

ORGANISATION AFRICAINE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE (O.A.P.I.)

19



11

N° 11280

51 Inter. Cl.⁷

B08B 3/08
B01J 3/00, 27/00
F16L 59/00

12 BREVET D'INVENTION

21 Numéro de dépôt: 1200000015

22 Date de dépôt: 20.01.2000

30 Priorité(s): FR
20.01.1999 N° 99/00584

24 Délivré le: 03.07.2000

45 Publié le: 31 JUIL 2003

73 Titulaire(s):

Société dite : ELF EXPLORATION PRODUCTION
Tour Elf
2 Place de la Coupole
La Défense 6
92400 COURBEVOIE (FR)

72 Inventeur(s): JOUBERT Philippe
34, Avenue de Menival
69005 LYON (FR)

74 Mandataire: CABINET CAZENAVE
B.P. 500
YAOUNDE - Cameroun

54 Titre: Procédé de destruction d'un isolant thermique rigide disposé dans un espace confiné.

57 Abrégé:

Procédé de destruction d'un isolant thermique rigide, en particulier obtenu par un procédé du type sol-gel, et disposé dans un espace confiné, le procédé comportant l'étape d'introduire dans l'espace confiné un liquide dissolvant afin de transformer l'isolant en une phase liquide.

Le procédé s'applique notamment à la destruction d'un manchon isolant, disposé dans l'espace annulaire d'un puits pétrolier.

PROCEDE DE DESTRUCTION D'UN ISOLANT THERMIQUE RIGIDE DISPOSE
DANS UN ESPACE CONFINE

5

La présente invention se rapporte à un procédé de destruction d'un isolant thermique rigide, et, plus particulièrement, d'un tel isolant rigide mis en place
10 autour d'un conduit dans un espace confiné, par exemple un puits pétrolier.

Lors de la mise en production d'un gisement pétrolier, des hydrocarbures s'écoulent dans le conduit,
15 appelé colonne de production, depuis le fond du puits jusqu'à la surface. Au fond du puits, la pression et la température sont relativement élevées, par exemple 100°C et 300 bars. Lors de la remontée des hydrocarbures vers la surface, ces pression et température décroissent avec, comme
20 résultat que la température en sortie du puits est par exemple de l'ordre de 30°C.

Cette baisse de température des hydrocarbures dans la colonne de production a pour effet d'accroître la
25 viscosité et le poids de ces hydrocarbures, ce qui peut entraîner un ralentissement de leur écoulement. De plus, la baisse de température peut parfois provoquer le dépôt, sur la paroi de la colonne, d'hydrates de paraffines ou de vésicules de liquide, par exemple de l'eau. S'il s'accumule
30 dans le conduit, ce dépôt peut provoquer de graves problèmes d'exploitation tels que le ralentissement des hydrocarbures, voire l'obstruction totale du conduit. Généralement, s'il veut éviter ces risques, l'exploitant est obligé de traiter ce phénomène de dépôt, soit en prévention par injection de
35 produit chimique inhibant le dépôt, soit en curatif en raclant ou grattant le conduit avec des équipements spéciaux ou encore en le réchauffant par un moyen éventuellement disponible. Dans tous les cas, ces opérations constituent

une dépense d'argent importante. Ce type de problème se présente également dans les conduits qui relient une tête de puits à un centre de traitement éloigné.

5

La mise en place d'une isolation thermique autour d'un conduit ou d'une colonne de production, éventuellement couplée à un système de chauffage électrique ou autre, permet de maintenir à une valeur élevée la température des effluents lors de leur trajet, réduisant ainsi les dépôts sur la paroi de la colonne et autres problèmes associés à la température.

La demande de brevet français No 9801009 décrit un procédé de préparation d'un mélange injectable et gélifiable in situ dans un espace confiné, par exemple l'espace annulaire d'un puits pétrolier, à partir d'un précurseur à gélifier, contenant ou non des particules solides, d'un solvant de dilution et d'un catalyseur de gélification. Ce procédé comprend une première étape dans laquelle le solvant de dilution et le catalyseur de gélification sont mélangés ensemble, et une deuxième étape dans laquelle la solution résultante est mélangée avec le précurseur à gélifier, le mélange ainsi obtenu étant injecté dans l'espace confiné. Selon l'invention on effectue chacune des première et deuxième étapes dans un mélangeur statique. Ce procédé permet, par exemple, de mettre en place un manchon isolant formé d'organogel in situ dans l'espace annulaire d'un puits pétrolier.

L'espace confiné peut également contenir un isolant thermique constitué par de la poudre d'aérogels ou de xérogels synthétisée ex situ et introduite dans l'espace confiné, par exemple au moyen d'une vis doseuse de pulvérulents. Il peut également contenir des aérogels synthétisés in situ comme décrit dans le document FR 9513601.

Une fois qu'un manchon isolant rigide est disposé dans l'espace annulaire d'un puits, il peut arriver que l'on

ait besoin, soit de modifier les caractéristiques isolantes du manchon en fonction de l'évolution des conditions dans le puits, soit de procéder à une opération d'entretien sur le puits, soit encore de retirer du puits la colonne de production. La présence d'un manchon isolant rigide dans l'espace annulaire du puits rend difficile voire impossible ce type d'intervention.

Afin de pouvoir procéder à de telles interventions sur un puits il est nécessaire de retirer, au préalable, le manchon isolant rigide.

La présente invention a donc pour objet un procédé de destruction d'un isolant rigide disposé dans un espace confiné qui est simple et efficace et qui assure que l'isolant puisse être retiré complètement de l'espace qu'il remplissait.

Pour répondre à cet objet, l'invention propose un procédé de destruction d'un isolant rigide, obtenu par un procédé du type sol-gel, et disposé dans un espace confiné, le procédé comportant l'étape d'introduire dans l'espace confiné un liquide basique dissolvant afin de transformer l'isolant en une phase liquide.

La présente invention permet plus particulièrement de détruire les isolants rigides formés d'organogel ou d'aérogel en remplaçant une phase rigide par une phase liquide peu visqueuse. Une application particulière de l'invention concerne la destruction d'un isolant thermique contenu dans l'espace annulaire d'un puits de production d'hydrocarbures.

Les caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante, faite en relation aux dessins annexés, sur lesquels la figure unique est une vue schématique d'une

installation permettant la mise en oeuvre du procédé de destruction d'un isolant rigide selon l'invention.

Comme représenté sur la figure, un puits pétrolier 5 10 comprend une colonne de production 12 s'étendant entre une tête de puits 14, disposée à la surface du sol 16 ou, éventuellement sur une plate forme en mer, et une couche de roche pétrolifère 18. Vers son extrémité inférieure, en un point légèrement au-dessus d'un joint 20 disposé dans le 10 puits 10, la colonne de production comporte un dispositif 22 permettant la circulation de fluides. Un espace annulaire 24 défini entre un cuvelage 26, qui forme la paroi du puits, et la colonne de production 12, est délimité par la tête de puits 14 et le joint 20. Cet espace annulaire est rempli 15 d'un isolant rigide obtenu, par exemple, par un procédé du type sol-gel.

L'isolant rigide disposé dans l'espace annulaire 24 peut être formé d'un organogel, d'un aérogel, ou d'un xérogel. Il convient de rappeler ici que, par aérogel on 20 entend un solide micro-poreux dont la préparation de la poudre ou des monolithes comporte généralement une étape de séchage supercritique, et par organogel on entend par exemple l'ensemble des matériaux issus de synthèse du type sol-gel à partir de précurseurs organo-métallique mais non 25 séché. Le terme xérogel désigne des solides poreux issus d'un procédé sol gel mais séchés sans faire appel à un processus supercritique.

L'isolant rigide disposé dans l'espace annulaire 24 30 sert à éviter la baisse de température qui se produit lorsque les effluents remontent de la couche de roche pétrolifère 18 vers la surface. Typiquement, sans isolant, les effluents passent d'une température de 150° à une profondeur de 3000m à une température d'environ 30° à la 35 sortie 28. Cette baisse de température provoque des dépôts de paraffines et d'autres composées sur la paroi de la colonne de production 12.

Pendant la phase de production du puits, il peut être nécessaire de modifier les caractéristiques de l'isolant afin de tenir compte de l'évolution des conditions thermiques dans le puits. Il peut également être nécessaire de procéder à une opération d'entretien sur le puits, ou, en cas d'usure ou de défaillance mécanique, de retirer la colonne de production du puits pour la remplacer. Avant de pouvoir procéder à de telles interventions sur le puits il est nécessaire de retirer l'isolant rigide disposé dans l'espace annulaire.

Afin de pouvoir retirer l'isolant rigide de l'espace annulaire il faut d'abord le détruire en le transformant en une phase liquide peu visqueuse, ou en une suspension de faible viscosité. Pour ce faire on dispose, à la surface du sol 16, à côté de la tête de puits 14, une installation comprenant un bac 28, destiné à contenir un liquide basique dissolvant. Par liquide basique dissolvant on entend généralement des solutions de NaOH mais il peut être fait usage de solutions de KOH, d'ammoniaque (NH_4OH) et dans une moindre mesure de solutions ou de suspensions d'hydroxydes alcalino terreux ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ ou $\text{Mg}(\text{OH})_2$). Un conduit 30, dans lequel est montée une pompe 32, mène du bac 28 à un échangeur de chaleur, représenté généralement en 34, destiné à chauffer le liquide dissolvant. De l'échangeur de chaleur 34 un conduit 36, muni d'une vanne de commande 38, s'ouvre, à travers la tête de puits 14, dans la colonne de production 12. Le liquide dissolvant emplit l'intérieur de la colonne de production, puis passe par le dispositif 22 vers l'espace annulaire 24. Le mélange liquide, sortant de l'espace annulaire, passe par un conduit 40, muni d'une vanne 42 vers un bac de stockage 44. Afin de pouvoir minimiser les pertes de l'effluent, un conduit 46 permet de recycler le liquide en un point en amont de la pompe 32.

Cette installation permet, selon le procédé de l'invention, d'introduire dans l'espace annulaire du liquide provenant du bac 28 et de récupérer le mélange liquide résultant de la destruction de l'isolant rigide contenu dans l'espace annulaire.

L'invention est illustrée par des exemples suivants, donnés à titre non limitatif.

Exemple 1

Dans cet exemple, le volume rempli d'isolant
5 thermique à détruire est constitué par un espace annulaire
composé d'un tube cylindrique externe de diamètre intérieur
de 150mm en position verticale, lui même contenant
concentriquement un tube de diamètre externe 70mm, le tout
ayant 1.2m de hauteur. L'espace annulaire délimité par ces
10 deux tubes avait été rempli par un mélange ayant gélifié in
situ. Ce remplissage avait été réalisé de la manière
suivante : dans une première cuve on réalise un premier
mélange constitué par 7.2Kg d'éthanol auquel on ajoute sous
agitation 100g de solution aqueuse d'acide fluorhydrique à
15 48% masse. Cette solution homogène est transférée dans une
deuxième cuve agitée contenant au préalable 8.3Kg de
polyéthoxysilane HYDROSIL(ASTE)[®] de la société PCAS. Le
nouveau mélange ainsi réalisé est alors introduit par
pompage à l'intérieur du dit espace annulaire. La
20 gélification totale a été obtenue au bout de 48 heures.

L'opération de destruction de l'isolant thermique
contenu dans l'espace annulaire, réalisée 2 mois après sa
fabrication, consiste en :

- premièrement, à faire percoler du bas vers le haut
25 dans l'espace annulaire de l'eau à raison de 200 l/h afin
d'extraire le maximum de phase alcoolique durant 15 minutes.

- deuxièmement, on injecte au moyen d'une pompe, une
solution de soude à 4 moles par litre à partir d'un bac
renfermant 18 litres de solution sodique. Cette solution
30 passé au travers d'un échangeur de chaleur à 40°C avant de
pénétrer dans l'annulaire de bas en haut à raison de
210 l/h. Le liquide effluent en tête de l'annulaire est
renvoyé dans le bac de soude établissant ainsi un tourne en
rond. Au bout de 2 heures de percolation continue avec
35 recyclage, l'isolant rigide contenu dans l'espace annulaire
est totalement éliminé et ne contient plus qu'une saumure
basique. Celle-ci est alors remplacée par de l'eau brute. En

fin d'opération l'isolant rigide initial a été substitué par de l'eau industrielle.

Exemple 2

Dans cet exemple l'espace annulaire décrit dans
5 l'exemple 1 a été rempli par de la poudre d'aérogel de
silice sur une hauteur de 0.7 mètre. Cette poudre avait été
élaborée via un procédé sol-gel et un séchage par du CO₂
super critique. La destruction de cet isolant rigide a été
réalisée de la manière suivante : on injecte 9 litres d'une
10 solution de soude 4 mole/l par pompage au travers d'un
échangeur de chaleur à 45°C dans la partie haute de l'espace
annulaire. Une fois la soude en place on a attendu 18
heures. Au bout de ce laps de temps, on a constaté l'absence
de solide dans l'espace annulaire, le solide ayant été
15 totalement dissout, laissant la place à une saumure basique.
Comme dans l'exemple 1, celle-ci a été remplacée par de
l'eau industrielle. En fin d'opération l'isolant rigide
initial a été substitué par de l'eau industrielle.

Exemple 3

20 Dans cet exemple, le volume rempli d'isolant
thermique a détruire est constitué par un espace annulaire
situé entre un tube externe vertical de diamètre intérieur
de 6"5/8 (168mm) et un tube interne concentrique de diamètre
externe 3"1/2 (88.9mm) le tout ayant une longueur de 10m.
25 Dans cet espace annulaire a été synthétisé préalablement in
situ un monolithe d'aérogel de silice chargé avec du noir
d'acétylène ("carbon black"). L'opération de destruction de
l'isolant thermique a été réalisée de la manière décrite ci-
après. On prélève, dans un bac 28 de 500 l renfermant 300 l
30 de solution sodique (NaOH 4 mole/l), au moyen d'une pompe
32, 1m³/h de solution de soude que l'on fait passer au
travers d'un échangeur de chaleur à 60°C puis passer de haut
en bas du tube 12 et remonter dans l'espace annulaire 24
après avoir traversé la vanne 22 pour ressortir en haut de
35 l'annulaire et rejoindre enfin le bac 28. On a ainsi établi
une circulation en boucle fermée durant 4 heures de la
solution sodique. Au bout de ce laps de temps il ne reste
plus de solide à dissoudre dans l'espace annulaire. Un

rinçage/lavage de cet espace est réalisé en effectuant une circulation de 5m³ d'eau industrielle perdue. En fin d'opération l'isolant rigide initial a été détruit et substitué par de l'eau industrielle, éliminant ainsi les
5 derniers traces de noir de carbone.

Avant d'injecter le liquide dissolvant dans le puits, on peut, dans une étape additionnelle de pré-lavage, injecter au préalable de l'eau. On peut également disposer un filtre dans le conduit 40 en amont du bac de stockage 44,
10 ou éventuellement un broyeur destiné à détruire des morceaux d'aérogel de taille importante sortant du puits.

Dans le cas d'un puits n'étant pas muni d'une vanne de circulation en fond, on peut mettre en place dans l'annulaire une isolation thermique sur la base d'un organogel de silice, sans aucun séchage par CO₂. Pour
15 pouvoir détruire cet isolant sans circulation de soude, la solution consiste à évaporer tout ou partie du solvant d'imprégnation de l'organogel, ce qui résulte en la fabrication in situ d'un Xérogel, libérant ainsi un espace
20 vide tout le long du tubage (cote annulaire) du simple fait du retrait dû au séchage dans des conditions non critique du solvant. Puis, on introduit par le haut de l'annulaire une solution basique, par exemple de la soude afin de dissoudre la silice in situ, sans avoir besoin de faire circuler la
25 solution basique. Après ces étapes, l'annulaire contiendra alors une saumure de silicate de sodium ou de potassium selon la base utilisée.

On peut envisager de transformer l'isolant en une suspension de faible viscosité extractible de l'espace
30 confiné par circulation d'un liquide approprié, de l'eau par exemple.

On peut envisager afin de détruire un isolant formé d'un organogel, de faire percoler à travers l'isolant une solution basique, le procédé comportant une étape
35 additionnelle préalable de percolation d'eau extrayant ainsi une partie de la phase organique de l'isolant.

On peut également envisager, afin de détruire un isolant formé d'un organogel, de faire percoler à travers l'isolant

une solution basique, le procédé comportant une étape additionnelle préalable de percolation d'eau préchauffée par passage au travers d'un échangeur de chaleur extrayant ainsi une partie de la phase organique de l'isolant.

- 5 On peut enfin envisager, afin de détruire un isolant formé d'un organogel, et en préalable à l'introduction d'une solution basique dissolvant l'isolant, une étape de séchage de l'organogel en xérogel.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Procédé de destruction d'un isolant rigide, obtenu par un procédé du type sol-gel, et disposé dans un espace confiné, le procédé comportant l'étape d'introduire dans l'espace confiné un liquide basique dissolvant afin de transformer l'isolant en une phase liquide.
- 10
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le procédé comporte l'étape additionnelle consistant à faire percoler à travers l'isolant une solution basique préalablement chauffée par circulation au travers d'un échangeur de chaleur.
- 20 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le procédé comporte l'étape additionnelle consistant à faire percoler à travers l'isolant une solution basique qui est recyclée à travers un échangeur de chaleur.
- 25 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, afin de détruire un isolant formé d'un organogel, on fait percoler à travers l'isolant une solution basique, le procédé comportant une étape additionnelle préalable de percolation d'eau extrayant ainsi une partie de la phase organique
- 30 de l'isolant.
- 35 5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, afin de détruire un isolant formé d'un organogel, on fait percoler à travers l'isolant une solution basique, le procédé comportant une étape additionnelle préalable de percolation d'eau préchauffée par passage au travers d'un échangeur

de chaleur extrayant ainsi une partie de la phase organique de l'isolant.

- 5 6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, afin de détruire un isolant formé d'un organogel, le procédé comporte en préalable à l'introduction d'une solution basique dissolvant l'isolant, une étape de séchage de l'organogel en xérogel.
- 10 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le procédé comporte l'étape additionnelle consistant à mettre le liquide basique dissolvant sous pression lors de l'introduction dans l'espace confiné.
- 15 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le procédé comporte l'étape additionnelle de rincer l'espace confiné par de l'eau.
- 20 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le liquide basique est choisi dans le groupe composé de NaOH, KOH, (NH₄OH) et de solution ou suspension d'hydroxydes alcalino terreux Ca(OH)₂ ou Mg(OH)₂ seul ou en mélange.
- 25

