

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 00161**

---

(54) Procédé d'exploitation minière d'une couche pétrolière à eau sous-jacente et produits obtenus par ledit procédé.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). E 21 C 41/10; E 21 B 43/24.

(22) Date de dépôt..... 7 janvier 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 27 du 9-7-1982.

---

(71) Déposant : VSESOJUZNY NEFTEGAZOVY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTITUT, résidant en URSS.

(72) Invention de : G. I. Vakhnin, B. A. Tjunkin, V. G. Verty, L. I. Fotieva, P. G. Voronin, V. P. Tabakov, E. I. Gurov, V. G. Isaikin, V. N. Mishakov, A. I. Obrezkov et V. S. Sukrushev.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Z. Weinstein,  
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne le domaine de l'exploitation des gisements de pétrole par la méthode minière, et a notamment pour objet un procédé d'extraction thermique du pétrole par la méthode minière.

5 L'invention peut être appliquée avec une efficacité maximale à l'exploitation des gisements de pétrole de haute viscosité et de bitumes fluides.

A l'heure actuelle, de tels gisements ne peuvent, en règle générale, être efficacement exploités par le  
10 procédé ordinaire, à l'aide de puits forés à partir de la surface du sol, car, dans ce cas, la récupération du pétrole est faible.

Pour l'exploitation des gisements de pétroles de haute viscosité et de bitumes fluides, on connaît un  
15 procédé minier d'extraction du pétrole sans remontée au jour de la roche saturée de pétrole.

Ce procédé consiste à creuser un système d'ouvrages miniers à 10-30 mètres au-dessus du toit de la couche pétrolifère. Puis on divise le champ minier en plusieurs  
20 quartiers. Sur l'aire de ces quartiers on creuse dans le stérile des galeries avec des chambres de forage. A partir des chambres de forage on exécute le système choisi de forages inclinés et verticaux pénétrant dans la couche pétrolifère. La profondeur des forages est  
25 déterminée par l'épaisseur de la couche pétrolifère.

Dans ce procédé, la distance entre les surfaces drainantes des forages, le nombre de forages et le système de creusement des ouvrages miniers peuvent être  
30 différents. La répartition des fonds des forages sur la sole de la couche est uniforme.

Les forages sont dotés d'un tubage descendant jusqu'au toit de la couche pétrolifère, et la partie drainante des forages est découverte, c'est-à-dire non tubée.

35 Après exécution des forages, le pétrole est extrait d'abord par éruption naturelle, puis par "air-lift" (procédé d'ascension du pétrole par injection d'air

comprimé). Dans le cas de l'extraction éruptive, le pétrole remonte dans les chambres de forage sous l'effet de la pression régnant dans la couche pétrolifère. Dans l'extraction par "air-lift", le pétrole est amené dans les chambres de forage en injectant de l'air comprimé jusqu'au fond des forages à travers des tubes supplémentaires.

Le pétrole provenant des forages arrive dans des rigoles ménagées dans les ouvrages miniers. Conjointement avec l'eau envoyée dans les rigoles, le pétrole est acheminé jusqu'à des installations dans lesquelles il est séparé de la majeure partie de l'eau. Le pétrole sortant de ces installations est pompé vers des collecteurs souterrains centraux. Ensuite, après préparation préliminaire et chauffage, le pétrole est pompé vers des réservoirs situés à la surface du sol.

Ce procédé permet d'augmenter d'au moins trois fois la récupération du pétrole de la couche comparativement à l'exploitation au moyen de puits forés à partir de la surface du sol. Toutefois, la récupération totale n'atteint qu'environ 6 %.

Ce bas taux de récupération a rendu nécessaire le recours aux procédés d'exploitation minière du pétrole, prévoyant une action physique sur la couche pétrolifère et le pétrole qu'elle renferme.

On connaît un procédé d'extraction thermique du pétrole par la méthode minière, consistant à exercer une action thermique sur la couche à l'aide de vapeur d'eau.

Ce procédé prévoit le creusement, au-dessus de la couche pétrolifère, d'une combinaison d'ouvrages miniers, comprenant des puits de mine, des ouvrages dans les zones attenantes aux puits, des galeries et des chambres de forage.

A partir des chambres de forage situées dans les galeries on exécute des forages verticaux et inclinés d'injection et de production. A travers les forages

d'injection on injecte dans la couche pétrolifère un caloporteur (par exemple de la vapeur), qui chasse le pétrole des forages d'injection vers les forages de production. Le pétrole arrivant dans les forages de pro-  
5 duction en est remonté jusqu'aux chambres de forage par "air-lift".

Un inconvénient de ce procédé est le faible réchauffage de la partie inférieure de la couche et, en conséquence, l'abaissement de la production journalière de  
10 pétrole, la diminution de sa récupération et l'abaissement de l'efficacité du processus d'extraction thermique du pétrole par la méthode minière.

Dans un autre procédé connu d'exploitation minière d'une couche pétrolifère, les forages sont exécutés à  
15 partir d'ouvrages miniers situés tant au-dessus qu'au dessous de la couche pétrolifère. Le traitement à la vapeur des zones attenantes aux fonds des forages et l'extraction du pétrole s'effectuent à l'aide de forages peu profonds, exécutés de haut en bas ou de bas en haut,  
20 à partir des ouvrages miniers.

Le réchauffage des zones attenantes aux fonds des forages s'effectue par amenée de vapeur auxdits  
fonds à l'aide de tubes placés dans les forages, et l'extraction du pétrole s'effectue par les mêmes forages.

25 Un inconvénient de ce procédé dans les gisements de pétrole à eau sous-jacente consiste en ce que l'on ne peut forer la couche pétrolifère par dessous, et que, quand les forages sont exécutés à partir du dessus, la partie inférieure de la couche pétrolifère est exploitée  
30 lentement. Des bouchons de sable se forment dans les forages, l'extraction par "air-lift" se heurte à des difficultés, ce qui se traduit en définitive par une basse récupération du pétrole de la couche.

Un procédé connu d'extraction minière du pétrole  
35 consiste à foncer un puits de mine vertical traversant la couche pétrolifère, et à réaliser au-dessous de celle-ci une chambre de forage.

A partir de cette chambre de forage, on exécute dans des directions radiales des forages inclinés montants pénétrant dans la couche pétrolifère. Ce procédé prévoit des injections de caloporteur dans la couche pétrolifère à travers lesdits forages, alternées avec des extractions de pétrole à travers ces mêmes forages après réchauffage de la couche pétrolifère dans les zones attenantes aux fonds des forages.

Le procédé prévoit aussi l'injection d'un caloporteur (par exemple de vapeur) par des tubes placés dans lesdits forages, en vue de débarrasser les zones attenantes aux fonds des forages du pétrole oxydé et des substances goudronneuses qui s'y accumulent et d'évacuer ces produits des forages. Le pétrole est soutiré par gravité.

L'inconvénient de ce procédé, quand il est appliqué aux gisements de pétrole à eau sous-jacente active, est la difficulté du creusement de la chambre de forage au-dessous de la couche pétrolifère et de l'exécution des forages montants. Dans des conditions déterminées, l'application du procédé devient impossible.

On connaît un procédé d'exploitation minière des gisements de pétrole, dans lequel le caloporteur est injecté par des tubes placés dans des forages horizontaux, faiblement pentés ou montants, ces tubes étant équipés d'un packer auprès du fond du forage, et l'extraction du fluide s'effectuant à travers des perforations du tubage auprès de la bouche du forage.

Un inconvénient de ce procédé est la lenteur du réchauffage quand il est utilisé dans les gisements de pétrole à eau sous-jacente.

On connaît un procédé d'exploitation minière de gisements pétrolifères, dans lequel l'injection du caloporteur s'effectue à partir d'ouvrages miniers situés au-dessus d'une galerie de production. A travers un système de forages d'injection on réchauffe la couche productive par injections périodiques de pétrole. Sans arrêter les injections de vapeur, on extrait périodiquement le

fluide (pétrole et eau), après quoi on passe à l'injection périodique d'eau chaude, puis d'eau froide, en continuant l'extraction du fluide à travers les forages de la galerie de production.

5 Un inconvénient de ce procédé est la lenteur du réchauffage de la partie inférieure de la couche, surtout dans les gisements à eau-jacente, ce qui se traduit par un abaissement de la récupération du pétrole et de l'efficacité de l'action thermique.

10 On connaît un procédé d'exploitation minière d'un gisement de pétrole, comprenant l'injection d'un colporteur dans la couche à l'aide de forages d'injection et l'extraction du pétrole à l'aide de forages de production, les forages étant exécutés à partir d'une seule galerie  
15 de travail.

Un inconvénient de ce procédé connu est la longue durée du réchauffage de la couche, liée à la pression de l'eau sous-jacente dans le cas de l'exploitation d'un gisement de pétrole sur nappe aquifère.

20 On s'est donc proposé de créer un procédé d'exploitation minière d'une couche pétrolifère à eau sous-jacente, qui permettrait d'accélérer le réchauffage de la couche pétrolifère grâce à l'abaissement de la pression de l'eau sous-jacente, d'accélérer l'extraction du pétrole de la  
25 couche et d'accroître la récupération du pétrole.

Ce problème est résolu grâce à un procédé d'exploitation minière d'une couche pétrolifère à eau sous-jacente, du type dans lequel on réalise une combinaison d'ouvrages miniers et au moins une galerie de travail, on  
30 exécute à partir de ladite galerie de travail des forages d'injection et de production, on injecte à travers les forages d'injection un caloporteur sous pression dans la couche pétrolifère afin de la réchauffer jusqu'à une température à laquelle le pétrole qu'elle renferme acquiert  
35 la fluidité nécessaire et de chasser le pétrole vers les forages de production, on prélève le pétrole des forages de production et on l'amène dans la galerie de travail,

et on achemine le pétrole de la galerie de travail à la surface du sol par l'intermédiaire des ouvrages miniers, caractérisé, d'après l'invention, en ce qu'à partir de ladite galerie de travail on exécute des forages supplémentaires dans la nappe aquifère de la couche, dans la zone de l'interface pétrole-eau, et, simultanément avec l'injection du caloporteur sous pression dans les forages d'injection et le prélèvement du pétrole des forages de production, on soutire l'eau à travers lesdits forages supplémentaires.

L'accélération du réchauffage de la couche pétrolifère résulte de l'abaissement de la pression de l'eau sous-jacente. Dans les gisements à eau sous-jacente, renfermant des pétroles de haute viscosité, le réchauffage de la couche est compliqué par la pression d'eau qui y règne et par la grande mobilité de l'eau de la couche comparativement à celle du pétrole. Pour injecter le caloporteur dans la couche, il faut surmonter la pression de l'eau sous-jacente. Quand on abaisse la pression d'injection du caloporteur, le flux de chaleur est chassé vers la partie supérieure de la couche par la pression de l'eau sous-jacente, aussi la partie inférieure de la couche est-elle réchauffée, ou bien elle n'est même pas réchauffée du tout.

Le caloporteur injecté dans la couche y rencontre la contre-pression de l'eau sous-jacente et tend à s'en aller vers les zones de pression réduite. Or, au premier stade de l'exploitation, ces zones sont justement situées dans les parties hautes de la couche, dont le pétrole est extrait en premier lieu. L'influence de l'eau sous-jacente est particulièrement forte dans les couches ou portions de couches de forte perméabilité, ainsi que dans les couches barrées de fissures s'étendant de la sole au toit.

Les forages horizontaux et faiblement pentés réalisés dans l'aquifère de la couche, dans la zone de l'interface eau-pétrole, permettent d'y abaisser la pression de l'eau sous-jacente par soutirage de cette eau, et d'obtenir ainsi un abaissement de la pression régnant dans la couche

pétrolifère.

Des forages de production réalisés dans la couche pétrolifère on obtient en premier lieu le pétrole provenant des portions les plus perméables, ainsi que des fissures (s'il y en a). Etant donné que la pression de l'eau sous-jacente est abaissée, le caloporteur pénètre dans ces portions les plus perméables et dans les fissures et réchauffe le pétrole, qui, sous l'effet de la différence de pression engendrée et des forces de gravité, va aux forages de production. En parcourant les forages de production, le pétrole chaud contribue au réchauffage de tout le volume de la couche.

L'accroissement de la production journalière de pétrole et de la récupération du pétrole résulte du réchauffage de la couche pétrolifère et du pétrole qu'elle renferme, c'est-à-dire, en premier lieu, de l'abaissement de la viscosité du pétrole.

L'efficacité de l'extraction de pétrole résulte d'un balayage plus uniforme de la couche par le caloporteur, de l'accroissement de la récupération du pétrole de la couche et de l'accélération de l'exploitation de la couche pétrolifère.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de différents modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs, avec références aux dessins non limitatifs annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente une vue en plan d'un quartier rectangulaire d'une couche avec des ouvrages miniers et des forages (les ouvrages miniers et les forages sont montrés conventionnellement dans un plan horizontal commun);

- la figure 2 représente une coupe verticale suivant II-II de la figure 1 ;

- la figure 3 représente un quartier ayant la forme d'un hexagone régulier, avec des ouvrages miniers et des forages (les ouvrages miniers et les forages sont montrés conventionnellement dans un plan horizontal commun) ;



- la figure 4 représente une coupe verticale suivant IV-IV, figure 3.

Le procédé décrit est mis en oeuvre de la façon suivante.

5        On creuse une combinaison d'ouvrages miniers, comprenant deux puits de mine (un puits d'extraction et un puits d'aérage), une recette, des ouvrages réalisés auprès du puits et dans lesquels on aménage un dépôt de locomotives électriques, une station de pompage, des magasins,  
10    etc. (non représentés sur les figures), des voies, des ouvrages miniers inclinés. Les voies sont creusées au-dessous de la couche pétrolifère. Les ouvrages inclinés relient les voies à la galerie 1 de travail (figures 1 à 4), qui est située dans la partie inférieure de la couche.

15        A partir de la galerie 1 de travail, on exécute des forages 2 d'injection, des forages 3 de production et des forages supplémentaires 4 pour le soutirage de l'eau, uniformément répartis sur l'aire du quartier d'exploitation. Les quartiers d'exploitation de la couche pétrolifère peuvent avoir une forme rectangulaire ou polygonale  
20    (par exemple hexagonale) comme montré sur les figures 1 et 3.

      Dans le quartier de la figure 1, les forages d'injection et de production (respectivement 2 et 4) sont disposés (en plan) parallèlement entre eux, et la galerie  
25    1 de travail est rectiligne.

      La galerie de travail est située dans la partie inférieure de la couche. Dans certains cas, il est avantageux de la creuser dans la zone de l'interface eau-pétrole (figure 4).  
30

      La figure 3 représente un quartier d'une couche pétrolifère, ayant la forme d'un hexagone régulier. La galerie 1 de travail est creusée dans ce cas suivant une circonférence, et les forages sont exécutés suivant des  
35    rayons.

      Les forages 2 d'injection et les forages 3 de production sont réalisés dans la couche pétrolifère 5, tandis

que les forages supplémentaires 4 pour le soutirage de l'eau sont réalisés dans la nappe aquifère de la couche, dans la zone de l'interface eau-pétrole.

5 Lesdits forages sont répartis uniformément sur l'aire du quartier d'exploitation. Les distances entre les forages 3 de production et les forages 4 de soutirage de l'eau peuvent ne pas être les mêmes. Notamment, la distance entre les forages de soutirage de l'eau peut être plus grande que la distance entre les forages de production.

10 A travers le système de forages 2 d'injection on effectue des injections cycliques de caloporteur (par exemple de vapeur), sous une pression de 3 à 20 kg/cm<sup>2</sup>, dans la partie médiane de la couche pétrolifère 5. On effectue des prélèvements cycliques de pétrole aux forages 15 3 de production, et des soutirages cycliques d'eau aux forages 4 de soutirage.

La durée de l'injection du caloporteur et du prélèvement du pétrole dans un cycle est de 15 à 30 jours. Elle est déterminée par les caractéristiques géologiques 20 de la couche pétrolifère et les caractéristiques de la méthode, par exemple la pression d'injection du caloporteur. Les arrêts peuvent avoir la même durée.

Le soutirage de l'eau fait baisser la pression de l'eau sous-jacente, ce qui assure un réchauffage plus 25 régulier de la couche pétrolifère par le caloporteur (par exemple la vapeur) injecté dans la couche. La durée de réchauffage de la couche pétrolifère est réduite de 10 à 30 %, ce qui permet la mise en production plus rapide du gisement de pétrole ; l'exploitation s'accélère, la 30 production journalière de pétrole augmente, la récupération totale du pétrole s'accroît.

L'invention peut être appliquée avec non moins de succès à l'exploitation des bitumes fluides.

35 Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et représenté qui n'a été donné qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques

des moyens décrits, ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

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

1. Procédé d'exploitation minière d'une couche pétrolifère à eau sous-jacente, du type dans lequel on réalise une combinaison d'ouvrages miniers et au moins une galerie de travail, on exécute à partir de ladite galerie de travail des forages d'injection et de production, on injecte un caloporteur sous pression dans la couche pétrolifère à travers les forages d'injection, afin de la réchauffer jusqu'à une température à laquelle le pétrole qu'elle renferme acquiert la fluidité nécessaire et de chasser le pétrole vers les forages de production, on fait passer le pétrole des forages de production dans la galerie de travail et on achemine le pétrole de la galerie de travail à la surface du sol par l'intermédiaire des ouvrages miniers, caractérisé en ce que, à partir de la galerie de travail (1) on exécute des forages supplémentaires (4) dans la nappe aquifère de la couche, dans la zone de l'interface pétrole-eau, et, simultanément avec l'injection du caloporteur sous pression dans les forages d'injection (2) et le prélèvement du pétrole des forages de production (3), on soutire l'eau à travers lesdits forages supplémentaires.

2. Produits, tels que notamment le pétrole et le bitume, caractérisés en ce qu'ils sont extraits par le procédé faisant l'objet de la revendication 1.

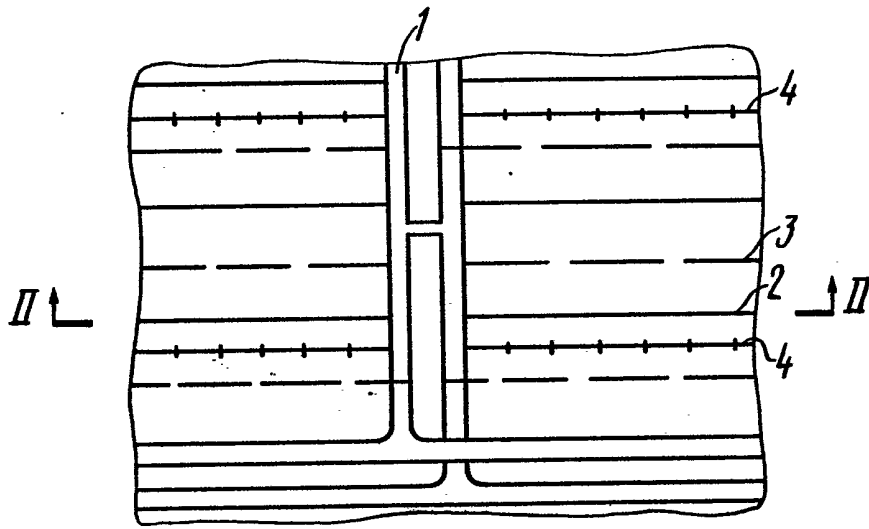


FIG. 1

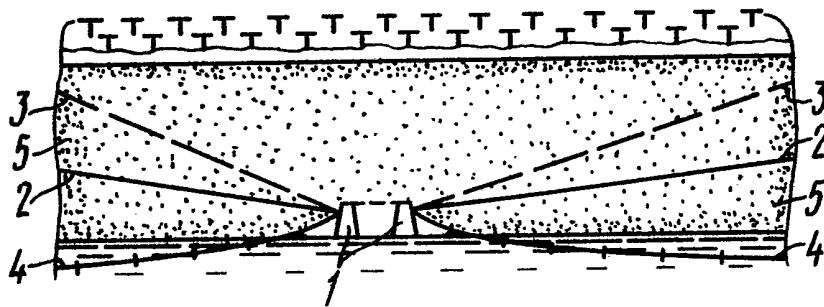


FIG. 2

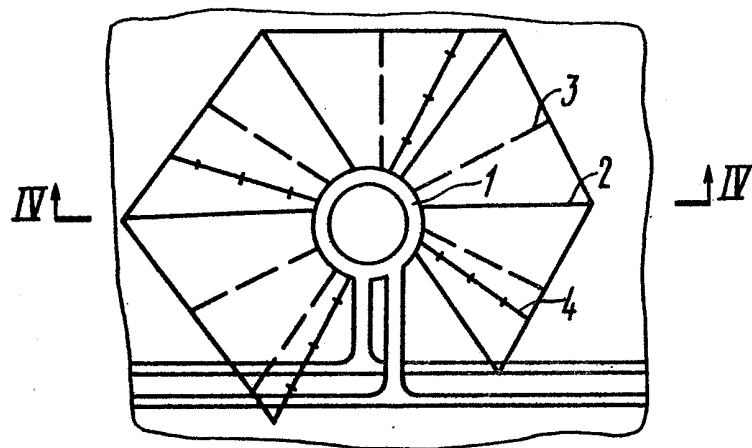


FIG. 3

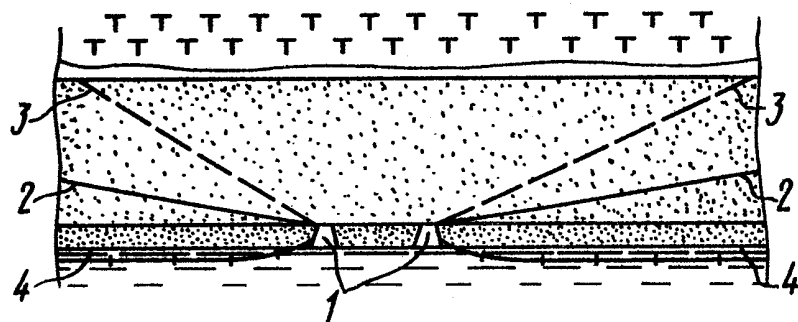


FIG. 4