



## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33410 B1** (51) Cl. internationale : **C01B 25/32**  
(43) Date de publication : **03.07.2012**

- 
- (21) N° Dépôt : **34503**  
(22) Date de Dépôt : **02.01.2012**  
(30) Données de Priorité : **09.06.2009 BR PI0902233-3**  
(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/BR2010/000183 09.06.2010**  
(71) Demandeur(s) :  
• **FERTILIZANTES FOSFATADOS S/A - FOSFÉRTIL, Rodovia MG-341, km 25 Fazenda Boa Vista 38185-000 Tapira MG (BR)**  
• **BPI - BUNGE PARTICIPAÇÕES E INVESTIMENTOS S/A, Av. Maria Coelho Aguiar 215, Bloco D, 5° Andar, Sala A Jardim São Luis 05804-900 São Paulo - SP (BR)**  
(72) Inventeur(s) :  
**EDUARDO DE REZENDE, Sebastião ; SÍLVIA MARTINS, Josiane ; MATIOLO, Elves ; AKIRA TAKATA, Lauro**  
(74) Mandataire :  
**ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

- 
- (54) Titre : **PROCESSUS D'OBTENTION PAR FLOTTATION DE CONCENTRÉS D'APATITE**  
(57) Abrégé : L'INVENTION, QUI S'APPLIQUE À DIFFÉRENTES LITHOLOGIES DE MINÉRAIS DE PHOSPHATE À MATRICE DE SILICE CARBONÉE PROVENANT DE ROCHES IGNÉES OU SÉDIMENTAIRES, CONSISTE À CONCASSER LE MINÉRAIS PAR ÉCRASEMENT, HOMOGÉNÉISATION, BROYAGE ET DÉSCHLAMMAGE AVANT LA FLOTTATION DE L'APATITE. LA PÂTE DE MINÉRAIS DÉSCHLAMMÉ ET CONCASSÉ, QUI PRÉSENTE UNE CONCENTRATION EN SOLIDES DE PLUS DE 40%, EST D'ABORD CONDITIONNÉE PAR UN RÉACTIF DÉPRESSEUR, POLYMÈRE VÉGÉTAL GÉLIFIÉ PAR UNE SOLUTION D'HYDROXYDE DE SODIUM; PUIS CONDITIONNÉE PAR UN RÉACTIF ÉPURATEUR DES GROUPES SULPHOSUCCINATES OU SULPHOSUCCINAMATE, PUIS PASSE DANS LE CIRCUIT DE FLOTTATION DE L'APATITE COMPORTANT LES ÉTAPES DE DÉGROSSISSAGE, ÉPURATION, LAVAGE ET RELAVAGE. DANS TOUTES LES ÉTAPES DU CIRCUIT DE FLOTTATION, ON

PEUT AJOUTER DU CO<sub>2</sub> JUSQU'À SATURATION DANS LES CONDITIONS DE TEMPÉRATURE ET DE PRESSION DE LA PÂTE. LE SYSTÈME DE PRODUCTION DE BULLES POUR LA FLOTTATION EST INDÉPENDANT ET ALIMENTÉ EN AIR ATMOSPHÉRIQUE PAR DES MACHINES AUTO ASPIRANTES OU DE L'AIR COMPRIMÉ DESTINÉ AUX CELLULES DE FLOTTATION DOTÉES DE COLONNES DE SOUFFLAGE ET DE FLOTTATION. LE CONCENTRÉ FINAL D'APATITE EST LA PARTIE FLOTTANTE DU DERNIER ÉTAGE DE LAVAGE DU CIRCUIT DE FLOTTATION.

- أ -

عملية للحصول على نواتج تركيز أباتيت من خلال التعويم)

الملخص

يتعلق الاختراع الحالي بعملية Fosfertil/Bunge قابلة للاستخدام مع خواص صخرية مختلفة لخام الفوسفات المزود بمادة بينية من السيليكات الكربنة من مصادر نارية و مترسبة، أي تتألف العملية من تفتيت الخام بالسحق، والتجانس، والطحن، وإزالة الكلس، قبل تعويم الأباتيت. تتم، بشكل مبدئي، تهيئة لب الخام المطحون والذي تمت إزالة الكلس منه وبه تركيز من المواد الصلبة أعلى من 40%، باستخدام مادة تفاعل خافضة، وبوليمر من مصدر نباتي ومحول إلى جل بمحلول من هيدروكسيد الصوديوم؛ وبعد ذلك، يتم إخضاعه إلى خطوة تهيئة بمادة تفاعل كاسحة من مجموعات سلفوسكسينات أو سلفو سكسينامات. يمر هذا اللب المهيأ بمواد التفاعل بتعويم الأباتيت في دائرة تشتمل على خطوات "التخشين" و"الكسح" و"التنظيف" و"إعادة التنظيف". وفي جميع خطوات دائرة التعويم، يمكن إضافة غاز ثاني أكسيد الكربون حتى درجة تشبع هذا الغاز في ظروف درجة الحرارة والضغط الخاصة باللب. يعمل نظام توليد فقاعات للتعويم بصورة مستقلة، مع تغذيته بالهواء الجوي للآلات ذاتية الشفط أو الهواء المضغوط لخلايا التعويم مع تزويده بنفخ الهواء وأعمدة تدوين. إن ناتج التركيز النهائي للأباتيت عبارة عن الجزء الذي تم تعويمه في خطوة التنظيف الأخيرة من دائرة التعويم.

عملية للحصول على نواتج تركيز أباتيت من خلال التعويم)

الوصف الكامل

المجال التقني:

يتعلق الاختراع الحالي بعملية، في مجال هندسة الخامات، ويتعلق تحديداً بمجال معالجة الخامات للحصول على نواتج تركيز الأباتيت من خلال التعويم من خامات الفوسفات بمصفوفة سيليكات 5  
مكربنة بشكل سائد من مصدر مترسب وناري باستخدام آلات التعويم الميكانيكية أو خلايا العمود.

الخلفية التقنية:

إن تركيز الأباتيت في الخامات المحتوية على كميات متغيرة من مركبات السيليكات 10  
والكربونات يمثل مشكلة كبيرة في العديد من خامات الفوسفات على مستوى العالم، إما بكونه مصدر مترسب أو مصدر مغناطيسي. وعلى مرور عقود، كرس الباحثون من جميع أنحاء العالم جهودهم لدراسة طرق الفصل الانتقائي بين الأباتيت والكربونات، وتحديداً الكالسيت والدولوميت.

وفي البرازيل، تقوم Bunge Fertilizantes بتشغيل وحدة صناعية للتركيز في Cajati - SP، والتي 15  
يتم فيها فصل خام الأباتيت عن مركبات الكربونات والسيليكات وأكاسيد الحديد وعن غيره من الخامات الأخرى من خلال التعويم المباشر للأباتيت في مجمع تخليقي، باستخدام نشا الذرة كمادة خافضة لمركبات الكربونات وغيرها من شوائب الخامات الأخرى. تم استخدام عملية تركيز الأباتيت المذكورة على خامات أخرى مشتقة من مصدر ناري من مناطق مختلفة في

البرازيل، إلا أن جميع الدراسات التي أجريت حول هذا الموضوع أظهرت نتائج سلبية، وبشكل أساسي بسبب صعوبات الفصل الانتقائي بين الأباتيت ومركبات الكربون.

في ضوء الصعوبات التي تتم مواجهتها عند التعويم المباشر للأباتيت في خامات سيليكات مكرنة، فقد ركزت العديد من الدراسات على تركيز الأباتيت عبر التعويم العكسي لمركبات الكربونات باستخدام حمض دهني كمادة تفاعل كاسحة، واستخدام نشا الذرة كمادة تفاعل خافضة، ويتم إجراء التعويم عند رقم هيدروجيني قلوي. يتم تقليب اللب وهيثته مع حمض كبريتيك وفوسفوريك لتحقيق مدى رقم هيدروجيني يتراوح من 4 إلى 5، ثم يتم تعويم الكربونات للحصول على ناتج تركيز الأباتيت عند الجزء العميق من عملية التعويم العكسي للكربونات.

10 يتمثل السبب الرئيسي للصعوبات الموجودة عند فصل الأباتيت عن الكربونات في تماثل أداء هذه الخامات عند التعويم الأنيوني باستخدام أحماض دهنية أو مواد تفاعل تخليقية. وبالتالي، يصبح فصل هذه الخامات فعالاً فقط عند استخدام كميات كبيرة من مواد التفاعل المشتملة على فوسفور أو فلور قابل للذوبان في صورة مادة خافضة للأباتيت في التعويم العكسي للكربونات، وتلويث الماء وجعل إعادة استخدامه أمراً مستحيلاً في أية دائرة أخرى من دوائر التعويم المشتملة على أباتيت وكربونات معاً.

### الكشف عن الاختراع:

يتألف الاختراع الحالي من طحن خام الفوسفات المشتمل على كميات متغيرة من السيليكات والكربونات من خلال السحق والتجانس، والطحن، وإزالة الكلس، قبل تعويم الأباتيت.

يمكن أن يكون القياس الحبيبي للحام عقب عملية الطحن بشكل يوفر التحرير الفعال للحامات المراد فصلها، أي الأباتيت وشوائب الحامات.

تبدأ عملية التعويم من خلال تهيئة لب الحام، المطحون والمزال منه الكلس مسبقاً، بمادة التفاعل الخافضة، مثل النشا النباتي المحول إلى جل بمحلول من هيدروكسيد الصوديوم. وفور التهيئة بمادة التفاعل الخافضة، يتم إخضاع لب الحام نفسه إلى خطوة تهيئة بمادة تفاعل كاسحة، مثل مادة التفاعل المكونة من مجموعات سلفو سكسينات أو سلفو سكسينامات.

يمكن أن تتألف دائرة التعويم من خطوات "تحشين" و"كسح" و"تنظيف" و"إعادة تنظيف"، وذلك بناءً على محتوى الأباتيت الموجود في الحام ونوع الشوائب المراد إزالتها من العملية. وعادةً ما تكون مراحل "التحشين" و"الكسح" ملائمة لاستخلاص الأباتيت، بينما تكون خطوات "التنظيف" و"إعادة التنظيف" ملائمة لتنظيف الجزء الذي تم تعويمه في مراحل الاستخلاص. يمكن إجراء دائرة التعويم بخلايا ميكانيكية فقط وبأعمدة تدوين أو أنظمة مختلطة.

في جميع خطوات دائرة التعويم، يمكن أن يتم إعطاء جرعات من ثاني أكسيد الكربون كمادة تفاعل معدلة لأسطح الأباتيت والكربونات. تتم إضافة غاز ثاني أكسيد الكربون إلى اللب عبر أنظمة توليد فقاعات مستخدمة عادةً في آلات التدوين، مثل الألواح المسامية والأنابيب المسامية و"رشاشات" و"أنبوب تجويف" وما إلى ذلك. يجب التحكم في كمية ثاني أكسيد الكربون لضمان ذوبان هذا الغاز على الطور السائل حتى التشبع عند ظروف درجة الحرارة والضغط الجوي الخاصة باللب أثناء عملية التعويم، بالإضافة إلى تكوين فقاعات دقيقة من  $CO_2$  والتي ستتفاعل مع أسطح الكربونات والأباتيت. تُستخدم أنظمة مستقلة تمت تغذيتها بالهواء الجوي على خلايا ذاتية الشفط والهواء المضغوط في نماذج أخرى من الخلايا الميكانيكية وأعمدة التعويم لتكوين فقاعات للاستخدام في عملية التعويم.

فيما يلي عرض لبعض الأمثلة لتوضيح العملية الموضحة، إلا أن الاختراع لا يقتصر عليها.

### مثال 1

5 تم إخضاع عينة من خام الفوسفات المزود بمادة بينية من سيليكات مكرينة، يطلق عليها اسم فلوجوبيتيت، من منجم Chapadão في Catalão-GO وتشتمل على 9.5% من  $P_2O_5$  و 20.3% من CaO و 9.3% من  $Fe_2O_3$  و 20.8% من  $SiO_2$  و 18.3% من MgO، إلى عمليات سحق وتجانس وطحن وإزالة الكلس. وتم تحويل جزء من العينة المعدة، 1000 جم، إلى عجينة مرة أخرى للحصول على تركيز من المواد الصلبة الكتلية عند حوالي 50% ثم قهئته بدقيق الذرة المحول إلى جل بمحلول NaOH، ثم تمت قهئته بسلفو سكسينات الصوديوم. تم إجراء عملية التعويم على خلايا ميكانيكية workbench في مراحل "التخشين" و"التنظيف" عند دائرة مفتوحة، مع نفخ غاز ثاني أكسيد الكربون في كلتا المرحلتين. أظهر ناتج التركيز النهائي محتوى يبلغ 37.3% من  $P_2O_5$  لاستخلاص الأباتيت بنسبة 66.5%.

### مثال 2

15 تم إخضاع عينة من الفلوجوبيتيت المعدة وفقاً للطريقة التي تم الكشف عنها في مثال 1 إلى اختبار مستمر في مقياس رئيسي. وبشكل مبدئي، تمت قهئة اللب المشتمل على 45% بالوزن من المواد الصلبة باستخدام مادة التفاعل الخافضة، ثم دقيق الذرة المحول إلى جل بمحلول NaOH باستخدام سلفو سكسينات الصوديوم. وتم إجراء عملية التعويم عند دائرة بخطوات "التخشين" و"التنظيف" مع تركيب أعمدة بقطر 2 بوصة ونفخ غاز ثاني أكسيد الكربون عند مرحلتي

التعويم. أظهر ناتج التركيز النهائي محتوى يبلغ 36.1% من  $P_2O_5$  لاستخلاص الأباتيت بنسبة 69.4%.

### 5 مثال 3

تم تحويل عينة من خام الفوسفات المزود بمادة بينية من سيليكات مكربنة، يطلق عليها اسم فلوجوبيتيت، من منجم Chapadão في Catalão-GO والمشملة على 8.24% من  $P_2O_5$  و 28.61% من CaO و 17.43% من  $Fe_2O_3$  و 6.65% من  $SiO_2$  و 9.84% من MgO، إلى عينة مرة أخرى للحصول على تركيز من المواد الصلبة الكلية عند حوالي 50% ثم قهيتها بدقيق الذرة المحول إلى جل بمحلول NaOH، ثم تمت قهيتها بسلفو سكسينات الصوديوم. تم إجراء عملية التعويم على خلايا ميكانيكية workbench في مراحل "التخشين" و"التنظيف" عند دائرة مفتوحة، مع نفخ غاز ثاني أكسيد الكربون في كلتا المرحلتين. أظهر ناتج التركيز النهائي محتوى يبلغ 37.3% من  $P_2O_5$  لاستخلاص الأباتيت بنسبة 72.5%.

### 4 مثال 4

15 تم إخضاع عينة من الفلوجوبيتيت المعدة وفقاً للطريقة التي تم الكشف عنها في مثال 3 إلى اختبار مستمر في مقياس رئيسي. وبشكل مبدئي، تمت قهية اللب المشتمل على 45% بالوزن من المواد الصلبة باستخدام مادة التفاعل الخافضة، ثم دقيق الذرة المحول إلى جل بمحلول NaOH باستخدام سلفو سكسينات الصوديوم. وتم إجراء عملية التعويم عند دائرة بخطوات "التخشين" و"التنظيف" مع تركيب أعمدة بقطر 2 بوصة ونفخ غاز ثاني أكسيد الكربون عند مرحلتين

التعويم. أظهر ناتج التركيز النهائي محتوى يبلغ 34.4% من  $P_2O_5$  لاستخلاص الأباتيت  
بنسبة 64.3%.

### عناصر الحماية

- 1- عملية للحصول على نواتج تركيز أباتيت بالتعويم، قابلة للاستخدام مع خواص صخرية عديدة لخامات الفوسفات المزودة بمادة بينية من السيليكا المكربنة من مصادر نارية أو مترسبة، حيث تتميز العملية بأنها تشتمل على الخطوات التالية:
  - أ- تفتيت الخام بالسحق، والتجانس، والطحن في مطاحن قضيبية وكروية للحصول على خام بمعدلات تحرير مناسبة للأباتيت وشوائب الخامات؛
  - ب- إزالة الكلس في فراغات مخروطية مائية مختلفة الأحجام، وذلك لإزالة الملاط الضار بعملية تعويم الأباتيت على نحو فعال؛
  - ج- تهيئة اللب، بشكل مبدئي ببوليمر نباتي محول إلى جل بمحلول من هيدروكسيد الصوديوم؛ وبعد ذلك، تهيئته بمادة تفاعل كاسحة من مجموعات سلفوسكسينات أو سلفو سكسينامات؛
  - د- تعويم الأباتيت في دائرة تشتمل على خطوات "التخشين" و"الكسح" و"التنظيف" و"إعادة التنظيف" مؤلفة من خلايا ميكانيكية أو أعمدة التعويم أو دوائر مختلطة مكونة من كلتا المعدتين.

- 2- عملية للحصول على نواتج تركيز أباتيت بالتعويم وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث تتميز باستخدام ثاني أكسيد الكربون في صورة العامل المعدل لأسطح الكربونات والأباتيت لإتاحة حدوث الفصل الانتقائي بين الأباتيت والكربونات بالتعويم.

- 3- عملية للحصول على نواتج تركيز أباتيت بالتعويم وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث تتميز باستخدام غاز ثاني أكسيد الكربون في صورة مادة التفاعل التي تعدل الرقم الهيدروجيني لللب وذلك لتوفير رقم هيدروجيني يقع في مدى من 5.8 إلى 6.8 عند التعويم.

- 4- عملية للحصول على نواتج تركيز أباتيت بالتعويم وفقاً لعناصر الحماية 1 و2 و3،

- 2 حيث تتميز باستخدام غاز ثاني أكسيد الكربون في جميع خطوات التعويم أو في مراحل  
3 التنظيف فقط، "التنظيف" و"إعادة التنظيف"، حيث يتم نفخه دائماً في خلايا التعويم عبر  
4 آليات مناسبة لتحقيق هذا الهدف.
- 1 5- عملية للحصول على نواتج تركيز أباتيت بالتعويم وفقاً لعناصر الحماية 1 و2 و3 و4،  
2 حيث تتميز باستخدام غاز ثاني أكسيد الكربون في صورة مادة تفاعل التعويم والهواء الجوي  
3 لتوليد فقاعات للتعويم على خلايا تعويم ذاتية الشفط أو هواء مضغوط لتوليد فقاعات  
4 للتعويم في أعمدة أو للتعويم في خلايا ميكانيكية بنفخ الهواء.