ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية
---

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 32696 B1

(51) Cl. internationale :
C04B 7/44; F23K 3/00

(43) Date de publication :
02.10.2011

(21) N° Dépôt :
33751

(22) Date de Dépôt :
07.04.2011

(30) Données de Priorité :
17.09.2008 DK PA200801299

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/IB2009/053832 02.09.2009

(71) Demandeur(s) :
FLSMIDTH A/S, Vigerslev Alle 7 DK-2500 Valby (DK)

(72) Inventeur(s) :
JENSEN, Lars, Skaarup ; CHRISTENSEN, Niels, Agerlund ; LARSEN, Morten, Boberg

(74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)

(54) Titre : **FOURS ROTATIFS POUR CARBURANTS ALTERNATIFS**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé consistant à brûler des matériaux bruts tels qu'un minéral broyé non traité de ciment, du calcaire ou d'autres matériaux bruts contenant des minéraux, procédé grâce auquel le matériau brut et un carburant secondaire sont introduits séparément dans un seul et le même four rotatif dans lequel le matériau brut ainsi que le carburant secondaire sont chauffés par des gaz formés en brûlant un carburant primaire dans le four rotatif de sorte que le carburant secondaire est converti en gaz et en matières solides sous la forme de résidus de combustion tels que des cendres et du charbon. Le procédé est caractérisé en ce que le carburant secondaire est gardé à part du matériau brut introduit pendant le procédé de conversion en gaz et en matières solides. Ceci garantira que le carburant secondaire et ainsi les zones et les surfaces majeures de réduction locales dotées de conditions de réduction sont en contact minimal avec le produit brut.

(فرن دوار لأنواع الوقود البديلة)

الملخـــــــص

يتعلق الاختراع الحالي بوصف لطريقة حرق مواد خام مثل طحين أسمنت خام، أو حجر جيري، أو معادن أخرى تحتوي على مواد خام، وبواسطة هذه الطريقة، يتم إدخال المواد الخام ووقود ثانوي كل على حدة في الفرن الدوار نفسه، حيث يتم تسخين المواد الخام بالإضافة إلى الوقود الثانوي بواسطة غازات مكونة عن طريق حرق وقود أساسي في الفرن الدوار حتى يتم تحويل الوقود الثانوي إلى غازات ومواد صلبة في شكل مخلفات احتراق مثل رماد وفحم. الطريقة تعتبر استثنائية، حيث يتم إدخال الوقود الثانوي وتحويله في منطقة في الفرن الدوار (3) الذي يوجد في مرحلة سابقة فيما يتعلق باتجاه الفرن الدوار (3) نحو مبرد كلنكر (4)، المرحلة حيث يتم إدخال طحين الأسمنت الخام إلى الفرن الدوار (3).

03 OCT 2011

(فرن دوار لأنواع الوقود البديلة)

الوصف الكامل

المجال التقني:

يتعلق الاختراع الحالي بطريقة لحرق مواد خام مثل طحين أسمنت خام، أو حجر جيري، أو معادن أخرى تحتوي على مواد خام، وعن طريق هذه الطريقة، يتم إدخال المواد الخام والوقود الثانوي كل على حدة إلى الفرن الدوار نفسه حيث يتم تسخين المواد الخام والوقود الثانوي بواسطة غازات مكونة عن طريق حرق وقود أساسي في الفرن الدوار حتى يتم تحويل الوقود الثانوي إلى غازات وحالة صلبة في شكل مخلفات احتراق. يتعلق الاختراع أيضًا بوحدة صناعية لتنفيذ الطريقة، وباستخدام فرن دوار طبقًا للاختراع.

الخلفية التقنية:

أمثلة على أنواع الوقود المختلفة التي يمكن استخدامها كوقود ثانوي تشمل إطارات السيارات، وفلنكات السكك الحديدية، والأثاث، والسجاد، والنفايات الخشبية، ومخلفات الحدائق، ونفايات المطابخ، ورواسب ورقية، وكتلة بيولوجية، وفحم بترولي، ورواسب نفايات سائلة، وطحين لحوم وعظام، وتراب القصارين، ومنتجات ثانوية من الصناعات الأخرى وفحم أرضي غير ناعم.

الطريقة السابقة معروفة في براءة الاختراع الأوروبية رقم 0 105 322 B1. تقدم براءة الاختراع هذه وصفًا لطريقة إنتاج أسمنت كلنكر حيث يتم تسخين طحين الأسمنت الخام في سخان أولي، ويتم تعريضها وحرقها للتحول إلى كلنكر في فرن دوار، ثم يتم تبريدها في مبرد كلنكر.

يتم تعريض طحين الأسمنت الخام الساخن والوقود الثانوي للفرن الدوار في المنطقة ذاتها، ويتم تسخينه عن طريق التلامس مع الغازات الساخنة المكونة عن طريق حرق وقود أولي في الفرن الدوار. ونظرًا لتعريض الوقود الثانوي وطحين الأسمنت الخام للمنطقة ذاتها في الفرن الدوار، سيكون طحين الأسمنت الخام في تلامس مع مناطق التحويل فيما يتعلق باحتراق الوقود الثانوي. يتم إنشاء مناطق التحويل عندما يكون معدل قياس الاتحاد العنصري بين عوامل الأكسدة (مثل الأكسجين) من ناحية والوقود والمنتجات الوسيطة من الاحتراق (مثل الكربون الحر، وأول أكسيد الكربون، والهيدروجين) من ناحية أخرى مساويًا لكمية الوقود التي تتجاوز كمية عوامل الأكسدة. ستحدث مناطق التحويل هذه دائمًا على نحو محلي حول جسيمات وقود وحول الغازات والسوائل القابلة للاحتراق. طبقًا للاختراع الموضح في براءة الاختراع الأوروبية، سيحدث اتصال واضح بين طحين الأسمنت الخام ومناطق التحويل، مما يستلزم عددًا من العيوب. أولاً، في مناطق نظام الفرن مع طرف مقابل بين الغازات وجزء المادة الصلبة السائد، حيث يكون الحال عادةً في الفرن الدوار، ستكون النتيجة دورات المواد حيث يتم تحرير المكونات من طحين الأسمنت الخام إلى الحالة الغازية في منطقة واحدة للوحدة الصناعية للفرن لإعادة امتصاص متتابع في طحين الأسمنت الخام في منطقة أخرى للوحدة الصناعية للفرن، ثم توجه إلى الوراء. على سبيل المثال، قد يكون الكبريت جزءًا من دورة كهذه. حيث

يتخذ الكبريت صيغة CaSO4 أو CaSO3 في طحين الأسمنت الخام. يتم تحويل $CaSO_4$ عن طريق التفاعلات التالية (وتفاعلات أخرى مماثلة).

$$CaSO_4(s) + C(s) \rightarrow SO_2(g) + CaO(s) + CO(g)$$

$$CaSO_4(s) + CO(g) \rightarrow SO_2(g) + CaO(s) + CO_2(g)$$

يتم إعادة امتصاص الكبريت في صيغة CaS (ربما $CaSO_3$) عندما يتم تبريد الغازات وجعلها تتفاعل مع $CaO/CaCO_3$ كما على سبيل المثال في مراحل الإعصار الأدنى. يؤدي هذا إلى تراكم الكبريت في النظام بين السخان الأولي ومنطقة تحويل الاحتراق. ستكون الحالات الأخرى، بالإضافة إلى الكبريت، عبارة عن دوائر مواد مع الهالوجينات (الكلور، البروم، اللفور)، ومركبات الألكيل (الصوديوم، البوتاسيوم)، والماغنسيوم، والرصاص، والكادميوم. قد تؤدي بشكل منفصل ومدمج مع دوائر المواد إلى التراكم المتزايد للدهانات في النظام، وبصورة رئيسية في أنبوبة الجزء القائم. قد تخضع خصائص التدفق لمادة الصلبة لتغييرات في استجابة لهذه الدورات، على سبيل المثال يؤدي إلى انسداد الإعصار. ومن المستحسن تجنب هذه الدهانات والتغييرات المذكورة لخصائص التدفق لأنها ستؤدي إلى تراكم المواد ومشكلات الانسداد في الوحدة الصناعية.

وهناك مشكلة أخرى تتعلق بمناطق التحويل في طحين الأسمنت الخام تتمثل في أن المعادن، مثل الحديد والكروم، سيتم تحويلها. على سبيل المثال، يمكن تحويل الحديد طبقًا للتفاعل المشار إليه أدناه.

Fe(III) شروط التحويل ←———— Fe(II)

قد يؤثر تحويل المواد بطريقة عكسية على جودة المنتج النهائي، وبالتالي يجب تجنبها.

بالإضافة إلى العيوب المذكورة آنفًا، هناك أيضًا مخاطرة أن طحين الأسمنت الخام عند خلطه مع وقود ثانوي سيترسب على سطح الوقود، وبالتالي بشكل كامل أو جزئي، يقيد نقل المادة بين الغازات والوقود الثانوي، مما يؤدي إلى انخفاض في معدل تحويل الوقود.

يتمثل هدف الاختراع الحالي في توفير طريقة للتخلص من العيوب المذكورة آنفًا أو تقليلها بشكل ملحوظ.

الكشف عن الاختراع:

يمكن تحقيق ذلك طبقًا للاختراع الحالي بواسطة طريقة من النوع المذكور في المقدمة، ويتميز بأن الوقود الثانوي يكون منفصلاً عن المواد الخام المقدمة أثناء عملية التحويل إلى الغازات والمادة الصلبة، كما يتم إدخال الوقود الثانوي وتحويله في منطقة الفرن الدوار الذي يوجد في مرحلة سابقة فيما يتعلق باتجاه الفرن الدوار نحو مبرد كلنكر، المرحلة حيث يتم إدخال طحين الأسمنت الخام إلى الفرن الدوار. وبهذه الطريقة يحدث الوقود الثانوي ومناطق التحويل بالإضافة إلى مناطق كبيرة مع شروط التحويل تفاعلاً مع المواد الخام. وبالتالي سيتم تقليل العيوب المشار إليها آنفًا والمرتبطة بتحويل المواد الخام إلى أدنى حد ممكن.

الوصف الكامل

تشمل أمثلة التفاعلات الكيميائية لتحويل الوقود الثانوي الانحلال الحراري، والاحتراق، والتحويل للغاز. ستحتوي الغازات المكونة من هذه التفاعلات على طاقة وربما غازات قابلة للاحتراق، وبالتالي يمكن الاستفادة منها كمصدر طاقة/غاز تفاعل في عمليات أخرى مثل

التحويل إلى كلس. يعتبر تكوين الغازات المتحررة أثناء عملية تحويل الوقود مهمًا للطريقة وكفاءة تحويل الطاقة إلى عمليات لاحقة. كذلك عندما يتم تحريرها من الفرن الدوار وربما تنظيفها، قد يتم الاستفادة من الغازات كعامل تحويل للعمليات الكيميائية الأخرى. يكون هذا الأمر ذي أهمية خاصة في حالة استخدام الغازات في صناعة المعادن حيث يكون تحويل المعادن مطلوبًا عادةً.

في مثال مفضل، ستكون المادة الخام طحين أسمنت خام يتم تسخينه مسبقًا قبل إدخاله إلى الفرن الدوار؛ حيث يتم حرقه ليتحول إلى أسمنت كلنكر الذي يتم تبريده لاحقًا في مبرد كلنكر. يفضل أن يتم تسخين طحين الاسمنت الخام مسبقًا حتى 700 درجة مئوية، وعلاوة على ذلك يتم تحويله إلى كلس كليًا أو جزئيًا قبل الإدخال. يتم إدخال طحين الأسمنت الخام والوقود الثانوي كل على حدة عبر عدد من المداخل في الفرن الدوار. يتم إدخال الوقود الثانوي وتحويله في منطقة موجودة بالفرن الدوار، حيث يوجد في مرحلة سابقة فيما يتعلق باتجاه الفرن الدوار نحو مبرد كلنكر، مرحلة حيث يتم إدخال طحين الأسمنت الخام إلى الفرن الدوار. وبالتالي عندما يتم إجراء التحويل إلى غازات ومواد صلبة، سيتم إبقاء الوقود الثانوي منفصلاً عن طحين الأسمنت الخام الذي تم إدخاله. قد تفترض المسافة بين مرحلتي الإدخال أي قيمة يمكن تصورها ما دامت المسافة كافية للتأكد من أن مناطق التحويل المحلية بالإضافة إلى المناطق الأكبر في ظل شروط التحويل تحدث تلامسًا مع طحين الأسمنت الخام. ومع ذلك، يفضل أن تكون المسافة على امتداد الخط المركزي للفرن الدوار بين مرحلتي الإدخال مساوية للقطر الداخلي للفرن الدوار على الأقل. مرحلة الإدخال تعني منتصف المكان حيث تتحرك المواد المقدمة بعيدًا عن المدخل. تعني المسافة على امتداد الخط المركزي للفرن الدوار بين مرحلتي الإدخال المسافة بين مرحلتي الإدخال عندما تبرزان عموديًا على الخط المركزي للفرن

الدوار. ستعتمد المسافة الأمثل على عدد من العوامل، ولكن يجب إبقاء المسافة ضمن معدل بين واحد وأربعة أضعاف القطر الداخلي للفرن الدوار.

طريقة من النوع المذكور آنفًا قد تساهم نحو تحويل محتوى NO_x في الغازات التي يتم تكوينها عند حرق الوقود الأولي. يمكن إجراء تحويل NOx عندما يتلامس NOx الموجود في الغازات التي تمر خلال الفرن الدوار مع مناطق التحويل حول الوقود الثانوي بالإضافة إلى غازات الانحلال الحراري وغازات التحويل الأخرى التي يتم تحريرها أثناء عملية تحويل الوقود، وبالتالي يدفع تفاعلات تحويل NOx العديدة وتحويل NOx في الغازات. يفضل أن يدور بعض هواء الاحتراق للوحدة الصناعية حول الفرن الدوار، على سبيل المثال عبر أنبوبة توجه الهواء الساخن من مبرد كلنكر إلى مكان تحويل إلى كلس. بعد ذلك، يتم مواصلة تحويل الوقود الثانوي في الفرن الدوار بمعدل منخفض، وغالبًا عند درجة حرارة منخفضة عما سيكون عليه الحال في حالة مرور تدفق الهواء الكامل خلال الفرن الدوار.

في حالة دوران تدفق الهواء حول الفرن الدوار في الأنبوبة المذكورة آنفًا، وربما يتم إدخال بعض هذا الهواء مع الطحين الخام إذا كانت الرغبة في الحصول على درجة حرارة مرتفعة، وتزيد معدل التحويل للفرن الدوار. بدلاً من الهواء الذي تم تسخينه مسبقًا من المبرد، قد يتم استخدام الهواء المعزز بالأكسجين كليًا أو جزئيًا أو غازات العملية الأخرى التي تم تسخينها مسبقًا.

في المنطقة حول مرحلة الإدخال للوقود الثانوي، وبشكل داخلي في الفرن الدوار، قد يتم توفير الوسائل للتأثير آليًا على الوقود الثانوي لضمان المزيج المكثف للمرحلة الصلبة للوقود. قد تكون هذه الوسائل رافعات مصنعة من المعدن، أو الحجارة، أو مواد مقاومة للحرارة. أثناء دوران الفرن، تقوم الرافعات برفع الوقود إلى مستوى أعلى داخل الفرن الدوار، مما يؤدي غلى هبوط الوقود خلال الغازات مرة أخرى. كما يؤدي إلى معدل مزيج مكثف، وبالتالي تزيد

التلامس السطحي بين جسيمات الوقود والغازات. يؤدي هذا إلى زيادة معدل تحويل الوقود، ويمكن استخدامه لتعزيز جلب المادة الصلبة في تدفق الغازات. كما تضمن التوزيع المحسن للمتفاعلات في الغازات. يمكن استخدام الوسائل، مثل وسائل الطحن، المتوفرة في المنطقة في الوقود الثانوي لتفتيت الوقود أثناء عملية التحويل. سيكون هذا الأمر ذي أهمية خاصة لجزء الفحم من الوقود الذي يكون هشًا، وبالتالي قابل للتفتيت بسهولة بواسطة وسائل الطحن مع جلب لاحق في تدفق الغازات والتحويل في محول تكليس لاحق.

قد يتم أيضًا توفير الوسائل مثل حافة مقلوبة أو بنية شعرية داخل الفرن لتقييد المنطقة لحرق الوقود الثانوي، وبالتالي توقف الوقود من التحرك عبر الوسائل والتدفق التحتي عبر الفرن الدوار حتى يتميز الوقود بالخصائص البنيوية المطلوبة كنتيجة للتسخين. وهذا يضمن أساسًا قدرة الرماد من الوقود فقط على التحرك عبر الوسائل، وبالتالي الحصول على مزيج من طحين الأسمنت الخام.

سيتم توضيح الاختراع بمزيد من التفاصيل مع الإشارة إلى الرسوم التوضيحية، والتي تكون بشكل تخطيطي، وحيث يوضح الشكل (1) وحدة صناعية لتنفيذ الطريقة طبقًا للاختراع.

يعرض الشكل (1) وحدة صناعية (1) لتصنيع أسمنت كلنكر حيث يتم تسخين طحين الأسمنت الخام مسبقًا في سخان أولي (2)، ويتم حرقه إلى كلنكر في فرن دوار (3)، ثم يتم تبريده في مبرد كلنكر (4). يتم إدخال طحين الأسمنت الخام الذي تم تسخينه مسبقًا والوقود الثانوي عبر مدخلين (5) و(6) في الفرن الدوار نفسه. سيتم تسخين طحين الأسمنت الخام والوقود الثانوي بواسطة غازات تم تكوينها عن طريق وقود أولي في الفرن الدوار (3)، وبالتالي يتم تحويل الوقود الثانوي إلى غازات ومواد صلبة في صيغة مخلفات احتراق. يتم سحب غازات العملية بطريقة معروفة خلال الفرن الدوار (3) وباتجاه علوي خلال السخان الأولي (2)

بواسطة مروحة (7). قد يتم استخدام الغازات المكونة أثناء تسخين الوقود الثانوي، بما في ذلك المواد الصلبة القادمة في الغازات، في مراحل عملية إضافية مثل ما يحدث عند التحويل إلى كلس (8). يتم توجيه الهواء الساخن من مبرد كلنكر (4) إلى محول تكليس (8) عبر أنبوبة (16). يتم إدخال الوقود الثانوي خلال المدخل (6)، وتحويله في منطقة للفرن الدوار (3) الذي يوجد في مرحلة سابقة، فيما يتعلق باتجاه الفرن الدوار نحو مبرد كلنكر (4)، مرحلة الإدخال للمدخل (5) لطحين الأسمنت الخام إلى الفرن الدوار (3). وكنتيجة لذلك، سيتم إبقاء الوقود الثانوي أثناء عملية التحويل إلى الغازات والمواد الصلبة بعيدًا عن طحين الأسمنت الخام المقدم، كما ستحدث مناطق التحويل ومناطق أكبر بشكل محلي مع شروط التحويل حدًا أدنى للتلامس مع طحين الاسمنت الخام.

عناصر الحماية

1- طريقة لحرق مواد خام مثل طحين أسمنت خام، أو حجر الجير، أو المعادن الأخرى المحتوية على مواد خام، وبواسطة هذه الطريقة يتم إدخال المواد الخام والوقود الثانوي على حدة إلى الفرن الدوار نفسه (3)، حيث يتم تسخين المواد الخام بالإضافة إلى الوقود الثانوي بواسطة الغازات المكونة عن طريق حرق وقود أولي في الفرن الدوار (3) حتى يتم تحويل الوقود الثانوي إلى غازات ومواد صلبة في شكل مخلفات احتراف تتميز بأن الوقود الثانوي يتم إبقائه منفصلاً عن المواد الخام المقدمة أثناء عملية التحويل إلى غازات ومواد صلبة، وحيث يتم إدخال الوقود الثانوي وتحويله في منطقة الفرن الدوار (3) الذي يوجد في مرحلة سابقة فيما يتعلق باتجاه الفرن الدوار (3) نحو مبرد كلنكر (4)، المرحلة حيث يتم إدخال المواد الخام إلى الفرن الدوار (3).

2- طريقة طبقًا لعنصر الحماية رقم (1)، تتميز بأن المسافة على امتداد الخط المركزي للفرن الدوار (3) بين مرحلتي الإدخال تكون مساوية للقطر الداخلي للفرن الدوار (3) على الأقل.

3- طريقة طبقًا لعنصري الحماية رقمي (1) أو (2)، تتميز بأن المواد الخام تكون طحين الأسمنت الخام الذي يتم تسخينه مسبقًا إلى درجة حرارة 700 درجة مئوية على الأقل قبل إدخاله إلى الفرن الدوار (3) حيث يتم حرقه لتحويله إلى أسمنت كلنكر يتم تبريده فيما بعد في مبرد كلنكر (4).

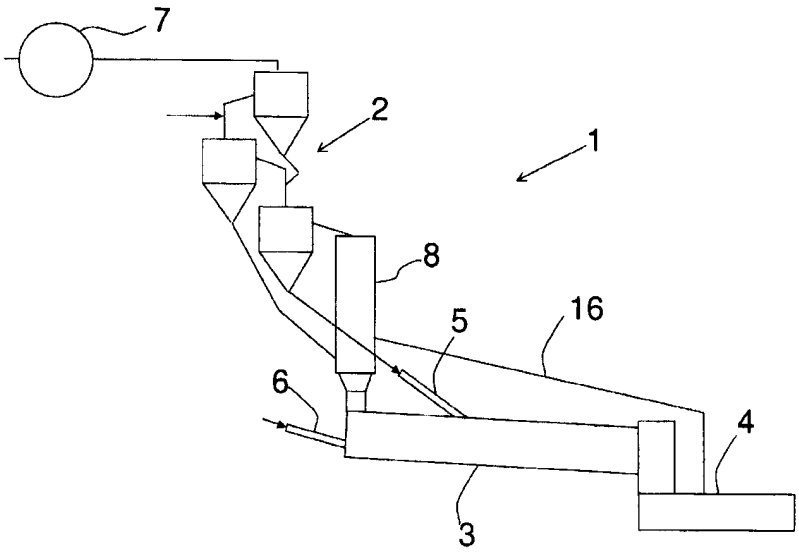
4- وحدة صناعية لحرق المواد الخام، مثل طحين الأسمنت الخام، أو الحجر الجيري، أو المعادن الأخرى المحتوية على مواد خام، يشمل فرن دوار (3) حيث يتم إدخال المواد الخام والوقود الثانوي عبر مداخل منفصلة (5، 6)، يتميز بأن الوقود الثانوي يتم إدخاله في الفرن الدوار (3) خلال مدخل (6) يحتوي على مرحلة للإدخال موجودة مسبقًا، فيما

يتعلق باتجاه الفرن الدوار (3) نحو مبرد كلنكر (4)، مرحلة للإدخال لمدخل (5) حيث يتم إدخال المواد الخام من خلاله.

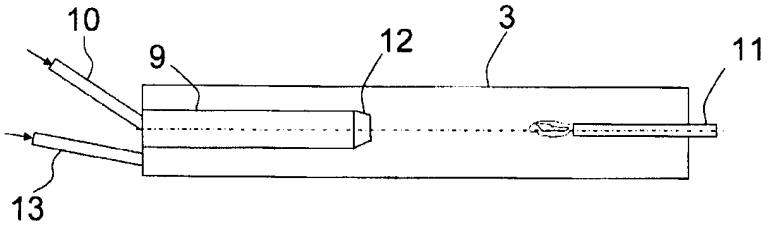
5- وحدة صناعية لحرق المواد الخام طبقًا لعنصر الحماية رقم (4)، يتميز بأن تلك الوسائل، مثل الفلاتر، للتأثير آليًا على الوقود الثانوي داخليًا في الفرن الدوار (3) يتم توفيرها حول مرحلة الإدخال للوقود الثانوي.

6- استخدام فرن دوار (3) لحرق المواد الخام، مثل طحين أسمنت خام، وحجر جيري، أو معادن أخرى تحتوي على مواد خام، حيث يتم إدخال المواد الخام والوقود الثانوي على حدة إلى الفرن الدوار (3) لكي يتم تسخينها بواسطة الغازات المكونة عن طريق حرق وقود أولي في الفرن الدوار (3)، يتميز بأن الوقود الثانوي يتم إدخاله وتحويله في منطقة للفرن الدوار (3) الذي يوجد في مرحلة سابقة فيما يتعلق باتجاه الفرن الدوار (3) نحو مبرد كلنكر (4)، المرحلة حيث يتم إدخال المواد الخام إلى الفرن الدوار (3).

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]