

Nghiên cứu chế tạo máy ép gạch đất không nung dạng tự chèn phục vụ phát triển bền vững khu vực miền núi phía Bắc

Study on the development of a self-interlocking non-fired earth brick press for sustainable development in the Northern mountainous region

> THS ỨNG QUỐC TRẮNG, KS TRẦN VĂN DẤU, TS NGUYỄN SỸ NAM*, THS NGUYỄN THIỆU TRẦN ĐĂNG

Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; *Email: namns@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Với đặc thù tập quán sinh hoạt của đồng bào vùng núi thường không tập trung mà phân tán trên diện rộng, địa hình di chuyển còn chưa thuận lợi để lắp đặt và triển khai các máy ép gạch công nghiệp. Do đó, nghiên cứu này đã khảo sát và chế tạo ra máy ép thủ công gạch đất tự chèn không nung từ vật liệu chính là đất đồi kết hợp với xi măng, nước và các chất phụ gia. Máy ép sử dụng cơ cấu cơ khí đảm bảo tính ổn định trong quá trình sản xuất gạch, vận chuyển dễ dàng, thao tác vận hành và sửa chữa đơn giản, tận dụng được nguồn lao động tại chỗ, chi phí thấp. Sau khi chế tạo, máy ép đã được chuyển giao và ứng dụng thành công trong công trình nhà ở thuộc huyện Con Cuông tỉnh Nghệ An. Kết quả của quá trình nghiên cứu và chế tạo máy ép thủ công gạch đất không nung dạng tự chèn là một giải pháp phù hợp trong sản xuất gạch xây dựng nhà ở khu vực miền núi phía Bắc khi điều kiện giao thông còn hạn chế.

Từ khóa: Máy ép gạch thủ công; gạch đất tự chèn không nung; khuôn ép; cơ cấu ép; phát triển bền vững.

ABSTRACT

Due to the typical living habits of mountainous people, who often reside in scattered areas rather than concentrated settlements, and the unfavorable terrain for installing and deploying industrial brick pressing machines, this study has focused on surveying and manufacturing a manual pressing machine for self-locking unburnt clay bricks. The machine primarily uses hill soil combined with cement, water, and additives. It features a mechanical structure to ensure stability during the brick production process, easy transportation, simple operation and maintenance, utilization of local labor resources, and low cost. After manufacturing, the pressing machine was transferred and successfully applied in a housing project in Con Cuong district, Nghe An. The study and manufacturing results of the manual pressing machine for self-locking unburnt clay bricks demonstrate that it is a suitable solution for brick production in the northern mountainous region, where traffic conditions are still limited.

Keywords: Manual brick press; unburnt self-locking clay bricks; pressing mold; pressing mechanism; sustainable; development.

1. GIỚI THIỆU

Gạch không nung đang trở thành xu hướng phát triển bền vững trong ngành Xây dựng do những ưu điểm vượt trội như giảm thiểu tác động môi trường, tiết kiệm tài nguyên và giảm phát thải khí CO₂ so với gạch nung truyền thống [1,2]. Việc nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sản xuất gạch không nung có ý nghĩa đặc biệt quan trọng, nhất là ở những khu vực có điều kiện kinh tế - xã hội khó khăn, nơi mà các nguồn nguyên liệu và công nghệ sản xuất hiện đại còn hạn chế. Gạch xi măng đất không nung (Compressed cement stabilized earth block - CCSEB) là loại vật liệu xây dựng được sản xuất bằng cách trộn đất với xi măng và nước, sau đó ép định hình và tự đóng rắn mà không cần trải qua quá trình nung ở nhiệt độ cao do tính chất hóa đá của đất và phụ gia, để tạo hình gạch hỗn hợp đất xi măng và phụ gia được trộn ở trạng thái bán khô [3]. Các phương

pháp tạo hình gạch không nung hiện nay sử dụng nguyên lý rung, rung ép và ép bán khô trên khuôn tạo hình. Quá trình tạo hình bằng phương pháp ép bán khô là một quá trình phức tạp, đòi hỏi thiết bị tạo hình phải có độ chính xác cao vừa phải đảm bảo được độ chặt, độ bóng, không bị nứt, cong vênh và phải đạt được đúng kích thước, hình dạng hình học của sản phẩm.

Máy ép gạch là tổ hợp các chi tiết cơ khí được gia công với độ chính xác cao đảm bảo tính ổn định trong quá trình làm việc, trên thực tế hiện nay có rất nhiều loại máy ép với kết cấu và các nguồn dẫn động khác nhau [4] như máy ép thủy lực, máy ép thủy lực kết hợp với rung... với tính năng công nghiệp máy cần có nguồn dẫn động là nguồn điện 380V. Với kết cấu phức tạp, không linh hoạt khi thay đổi kích thước, hình dạng sản phẩm gạch, khó vận hành, máy ép công nghiệp thường được chế tạo thành khối liên kết cứng, kích

thước lớn khó vận chuyển trên vùng có điều kiện giao thông chưa được thuận lợi, không chủ động trong sửa chữa, giá thành cao, chi phí vận hành lớn.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi hướng tới sử dụng đất đồi kết hợp với xi măng để sản xuất gạch không nung. Đây là loại vật liệu có sẵn tại vùng các vùng núi phía bắc, giúp giảm chi phí sản xuất và tận dụng nguồn tài nguyên địa phương. Tuy nhiên, để có thể đạt được chất lượng gạch đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, việc thiết kế một máy ép gạch thủ công phù hợp là cần thiết. Nghiên cứu này tập trung vào việc thiết kế, chế tạo và đánh giá hiệu quả máy ép thủ công gạch đất tự chèn không nung trên cơ sở ép bán khô, ép một phía, có kết cấu gọn nhẹ dễ di chuyển, linh hoạt trong thay đổi kích thước hình dạng của sản phẩm, dễ sử dụng. Những kết quả thu được sẽ góp phần cung cấp một giải pháp hỗ trợ bà con vùng núi có điều kiện tự sản xuất gạch xây dựng nhà ở ổn định với chi phí thấp hướng tới an cư lập nghiệp bền vững, phù hợp với điều kiện thực tế tại các khu vực miền núi, từ đó hỗ trợ phát triển kinh tế - xã hội tại địa phương. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng đánh giá chất lượng của gạch thành phẩm theo các tiêu chí về cường độ chịu lực, độ bền và khả năng sử dụng trong thực tế.

2. NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO

2.1 Khảo sát lựa chọn và thiết kế khuôn ép

Qua tìm hiểu và khảo sát trên thực tế hiện nay có nhiều loại máy ép gạch không nung khác nhau, sử dụng các công nghệ định hình khác nhau tùy vào quy mô và nguồn nguyên liệu sản xuất, nhưng cơ bản hiện nay máy ép gạch thường được thiết kế với nguồn dẫn động là điện công nghiệp 380V trên nguyên lý ép tĩnh từ một phía, ép kết hợp với rung, do hỗn hợp đất và xi măng có tổ chức dạng hạt nên trong quá trình tạo hình đòi hỏi lực ép đủ lớn trong khoảng 150-200 kg/cm² [3, 5], theo nghiên cứu [3] hệ số nạp liệu theo nghiên cứu là:

$$K = h_r / h_{sp} = (1,6 - 1,8) \quad (0.1)$$

trong đó: h_r là chiều cao rỗng của khối vật liệu ban đầu nạp vào khuôn, h_{sp} là chiều cao sản phẩm sau ép.

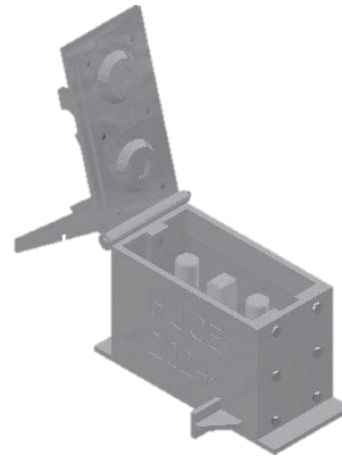
Để tăng năng suất trên mỗi khuôn có thể thực hiện được nhiều sản phẩm tùy theo phương pháp ép và hướng ép của gạch. Do đó máy có kết cấu phức tạp, kích thước lớn khó vận chuyển lắp đặt trên vùng núi. Với yêu cầu kích thước gạch tự chèn đất không nung là 150x300x100 (mm) và để thuận tiện cho việc vận chuyển lắp đặt đảm bảo sản phẩm gạch đạt yêu cầu kỹ thuật trong xây dựng, nghiên cứu lựa chọn kết cấu máy ép tĩnh một phía từ dưới lên với khuôn ép 1 viên/1 lần ép sử dụng nguyên lý cộng lực cánh tay đòn bẩy. Hình ảnh sản phẩm gạch ép trong nghiên cứu như Hình 1.



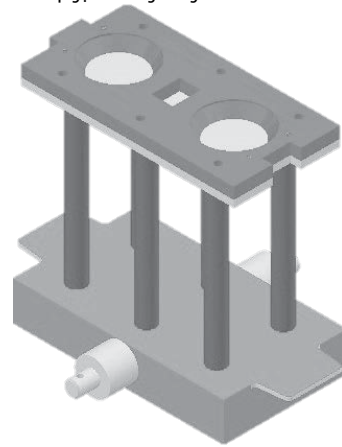
Hình 1. Hình dạng sản phẩm gạch trong thiết kế

Trên cơ sở kích thước và kết cấu sản phẩm gạch tự chèn, khuôn được lựa chọn thiết kế dạng hộp có lõi được liên kết cứng ở phần đáy khuôn. Xung quanh vỏ khuôn phần tiếp xúc với vật liệu được chế tạo các liên kết ren thuận tiện cho việc thay đổi kích thước sản phẩm gạch. Nắp khuôn được liên kết khớp bản lề với phần vỏ khuôn, trên nắp khuôn có liên kết ren để lắp tấm định hình bề mặt cho sản phẩm gạch.

Bàn ép được thiết kế theo nguyên lý ép một phía từ dưới lên thông qua cơ cấu truyền lực [6.7]. Trên mặt bàn ép có ren liên kết với tấm định hình bề mặt sản phẩm. Khuôn và bàn ép được thể hiện trên Hình 2, Bàn ép được thể hiện trên Hình 3.



Hình 2. Cấu tạo khuôn ép gạch không nung



Hình 3. Cấu tạo bàn ép gạch không nung

2.2 Tính toán và thiết kế cơ cấu ép

Sơ đồ cơ cấu ép thủ công được lựa chọn như Hình 4. Cơ cấu được chọn với chiều cao vật liệu rỗng ban đầu 180 mm, chiều cao gạch sau khi ép 100 mm. Chiều dài khung truyền lực AB = 575 mm, chiều dài tay đòn HI = L, chiều cao từ tâm điểm tì cố định trên nắp khuôn tới tâm khớp nối khung truyền lực là OA = 100 mm (khoảng cách giữa tâm 2 khớp trên cần ép).

Bàn ép B ép vào vật liệu có tổng lực ép P, lực tay Q. Ta có phương trình ràng buộc hình học:

$$x_B = l_2 \cos \theta - l_1 \cos \alpha \quad (0.2)$$

$$l_1 \sin \alpha = l_2 \cos \theta \quad (0.3)$$

Khi cơ cấu ép làm việc, lực sinh công gồm lực tay Q và tổng lực ép P. Để bàn ép chuyển động được thì tổng công ảo của cơ cấu [8]:

$$\delta W = \delta W(Q) + \delta W(P) \geq 0 \quad (0.4)$$

Từ (0.2) ta có:

$$\delta x_B = l_1 \sin \alpha \cdot \delta \alpha - l_2 \sin \theta \cdot \delta \theta \quad (0.5)$$

Từ (0.3) và (0.5), ta thu được công của các lực khi dịch chuyển:

$$\delta W(P) = P \delta x_B = Pl_2 \delta \theta (\tan \alpha \cos \theta + \sin \theta);$$

$$\delta W(Q) = QL \delta \theta$$

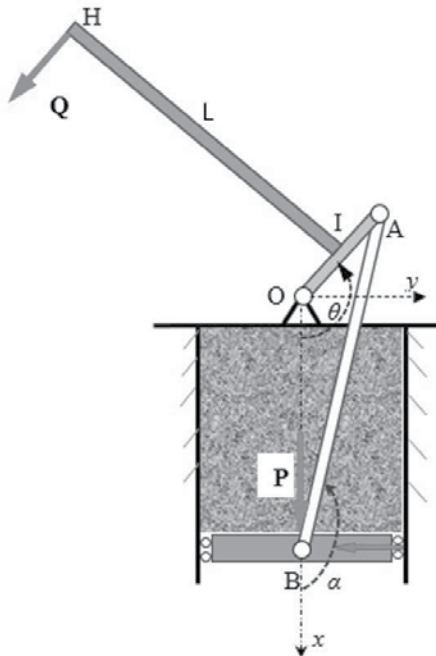
Tổng cộng của các lực:

$$\delta W = QL \delta \theta + Pl_2 \delta \theta (\tan \alpha \cos \theta + \sin \theta) \geq 0$$

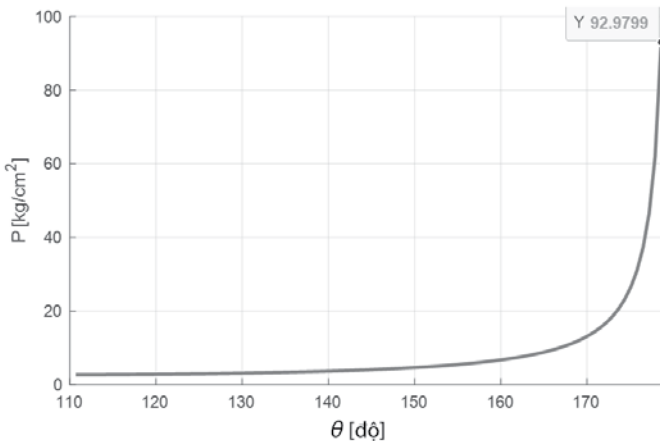
Để cho hệ dịch chuyển được, tức $\delta \theta > 0$ thì, kết hợp (0.3) ta thu được:

$$QL \geq Pl_2 \left(\sin \theta - \tan \left[\arcsin \left(\frac{l_2}{l_1} \cos \theta \right) \right] \cdot \cos \theta \right) \quad (0.6)$$

Mối quan hệ (0.6) giữa các thông số lực tay Q, cánh tay đòn L, lực ép P.



Hình 4. Sơ đồ cơ cấu ép



Hình 5. Đồ thị lực ép

Giả thiết rằng lực ép $Q = 55$ kg không đổi, cánh tay đòn được chọn $L = 1600$ mm, từ (0.6) ta vẽ được đồ thị quan hệ lực ép lớn nhất có thể tạo ra được theo vị trí góc xoay của tay đòn như Hình 5. Lực ép lớn nhất do cơ cấu tạo ra $P = 93$ kg/cm² khi OA tiến đến vị trí cao nhất. Kết quả này là phù hợp với thực tế sau khi chế tạo và thử nghiệm ép thủ công.

2.3 Chế tạo máy ép

Máy ép thiết kế theo từng cụm chi tiết phần lõi khuôn được chế tạo bằng thép cường độ C45 cao, sau gia công được thấm tôi bề mặt đảm bảo độ cứng bề mặt chống mài mòn. Khuôn có độ chính xác cao, kết cấu ổn định, lòng khuôn có thể thay đổi được kích thước, hình dáng hình học của gạch. Các chi tiết máy được gia công bằng phương pháp cắt gọt kim loại trên các máy công cụ và được tổ hợp bằng công nghệ hàn và liên kết ren đảm bảo độ chính xác, không cong vênh, ổn định không bị biến dạng khi ép, máy được chế tạo bao gồm các cụm chi tiết chính:

- Chân đế khuôn: Chân đế khuôn có kết cấu dạng khung đảm bảo độ ổn định chắc chắn khi nạp liệu và khi ép, dùng để đỡ và liên kết với phần vỏ khuôn.

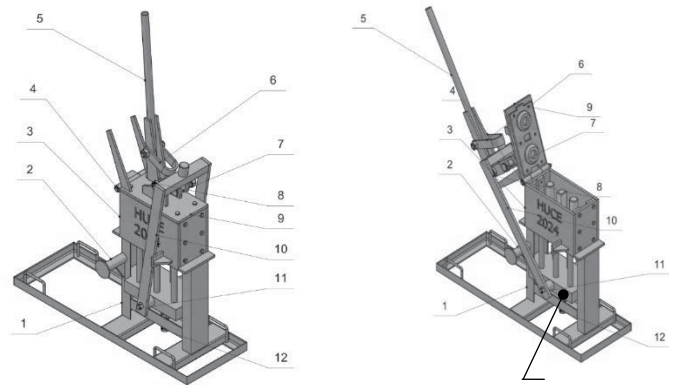
- Khuôn: Khuôn ép bao gồm thân khuôn và nắp khuôn được liên kết bản lề, trên nắp khuôn có ren bắt các tấm định hình bề mặt của gạch và là mặt cố định khi ép, thân khuôn có kết cấu hộp, phần tiếp xúc với vật liệu ép có ren để liên kết các tấm thay đổi kích thước và biên dạng của gạch, phần lõi khuôn được liên kết cứng với đáy thân khuôn để tạo các lỗ kỹ thuật của gạch.

Bàn ép di động: Tạo ra lực ép trên bề mặt dưới của vật liệu và được liên kết với khung truyền lực thông qua khớp xoay.

- Khung truyền lực: Truyền lực từ tay thành lực ép trên bàn ép di động thông qua khớp xoay.

- Cơ cấu tạo lực ép có thể thay đổi giá trị lực tác dụng bằng cách thay đổi chiều dài cánh tay đòn.

Sơ đồ cấu tạo chung của máy như Hình 6.



a) Máy ép ở trạng thái bắt đầu ép

b) Máy ép ở vị trí nạp liệu

Hình 6. Sơ đồ cấu tạo chung máy ép gạch tự chèn đất không nung

1. Chân đế khuôn ép, 2. Con lăn tì để lấy sản phẩm, 3. Vỏ khuôn, 4. Khớp bản lề mở khuôn, 5. Cánh tay đòn bẩy, 6. Khóa liên kết tay đòn và khung truyền lực, 7. Khớp xoay liên kết cơ cấu ép với khung truyền lực, 8. Con lăn tì ép nắp khuôn, 9. Nắp khuôn, 10. Khung truyền lực, 11. Khớp xoay liên kết đáy khuôn với khung truyền lực, 12. Cơ cấu điều chỉnh thể tích khuôn, 13. Đáy khuôn.

2.4 Nguyên lý làm việc của máy ép

Máy ép gạch làm việc theo 2 chế độ

❖ Khi chế tạo viên gạch thường, theo các bước

✓ Khi khuôn ở trạng thái mở: Giá treo đáy khuôn (10) và cánh tay đòn (5) được liên kết qua khóa tay đòn bẩy (6) tạo thành một hệ khung cứng và nghiêng một góc 45°. Khi đó đáy khuôn nằm ở vị trí giới hạn dưới cách mặt khuôn 180 mm tạo ra khoảng trống để chứa đất.

✓ Sau khi đất được đổ đầy, cao bằng mặt khuôn thì lật hệ cánh tay đòn (5) và giá treo đáy khuôn (10) qua mặt nắp khuôn đồng thời gạt đóng ép nắp khuôn (9) thông qua khớp xoay (11).

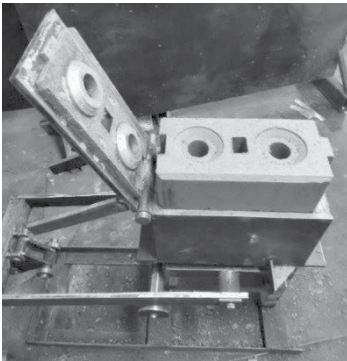
✓ Tháo khóa tay đòn bẩy (6), kéo cánh tay đòn (5) đưa con lăn tì ép (8) vào mặt tì trên nắp khuôn tạo ra mặt cố định trong quá trình ép.

✓ Dùng tay công nối dài cánh tay đòn (5) và kéo ép đến khi nào khung truyền lực (10) thẳng hàng với con lăn tì (8) và vòng qua nắp khuôn quanh khớp xoay (11) khi đó đáy khuôn (bàn ép di động) được kéo lên điểm giới hạn trên đảm bảo được chiều dày của viên gạch ép.

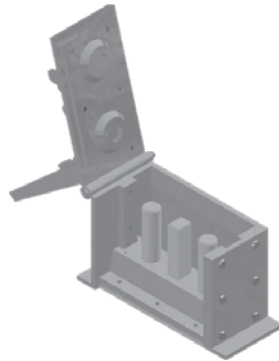
✓ Nâng cánh tay đòn (5) và khóa tay đòn bẩy (6) với khung truyền lực (10), kéo mở nắp khuôn và tì vào con lăn đòn bẩy (2) để ép đẩy gạch ra khỏi vỏ khuôn (3).

✓ Dùng tay nhắc viên gạch ra khỏi khuôn và để ở vị trí bảo quản gạch.

Trên Hình 7 là hình ảnh gạch thành phẩm sau khi ép. Gạch này được phơi bảo quản tới khi đạt độ cứng sẽ đưa vào sử dụng.



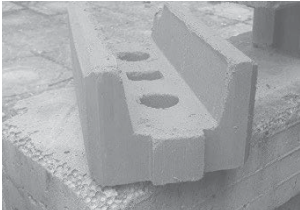
Hình 7. Hình ảnh máy ép hoàn thiện ép gạch



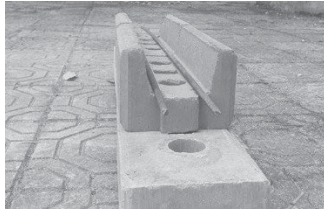
Hình 8. Khuôn ép gạch giằng

❖ Khi chế tạo viên gạch giằng

Gạch giằng là lớp gạch trên cùng của tường xây để tạo liên kết khóa tường. Để tạo ra loại gạch này, trước khi thực hiện bước 1 của quy trình tạo ra gạch thường ta sử dụng chi tiết lõi phụ lắp vào phần đáy (bàn ép di động) của khuôn chính như trên Hình 8. Các bước tiếp theo thực hiện giống như quy trình tạo ra gạch thường. Trên Hình 9 là gạch giằng thành phẩm.



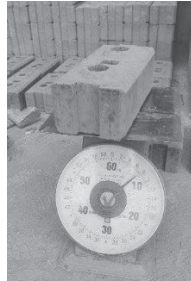
Hình 9. Hình ảnh viên gạch giằng



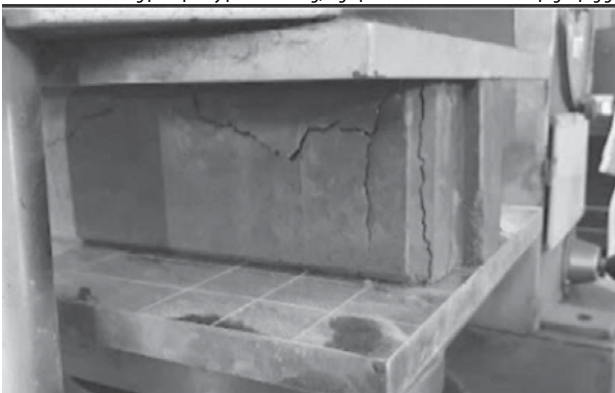
3. QUÁ TRÌNH THỬ NGHIỆM



a- Hình ảnh sản xuất gạch tại huyện Con Cuông, Nghệ An



b- Cân kiểm tra trọng lượng gạch



c- Thí nghiệm nén xác định cường độ gạch

Hình 10. Hình ảnh sản xuất gạch tại địa phương và thử nghiệm gạch

Trên Hình 10 trình bày hình ảnh sản xuất gạch bằng máy ép tại xã Cam Lâm, huyện Con Cuông, tỉnh Nghệ An. Gạch được sản xuất bằng nguồn vật liệu đất, xi măng tại địa phương với hàm lượng xi măng bằng 12% khối lượng đất. Kết quả cân khối lượng của các mẫu

gạch đạt trung bình 7,6 kg (tương ứng với khối lượng thể tích 1889 kg/m³). Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén của các mẫu gạch ở tuổi 28 ngày đạt giá trị trung bình 4,9 MPa. Với kết quả này, mẫu gạch sản xuất từ máy ép đáp ứng được yêu cầu sử dụng trong xây dựng nhà ở thấp tầng. Trên Hình 10 là hình ảnh sản xuất gạch tại địa phương và thử nghiệm gạch về trọng lượng và cường độ chịu nén.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã thiết kế và chế tạo được máy ép gạch thủ công với thông số đầu vào là vật liệu đất đồi núi kết hợp với xi măng và hình dạng gạch. Máy ép gạch có kết cấu gọn nhẹ dễ di chuyển, linh hoạt trong thay đổi kích thước hình dạng của sản phẩm, dễ sử dụng. Đây là một giải pháp hỗ trợ bà con vùng núi có điều kiện tự sản xuất gạch xây dựng nhà ở ổn định với chi phí thấp hướng tới an cư lập nghiệp bền vững, phù hợp với điều kiện thực tế tại các khu vực miền núi.

Qua quá trình thử nghiệm máy tại phòng Thí nghiệm Công trình xây dựng cho thấy với kết cấu dạng lắp ghép máy dễ dàng vận chuyển trên vùng núi có đường giao thông chưa thuận lợi, vận hành, thay thế đơn giản, sản phẩm gạch được tạo ra đáp ứng tốt các thông số, chỉ tiêu kỹ thuật của ngành sản xuất vật liệu xây dựng Việt Nam, giá thành và chi phí chế tạo máy thấp.

Máy ép sau khi được nghiên cứu chế tạo và đã được thử nghiệm và điều chỉnh thiết kế nhằm đảm bảo được sự ổn định và cho ra sản phẩm gạch đất không nung theo kích thước hình dạng hình học, không bị cong vênh theo yêu cầu thiết kế, đảm bảo độ cứng ban đầu sau ép, thích ứng với điều kiện sản xuất tại các vùng núi nơi điều kiện giao thông chưa thuận lợi. Gạch thành phẩm được sản xuất và thử nghiệm cho kết quả đáp ứng được yêu cầu sử dụng trong xây dựng nhà ở thấp tầng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Tiến Dũng. (2018). *Nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực ép trong quá trình tạo hình gạch đất không nung theo phương pháp ép bán khô*. Tạp chí KHCN Xây dựng.
- [2]. Viện nghiên cứu hỗ trợ Phát triển Nông thôn. (2012). *Báo cáo công nghệ sản xuất gạch không nung từ đất*. Công ty Cổ phần Huệ Quang.
- [3]. Chính, V.L., Anh, N.K., Tín, N.N. (1991). *Nghiên cứu chọn hợp lý thông số cơ bản của một số thiết bị tạo hình đơn giản trong sản xuất cấu kiện xây dựng từ vật liệu sẵn có (thiết bị sản xuất tấm lợp từ sơ sợi thực vật, thiết bị ép sản xuất gạch đất không nung, thiết bị ép đùn)*. Bộ GD&ĐT.
- [4]. Trịnh Chất - Lê Uyển. (2007). *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí*. NXB Giáo dục.
- [5]. Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ TP.HCM (2012), *Công nghệ sản xuất vật liệu xây không nung: hiện tại và xu hướng phát triển*, Báo cáo phân tích xu hướng công nghệ.
- [6]. Bạch Đình Thiên, Hoàng Vinh Long và các cộng sự (2019). *Công nghệ sản xuất vật liệu xây và cấu kiện xây không nung*. Dành cho các trường đại học và cao đẳng kỹ thuật. NXB Xây dựng.
- [7]. Ngô Thanh Long, Nguyễn Quốc Dũng (2022). *Ứng dụng kỹ thuật ngược để thiết kế khuôn ép ngói đất sét*. Tạp chí KHCN Xây dựng, ĐHXDHN, 16 (1V): 106–115.
- [8]. Nguyễn Sỹ Nam và cộng sự (2021). *Cơ học cơ sở - Động lực học*. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.