

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 112 437 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

23.07.2003 Patentblatt 2003/30

(21) Anmeldenummer: **99953624.6**

(22) Anmeldetag: **27.08.1999**

(51) Int Cl.7: **E21B 43/00**, E21B 43/16

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE99/02693

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/014379 (16.03.2000 Gazette 2000/11)

(54) **VERFAHREN ZUR IN-SITU-FÖRDERUNG VON GAS AUS KOHLEFLÖZEN**

METHOD FOR THE IN-SITU EXTRACTION OF GAS FROM COAL SEAMS

PROCEDE D'EXTRACTION IN SITU DE GAZ CONTENU DANS DES VEINES DE CHARBON

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GB NL

(30) Priorität: **02.09.1998 DE 19839866**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.07.2001 Patentblatt 2001/27

(73) Patentinhaber:

- **RAG Aktiengesellschaft**
45128 Essen (DE)
- **RUHRGAS AKTIENGESELLSCHAFT**
45138 Essen (DE)

(72) Erfinder:

- **LÖVENICH, Armin**
D-46519 Alpen (DE)

- **DOERING, Hans-Joachim**
D-40882 Ratingen (DE)

(74) Vertreter: **Müller, Karl-Ernst, Dr., Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte
Becker & Müller,
Turmstrasse 22
40878 Ratingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

US-A- 5 014 788 **US-A- 5 411 098**
US-A- 5 566 755

- **GASH B W: "Measurement of "Rock properties"**
in Coal for Coalbed Methane Production"
SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS, Nr.
22909, 6. - 9. Oktober 1991, Seiten 221-230,
XP002126569 Dallas, TX

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 112 437 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur in-Situ-Förderung von Gas aus Kohleflözen, wobei zur Schaffung von Fließwegen in der Kohle die Struktur der gashaltigen Kohle mittels unter Druck in ein in das Kohleflöz niedergebrachtes Bohrloch eingebrachten Gasen und/oder Flüssigkeiten aufgeschlossen und anschließend für die Gasförderung ein kleiner als der jeweilige Desorptionsdruck bemessener Druck an der Bohrung angelegt wird.

[0002] Die Gewinnungsmöglichkeit von in Kohleflözen anstehendem Methan aus bergmännisch nicht aufgeschlossenen Flözhorizonten mittels einer in-Situ-Förderung aus in das betreffende Kohleflöz niedergebrachten Bohrlöchern wird bestimmt durch die Parameter Gasinhalt, Permeabilität und Porosität der Kohle sowie durch den im einzelnen vom Gasinhalt der Kohle abhängigen Desorptionsdruck des Methans. Zur Förderung des Methans hat man im Rahmen von bisher bekannten Verfahren Stimulationstechniken angewendet, die aus der Erdölförderung an sich bekannt sind, indem das in das zur Gasförderung herangezogene Kohleflöz niedergebrachte Bohrloch kurzzeitig, d. h. über einen Zeitraum von weniger als einer Stunde bis zu wenigen Stunden, mittels Injektion von Wasser oder eines geeigneten Gases unter einen gleichmäßig hohen Druck, beispielsweise von 300 bis 350 bar, gesetzt wird.

[0003] Diese Druckbeaufschlagung führt zur Ausbildung eines sogenannten Fracs, mittels dessen die Makrostruktur der Kohle an ihren natürlichen mechanischen Schwachstellen wie Schichten, Klüfte etc. aufgebrochen wird. Die Druckbeaufschlagung geschieht unter gleichzeitiger Einbringung eines geeigneten Materials, wie beispielsweise eines rolligen Sandes, mittels dessen die aufgeschlossene Makrostruktur offengehalten und gleichzeitig ein Gasströmungsweg entlang der aufgebrochenen mechanischen Schwachstellen hergestellt wird. Mit dem bekannten Verfahren wird insoweit lediglich die Zutrittsfläche in das Förderbohrloch vergrößert.

[0004] Mit dem bekannten Stimulationsverfahren ist der Nachteil verbunden, daß damit in Kohleflözen mit einer geringen Permeabilität nur dann befriedigende Gasförderraten erzielbar sind, wenn die Kohle hochgesättigt an Methan ist und demzufolge der Desorptionsdruck relativ nahe an dem Beaufschlagungsdruck liegt. Ist eine geringpermeable Kohle dagegen untersättigt, so ergibt sich ausgehend von dem jeweils eingebrachten Frac nur eine geringe Eindringtiefe des bei Absenkung des Drucks für die Gasförderung sich einstellenden Drucktrichters. Der unterhalb des Desorptionsdrucks am Bohrloch einzustellende Förderdruck wirkt daher nur auf ein vergleichsweise kleines Kohlevolumen, nämlich dasjenige, welches unmittelbar senkrecht zum jeweiligen Frac ansteht. Damit beeinflusst die bekannte Stimulationstechnik nur vergleichsweise geringe Flözabschnitte; es findet zumindest kurzfristig keine vo-

lumetrische Flözbeeinflussung statt, und die Wandergeschwindigkeit der Druckabsenkung im Flöz beim Förderbetrieb ist zu gering.

[0005] Infolgedessen ist bei einer geringen Permeabilität und einem geringen Desorptionsdruck der zur Gasförderung herangezogenen Kohle der zur Unterschreitung des Desorptionsdruckes in einem wirtschaftlich interessanten Kohlevolumen benötigte Zeitraum entsprechend lang; die erzielbaren Gasförderraten können dann so gering sein, daß eine wirtschaftliche Gasförderung nicht gegeben ist.

[0006] US-A-5 411 098 beschreibt ein übliches Verfahren mit Kurzzeitigem, hohen und wechselndem Druck. In US-A-5 566 755 wird nach einiger Zeit die Drehbeaufschlagung durch das inerte Gas verringert und später wieder erhöht. Es gibt in US-A-5 566 755 jedoch keinen Hinweis, daß in dem jeweiligen Flözhorizont die Hauptspannung des Materials zu ermitteln, um demnach einen bestimmten Druck in der Bohrung einzustellen.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mittels dessen die Gasförderrate gesteigert werden kann.

[0008] Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich einschließlich vorteilhafter Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung aus dem Inhalt der Patentansprüche, welche dieser Beschreibung nachgestellt sind.

[0009] Die Erfindung sieht in ihrem Grundgedanken vor, daß zum Aufschluß der Kohle eine über einen längeren Zeitraum wirksame Beaufschlagung des Bohrloches mit einem Druck eingestellt wird, der kleiner als die kleinste in dem jeweiligen zur Gasförderung herangezogenen Flözhorizont ermittelte Hauptspannung ist, wobei die Beaufschlagung des Bohrloches während des Aufschlußzeitraumes mit einem zyklisch wechselnden Druck erfolgt.

[0010] Mit der Erfindung ist der Vorteil verbunden, daß die Beaufschlagung des zur Gasförderung heranzuziehenden Kohleflözes mit einem Druck, der kleiner als die kleinste in dem entsprechenden Flöz ermittelte Hauptspannung ist, das in der Kohle vorhandene komplexe Rißsystem im Porenbereich von Makroporen bis hin zu Mikroporenstrukturen öffnet, ohne daß sich neue Risse im Bereich der Makrostruktur öffnen oder öffnen müßten. Im Anschluß an das Aufbrechen der Porenstruktur gehen die Mikrorisse nicht wieder in ihre dichte Ausgangslage zurück, da durch die länger andauernde Druckbeaufschlagung mit einem im Bereich der Hauptspannung liegenden Druck eine geringe Dislozierung der Mikrorißflächen gegeneinander und wegen der damit verbundenen Ablösung von Feinstpartikelchen ein bleibender Spalt auf der jeweiligen Rißfläche erzeugt wird, so daß in vorteilhafter Weise auch auf den Einsatz von Stützmitteln wie Sanden etc. verzichtet werden kann.

[0011] Die Öffnung des Rißsystems im Porenbereich wird weiterhin dadurch unterstützt, daß erfindungsge-

mäß die Beaufschlagung des Bohrlochs während des Aufschlußzeitraumes mit einem zyklisch wechselnden Druck erfolgt, so daß es hierdurch zu einer Art Atmung im Porenbereich der aufzuschließenden Kohle kommt, weshalb sich einmal geöffnete Porenstrukturen nicht wieder schließen können. Hierdurch werden auch die Verschiebung der Mikrorißflächen gegeneinander und der Transport von abgelösten Feinstpartikelchen innerhalb der geöffneten Mikroporenstrukturen unterstützt.

[0012] Somit wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Permeabilität der Kohle dauerhaft und über einen größeren Flächenbereich erhöht, ohne daß beim anschließenden Förderbetrieb ein größeres Kohlevolumen auf ein Druckniveau unterhalb des Desorptionsdruckes gepumpt werden müßte, so daß dieses größere Kohlevolumen mit der durch die erfindungsgemäße Maßnahme erhöhten Permeabilität für eine Gasförderung zur Verfügung steht.

[0013] Im einzelnen wird zur Bestimmung des im Einzelfall einzustellenden Druckes die in dem für die Gasförderung heranzuziehenden Kohleflöz herrschende niedrigste Hauptspannung gemessen, und es wird der Beaufschlagungsdruck niedriger als die ermittelte Hauptspannung eingestellt; die Druckbeaufschlagung erstreckt sich über einen längeren Zeitraum, der mit einem Tag bis mehreren Tagen oder Wochen angegeben werden kann. Diese lang andauernde Druckbeaufschlagung mit dem auf die gegebene Hauptspannung ausgelegten Druck führt zum erwünschten Aufschluß der Porenstruktur der Kohle, ohne daß sich Veränderungen in dem mechanischen Gefüge des Kohleflözes einstellen.

[0014] Nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann vorgesehen sein, daß während des Aufschlußzeitraumes Perioden der Druckbeaufschlagung des Bohrloches und Perioden der Gasförderung zyklisch wechseln.

[0015] Nach Ausführungsbeispielen der Erfindung kann die Druckbeaufschlagung des Bohrloches mittels Einpressen von Wasser oder von Gas ausgeübt werden. Soweit Wasser für die Druckbeaufschlagung des Bohrloches herangezogen wird, kann auch in der Lagerstätte anstehendes Lagerstättenwasser in das Bohrloch eingepreßt bzw. durch zyklisch aufgebrauchten Druck die Atmung der Porenstruktur über die Druckanregung des Lagerstättenwassers erzeugt werden. In gleicher Weise kann nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung das dem Bohrloch zuströmende und zu fördernde Gas für die Druckbeaufschlagung des Bohrloches in dieses rückgepreßt werden; alternativ kann auch das Einpressen von CO₂ vorgesehen sein, was die vorteilhafte Wirkung hat, daß bei Zutritt von CO₂ die Bindung des zu fördernden Methans (CH₄) an die Kohle verringert wird, so daß das für die Druckbeaufschlagung herangezogene CO₂-Gas gleichzeitig als Förderhilfe wirkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur in-Situ-Förderung von Gas aus Kohleflözen, wobei zur Schaffung von Fließwegen in der Kohle die Struktur der gashaltigen Kohle mittels unter Druck in ein in das Kohleflöz niedergebrachtes Bohrloch eingebrachten Gasen und/oder Flüssigkeiten aufgeschlossen und anschließend für die Gasförderung ein kleiner als der jeweilige Desorptionsdruck bemessener Druck an der Bohrung angelegt wird, wobei zum Aufschluß der Kohle eine über einen längeren Zeitraum, wie einem Tag bis mehreren Tagen oder Wochen, wirksame Beaufschlagung des Bohrloches mit einem Druck eingestellt wird, der kleiner als die kleinste in dem jeweiligen zur Gasförderung herangezogenen Flözhorizont ermittelte Hauptspannung ist und wobei die Beaufschlagung des Bohrloches während des Aufschlußzeitraumes mit einem zyklisch wechselnden Druck erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** während des Aufschlußzeitraumes Perioden der Druckbeaufschlagung des Bohrloches und Perioden der Gasförderung zyklisch wechseln.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Druckbeaufschlagung des Bohrloches mittels Einpressen von Wasser ausgeübt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Wasser in der Lagerstätte anstehendes Lagerstättenwasser eingepreßt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Druckbeaufschlagung des Bohrloches mittels Einpressen von Gas ausgeübt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** das dem Bohrloch zuströmende und zu fördernde Gas für die Druckbeaufschlagung des Bohrloches benutzt und in das Bohrloch rückgepreßt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Gas CO₂ in das Bohrloch eingepreßt wird.

Claims

1. Method for the in-situ extraction of gas from coal seams, whereby to provide flow paths in the coal, the structure of the gas-containing coal is opened up by means of gases and/or liquids introduced un-

der pressure into a bore hole sunk into the coal seam, and subsequently for the gas extraction a pressure is applied to the bore hole that is less than the respective desorption pressure, and whereby for the opening-up of the coal, a pressurization of the bore hole that is effective over a prolonged period of time like one day up to many days or weeks is established with a pressure that is less than the lowest principal stress determined in the respective seam layer from which gas is to be extracted, and whereby the pressurization of the bore hole during the opening-up period is effected with a cyclically fluctuating pressure.

2. Method according to claim 1, **characterized in that** during the opening-up type period, periods of pressurization of the bore hole cyclically alternate with periods of gas extraction.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the pressurization of the bore hole is carried out by pressing in water.
4. Method according to claim 3, **characterized in that** as water, seam water that is present at the site is pressed in.
5. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the pressurization of the bore hole is effected by pressing in gas.
6. Method according to claim 5, **characterized in that** the gas that flows to the bore hole and that is to be extracted is utilized for pressurizing the bore hole and is pressed back into the bore hole.
7. Method according to claim 5, **characterized in that** as gas CO₂ is pressed into the bore hole.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** des périodes de pressurisation du trou de forage sont alternées de façon cyclique avec des périodes d'extraction de gaz pendant la période de désagrégation.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la pressurisation du trou de forage est réalisée par injection d'eau sous pression.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** de l'eau présente sous forme d'eau de gisement est injectée comme liquide sous pression.
5. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la pressurisation du trou de forage est réalisée par injection de gaz sous pression.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le gaz à extraire, arrivant au trou de forage, est utilisé pour la pressurisation du trou de forage et est réinjecté sous pression dans le trou de forage.
7. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** du CO₂ est injecté comme gaz sous pression dans le trou de forage.

Revendications

1. Procédé pour l'extraction in situ de gaz à partir de filons de charbon, moyennant quoi la structure du charbon contenant du gaz est désagrégée au moyen de gaz et/ou de liquides introduits sous pression dans un trou de forage situé dans le filon de charbon pour la création de voies d'écoulement dans le charbon, et une pression inférieure à la pression de désorption respective est appliquée ensuite sur le forage pour l'extraction de gaz, moyennant quoi, pour la désagrégation du charbon, une alimentation du trou de forage, efficace pendant une période prolongée, pouvant aller d'une journée jusqu'à plusieurs jours ou semaines, est réglée avec une pression qui est inférieure à la tension principale minimale déterminée dans l'horizon de filon respectif utilisé pour l'extraction de gaz, et