



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0053659

(51)^{2023.01} C03C 8/02

(13) B

(21) 1-2024-00521

(22) 23/01/2024

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/03/2024 432

(73) Công ty Cổ phần Frit Huế (VN)

Lô 1A khu công nghiệp Phú Bài, phường Phú Bài, thị xã Hương Thủy, tỉnh Thừa
Thiên Huế

(72) DƯƠNG BÁ KHÁNH (VN).

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT FRIT

(21) 1-2024-00521

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất frit bao gồm các bước sau: trộn các nguyên liệu theo tỷ lệ phối liệu định trước để thu được hỗn hợp các nguyên liệu đã được trộn, trong đó các nguyên liệu đã được trộn này bao gồm các hợp chất dễ chảy được chọn từ nhóm bao gồm Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, H_3BO_3 , BaCO_3 hoặc hỗn hợp của chúng với lượng nằm trong khoảng từ 3 đến 14% tổng khối lượng của nguyên liệu; nghiền hỗn hợp nguyên liệu đã được trộn để tạo thành hỗn hợp đồng nhất, trong đó ở bước nghiền này nguyên liệu được tăng ẩm bằng cách phun nước để độ ẩm nằm trong khoảng từ 0,4 đến 1% khối lượng; đưa các nguyên liệu đã được nghiền vào lò nung và tiến hành nung để làm cho hỗn hợp nguyên liệu nóng chảy, đồng nhất và tạo thành frit.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất frit, trong đó phương pháp này giảm được tiêu thụ năng lượng, kéo dài tuổi thọ và tăng công suất của lò nấu frit.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Frit là một hợp chất có thành phần hóa học tương tự thành phần hóa học của thủy tinh, được nung nóng chảy ở nhiệt độ thông thường từ 1400 - 1530 độ C, sau đó được làm lạnh đột ngột, thường bằng nước, sản phẩm thu được được gọi là frit. Chất này được sử dụng làm men (glaze) phủ lên vật liệu gốm, sứ, gạch lát, gạch ốp ceramic. Frit đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện chất lượng và tính năng của sản phẩm cuối cùng. Việc sử dụng frit mang lại nhiều lợi ích quan trọng, từ độ bám dính cao, chống nứt, đến tính thẩm mỹ và chống hóa chất. Trong quá trình nung chảy, frit giúp tăng cường độ bám dính giữa gạch và men, làm cho bề mặt của gạch trở nên chắc chắn và chịu được các điều kiện sử dụng khắc nghiệt. Sự hiện diện của frit cũng giảm thiểu nguy cơ nứt và vỡ, giữ cho sản phẩm gạch men nguyên vẹn và bền bỉ qua thời gian. Không chỉ là một phương tiện kỹ thuật, frit còn đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra độ bóng và màu sắc đẹp mắt cho bề mặt gạch men. Sự linh hoạt của frit trong điều chỉnh màu sắc và đặc tính thẩm mỹ giúp sản phẩm cuối cùng trở nên hấp dẫn. Ngoài ra, frit thường chứa các thành phần chống hóa chất, tăng cường khả năng chống lại tác động của axit và kiềm, từ đó gia tăng tuổi thọ và tính chất chống ăn mòn của gạch men. Đồng thời, tính chất cơ học và khả năng chịu nhiệt của gạch men cũng được cải thiện thông qua sự thêm vào frit. Việc sử dụng frit trong sản xuất gạch men không chỉ làm

tăng chất lượng và độ bền của sản phẩm, mà còn đóng góp vào vẻ đẹp và tính thẩm mỹ của không gian được trang trí bằng gạch.

Quá trình sản xuất frit thường bao gồm việc nung chảy các nguyên liệu khoáng chất như như feldspar, quặng khoáng, quặng khoáng chứa thạch anh, và các oxit kim loại như silica, alumina, và borax. Nguyên liệu được nung chảy ở nhiệt độ cao để tạo ra chất thủy tinh. Sau đó, chất thủy tinh được làm lạnh nhanh chóng để tạo thành hạt thủy tinh, được gọi là frit

Đã biết, ấn phẩm “Henrik Norsker, James Danisch Glazes - for the Self-reliant Potter” bộc lộ quy trình sản xuất frit bao gồm các công đoạn sau:

- Định lượng nguyên liệu: nguyên liệu để sản xuất frit bao gồm các khoáng tự nhiên như cát trắng, ZrSiO_4 , feldspar, dolomit, đá vôi,... thường có kích thước hạt dưới 200 mesh; các hóa chất như Na_2CO_3 , K_2CO_3 , borax, axit boric, Al_2O_3 , ZnO ... được cân định lượng theo các công thức phối liệu định sẵn cho từng loại frit.

- Công đoạn trộn: sau khi cân theo đơn phối liệu cho từng loại frit, hỗn hợp gồm các khoáng chất và hóa chất được đưa vào thiết bị trộn để trộn đều, tạo độ đồng nhất trước khi đưa vào lò nung.

- Công đoạn nấu (nung) frit: hỗn hợp đã trộn được đưa vào lò nung, khi tiếp xúc với ngọn lửa, các hóa chất dễ chảy như Na_2CO_3 , K_2CO_3 , borax, axit boric,... chảy trước và bao bọc các hóa chất, khoáng chất có nhiệt độ chảy cao như Al_2O_3 , ZnO_2 , ZrSiO_4 , feldspar, colemanit,... tạo điều kiện để các hóa chất và khoáng chất tiếp xúc với nhau để tạo nên nhiều hợp chất có nhiệt độ nóng chảy ở nhiệt độ thấp khác nhau (gọi là nhiệt độ eutecti) và như vậy, các hỗn hợp cứ nóng chảy dần hòa lẫn vào nhau trong suốt quá trình di chuyển từ đầu lò

đến cuối lò. Do được nung ở nhiệt độ cao (tại nhiệt độ từ 1400-1530 độ C) làm cho hỗn hợp nguyên liệu nóng chảy hoàn toàn và nhờ độ nhớt thấp, chuyển động của đối lưu của dòng frit trong lò làm cho chúng trộn lẫn vào nhau tạo nên hỗn hợp đồng nhất.

Tạo sản phẩm: khi frit trong lò nóng chảy và đồng nhất hoàn toàn, chúng được tháo ra khỏi lò qua hệ thống cửa ra và được làm lạnh đột ngột bằng nước, dòng frit bị vỡ vụn và các hạt frit do bị làm lạnh đột ngột nên tạo ra các ứng lực bên trong, làm cho các hạt frit dễ bị nghiền mịn khi đưa vào sử dụng.

Nhược điểm của quy trình hiện tại như sau:

- Do đặc điểm các khoáng chất, hóa chất khi đưa vào sản xuất frit có kích thước hạt, tỷ trọng khác nhau và độ ẩm thấp nên khi trộn sẽ khó đồng nhất, và có thể phân lớp làm giảm độ đồng nhất trước khi đưa vào lò nấu. Trong quá trình lưu kho: các hóa chất, một số nguyên liệu để sản xuất frit có thể hút ẩm tạo cục có kích thước từ 0,5 đến một vài mm. Các vật liệu hút ẩm tạo cục tuy rất mềm nhưng không bị làm vỡ nhỏ thành kích thước như ban đầu trong quá trình trộn đồng nhất. Trong quá trình nấu frit, các hóa chất như Na_2CO_3 , K_2CO_3 , borax, axit boric,... có nhiệt độ nóng chảy thấp, nóng chảy trước bao bọc các hóa chất, khoáng chất có nhiệt độ nóng chảy cao để tạo ra các hỗn hợp có nhiệt độ nóng chảy thấp. Tuy nhiên, các loại hóa chất dễ chảy này thường chiếm tỷ lệ thấp, có kích thước thường lớn hơn các khoáng chất, nếu bị ẩm có thể bị vón cục thành các hạt có kích thước lớn, nên khả năng các hóa chất này phân bố, bao phủ đồng đều lên bề mặt phần nguyên liệu còn lại (các hóa chất, khoáng chất khó nóng chảy) sẽ bị hạn chế. Do các nguyên liệu không được phân bố đồng nhất, và có các nguyên liệu dễ chảy và khó chảy bị tách lớp dẫn đến cần nhiệt độ lò

nấu cao và thời gian nấu dài để luyện được frit đồng nhất, do đó hạn chế của các phương pháp nấu frit này là tiêu thụ năng lượng cao (thường trên 5000kcal/kg frit) và tuổi thọ của lò giảm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là giảm tiêu thụ năng lượng trong quá trình nấu frit.

Một mục đích khác của sáng chế là tăng năng suất và tăng tuổi thọ của lò frit.

Để đạt được mục đích trên, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất frit bao gồm các bước sau:

trộn các nguyên liệu theo tỷ lệ phối liệu định trước để thu được hỗn hợp các nguyên liệu đã được trộn, trong đó các nguyên liệu đã được trộn này bao gồm các hợp chất dễ chảy được chọn từ nhóm bao gồm Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, H_3BO_3 , BaCO_3 hoặc hỗn hợp của chúng với lượng nằm trong khoảng từ 3 đến 14% tổng khối lượng của nguyên liệu;

nghiên hỗn hợp nguyên liệu đã được trộn để tạo thành hỗn hợp đồng nhất, trong đó ở bước nghiền này nguyên liệu được tăng ẩm bằng cách phun nước để độ ẩm nằm trong khoảng từ 0,4 đến 1% khối lượng;

đưa các nguyên liệu đã được nghiền vào lò nung và tiến hành nung để làm cho hỗn hợp nguyên liệu nóng chảy, đồng nhất và tạo thành frit.

Theo một phương án của sáng chế, hỗn hợp nguyên liệu được nghiền trong máy nghiền liên tục.

Theo một phương án của sáng chế, lò nung là lò nung liên tục.

Theo một phương án của sáng chế, độ ẩm của nguyên liệu ở bước nghiền được kiểm soát nằm trong khoảng từ 0,4 đến 0,6% khối lượng.

Theo một phương án của sáng chế, lượng các hợp chất dễ chảy nằm trong khoảng từ 3 đến 10% khối lượng.

Theo một phương án của sáng chế, thời gian nghiền từ 45 đến 65 phút.

Theo một phương án của sáng chế, nhiệt độ lò nung frit nằm trong khoảng từ 1400 đến 1530°C.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu chuyên sâu và nhận thấy rằng, khi đưa các nguyên liệu vào trong lò để nung thì không phải các khoáng chất, hoá chất tự nóng chảy và hoà trộn vào nhau. Trên thực tế, các chất dễ nóng chảy khi hấp thụ nhiệt sẽ nóng chảy trước, tạo ra pha lỏng bao bọc các loại nguyên liệu có nhiệt độ nóng chảy cao hơn, (kể cả các hạt nguyên liệu có nhiệt độ nóng chảy cao hơn nhiều nhiệt độ nung frit trong lò). Khi đó giữa pha lỏng và pha rắn tạo nên một hỗn hợp (còn được gọi là hệ eutecti) có nhiệt độ nóng chảy thấp (thấp hơn nhiệt độ nung frit), hỗn hợp này nóng chảy và tiếp tục tạo nên các hệ eutecti mới,... Các khoáng chất, hoá chất có nhiệt độ nóng chảy thấp (dưới 1000 độ C) có tỷ lệ phần trăm về khối lượng so với các loại nguyên liệu có nhiệt độ nóng chảy trung bình và nhiệt độ

nóng chảy cao thường rất thấp, các loại này thường có độ cứng thấp, khi nghiền không bị vỡ vụn thành các hạt có kích thước nhỏ hơn mà bị bết lại dính vào bi nghiền, tẩm lót. Thậm chí có một số loại hoá chất như Na_2CO_3 , K_2CO_3 ,... khi gặp không khí có độ ẩm cao thì hút ẩm và vón cục. Vì vậy, việc tăng độ phân tán các nguyên liệu dễ nóng chảy này trong toàn bộ khối nguyên liệu là cần thiết nhằm tạo ra nhiều hệ eutecti khi các nguyên liệu này nóng chảy, thúc đẩy nhanh quá trình nóng chảy của toàn khối nguyên liệu. Tuy nhiên, do tính chất của các nguyên liệu này khi nghiền riêng để tăng độ mịn thì bị kết dính nên không thể thực hiện được theo phương pháp sản xuất frit thông thường, cần phải áp dụng phương pháp theo sáng chế, trong đó phương pháp này làm tăng độ phân tán các hóa chất dễ nóng chảy trong toàn bộ khối nguyên liệu, tăng độ đồng nhất, tăng bề mặt tiếp xúc giữa các hạt nguyên liệu.

Quá trình xảy ra trong lò nấu frit trước hết các nguyên liệu phải được nung chảy hoàn toàn sau đó trộn lẫn đồng nhất trong toàn khối frit. Tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng, quá trình nung chảy sẽ được rút ngắn khi các nguyên liệu nóng chảy ở nhiệt độ thấp được phân bố đều trong các nguyên liệu khác nhau.

Như đã đề cập tại công đoạn nấu frit trong lò: các hóa chất dễ chảy có trong đơn phối liệu nóng chảy trước, bao bọc các khoáng chất, hóa chất có nhiệt độ nóng chảy cao tạo điều kiện cho các loại vật liệu này có bề mặt tiếp xúc sát với nhau và tạo ra nhiều hợp chất có nhiệt độ nóng chảy thấp (nhiệt độ eutecti). Trong điều kiện nhiệt độ cao trong lò, các vật liệu này tiếp tục nóng chảy và tạo ra các hỗn hợp nóng chảy cục bộ (sau đây gọi tắt là hỗn hợp cục bộ) có thành phần hóa học tương đối khác biệt nhau, sự khác biệt này phụ thuộc rất lớn

vào độ đồng nhất của nguyên liệu sau công đoạn trộn. Nếu độ đồng nhất cao thì sự khác biệt về thành phần hóa của các hỗn hợp cục bộ này càng thấp và ngược lại. Trong quá trình di chuyển từ đầu lò đến cuối lò, các hỗn hợp cục bộ được nóng chảy hoàn toàn và nhờ độ nhớt thấp, chuyển động đối lưu của dòng frit trong lò làm cho chúng trộn lẫn vào nhau tạo nên hỗn hợp đồng nhất trước khi ra lò. Nếu sự đồng nhất tốt thì thành phần hóa của các hỗn hợp cục bộ càng tương tự nhau, và như vậy quá trình đồng nhất của cả khối frit sẽ nhanh hơn, giảm thời gian cần thiết để frit đồng nhất hoàn toàn. Điều này đồng nghĩa với việc giảm năng lượng tiêu thụ, tăng công suất của lò nấu frit.

Theo tác giả sáng chế, mục đích chính của việc nghiền các nguyên liệu sau khi trộn không phải là tăng độ mịn của tất cả các loại nguyên liệu, do thông thường khi sản xuất frit các nhà sản xuất căn cứ vào kinh nghiệm của mình để đặt mua những loại nguyên liệu đủ mịn cần thiết để sản xuất (liệu càng mịn thì càng dễ nấu nhưng giá thành lại cao hơn nên phải cân đối độ mịn hợp lý để cân bằng các yếu tố kinh tế). Mục đích của sáng chế là tăng khả năng bao phủ của các hóa chất dễ nóng chảy, độ cứng thấp lên bề mặt của các hóa chất, khoáng chất khó nóng chảy, hạn chế khả năng phân lớp của nguyên liệu, cũng như tăng khả năng tiếp xúc bề mặt giữa các hạt nguyên liệu bằng cách thay vì khi trộn xong nguyên vật liệu sau đó vận chuyển đến lò nung theo phương pháp thông thường thì bổ sung thêm công đoạn nghiền và tăng ẩm cần thiết cho nguyên liệu trong quy trình sản xuất frit. Nghiền mịn các nguyên liệu bị đóng cục do hút ẩm trong quá trình vận chuyển và lưu kho, đặc biệt là các hóa chất dễ chảy (thường chiếm tỷ lệ thấp trong hỗn hợp nguyên liệu) được nghiền nát và do đặc tính có độ mềm và độ dẻo cao nên dưới tác dụng của độ ẩm phù hợp (nhờ việc phun

tăng âm theo sáng chế) các nguyên liệu dễ chảy này sẽ bám dính và phân bố đều trên bề mặt các nguyên liệu khó nóng chảy, các nguyên liệu khó nghiền (có độ cứng cao). Khi các hóa chất bị nóng chảy ở nhiệt độ thấp, chúng tạo điều kiện để các nguyên liệu khác tiếp xúc với nhau và tạo ra các hỗn hợp có thành phần eutectic có nhiệt độ nóng chảy thường thấp hơn các thành phần trong hỗn hợp. Trong trường hợp này, các hỗn hợp có thành phần eutectic nhiều hơn nhiều, và phân bố đều tại mọi vị trí trong khối nguyên liệu so với trường hợp không bổ sung công đoạn nghiền và tăng âm theo sáng chế, tạo điều kiện cho khối nguyên liệu đưa vào lò nóng chảy nhanh hơn và nóng chảy ở nhiệt độ thấp hơn. Việc bổ sung thêm công đoạn nghiền và tăng âm theo sáng chế, ngoài việc nghiền nhỏ các vật liệu ẩm đông cục, các hóa chất dễ nóng chảy thì còn có tác dụng làm tăng độ mịn của một số nguyên liệu dễ nghiền có trong hỗn hợp nguyên liệu. Nguyên liệu có độ mịn tăng thì bề mặt tiếp xúc giữa chúng tăng, kích thước nhỏ giúp quá trình nóng chảy và hòa tan nhanh hơn. Theo phương pháp sản xuất đã biết, khi trộn thì nguyên liệu bị xáo trộn để tạo sự đồng nhất nhưng mức độ đồng nhất không cao, khi vận chuyển, cấp liệu vào lò có thể bị phân lớp. Để giải quyết vấn đề phân lớp, các giải pháp đã biết có thể áp dụng việc phun nước vào nguyên liệu khi trộn với độ ẩm khoảng từ 10-15% ép thành bánh để đưa vào nung, tuy nhiên giải pháp này không tối ưu, vì phải mất thêm năng lượng để làm bay hơi nước trong quá trình nung, dẫn đến gia tăng tiêu thụ năng lượng trong quá trình sản xuất. Tác giả sáng chế nhận thấy rằng, trong quá trình nghiền bổ sung các nguyên liệu ngoài bị xáo trộn còn va đập, chà xát với tác nhân nghiền, các nguyên liệu được trộn đều, nếu có độ ẩm hợp lý thì khi bị chà xát, va đập các loại vật liệu khác nhau được dính bám vào nhau, đảm bảo không bị phân lớp trong quá trình vận

chuyển vào lò. Đối với các phương pháp thông thường đã biết, độ ẩm thông thường của từng nguyên liệu thường thấp, nhiều loại nguyên liệu độ ẩm gần bằng không, sau khi trộn xong các hạt nguyên liệu vẫn tách rời nhau, dễ phân lớp trong quá trình vận chuyển, do đó tác giả sáng chế đã đề xuất việc tăng ẩm cho nguyên liệu bằng cách phun nước để độ ẩm của nguyên liệu nằm trong khoảng từ 0,4 đến 1%.

Các hạt nguyên liệu có thành phần hóa học khác nhau và thường có nhiệt độ nóng chảy cao, đặc biệt là các đơn chất. Nhưng khi bề mặt các hạt vật liệu có thành phần hóa học khác nhau tiếp xúc với nhau sẽ tạo nên các hỗn hợp có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn (nhiệt độ eutectic) và thấp hơn nhiều các đơn chất. Các hỗn hợp dễ nóng chảy này sẽ xúc tiến để quá trình nóng chảy tiếp theo sẽ nhanh hơn. Như vậy, số lượng bề mặt các hạt nguyên liệu tiếp xúc (ép sát) với nhau càng nhiều thì sẽ tạo điều kiện để quá trình nấu nóng chảy của cả khối nguyên liệu sẽ nhanh hơn.

Số lượng các bề mặt các hạt liệu khác nhau tiếp xúc với nhau tăng nhờ quá trình nghiền trong điều kiện độ ẩm của nguyên liệu đạt được một mức độ nhất định. Việc tăng ẩm cho nguyên liệu đạt được độ ẩm cần thiết, trong quá trình nghiền, cùng với việc nghiền liệu dễ nóng chảy bị nghiền nát thì chúng cũng bị ép lại dính vào các loại nguyên liệu khó nghiền, hạn chế quá trình phân lớp. Kết quả đạt được là khối nguyên liệu giữ được độ đồng nhất cao sau khi qua công đoạn nghiền bổ sung và tăng ẩm đồng thời các hạt nguyên liệu khác nhau bị ép sát, dính vào nhau, số điểm nóng chảy ban đầu tăng, làm tăng đáng kể các hệ eutectic có nhiệt độ nóng chảy thấp, kết quả là tiêu thụ năng lượng trong quá trình nấu frit được giảm đi đáng kể.

Trên cơ sở các phát hiện nêu trên, tác giả sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất frit bao gồm các bước sau:

- trộn phối liệu: các loại frit khác nhau, có thành phần hóa học khác nhau, dựa trên thành phần hóa học của các khoáng chất, hóa chất (sau đây gọi là nguyên liệu), được tính toán định lượng của từng loại nguyên liệu cần phải phối với nhau (thường gọi là đơn phối liệu) để sau khi sản xuất, sản phẩm có thành phần hóa học theo mong muốn. Dựa trên đơn phối liệu, từng loại nguyên liệu được cân theo phương pháp cân thủ công hoặc cân tự động hoặc kết hợp giữa cân thủ công và tự động, sau đó từng loại nguyên liệu này được đưa vào máy trộn nhằm tạo cho các nguyên liệu đơn lẻ ban đầu được trộn lẫn, phân bố đều với nhau. Có thể sử dụng bất kỳ loại máy trộn hiện có nào để trộn miễn là các nguyên liệu được trộn đều với nhau. Mức độ trộn đều (gọi là độ đồng nhất) cao thể hiện thành phần hóa học của từng điểm cục bộ của cả khối nguyên liệu sau khi trộn sai khác ít và ngược lại, nếu độ đồng nhất kém thì thành phần hóa học tại các điểm khác nhau sẽ càng khác biệt, dẫn đến càng mất nhiều thời gian để làm đồng đều thành phần hóa học của frit trong công đoạn nấu frit. Theo sáng chế, thành phần nguyên liệu để sản xuất frit bao gồm các nguyên liệu dễ chảy được chọn từ nhóm bao gồm: Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, H_3BO_3 , BaCO_3 và hỗn hợp của chúng với lượng nằm trong khoảng từ 3 đến 14% tổng khối lượng của nguyên liệu. Nếu hàm lượng các chất dễ chảy nêu trên dưới 3% thì số lượng pha dễ chảy thấp, tỷ lệ pha khó chảy trong khối nguyên liệu cao, dẫn đến cần nhiệt độ nấu chảy cao và thời gian nấu chảy dài để nấu frit, làm gian tăng tiêu thụ năng lượng và giảm tuổi thọ của lò. Ngược lại, nếu tỷ lệ của các nguyên liệu dễ chảy cao hơn 14% thì số lượng pha dễ chảy lớn, có

thể làm giảm nhiệt độ và thời gian nấu frit, tuy nhiên đặc tính của frit thành phẩm cũng giảm theo, vì vậy không được ưu tiên theo sáng chế.

- nghiền và tăng ẩm: đây là công đoạn bổ sung mà sáng chế đề cập, công nghệ sản xuất frit hiện nay không có công đoạn này. Có thể sử dụng bất cứ loại máy nghiền hiện có nào để nghiền nguyên liệu, miễn là không gây lẫn tạp chất, đảm bảo các hóa chất, vật liệu bị vón cục bị nghiền mịn. Về nguyên tắc, có thể sử dụng máy nghiền gián đoạn từng mẻ hoặc nghiền liên tục. Tuy nhiên, đây là giải pháp nghiền khô, nếu nghiền gián đoạn từng mẻ thì sau mỗi mẻ phải dừng máy tháo nguyên liệu và tác nhân nghiền (thường là bi), tách nguyên liệu với tác nhân nghiền, sau đó đưa tác nhân nghiền và liệu mới vào nghiền, phương pháp này có năng suất thấp, không hiệu quả về kinh tế nên trong thực tế không được ưu tiên sử dụng. Với việc sản xuất frit, tốt hơn hết là sử dụng máy nghiền bi liên tục, tấm lót và bi nghiền nên sử dụng vật liệu cao nhôm, thành phần Al_2O_3 lớn hơn hoặc bằng 90%. Trong thực tế, thông thường các nguyên liệu dễ chảy có độ sót sàng trên 90% có kích thước hạt như Na_2CO_3 , K_2CO_3 là 150 μm , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ là 100 μm , $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ là 200 μm , H_3BO_3 là 100 μm , BaCO_3 là 75 μm . Với đặc trưng về độ cứng và kích thước của các loại vật liệu dễ chảy như trên thì lực va đập khi nghiền không quan trọng bằng lực chà xát nên tác nhân nghiền nên dùng chủ yếu là bi có kích thước nhỏ, bi tròn và bi trụ, ưu tiên vẫn là sử dụng bi trụ và máy nghiền có đường kính không quá lớn, thông thường đường kính trong từ 1400-1800 mm là hợp lý hơn cả. Các lò sản xuất frit hiện nay đa số có công suất từ 20-80 tấn frit/ngày, tùy theo từng loại frit và công suất lò để chọn kích thước của máy nghiền phù hợp. Với công suất như trên, kích thước của máy nghiền nên có chiều dài từ 2500 -3500 mm.

Nguyên liệu sau công đoạn trộn, được cấp liên tục vào một đầu của máy nghiền, quá trình nghiền, chà xát, trộn lẫn xảy ra từ đầu đến cuối máy và thoát ra đầu kia của máy nghiền. Thời gian nghiền của vật liệu phụ thuộc vào lượng cấp vào máy nghiền, lượng nguyên liệu cấp chậm tương ứng với thời gian nghiền lâu và ngược lại nếu cấp liệu nhiều thì thời gian nghiền sẽ ngắn. Thời gian nghiền tăng thì hiệu quả nấu frit càng tốt: nhiệt độ nung frit giảm (đồng nghĩa với giảm tiêu hao năng lượng, tăng tuổi thọ của vật liệu chịu lửa), tăng năng suất lò (giảm tiêu thụ năng lượng, chi phí khấu hao giảm), nhưng việc tăng thời gian nghiền sẽ tiêu tốn năng lượng điện, giảm năng suất của máy nghiền (phải đầu tư tăng công suất máy nghiền làm tăng chi phí), và khi tăng thời gian nghiền đến một mức độ nào đó thì hiệu quả sẽ hầu như không thay đổi. Vì vậy, thời gian nghiền được chọn tùy thuộc vào tính chất của từng loại frit dựa trên áp dụng thực tế để có hiệu quả nhất. Để xác định thời gian nghiền phù hợp, thường xác định theo thực tế cho từng loại frit: cho nghiền nguyên liệu theo các khoảng thời gian khác nhau, mỗi một thời gian nghiền cho lấy mẫu, sau đó cân một lượng nhất định và ép theo dạng hình côn. Các côn này đưa vào lò nung có nhiệt nung 1250 độ C và quan sát khi nhiệt độ lò nung tăng dần, mức độ dễ chảy sẽ tăng dần với thời gian nghiền, xem xét với các côn chảy nhất và mức độ chảy gần như nhau, khi đó ta có thể chọn thời gian nghiền ngắn nhất trong số các côn chảy nhất để áp dụng trong thực tế. Theo kinh nghiệm thực tế nếu sử dụng máy nghiền bi liên tục thì thời gian nghiền (thời gian tính bình quân liệu nạp vào và ra khỏi máy nghiền) của nguyên liệu trong máy nghiền nên duy trì từ 45 đến 65 phút, tùy theo từng trường hợp, từng loại frit.

Quá trình tăng ẩm bằng phương pháp phun nước:

Độ ẩm cao sẽ tạo cho các hạt nguyên liệu (bề mặt) bị ép dính vào nhau do lực va đập, chà xát giữa vật liệu và tác nhân nghiền (bi nghiền), không bị phân lớp và đảm bảo độ đồng nhất cao. Về nguyên tắc có thể phun nước vào từng nguyên liệu, phun nước trong quá trình trộn liệu, phun nước trong quá trình nghiền. Việc phun nước vào từng nguyên liệu sẽ rất khó đều, sẽ gây trở ngại cho quá trình trộn. Việc phun nước trong quá trình trộn nếu không khống chế tốt quá trình phun nước dễ làm cho nguyên liệu bám vào bề mặt thiết bị trộn, khó làm vệ sinh, đặc biệt là khi thay đổi đơn phối liệu mới. Tốt hơn cả là phun nước trong quá trình nghiền. Pét phun nước dưới dạng phun sương thông thường, kích thước hạt sương không cần phải khống chế quá nhỏ. Lượng nước phun được xác định theo độ ẩm của các nguyên liệu đầu vào và độ ẩm của nguyên liệu cần đạt được sau nghiền. Nhưng nếu độ ẩm cao quá 1%, nguyên liệu sẽ bị nén, dính dần vào mặt trong của thân máy nghiền, đường kính của máy nghiền dần dần sẽ bị thu hẹp cho đến lúc không thể hoạt động hiệu quả. Nếu độ ẩm thấp hơn 0,4% thì không tạo ra sự bám dính tốt giữa các nguyên liệu dễ chảy đã được nghiền với các nguyên liệu khó chảy, nguyên liệu dễ bị tách lớp, dẫn đến hiệu quả bám dính và tiếp xúc giữa các nguyên liệu dễ chảy và khó chảy không cao, vì vậy, làm tăng nhiệt độ và thời gian nấu frit. Do đó, theo sáng chế, độ ẩm của nguyên liệu trong quá trình nghiền cần nằm trong khoảng từ 0,4% đến 1%.

Các nguyên liệu sau khi nghiền được đưa vào lò nung và tiến hành nung để làm cho hỗn hợp nguyên liệu nóng chảy, đồng nhất và tạo thành frit. Thông thường, các frit thường nóng chảy ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1150⁰C đến 1250⁰C tùy theo thành phần hóa học của từng loại frit. Các loại lò có thể nấu frit bao gồm lò bể, lò quay, lò nghiêng liên tục. Nhiệt độ lò nung thường nằm trong khoảng từ

1400⁰C đến 1550⁰C để tất cả các nguyên liệu được nóng chảy hoàn toàn và kết hợp lại với nhau tạo thành thể đồng nhất. Trong quá trình nấu, frit cần được lấy mẫu để kiểm tra xem độ nóng chảy hoàn toàn hay chưa, có còn các hạt nguyên liệu sót lại chưa được nóng chảy hay không và độ đồng nhất của frit đã đạt được hay chưa. Sau đó, frit nóng chảy được làm nguội đột ngột, thường bằng cách đổ frit nóng chảy vào nước để làm các frit vỡ vụn thành từng hạt nhỏ mà có thể dễ dàng được nghiền. Sau đó, frit được làm khô, nghiền nhỏ và được đóng bao trong các bao frit thành phẩm.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn thông qua các ví dụ thực hiện sáng chế.

Các ví dụ 1 đến 6 được chuẩn bị với các loại frit khác nhau, thành phần hóa học của các loại frit được nêu trong bảng 1 và các nguyên liệu để sản xuất cho một mẻ liệu là 1800kg cho từng loại frit được nêu trong bảng 2. Các nguyên liệu đã được phối liệu theo các ví dụ từ 1 đến 6 được trộn với nhau, sau đó được nghiền trong máy nghiền bi liên tục trong thời gian 55 phút, trong quá trình nghiền, các nguyên liệu được tăng ẩm bằng cách phun ẩm vào nguyên liệu để độ ẩm của nguyên liệu là 0,6%. Cỡ hạt của các nguyên liệu trước và sau khi nghiền được xác định bằng bộ dây tiêu chuẩn Mỹ, kết quả được nêu trong bảng 3 dưới đây.

Bảng 1 : Thành phần hóa học của các loại frit

Thành phần các loại oxit	Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ 6
Na ₂ O (%)	1,57	1,29	6,73	1,80	1,74	9,12
K ₂ O (%)	5,45	4,64	0,96	1,84	4,85	7,73
MgO (%)	1,32	0,27	5,20	1,41	0,61	5,25
CaO (%)	12,27	12,79	9,65	13,79	9,61	8,27
BaO (%)				3,59	8,66	
ZnO (%)	1,86			4,05	8,90	
Al ₂ O ₃ (%)	9,07	7,75	5,48	5,26	13,35	12,37
B ₂ O ₃ (%)	6,55	1,22		4,15	1,57	1,30
SiO ₂ (%)	61,79	62,64	71,87	64,01	50,24	47,05
ZrO ₂ (%)					0,32	8,51
P ₂ O ₅ (%)						0,25
TiO ₂ (%)		9,30				
Fe ₂ O ₃ (%)	0,12	0,1	0,11	0,1	0,15	0,15

Bảng 2: Đơn phối liệu tương ứng với thành phần hóa học trong bảng 1

Loại nguyên liệu	Nhiệt chảy (Khoảng)	% sót sàng 40 µm		Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ 6
(NH ₄) ₃ PO ₄	190 - 200	100							6
(Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O)	743	98,8	25	40		90			40
BaCO ₃	811	0				55		160	
Na ₂ CO ₃	851		5	15	110	5		15	180
K ₂ CO ₃	891		10						25
Ca ₂ B ₆ O ₁₁ ·5H ₂ O	1100 - 1200	10,4	200						
Felspat Kali	1100-1400	17,2	710	640		110	250	680	860
Felspat Natri	1100-1400	18		14		350			
SiO ₂	1710	32,5	417	562		790	700	198	70
TiO ₂	1843			150					
ZnO	1975		33				70	160	
Al ₂ O ₃	2072	98						35	
ZrSiO ₄	2550	0							174
ZA.01 – men Engobe		96,4						17	50
CaMg(CO ₃) ₂		11,8	70	19		380	80	15	380
CaCO ₃		7,2	160	360		60	320	240	15
Men thủy tinh		30	170				230	280	
Tổng (kg)			1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Tỷ lệ % chất dễ chảy. (5 nguyên liệu trên cùng)			2,22	3,06	6,11	8,33	9,72	13,94	

Bảng 3: Cỡ hạt trước và sau nghiền

Loại Frit	Vị trí lấy mẫu	% sót sàng				
		40 μm	63 μm	75 μm	100 μm	200 μm
VÍ DỤ 1	Sót sàng nguyên liệu trước nghiền	19,90	7,25	3,79	2,06	0,38
	Sót sàng nguyên liệu sau nghiền	17,60	5,86	2,56	1,04	0,22
VÍ DỤ 2	Sót sàng nguyên liệu trước nghiền	21,73	10,39	7,28	5,61	3,36
	Sót sàng nguyên liệu sau nghiền	20,30	9,50	6,10	4,00	1,90
VÍ DỤ 3	Sót sàng nguyên liệu trước nghiền	27,60	14,63	10,29	8,09	5,43
	Sót sàng nguyên liệu sau nghiền	26,70	12,40	9,50	6,90	4,42
VÍ DỤ 4	Sót sàng nguyên liệu trước nghiền	25,88	13,99	9,94	7,42	4,06
	Sót sàng nguyên liệu sau nghiền	22,34	11,82	7,94	5,58	3,12
VÍ DỤ 5	Sót sàng nguyên liệu trước nghiền	19,44	8,81	5,73	3,63	1,40
	Sót sàng nguyên liệu sau nghiền	18,30	8,60	5,80	3,10	0,60
VÍ DỤ 6	Sót sàng nguyên liệu trước nghiền	27,15	17,71	15,86	15,08	11,91
	Sót sàng nguyên liệu sau nghiền	33,20	22,24	16,22	14,46	9,10

Từ bảng 3 có thể thấy rằng: đối với các mẫu từ ví dụ 1 đến 5, số liệu sau nghiền có xu hướng thấp hơn số liệu trước nghiền, có thể do tác động của quá trình nghiền làm cho các hạt liệu vỡ ra và được nghiền mịn hơn. Tuy nhiên tác dụng của quá trình nghiền làm vật liệu mịn hơn không đáng kể.

Đối với mẫu trong ví dụ 6: sót sàng sau nghiền có kích thước từ 40-75 μm cao hơn sót sàng trước nghiền. Nguyên nhân có thể do trong nguyên liệu có tới 10% Na_2CO_3 , khi nghiền bị vỡ nhỏ ra và khi tiếp xúc với độ ẩm thì gây kết dính các hạt liệu lại với nhau.

Điều này cho thấy rằng các nguyên liệu dễ chảy có độ cứng thấp hơn (mềm hơn) so với các nguyên liệu khác trong phối liệu, trong quá trình

nghiền lẫn, các nguyên liệu này dễ bị vỡ ra, phân tán đều hơn trong hỗn hợp phối liệu. Dưới tác dụng của độ ẩm, các nguyên liệu này có xu hướng quện lại và bám vào các hạt nguyên liệu cứng trong phối liệu, việc này làm cho cỡ hạt của các nguyên liệu sau nghiền không bị giảm đi. Các hạt nguyên liệu mới được tạo ra có sự kết hợp của các pha khác nhau là các pha cứng (khó nóng chảy hơn) và các pha mềm (nguyên liệu dễ chảy) để tạo thành một pha mới có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn (các pha eutectic).

Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng các chất dễ chảy, việc nghiền, và tăng độ ẩm đến nhiệt độ chảy của nguyên liệu

Liệu lấy trong quá trình sản xuất với độ ẩm 0,6%, thời gian nghiền 55 phút, cân với khối lượng 2 gam, ép viên thành dạng hình côn và nung trong lò nung với nhiệt độ lò nung tăng dần đến 1250 độ C và quan sát quá trình chảy của các mẫu có kết quả như được nêu trong bảng 4 dưới đây

Bảng 4: Khảo sát nhiệt độ chảy của các mẫu trước và sau khi nghiền

Nhiệt độ	Ví dụ 1		Ví dụ 2		Ví dụ 3		Ví dụ 4		Ví dụ 5		Ví dụ 6	
	Trước nghiền	Sau nghiền	Trước nghiền	Sau nghiền	Trước nghiền	Sau nghiền	Trước nghiền	Sau nghiền	Trước nghiền	Sau nghiền	Trước nghiền	Sau nghiền
1090	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Róm chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Róm chảy
1120	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Róm chảy	Chưa chảy	Chảy	Chưa chảy	róm chảy	Chưa chảy	Mới róm chảy	Róm chảy	Chảy
1150	Chưa chảy	Mới róm chảy	Mới róm chảy	Chảy	Róm chảy	Chảy tròn	Mới róm chảy	chảy	Mới róm chảy	Chảy	Róm chảy	Chảy tròn
1170	Mới róm chảy	Chảy	Róm chảy	Chảy tròn	Chảy	Chảy tròn	Róm chảy	Chảy	Róm chảy	Chảy tròn	Chảy	Chảy tròn
1200	Chảy	Chảy	Chảy	Chảy tròn	Chảy tròn	Chảy tràn	Chảy	Chảy dẹt	Chảy	Chảy tròn	Chảy tròn	Chảy tràn
1230	Chảy	Chảy	Chảy tròn	Chảy tràn	Chảy tràn	Chảy tràn	Chảy dẹt	Chảy dẹt	Chảy tròn	Chảy tròn	Chảy tràn	Chảy tràn

Nhận xét: Từ bảng 4 có thể thấy rằng: ở tất cả các mẫu thử đều cho thấy rằng nhiệt độ nóng chảy của các mẫu sau khi được nghiền đều giảm hơn so với trước khi được nghiền, điều này chứng tỏ rằng việc nghiền sau khi trộn có hiệu quả trong việc làm giảm nhiệt độ nóng chảy của mẫu. Tuy nhiên, đối với mẫu trong ví dụ đối chứng (ví dụ 1: là ví dụ có hàm lượng các chất dễ chảy trong phối liệu là 2,06% nằm ngoài phạm vi đề xuất của sáng chế) thì chênh lệch nhiệt độ nóng chảy của mẫu trước và sau nghiền chỉ khoảng 30 độ C, trong khi các mẫu thuộc phạm vi của sáng chế thì độ chênh lệch nhiệt độ trước khi nghiền và sau khi nghiền khoảng từ 60-70 độ C. Chứng tỏ, sáng chế có tác dụng rõ rệt trong việc làm giảm nhiệt độ nóng chảy của nguyên liệu.

Khảo sát ảnh hưởng của độ ẩm đến nhiệt độ chảy của nguyên liệu

Các mẫu với thành phần hóa học và phối liệu như được nêu trong các ví dụ 2 và 4 được khảo sát ở các độ ẩm khác nhau lần lượt là 0,2% (ngoài phạm vi đề xuất của sáng chế) và các mức 0,4%, 0,5%, 0,6%, 0,7%, 0,8%, 0,9% thuộc phạm vi của sáng chế. Kết quả được nêu trong các bảng 5 và 6 dưới đây.

Bảng 5: Ảnh hưởng của độ ẩm đến nhiệt độ chảy của nguyên liệu trong ví dụ 2

Tỷ lệ chất dễ chảy là 3,06%							
Nhiệt độ	Độ ẩm 0,2%	Độ ẩm 0,4%	Độ ẩm 0,5%	Độ ẩm 0,6%	Độ ẩm 0,7%	Độ ẩm 0,8%	Độ ẩm 0,9%
1090	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy
1120	chưa chảy	Róm chảy	Róm chảy	Róm chảy	Róm chảy	Chảy	Chảy
1150	chưa chảy	Chảy	Chảy	Chảy	Chảy	Chảy	Chảy
1170	Róm chảy	Chảy	Chảy	Chảy tròn	Chảy	Chảy dẹt	Chảy dẹt
1200	Róm chảy	Chảy dẹt	Chảy dẹt	Chảy tròn	Chảy dẹt	Chảy dẹt	Chảy dẹt
1230	Chảy	Chảy dẹt	Chảy dẹt	Chảy tràn	Chảy dẹt	Chảy dẹt	Chảy dẹt

Bảng 6: Ảnh hưởng của độ ẩm đến nhiệt độ chảy của nguyên liệu trong ví dụ 4

Tỷ lệ của chất dễ chảy là 8,33%							
Nhiệt độ	Độ ẩm 0,2%	Độ ẩm 0,4%	Độ ẩm 0,5%	Độ ẩm 0,6%	Độ ẩm 0,7%	Độ ẩm 0,8%	Độ ẩm 0,9%
1090	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy	Chưa chảy
1120	Chưa chảy	Róm chảy	Róm chảy	róm chảy	Róm chảy	Chảy	Chảy
1150	Chưa chảy	Chảy	Chảy	chảy	Chảy	Chảy	Chảy
1170	Róm chảy	Chảy	Chảy	Chảy	Chảy	Chảy dẹt	Chảy dẹt
1200	Róm chảy	Chảy dẹt	Chảy dẹt	Chảy dẹt	Chảy dẹt	Chảy dẹt	Chảy dẹt
1230	Chảy	Chảy dẹt	Chảy dẹt	Chảy dẹt	Chảy dẹt	Chảy dẹt	Chảy dẹt

Từ các bảng này có thể thấy rằng, khi độ ẩm của nguyên liệu là 0,2% (nằm ngoài khoảng đề xuất của sáng chế) thì nhiệt độ chảy của liệu cao hơn, mức độ chảy của liệu kém hơn (ở nhiệt độ 1150⁰C mẫu có độ ẩm 0,2% vẫn chưa chảy, trong khi các mẫu có độ ẩm từ 0,4 đến 0,9% (thuộc phạm vi đề xuất của sáng chế) đã chảy và mức độ chảy của nguyên liệu là cao (thể hiện ở mức “chảy” và “chảy dẹt”) . Đồng thời từ bảng trên cũng thấy rằng, với độ ẩm từ 0,4% trở lên thì khi tăng độ ẩm khi nghiền thì mức độ chảy của liệu tăng nhưng mức độ không quá rõ.

Đánh giá hiệu quả của sáng chế ở quy mô công nghiệp

Ở quy mô phòng thí nghiệm, các dữ liệu nêu trên đã chứng minh hiệu quả của việc nghiền, tăng ẩm và lựa chọn thành phần phối liệu thích hợp đến hiệu quả làm giảm nhiệt độ nóng chảy của nguyên liệu, từ đó làm giảm tiêu hao năng lượng, tăng năng suất nấu luyện. Để chứng minh cho các hiệu quả này, các thực nghiệm ở mức độ công nghiệp được tiến hành khi nấu luyện frit theo quy mô công nghiệp trong lò nghiêng liên tục. Các kết quả được nêu trong bảng 7 dưới đây

Bảng 7: So sánh nhiệt độ nấu, năng suất, tiêu thụ nhiên liệu trước và sau khi áp dụng sáng chế

	Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ 6
Nhiệt độ nấu theo phương pháp thông thường (°C) (chỉ tiến hành trộn mà không có bước nghiền và tăng ẩm sau khi trộn)	1500°C	1515°C	1510°C	1515°C	1465°C	1520°C
Nhiệt độ nấu áp dụng theo sáng chế	1490°C	1495°C	1485°C	1495°C	1440°C	14950°C
Năng suất thông thường (Tấn/lò/ngày)	17,7 tấn	18,0 tấn	16,4 tấn	18,0 tấn	19,1 tấn	14,6 tấn
Năng suất theo sáng chế (Tấn/lò/ngày)	17,9 tấn	18,85 tấn	17,1 tấn	18,85 tấn	20,26 tấn	15,0 tấn
Tiêu thụ than thông thường Kg/tấn frit	310 Kg	315 Kg	310 Kg	315 Kg	275 Kg	333 Kg
Tiêu thụ than khi áp dụng sáng chế	305 Kg	282 Kg	275 Kg	282 Kg	216 Kg	306 Kg

Từ bảng 7 nêu trên có thể thấy rằng khi áp dụng quy trình sản xuất frit theo sáng chế thì nhiệt độ nấu, mức tiêu thụ năng lượng và sản phẩm không đạt chất lượng đều được giảm trong khi năng suất lại được gia tăng đã chứng minh cho hiệu quả của sáng chế.

Yêu cần bảo hộ

1. Phương pháp sản xuất frit bao gồm các bước sau:

trộn các nguyên liệu theo tỷ lệ phối liệu định trước để thu được hỗn hợp các nguyên liệu đã được trộn, trong đó các nguyên liệu đã được trộn này bao gồm các hợp chất dễ chảy được chọn từ nhóm bao gồm: Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, H_3BO_3 , BaCO_3 hoặc hỗn hợp của chúng với lượng nằm trong khoảng từ 3 đến 14% tổng khối lượng của nguyên liệu;

nghiền hỗn hợp nguyên liệu đã được trộn để tạo thành hỗn hợp đồng nhất, trong đó ở bước nghiền này nguyên liệu được tăng ẩm bằng cách phun nước để độ ẩm nằm trong khoảng từ 0,4 đến 1% khối lượng; và

đưa các nguyên liệu đã được nghiền vào lò nung và tiến hành nung để làm cho hỗn hợp nguyên liệu nóng chảy, đồng nhất và tạo thành frit.

2. Phương pháp sản xuất frit theo điểm 1, trong đó hỗn hợp nguyên liệu được nghiền trong máy nghiền bi liên tục.
3. Phương pháp sản xuất frit theo điểm 1, trong đó lò nung là lò nung liên tục.
4. Phương pháp sản xuất frit theo điểm 1, trong đó độ ẩm của nguyên liệu ở bước nghiền được kiểm soát nằm trong khoảng từ 0,4 đến 0,8% khối lượng.
5. Phương pháp sản xuất frit theo điểm 1, trong đó nhiệt độ lò nung nằm trong khoảng từ 1400°C đến 1520°C .

6. Phương pháp sản xuất frit theo điểm 1, trong đó lượng các hợp chất dễ chảy nằm trong khoảng từ 3 đến 10% khối lượng.
7. Phương pháp sản xuất frit theo điểm 1, trong đó thời gian nghiền nằm trong khoảng từ thời gian nghiền từ 45 đến 65 phút.