4. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon les revendications 1 à 3 **caractérisé par** la production *in situ* des solutions enzymatiques et biosurfactantes.
5. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon l'une des revendications 1 à 4 **caractérisé par** la mise en oeuvre de réacteurs fixes situés près des zones à nettoyer, avec remplissage des citernes de transport et d'épandage.
6. Procédé de nettoyage de surface poreuses selon l'une des revendications 1 et 5 **caractérisé en ce que** le prélavage et/ou le lavage peuvent être précédés d'un nettoyage mécanique par brossage de la zone à traiter si elle présente des accumulations superficielles de matériaux.
7. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon l'une des revendications précédentes **caractérisé en ce que**
 - la pression avec laquelle est appliquée le liquide de rinçage est de préférence de l'ordre de 200 à 350 bars au départ des pompes d'alimentation,
 - les buses d'éjection portées par le bras rotatif à l'intérieur de la cloche de rinçage présentent de préférence un angle de l'ordre de 30° par rapport à la surface à nettoyer et sont disposées entre 40 et 60 mm de la surface à nettoyer,
 - le débit du liquide de rinçage est de préférence d'environ 1,5 litre par minute et par décimètre carré de surface au sol de la cloche,
 - la cloche de rinçage, enfermant le bras porteur des buses est maintenue à une distance fixe par rapport au sol, et est rendue étanche par un joint souple, par exemple en caoutchouc,

frottant légèrement sur la surface poreuse à nettoyer.

8. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon la revendication 7 **caractérisé par** une aspiration annulaire complémentaire au cyclone intérieur de la cloche de rinçage.
9. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon l'une des revendications précédentes **caractérisé en ce que** au moins 1% des bactéries subsistent après rinçage dans les cavités de la couche d'enrobé drainant.
10. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon l'une des revendications précédentes **caractérisé en ce que** les bactéries utilisées sont déterminées en fonction des caractéristiques des colmatants identifiés sur le site à traiter et sont avantageusement du type *pseudomonas*, *moraxella*, *bacillus* seules ou en consortium (associées) à d'autres bactéries qui présentent un fort appétit pour les hydrocarbures.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung von porösen Oberflächen, auch « enrobé drainant » genannt, das im wesentlichen eine erste Phase des Waschens mit einem wässrigen, enzymatisch aktive Bakterien enthaltenden Präparat umfasst, wobei die erste Phase von einer Phase des Spülens und Ansaugens der Flüssigkeit und der Rückstände gefolgt ist, wobei
 - die enzymatisch aktive Bakterien enthaltende Waschflüssigkeit zum Reinigen des inneren Bereichs der porösen Oberfläche bei Umgebungstemperatur ohne Druck oder Bürsten auf der zu reinigenden Oberfläche verteilt wird und in den inneren Bereich der zu reinigenden Oberfläche eindringt, um die sich dort befindenden Rückstände zu lösen, indem die Enzyme der Waschflüssigkeit die Kohlenstoffverbindungen über bio-grenzflächenaktive Stoffe oder natürliche Tenside hydrolisieren,
 - nach Ablauf einer ausreichenden Zeitspanne, damit die Waschflüssigkeit im inneren Bereich ihre Wirkung entfalten und die Rückstände lösen kann, eine Spülflüssigkeit, vorzugsweise Wasser, unter Druck mittels einer Spülglocke mit einem inneren mit Spritzdüsen versehenen Dreharm verteilt wird, wobei die Spritzdüsen mit einem geringen Winkel zu der zu reinigenden Oberfläche angeordnet sind,
 - das Spülwasser und die gelösten Rückstände durch Ansaugen über die Spülglocke zurückgewonnen werden,

- vor der eigentlichen Reinigung bei Bedarf eine Vorbehandlung des äußeren Bereichs der zu reinigenden Oberfläche durchgeführt wird.

2. Verfahren zur Reinigung von porösen Oberflächen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorbehandlung des äußeren Bereichs der porösen Oberfläche darin besteht, auf diesem Bereich mit einem Druck von weniger als 90 Bar und bei einer Temperatur von weniger als 60°C ein Vorwaschmittel zu verteilen und dieses wieder zurückzugewinnen, bei Bedarf nach einer ausreichenden Zeitspanne von ungefähr 15 bis 20 Minuten, damit es seine Wirkung entfalten kann.
3. Verfahren zur Reinigung von porösen Oberflächen nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorwaschmittel aus einer Wasserlösung mit einem Anteil von 0,2% - 1% eines bio-grenzflächenaktiven, aus Bakterien gewonnen, mit einem biologisch zersetzbaren Tensid verbundenen Stoffes, besteht.
4. Verfahren zur Reinigung von porösen Oberflächen nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die enzymatisch aktive und bio-grenzflächenaktive Lösung an Ort und Stelle zubereitet wird.
5. Verfahren zur Reinigung von porösen Oberflächen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** stationäre, in der Nähe der zu reinigenden Oberflächen vorgesehene Reaktionsbehälter eingesetzt werden, wo die Tank- und Verteilungswagen gefüllt werden.
6. Verfahren zur Reinigung von porösen Oberflächen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zu reinigende Oberfläche vor dem Vorwaschen und/oder dem Waschen durch mechanisches Bürsten behandelt wird, falls sich auf der zu reinigenden Oberfläche Materialien angesammelt haben.
7. Verfahren zur Reinigung von porösen Oberflächen nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - die Spülflüssigkeit vorzugsweise mit einem Druck von 200 - 350 Bar, am Ausgang der Speisepumpen gemessen, verteilt wird,
 - die vom inneren Dreharm der Spülglocke getragenen Spritzdüsen vorzugsweise mit einem Winkel von ungefähr 30° zu der zu reinigenden Oberfläche und mit einem Abstand von 40 mm - 60 mm zu der zu reinigenden Oberfläche angeordnet sind,
 - der Durchfluss der Spülflüssigkeit vorzugsweise 1,5 Liter pro Minute pro Quadratdezimeter

- der Bodenfläche unter der Spülglocke beträgt, die Spülglocke mit ihrem inneren die Spritzdüsen tragenden Arm mit einem definierten Abstand zum Boden geführt wird und die Dichtigkeit über einen flexiblen Dichtring, z.B. aus Kautschuk, erzielt wird, der mit leichter Reibung auf der porösen zu reinigenden Oberfläche gleitet.

8. Verfahren zur Reinigung von porösen Oberflächen nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich zu dem im Inneren der Spülglocke stattfindenden Zyklon eine ringförmige Ansaugung vorgesehen ist.

9. Verfahren zur Reinigung von porösen Oberflächen nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Spülvorgang wenigstens 1% der Bakterien in den Hohlräumen im Inneren der Oberfläche zurückbleiben.

10. Verfahren zur Reinigung von porösen Oberflächen nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eingesetzten Bakterien in Abhängigkeit der Eigenschaften der am zu behandelnden Ort festgestellten Verschmutzungsstoffe ausgewählt werden, wobei es sich z.B. um Bakterien des Typs Pseudomonas, Moraxella, Bacillus handelt, die allein oder in Verbindung mit anderen Bakterien eingesetzt werden, welche zur Lösung von Kohlenstoffverbindungen geeignet sind.

Claims

1. A method of cleaning porous surfaces of surfacing known as "pervious macadam", which method essentially comprises a washing stage using an aqueous preparation containing bacteria having enzymatic activity, followed by a stage of rinsing and sucking-up liquids and residues, said method comprising:

- a liquid for washing the deep zone of the porous surface, said liquid being constituted by an aqueous preparation containing bacteria having enzymatic activity with enzymes that hydrolyze hydrocarbons as a result of natural surfactants or of biosurfactants is applied at ambient temperature on the surface to be cleaned merely by being applied without pressure or brushing, and penetrates into the deep zone of the surface to be cleaned to unclog residues therein;
- once sufficient time has elapsed for the deep zone washing liquid to act and unclog the residues, a rinsing liquid, preferably constituted by

pressurized water, is dispensed inside a rinsing bell via a rotary arm carrying ejection nozzles which present a small angle relative to the surface to be cleaned;

- the rinsing liquid and the released residues are recovered by being sucked up by means of the rinsing bell; and
- where necessary, cleaning proper is preceded by pretreating the surface zone only of the surface to be cleaned.

2. A method of cleaning porous surfaces according to claim 1, **characterized in that** pretreatment of the surface zone of the porous surface to be cleaned consists in applying a liquid for prewashing the surface zone of the porous surface at a pressure less than 90 bars and at a temperature less than 60°C, and in recovering said liquid as appropriate after sufficient time has elapsed for it to act, i.e. about at least 5 minutes to 20 minutes.

3. A method of cleaning porous surfaces according to claims 1 and 2, **characterized by** a liquid for prewashing the porous surface, said liquid being obtained by diluting in water, at a concentration of 0.2% to 1%, a biosurfactant complex stemming from bacteria and associated with a biodegradable surfactant.

4. A method of cleaning porous surfaces according to claims 1 to 3, **characterized by** producing enzymatic and biosurfactant solutions in situ.

5. A method of cleaning porous surfaces according to any one of claims 1 to 4, **characterized by** implementing fixed reactors situated near the zones to be cleaned, and filling the transport and application tanks.

6. A method of cleaning porous surfaces according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** prewashing and/or washing can be preceded by mechanical cleaning, by brushing the zone to be treated if it presents accumulations of surface material.

7. A method of cleaning porous surfaces according to any preceding claim, **characterized in that:**

- the pressure at which the rinsing liquid is applied is preferably about 200 bars to 350 bars on leaving the feed pumps;
- the ejection nozzles carried by the rotary arm inside the rinsing bell preferably present an angle of about 30° relative to the surface to be cleaned and are disposed between 40 mm and 60 mm from the surface to be cleaned;
- the flow rate of the rinsing liquid is preferably about 1.5 liters per minute and per square dec-

imeter of the bell ground area;
the rinsing bell containing the nozzle-carrier
arm is held at a fixed distance from the ground,
and is sealed by a flexible gasket, e.g. made of
rubber, that rubs slightly against the porous sur- 5
face to be cleaned.

8. A method of cleaning porous surfaces according to
claim 7, **characterized by** annular suction in addi- 10
tion to the internal cyclone of the rinsing bell.

9. A method of cleaning porous surfaces according to
any preceding claim, **characterized in that**, after
rinsing, at least 1% of the bacteria survive in the
cavities of the draining tarmac. 15

10. A method of cleaning porous surfaces according to
any preceding claim, **characterized in that** the
bacteria used are determined as a function of the
characteristics of the clogging materials identified 20
on the site to be treated and are advantageously of
the pseudomonas, moraxella, or bacillus type alone
or in concert with (in associated with) other bacteria
which have a large appetite for hydrocarbons. 25

30

35

40

45

50

55