

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 587 921

②1 N° d'enregistrement national : **85 14478**

⑤1 Int Cl⁴ : B 08 B 9/04; C 23 F 11/09.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30 septembre 1985.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 14 du 3 avril 1987.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : TREST « JUZHVODOPROVOD ». — SU.

⑦2 Inventeur(s) : V. V. Shishkin, D. N. Cherebedov, N. F. Kryazhevskikh, V. P. Panchenko, Y. P. Sushkov, E. G. Lukin, P. G. Sokol, A. I. Chernyai, V. I. Kapralova et L. S. Sulekova.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Z. Weinstein.

⑤4 Procédé de nettoyage de la surface intérieure d'une conduite pour en éliminer les dépôts et d'application sur ladite surface d'un revêtement protecteur.

⑤7 L'invention concerne l'exploitation des réseaux à grand débit et des réseaux distributeurs à conduites en acier sous pression ou à écoulement libre.

Le procédé faisant l'objet de l'invention, est du type comprenant l'élimination des produits de dépôt de ladite surface et son traitement par une solution d'inhibiteur de corrosion destiné à former un revêtement sur la surface de ladite conduite, suivi d'un traitement par une solution d'inhibiteur destinée à préserver le revêtement, et est caractérisé en ce que l'on effectue le nettoyage de la surface intérieure de la conduite par des jets de liquide qui créent une différence de pression entre la base des produits de dépôt et leur surface, en éliminant ainsi la couche principale des dépôts, et on imprègne en même temps la couche restante de produits de dépôts par une solution d'inhibiteur de corrosion destinée à former le revêtement et contenue dans ledit liquide, ou bien on la traite.

FR 2 587 921 - A1

La présente invention concerne l'exploitation des réseaux à grand débit et des réseaux distributeurs à conduites en acier sous pression ou à écoulement libre, et a notamment pour objet un procédé de protection de la surface intérieure des conduites contre les dépôts et d'application à ladite surface d'un revêtement protecteur, qui est utilisé dans l'adduction d'eau aux circuits de bonification des sols, pour l'alimentation en eaux industrielles, pour l'alimentation des communes notamment en eau potable, de même que dans les réseaux de chauffage urbain et dans les conduites destinées à l'adduction d'eau aux puits de pétrole et de gaz.

Le procédé revendiqué peut être utilisé aussi bien pour les réparations des conduites en fonctionnement que pour la protection des conduites en construction.

On connaît à l'heure actuelle des procédés variés pour le nettoyage de la surface intérieure de conduites afin d'en éliminer les dépôts qui s'y sont formés. Toutefois, ils ne permettent pas, en résolvant le problème du nettoyage, de résoudre le problème d'une protection fiable du tube contre la corrosion au moment du nettoyage.

Ainsi, on connaît déjà un procédé de nettoyage avec un élément de protection de la conduite contre une pollution ultérieure, dans lequel on forme la couche protectrice au cours du nettoyage même, par élimination des excédents de dépôts et compactage de la couche restante, étant entendu que l'on effectue toutes les opérations par voie mécanique (certificat d'auteur URSS N° 1 018 729, classe int. B08 B 17/00, 1982). Toutefois, ce procédé n'entrave pas le développement de la corrosion par piqûres qui détruit la conduite, car les foyers de ladite corrosion se maintiennent dans la couche compactée qui s'est formée.

Dans la pratique mondiale, le procédé le plus connu dans ce domaine est le procédé hydromécanique de nettoyage

d'une conduite, qui consiste à déplacer dans la conduite, sous l'effet d'une pression différentielle d'eau, un appareil autonome de curage. Dans ce cas, en utilisant une partie de l'eau qui traverse l'appareil, on élimine les dépôts détachés des parois par les éléments coupants de l'appareil (certificat d'auteur URSS N° 856 599, cl. int. B08 B 9/04, 1976).

Suivant ce procédé, le curage de la conduite se fait jusqu'au métal, mais sa qualité est insuffisante pour l'application d'un revêtement anticorrosif étant donné que dans les retassures et les pores de la surface de la conduite demeurent une partie des dépôts corrosifs, ce qui entraîne par la suite le développement d'une corrosion par piqûres. En outre, les défauts de la surface de la conduite, apparus sous l'effet de l'appareil, ont pour conséquence le fait que la surface non protégée, nettoyée jusqu'au métal, commence à donner lieu immédiatement à une corrosion active. En outre, au cours du nettoyage, on enlève une partie du métal des conduites.

La formation d'une couche protectrice à la surface débarrassée des dépôts est possible par des procédés variés. On connaît notamment un procédé de traitement de la surface nettoyée par une solution d'inhibiteur de corrosion (polyphosphate de sodium) d'une haute concentration (75 mg/l de P_2O_5) pendant 6 jours, après quoi on alimente additionnellement et constamment la couche protectrice formée en une solution diluée (5 mg/l de P_2O_5) de polyphosphate de sodium (V.A. Klyachko, I.E. Apeltsin, "L'épuration des eaux naturelles", Moscou, Editions Stroiizdat, 1971, pp. 507-512).

Toutefois, un inhibiteur de ce genre ne convient pas pour la protection des conduites d'eau potable étant donné que le polyphosphate de sodium est introduit de façon permanente pour l'alimentation d'appoint au cours de l'exploitation de la conduite et sa dose dépasse les

normes tolérées pour l'eau potable. Sans l'alimentation
d'appoint permanente en inhibiteur, le revêtement formé
serait rapidement détruit. Il convient de maintenir
en permanence dans la conduite des rapports déterminés
5 entre le calcium et les polyphosphates de sodium, sans
quoi les polyphosphates de sodium risqueraient de
provoquer la corrosion.

Aucun des procédés connus de protection chimique
des conduites contre la corrosion ne permet de
10 protéger longtemps et de façon sûre les conduites d'eau
potable et ne crée un revêtement protégé durable.

On s'est donc proposé de créer, par modification des
opérations technologiques, un procédé capable de réaliser
simultanément l'élimination des dépôts de la surface
15 intérieure de la conduite et l'application d'un
revêtement protecteur doué d'une longévité et d'une
stabilité (résistance) élevées.

La solution à ce problème consiste en ce que, dans
le procédé d'élimination des dépôts de la surface intérieure
20 d'une conduite et d'application sur ladite surface d'un
revêtement protecteur, comprenant l'élimination des
produits de dépôt de ladite surface et son traitement
par une solution d'inhibiteur de corrosion qui forme
un revêtement à la surface de la conduite, avec
25 traitement subséquent par une solution d'inhibiteur
préservant ledit revêtement, suivant l'invention on
effectue le nettoyage de la surface intérieure de la
conduite par des jets de liquide qui créent une différence
de pression (perte de charge) entre la base des produits
30 de dépôt et leur surface, en éliminant ainsi la couche
principale des dépôts, et, simultanément, on imprègne la
couche restante des produits de dépôt par la solution
d'inhibiteur de corrosion qui est contenue dans ledit
liquide afin d'en former un revêtement, ou par une
35 solution activant la corrosion avec traitement subséquent de
la couche par la solution d'inhibiteur de corrosion formant

le revêtement.

Il est préférable de créer une différence de pression (perte de charge) comprise dans une palme de 0,2 à 1,25 MPa.

5 Les jets de liquide qui créent une différence de pression de 0,2 à 1,25 MPa entre la base des dépôts et leur surface éliminent la masse principale des dépôts, laissant sur la paroi les produits de corrosion les plus durs, les plus difficiles à mettre en solution et présentant une forte adhérence à la surface de la
10 conduite (couche de dépôts d'une épaisseur de 1 à 5 mm). Grâce à ladite différence de pression, à partir des retassures et des pores de cette couche (résultant de l'attaque par la corrosion) sont aspirés des produits
15 sous forme schlammeuse résultant de la corrosion, et les pores libérés sont aussitôt remplis de solution d'inhibiteur qui forme une couche protectrice dense par réactions chimiques avec les corps constituant les dépôts et obturant les pores.

20 Au cours du nettoyage, il ne se produit pas une mise à nu ou des endommagements de la surface de la conduite, et à la base de la couche de dépôts restante, il se forme, grâce aux inhibiteurs, une couche protectrice, stable (résistante) et durable.

25 Avant le nettoyage de la surface intérieure de la conduite il est recommandé de la traiter par une composition qui abaisse la résistance mécanique des produits de dépôt, ladite composition étant une solution aqueuse de chlore d'une concentration en chlore de
30 5 mg/l, ou par une solution aqueuse de sulfate d'aluminium d'une concentration de 20 mg/l. Dans ce cas il y a activation des processus de corrosion, ce qui assure une séparation en couches des dépôts et un nettoyage plus poussé. En outre il se forme dans les dépôts un excédent
35 d'ions fer qui entrent en action avec l'inhibiteur en

formant des composés difficilement solubles.

Avant son nettoyage, il est avantageux de traiter la surface intérieure de la conduite par un agent convertisseur de rouille. On utilise en tant qu'agent de ce genre une dispersion de polyvinylacétate ou une dispersion de latex de méthylvinylcératine. Dans ce cas, il y a augmentation de l'adhérence des dépôts à la paroi de la conduite et il se forme une couche de dépôts avec un grand nombre de pores qui, par la suite, sont comblés par divers inhibiteurs. En tant qu'inhibiteurs de corrosion formant un revêtement il est préférable d'utiliser une solution aqueuse d'un alliage d'aluminium de composition suivante (% en poids): magnésium 0,1 à 1,0; gallium 0,1 à 3,5; aluminium, complément à 100%, ou bien une solution aqueuse de polyphosphate de sodium, de silicate de sodium et d'acide phosphorique pris dans les rapports de 2/1/1, respectivement, ou encore une solution aqueuse de polyphosphate et de silicate de sodium pris dans un rapport de 10/1, ou encore une solution aqueuse de ciment. Ces solutions d'inhibiteurs de corrosion forment avec les éléments contenus dans les dépôts et dans l'eau des composés capables d'augmenter fortement de volume (de se gonfler), comblant ainsi les pores de la couche de dépôts restante et garantissant de ce fait la formation d'une couche protectrice compacte.

En tant que solution activant la corrosion on utilise de préférence une solution de chlore, d'acide phosphorique ou de sulfate d'aluminium. L'imprégnation de la couche restante de dépôts par la solution activant la corrosion contribue à l'évacuation des produits sous forme schlammeuse des pores et des retassures mis à nus pendant le nettoyage.

Au cours du nettoyage de la surface intérieure de la conduite, il est avantageux d'introduire dans les jets de liquide du polyacrylamide à raison de 2 à 100 mg/l.

L'introduction de polyacrylamide dans les jets de liquide renforce leur action hydrodynamique sur les dépôts et permet de réaliser une diminution de la pression d'eau dans les conduites, ce qui rend possible une augmentation de la longueur de la conduite pouvant être nettoyée en une seule opération, ainsi que le nettoyage de conduites de petit diamètre (jusqu'à 100 mm) qui, actuellement, ne sont pas soumises au curage étant donné que la pression du fluide de travail nécessaire pour leur nettoyage dépasse la valeur tolérée au point de vue de la résistance mécanique des conduites.

On effectue le nettoyage de la surface intérieure de la conduite et l'imprégnation de la couche restante de dépôts par une solution d'inhibiteur de corrosion destinée à former le revêtement, ou par une solution activant la corrosion avec traitement subséquent de la couche par une solution d'inhibiteur de corrosion destinée à former le revêtement, de préférence dans un champ électrique créé à la surface de la conduite et déplacé sur ladite conduite en synchronisme avec les zones de nettoyage et d'imprégnation.

La création d'un champ électrique à la surface de la conduite, avec sondage en synchronisme avec la zone de nettoyage et d'imprégnation, intensifie le processus de formation d'un revêtement protecteur, d'une part, grâce à une électro-activation de l'eau et à un accroissement de la concentration en ions OH^- dans une couche mince dans la zone de formation du revêtement, et d'autre part, grâce à l'apparition de processus de dépôt électrophorétique du calcium, du magnésium, de l'aluminium contenus dans l'eau naturelle ou bien introduits artificiellement et qui forment avec le fer des composés hydratés stables.

Comme solution d'inhibiteur préservant le revêtement, il est avantageux d'utiliser une solution aqueuse de

polyphosphate de sodium, d'une concentration ne dépassant pas 3 mg/l, ou un mélange de celle-ci avec de l'ammoniaque ou du gaz carbonique, le polyphosphate de sodium étant dans ce cas soumis à une dépolymérisation partielle avec formation de polycomposés contenant un nombre d'atomes de phosphore ne dépassant pas 6, et on procède au traitement par ladite solution d'inhibiteur jusqu'à une teneur en fer de l'eau, au point final de la conduite d'eau, de 0,1 à 0,15 mg/l. Le traitement par ladite solution d'inhibiteur destiné à préserver le revêtement assure la formation de composés difficilement solubles au sein du revêtement protecteur. Le mécanisme de la formation desdits composés se ramène au fait qu'en présence, dans l'eau, de petites doses de polyphosphate de sodium, celui-ci subit une hydrolyse avec formation d'ions orthophosphate qui, avec les ions fer, forment des composés difficilement solubles. L'addition à la solution d'ammoniaque ou de gaz carbonique active les phénomènes de corrosion, augmente le nombre d'ions fer nécessaires à la formation du revêtement. Une dépolymérisation partielle du polyphosphate de sodium assure pour les réactions une quantité suffisante d'ions orthophosphate. Pour préserver (protéger) la couche protectrice (pour son alimentation d'appoint) on utilise une solution de polyphosphate de sodium d'une concentration ne dépassant pas 3 mg/l, ce qui ne dépasse pas les normes de teneur en polyphosphate des eaux potables et permet de l'employer pour la protection chimique des canalisations d'eau potable. Le traitement des conduites d'eau par l'inhibiteur en faibles concentrations conduit à la formation de produits de réaction entre le polyphosphate de sodium et le fer et non avec le calcium.

Du fait de la formation de composés difficilement solubles au cours de l'alimentation d'appoint, le revêtement formé devient de plus en plus résistant (stable), et lorsque l'alimentation d'appoint cesse (après que la teneur de l'eau en fer ait atteint 0,1 à 0,15 mg/l), il conserve une action prolongée (qui dure 2 ans ou même davantage).

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un mode non limitatif de réalisation de l'invention.

Le procédé revendiqué est mis en oeuvre de la manière suivante.

On introduit dans la conduite l'appareil de nettoyage qui, de pair avec le nettoyage de la surface intérieure de la conduite, forme le revêtement protecteur.

On effectue le nettoyage de la surface intérieure de la conduite par des jets de liquide qui créent une différence de pression (perte de charge) de la base des produits de dépôt à leur surface, de préférence entre 0,2 et 1,25 MPa. Grâce à cette différence de pression, les dépôts sont partiellement séparés (détachés) de la surface à nettoyer en abandonnant sur les parois une couche de dépôts composés de fractions solides. On élimine des pores des dépôts demeurés sur la paroi de la conduite, au moyen de l'appareil de nettoyage, les produits sous forme schlammeuse et l'eau. Simultanément avec cette opération, on remplit les pores des dépôt d'un inhibiteur identique à celui contenu dans les jets de liquide et qui réagit avec les produits de dépôts et les réactifs qui se trouvent dans l'eau, en formant des composés difficilement solubles qui obturent de façon étanche les pores des dépôts et créent ainsi un revêtement protecteur. Avant l'élimination des dépôts

de la conduite et la formation à sa surface d'un revêtement protecteur, il est possible de traiter les dépôts par une composition qui abaisse leur résistance mécanique et leur adhérence à la paroi de la conduite.

5 On utilise en tant que solution une solution aqueuse de chlore d'une concentration de 5 mg/l ou une solution aqueuse de sulfate d'aluminium d'une concentration de 20 mg/l. La réduction de la résistance mécanique diminue le nombre de défauts de la structure du métal, ce qui
10 conduit à une augmentation sensible de la tenue à la corrosion de la conduite. Afin d'augmenter la longévité des revêtements protecteurs créés, on traite la surface de la conduite, avant le nettoyage et la formation du revêtement protecteur, par un convertisseur (transformateur) de
15 rouille, ledit convertisseur étant de préférence une dispersion de polyvinylacétate ou une dispersion de latex de méthylvinylcératine.

Dans ce cas, l'adhérence des dépôts à la paroi de la conduite augmente et il se forme une couche de dépôts
20 comportant un grand nombre de pores, lesdits pores étant comblés par la suite par des inhibiteurs variés.

De préférence, on utilise comme inhibiteur de corrosion pour la formation du revêtement protecteur, une solution aqueuse d'un alliage d'aluminium de composition
25 suivante (% en poids): magnésium 0,1 à 1, gallium 0,1 à 3,5, aluminium, le complément à 100%; ou bien une solution aqueuse de polyphosphate de sodium, de silicate de sodium et d'acide phosphorique pris dans des rapports de 2/1/1, respectivement, ou encore une solution aqueuse
30 de polyphosphate et de silicate de sodium dans le rapport de 10/1, ou encore une solution aqueuse de ciment.

Pour mieux évacuer les produits sous forme schlammeuse des pores et des retassures mis à nu au
cours du nettoyage, il est avantageux, avant d'effectuer
35 l'imprégnation de la couche restante de dépôts, de le traiter par une solution activant la corrosion, comme,

par exemple, une solution aqueuse de chlore ou d'acide phosphorique ou de sulfate d'aluminium.

5 Lors du nettoyage de la surface intérieure de la conduite, afin d'accroître l'effet hydrodynamique sur les dépôts et pour assurer l'abaissement de la pression d'eau dans la conduite, il est avantageux d'introduire dans les jets de liquide du polyacrylamide à raison de 2 à 100 mg/l.

10 Pour améliorer la qualité du revêtement protecteur et prolonger sa longévité de 1,5 à 2 fois, il est avantageux d'effectuer l'introduction de l'inhibiteur dans les pores des dépôts à travers un champ électrique dans lequel les ions et les molécules de l'inhibiteur sont activés et forment essentiellement des composés avec
15 les ions fer. La consommation d'inhibiteur baisse, dans ce cas, car les ions de l'inhibiteur s'introduisent plus efficacement dans les pores des dépôts. Dans ce cas, sans formation de composés intermédiaires, il se forme des composés ortho-phosphate avec des ions fer. Pour
20 créer une couche protectrice plus sûre et pour éliminer la corrosion de la conduite, avant d'introduire le polyphosphate de sodium dans la conduite il est avantageux de la soumettre à une dépolymérisation partielle avec formation de polycomposés à nombre d'atomes de phosphore
25 ne dépassant pas 6.

Après avoir effectué le nettoyage et appliqué la couche protectrice, ou bien au cours de l'exploitation de la conduite, lors d'une augmentation de la teneur en fer de l'eau véhiculée par la conduite, ladite teneur
30 dépassant 0,2 mg/l, on effectue le traitement du revêtement appliqué par une solution d'inhibiteur préservant ledit revêtement, de préférence une solution aqueuse de polyphosphate de sodium d'une concentration ne dépassant pas 3 mg/l, par un mélange de celle-ci avec de l'ammoniaque
35 ou du gaz carbonique, ou par du silicate de sodium.

On continue ce traitement jusqu'à ce que la teneur en fer de l'eau véhiculée par la conduite atteigne, au point final de la conduite, une valeur de 0,1 à 0,15 mg/l.

5 Le procédé revendiqué permet de débarrasser simultanément les dépôts des conduites qui ont été en service et d'appliquer un revêtement protecteur doué de résistance mécanique et de longévité, pendant 3 à 5 ans. Pour rétablir le revêtement protecteur, 10 il suffit d'utiliser de très faibles quantités d'inhibiteur. La consommation d'inhibiteur est réduite de 4 à 6 fois.

Plusieurs exemples concrets mais non limitatifs de réalisation de l'invention sont décrits ci-après.

15 Exemple 1.

On élimine les dépôts d'une conduite en acier de 500 mm de diamètre et d'une longueur de 100 km. On admet par cette conduite, pendant 10 ans, de l'eau potable. Sur la paroi de la conduite il y a une couche 20 continue de dépôts d'une épaisseur de 20 à 35 mm. La teneur en fer de l'eau au point final de la conduite est de 180 mg/l.

On introduit dans la conduite, à travers une chambre de lancement, un appareil de nettoyage, ensuite 25 on refoule dans la cavité de la conduite une solution aqueuse d'inhibiteur (polyphosphate de sodium) d'une concentration de 50 mg/l en P_2O_5 , qui déplace l'appareil le long de la conduite. L'appareil enlève la couche de dépôts et forme un revêtement à la surface de la conduite 30 par imprégnation de la couche restante de dépôts.

Le long de la conduite, à une distance de 1 km, on installe dans sa paroi supérieure des capteurs piézoélectriques qui communiquent avec la cavité formée par la paroi de la conduite et les dépôts, et on mesure 35 la pression dans les dépôts.

Après que l'appareil de nettoyage ait parcouru 25 km le long de la conduite, on cesse l'admission de l'inhibiteur dans la conduite on n'y refoule que de l'eau. En modifiant la pression de la solution aqueuse d'inhibiteur ou de l'eau dans la cavité de la conduite
5 située en aval de l'appareil de nettoyage, on fait varier la pression dans les dépôts et au-dessus d'eux dans les limites de 0,2 et 1,25 MPa (à titre de comparaison, on a effectué des essais sous une pression
10 de 0,1 MPa et de 1,3 MPa). On modifie la pression dans les dépôts et au-dessus d'eux en agissant sur les dépôts par des jets qui s'écoulent à travers les fentes du dispositif.

Après l'arrivée de l'appareil dans la chambre de
15 réception, on l'extrait de la conduite. On met hors pression les capteurs piézoélectriques. Ensuite on abandonne la conduite avec les restes d'inhibiteur pendant 6 heures. On lave la conduite jusqu'à ce que la concentration de l'eau en polyphosphate de sodium
20 devienne égale à 3,5 mg/l calculé en P_2O_5 . Ensuite on admet par la conduite l'eau destinée à l'usager et on y ajoute 1 mg/l de polyphosphate de sodium calculé en P_2O_5 .

Au cours de l'admission de l'eau destinée à
25 l'usager, on détermine chaque jour, au point final de la conduite, la teneur de l'eau en fer dissous. Après 1,5 an, la teneur de l'eau en fer dissous atteint 0,1 à 0,15 mg/l. On cesse l'admission de l'inhibiteur dans la conduite. Aux endroits où les capteurs piézo-
30 électriques sont installés sur la conduite, on découpe des échantillons dans la paroi de celle-ci.

On revêt les surfaces non travaillantes des échantillons d'un mastic protecteur. On place les échantillons dans une unité de banc à travers laquelle
35 on envoie de l'eau potable à la vitesse de 0,5 m/s. La vitesse de corrosion en mm par an est déterminée par des

courbes cinétiques, la vitesse de passage des ions fer dans l'eau est déterminée colorimétriquement.

Les résultats des essais sont résumés dans le Tableau 1 ci-dessous.

5

Tableau 1

N°N°	Différence de pression (perte de charge) dans les dépôts au cours du nettoyage et de l'application du revêtement, MPa	Vitesse de corrosion de l'échantillon, mm/an	Durée d'action du revêtement, jours	Critères visuels de la surface protégée
1	2	3	4	5
1	0,1	0,5	24	A la surface, la couche de dépôts a une épaisseur de 8 à 10 mm, les dépôts sont friables
2	0,2	0,2	180	A la surface, la couche de dépôts est brun-clair et son épaisseur est de 3 à 5 mm, les dépôts sont compacts

Tableau 1 (suite)

1	2	3	4	5
3	0,3 - 1,25	0,15 - 0,25	250 680	A la surface, la couche de dépôts est brun-foncé
4	1,3	0,3	40	A la surface, la pellicule est de couleur foncée. Les dépôts ont été entièrement éliminés de la paroi de la conduite et même des pores et des retassures du métal.

Exemple 2.

On débarrasse des dépôts et on protège contre la corrosion une conduite d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1. Toutefois, avant la mise en marche de l'appareil, on pompe devant lui (en aval de l'appareil, le long de la conduite, de l'eau contenant une dose de chlore de 5 mg/l.

On effectue les travaux en présence d'une différence de pression (perte de charge) optimale dans les dépôts et au-dessus d'eux égale à 0,8 MPa.

D'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1, on soumet les échantillons à des essais. Les résultats des essais sont réunis dans le Tableau 2 ci-dessous.

Exemple 3.

On effectue le nettoyage et l'application du revêtement protecteur sur la conduite, ainsi que les essais des échantillons au point de vue de la corrosion, d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1.

Avant de procéder au nettoyage, on traite la conduite par une solution aqueuse de sulfate d'aluminium à une dose

de 20 mg/l en Al^{+++} . La différence de pression (la perte de charge) dans les dépôts et au-dessus d'eux est égale à 0,8 MPa. Les résultats des essais sont réunis dans le Tableau 2 ci-après.

5 Exemple 4.

On effectue le nettoyage et l'application du revêtement protecteur de la conduite, ainsi que les essais des échantillons au point de vue de la corrosion d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1.

10 Avant le nettoyage, on traite la conduite par une solution aqueuse d'une dispersion de polyvinylacétate d'une concentration de 50 mg/l.

La différence de pression dans les dépôts et au-dessus d'eux est de 0,8 MPa. Les résultats des essais sont réunis dans le Tableau 2 qui suit.

Tableau 2

N°N° d'ordre de l'exemple	Vitesse de corrosion des échantillons, mm/an	Durée d'action du revêtement protecteur, jours
20 2	0,09	600
3	0,08	650
4	0,06	720

Exemple 5.

25 On effectue le nettoyage et l'application du revêtement protecteur, ainsi que les essais des échantillons, d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1, mais en utilisant comme solution d'inhibiteur destiné à former le revêtement une solution aqueuse d'un alliage d'aluminium de composition

30 suivante (% en poids) :

magnésium	0,5
gallium	3,0
aluminium, le complément	à 100%

La teneur en aluminium de la solution est de 40 mg/l calculé en Al^{+++} . La différence des pressions est maintenue à 0,8 MPa.

5 Les résultats des essais des échantillons sont réunis dans le Tableau 3 ci-dessous.

Exemple 6.

10 On effectue le nettoyage et l'application du revêtement protecteur, ainsi que les essais des échantillons, d'une façon analogue à celle qui a été décrite dans l'exemple 1, mais en utilisant comme solution d'inhibiteur pour la formation du revêtement une solution aqueuse d'un mélange de polyphosphate de sodium, de silicate de sodium et d'acide phosphorique pris dans les rapports de 2/1/1, respectivement.

15 La concentration de la solution aqueuse en polyphosphate de sodium est de 30 mg/l calculé en P_2O_5 .

La différence de pression créée dans les dépôts est égale à 0,8 MPa. Les résultats des essais des échantillons sont réunis dans le Tableau 3 qui suit.

20 Exemple 7.

25 On effectue le nettoyage et l'application du revêtement protecteur sur les conduites, ainsi que les essais de corrosion des échantillons, d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1, mais on utilise comme inhibiteur pour la formation du revêtement une solution aqueuse de polyphosphate et de silicate de sodium dans le rapport de 10/1.

30 La concentration de la solution en polyphosphate de sodium est égale à 25 mg/l calculé en P_2O_5 . On crée dans les dépôts une différence de pression égale à 0,8 MPa. Les résultats des essais sont réunis dans le Tableau 3 qui suit.

Exemple 8.

35 On effectue le nettoyage et l'application du revêtement protecteur, ainsi que les essais des échantillons, d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1,

mais en utilisant comme solution d'inhibiteur pour la formation du revêtement une solution de ciment Portland à une dose de 30 g/l. On crée dans les dépôts une différence de pression égale à 0,8 MPa. Les résultats des essais des échantillons sont réunis dans le Tableau 3 qui suit.

Tableau 3

N°N° d'ordre des exemples	Vitesse de corrosion des échantillons, mm/an	Durée d'action du revêtement, jours
5	0,05	850
6	0,05	790
7	0,07	750
8	0,08	910

Exemple 9.

On effectue le nettoyage de la conduite et l'application d'un revêtement protecteur, ainsi que les essais des échantillons, d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1. En outre, en amont de l'appareil, on installe dans la conduite un deuxième appareil et on remplit l'espace entre eux d'une solution activant la corrosion, consistant en une solution aqueuse de chlore d'une concentration de 7 mg/l. On remplit la conduite de cette solution sur une longueur de 15 km.

On crée dans les dépôts une différence de pression égale à 0,8 MPa.

Les résultats des essais des échantillons sont réunis dans le Tableau 4 qui suit.

Exemple 10.

On effectue le nettoyage de la conduite et l'application d'un revêtement sur celle-ci, ainsi que les essais des échantillons, d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1.

En outre, en amont de l'appareil, on installe dans la conduite un deuxième appareil et on remplit l'espace entre eux d'une solution activant la corrosion, consistant en une solution aqueuse de sulfate d'aluminium à une dose de 25 mg/l en Al^{+++} , et on remplit la conduite de cette solution sur une longueur de 20 km.

On crée une différence de pression de 0,8 MPa, les résultats des essais des échantillons sont réunis dans le Tableau 4 qui suit.

Exemple 11.

On nettoie la conduite, on applique le revêtement protecteur et on procède aux essais des échantillons d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1.

En outre, on introduit en amont de l'appareil un deuxième appareil et on remplit l'espace entre lesdits appareils d'une solution activant la corrosion, à savoir une solution aqueuse d'acide phosphorique d'une concentration de 15 mg/l en phosphore.

On effectue le remplissage de la conduite avec ladite solution sur une longueur de 10 km. On crée dans les dépôts une différence de pression égale à 0,8 MPa. Les résultats des essais des échantillons sont indiqués dans le Tableau 4 qui suit.

Tableau 4

N°N° d'ordre des exemples	Vitesse de corrosion des échantillons, mm/an	Durée d'action du revêtement protecteur, jours
9	0,07	820
10	0,07	890
11	0,06	940

Exemple 12.

On nettoie la conduite, on applique le revêtement protecteur et on effectue les essais des échantillons d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1.

5 On crée dans les dépôts une différence de pression égale à 0,8 MPa.

A la différence de l'exemple 1, après le nettoyage et l'application du revêtement protecteur, on traite en outre la conduite, au cours de l'exploitation, par de l'ammoniaque à une dose de 0,3 mg/l.

10 Les résultats des essais des échantillons sont réunis dans le Tableau 5 qui suit.

Exemple 13.

On nettoie la conduite, on applique le revêtement protecteur et on effectue les essais des échantillons d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1. On crée dans les dépôts une différence de pression, égale à 0,8 MPa. A la différence de l'exemple 1, lors du traitement du revêtement (au cours de l'exploitation de la conduite) par une solution aqueuse de polyphosphate de sodium, on y introduit en outre du gaz carbonique à la dose de 3 mg/l.

20 Les résultats des essais des échantillons sont réunis dans le Tableau 5 qui suit.

25 Exemple 14.

On nettoie la conduite, on applique le revêtement protecteur et on effectue les essais de corrosion des échantillons d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1.

30 A la différence de l'exemple 1, on soumet le polyphosphate de sodium utilisé en tant qu'inhibiteur de corrosion créant le revêtement et en tant qu'inhibiteur le préservant, à une dépolymérisation partielle avec formation de polycomposés à nombre d'atomes de phosphore ne dépassant

pas 6. A cet effet, on fait passer la solution aqueuse de polyphosphate de sodium à travers un condensateur aux armatures duquel on fait varier périodiquement la polarité. Les résultats des essais des échantillons sont réunis dans le Tableau 5 qui

5

suit.

Exemple 15.

On nettoie la conduite, on effectue l'application du revêtement protecteur et les essais de corrosion des échantillons d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1. On crée dans les dépôts une différence de pression égale à 0,8 MPa.

10

A la différence de l'exemple 1, après le nettoyage et l'application du revêtement, on poursuit le traitement du revêtement par une solution aqueuse de polyphosphate jusqu'à ce que la teneur de l'eau en fer soit inférieure à 0,15 mg/l. Ensuite on cesse le traitement du revêtement par le polyphosphate de sodium.

15

Les résultats des essais sont réunis dans le Tableau 5.

20

Tableau 5

	N°N° d'ordre des exemples	Vitesse de corrosion échantillons, mm/an	Durée d'action du revêtement, jours
25	12	0,05	980
	13	0,04	1050
	14	0,05	1200
	15	0,04	1550

Exemple 16.

30

On nettoie la conduite, on applique le revêtement protecteur et on effectue les essais de corrosion des échantillons d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1.

A la différence de l'exemple 1, on introduit dans la solution aqueuse d'inhibiteur pompée dans la cavité de la conduite en aval de l'appareil, du polyacrylamide à une dose de 50 mg/l. La différence de pression dans les dépôts est de 0,8 MPa. L'introduction du polyacrylamide réduit de 40% la pression nécessaire en aval de l'appareil. Pour créer dans les dépôts une différence de pression égale à 0,8 MPa, on crée en aval de l'appareil une pression égale à 1,4 MPa; du fait de l'introduction du polyacrylamide, cette pression diminue jusqu'à 0,94 MPa.

Exemple 17.

On nettoie la conduite, on applique le revêtement protecteur et on effectue les essais de corrosion des échantillons d'une façon analogue à celle décrite dans l'exemple 1, mais avec cette différence que, à l'aide d'un dispositif (appareil), on crée près de la paroi de la conduite un champ électrique d'une densité de 10 mA/dm².

On crée dans les dépôts une différence de pression égale à 0,8 MPa.

L'utilisation dudit champ électrique permet de réduire la quantité d'inhibiteur de 40%; par ailleurs, la vitesse de corrosion des échantillons est de 0,04 mm/an, et la durée d'action du revêtement protecteur est égale à 1850 jours.

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

=====

1. Procédé de nettoyage de la surface intérieure d'une conduite pour en éliminer les dépôts et d'application sur ladite surface d'un revêtement protecteur, du type comprenant l'élimination des produits de dépôt de ladite surface et son traitement par une solution d'inhibiteur de corrosion destiné à former un revêtement sur la surface de ladite conduite, suivi d'un traitement par une solution d'inhibiteur destinée à préserver le revêtement, caractérisé en ce que l'on effectue le nettoyage de la surface intérieure de la conduite par des jets de liquide qui créent une différence de pression entre la base des produits de dépôt et leur surface, en éliminant ainsi la couche principale des dépôts, et on imprègne en même temps la couche restante de produits de dépôts par une solution d'inhibiteur de corrosion destinée à former le revêtement et contenue dans ledit liquide, ou bien on la traite par une solution activant la corrosion, avec imprégnation subséquente de la couche par la solution d'inhibiteur de corrosion formant le revêtement.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la différence de pression créée dans les dépôts est comprise dans la plage de 0,2 à 1,25 MPa.

3. Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, avant le nettoyage, on traite la surface intérieure de la conduite par une composition qui abaisse la résistance mécanique des produits de dépôt et en qualité de laquelle on emploie une solution aqueuse de chlore d'une concentration de 5 mg/l ou une solution aqueuse de sulfate d'aluminium d'une concentration de 20 mg/l.

4. Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, avant le nettoyage, on traite la surface intérieure de la conduite par un convertisseur de rouille en qualité duquel on utilise
5 une dispersion de polyacétate de vinyle ou une dispersion de latex de méthylvinylcératine.

5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, comme solution d'inhibiteur de corrosion pour la formation d'un revêtement protecteur,
10 on utilise une solution de polyphosphate de sodium d'une concentration de 0,5 à 3,5 mg/l, calculée en P_2O_5 , une solution d'un alliage d'aluminium de composition suivante (% en poids):

15	magnésium	0,1 à 1,
	gallium	0,1 à 3,5,
	aluminium, le complément à 100%	

ou une solution aqueuse de polyphosphate de sodium, de silicate de sodium et d'acide phosphorique dans un rapport de 2/1/1, respectivement, ou une solution
20 aqueuse de polyphosphate et de silicate de sodium dans un rapport de 10/1, ou une solution aqueuse de ciment.

6. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'en tant que solution
25 activant la corrosion on utilise une solution aqueuse de chlore, d'acide phosphorique ou de sulfate d'aluminium.

7. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que, lors du nettoyage de la surface intérieure de la conduite, on introduit dans les jets
30 de liquide du polyacrylamide à raison de 2 à 100 mg/l.

8. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'on effectue le nettoyage de la surface intérieure de la surface de la conduite et l'imprégnation de la couche restante de dépôts par une
35 solution d'inhibiteur de corrosion qui forme le revêtement

protecteur, ou bien par une solution d'activation de la corrosion avec traitement subséquent de la couche par une solution d'inhibiteur de corrosion formant revêtement, dans un champ électrique créé à la surface de la conduite et déplacé le long de celle-ci en synchronisme avec les zones de nettoyage et d'imprégnation.

5
10
15
9. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'en tant que solution d'inhibiteur préservant le revêtement on utilise une solution aqueuse de polyphosphate de sodium d'une concentration ne dépassant pas 3,5 mg/l, en soumettant alors le polyphosphate de sodium à une dépolymérisation partielle avec formation de polycomposés à nombre d'atomes de phosphore ne dépassant pas 6.

20
10. Procédé suivant la revendication 9, caractérisé en ce qu'en tant que solution d'inhibiteur préservant le revêtement, on utilise un mélange de ladite solution aqueuse de polyphosphate de sodium et d'ammoniaque.

11. Procédé suivant la revendication 9, caractérisé en ce qu'en tant que solution d'inhibiteur préservant le revêtement, on utilise un mélange de ladite solution aqueuse de polyphosphate de sodium et de gaz carbonique.

25
12. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que ledit traitement par ladite solution d'inhibiteur préservant le revêtement est effectué jusqu'à une teneur de l'eau en fer, au point final de la conduite d'eau, de 0,1 à 0,15 mg/l.