

CÔNG THƯƠNG

TẠP CHÍ CÔNG THƯƠNG - CƠ QUAN THÔNG TIN LÝ LUẬN CỦA BỘ CÔNG THƯƠNG
INDUSTRY AND TRADE MAGAZINE ISSN: 0866-7756

**KHOA HỌC
& CÔNG NGHỆ**

**ĐỔI MỚI CÔNG NGHỆ
ĐỂ NGÀNH KHAI KHOÁNG
PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**



CHUYÊN SAN KH&CN (Số 04 - 2025)

TRONG SỐ NÀY

ISSN: 0866-7756 CHUYÊN SAN KH&CN (Số 04 - 2025)



HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG

Bà Nguyễn Thị Lâm Giang

Cục trưởng Cục Đổi mới sáng tạo,

Chuyển đổi xanh và Khuyến công

THÀNH VIÊN HỘI ĐỒNG

TS. Đào Duy Anh

ThS. Đặng Hải Dũng

ThS. Trần Minh

TS. Nguyễn Việt Tấn

TS. Dương Xuân Diêu

ThS. Đào Xuân Điệp

TS. Kiều Nguyễn Việt Hà

TS. Đàm Hải Nam

TS. Đỗ Hồng Nga

ThS. Cù Huy Quang

TS. Đặng Tất Thành

TỔNG BIÊN TẬP

Nhà báo Đặng Thị Ngọc Thu

ĐT: 0968.939 668

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

Nhà báo Ngô Thị Diệu Thúy

ĐT: 0903.223 096

Nhà báo Phạm Thị Lệ Nhung

ĐT: 0912.093 191

TÒA SOẠN

Tầng 8, số 655 Phạm Văn Đồng,
phường Nghĩa Đô, Hà Nội.

ĐT: 0243. 2088856 - 0936.131861

Email: tapchicongthuong.moit@gmail.com

Giấy phép hoạt động báo chí số:

196/GP-BTTTT cấp ngày 05/6/2023

In tại: Công ty CP Đầu tư và Hợp tác quốc tế

TIN TỨC - SỰ KIỆN

3. Đổi mới công nghệ để ngành khai khoáng phát triển bền vững
6. Ngành than Việt Nam: Đổi mới công nghệ để giữ vững trụ cột năng lượng quốc gia
8. Công nghệ xanh – Chìa khóa phát triển bền vững cho ngành khai khoáng Việt Nam

NGHIÊN CỨU & TRIỂN KHAI

11. Nghiên cứu, thiết kế, lắp đặt hệ thống thái tro xỉ ra ao tro tại Nhà nhiệt điện Vũng Áng 2
16. Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu khoa học và công nghệ ngành Thuộc lá
20. Nghiên cứu, phân tích hiện trạng, xu hướng toàn cầu và định hướng cho Việt Nam trong xây dựng tiêu chuẩn/quy chuẩn kỹ thuật về lĩnh vực năng lượng hydrogen
26. Ứng dụng phần tử hữu hạn phân tích buồng dập hồ quang tiếp điểm chân không
31. Hoàn thiện quy trình nhân giống dừa dứa trong điều kiện sản xuất tại tỉnh Đồng Tháp
37. Chuyển đổi sang kinh tế tuần hoàn trong ngành da-giày Việt Nam: Phân tích chính sách, thách thức và lộ trình chiến lược
44. Hộ chiếu Sản phẩm Kỹ thuật số (Digital Product Passports - DPP): Tổng quan và lộ trình chiến lược cho Ngành da - giày Việt Nam
50. Tối ưu quy trình nhân giống dừa lấy dầu trong điều kiện sản xuất tại tỉnh Đồng Tháp
56. Kết quả nghiên cứu thiết kế, xây dựng hệ thống giám sát điều khiển tập trung trạm biển áp cho công ty khai thác than mỏ hầm lò
63. Kết quả nghiên cứu thiết kế chế tạo và tích hợp hệ thống tự động quan trắc, cảnh báo hiện tượng than nội sinh trong mỏ hầm lò
69. Đặc điểm chất lượng thuốc lá nguyên liệu khu vực Tây Ninh vụ mùa 2024 - 2025
74. Tiềm năng và tính chất của sinh khối thân cây chuối cho sản xuất các sản phẩm sinh học hữu ích
79. Chế tạo và đặc trưng microcellulose và nanocellulose từ bông giống lai vn35ks
83. Tính chế cellulose từ bột giấy sunfat gỗ cứng thương phẩm và ứng dụng cho tổng hợp cellulose acetate
87. Nghiên cứu xây dựng hệ thống thiết bị đo rung động và tính toán cân bằng động cho chi tiết quay
95. Đánh giá ảnh hưởng của quá trình tách đen màu sắc của lignin thu hồi
101. Một số đề xuất nội địa hóa thiết bị nhà máy điện hạt nhân tại Việt Nam

DOANH NGHIỆP VỚI KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

107. Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ: Vượt khó, tăng tốc từ khoa học công nghệ
108. Sinh viên HaUI bắt phá với 640 đề tài nghiên cứu trong năm học 2024-2025

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ THẾ GIỚI

110. Ethiopia đưa vào vận hành nhà máy thủy điện lớn nhất châu Phi

VĂN BẢN MỚI

111. Đề xuất 4 tiêu chí công nhận khu công nghệ số tập trung
111. Chính sách thu hút chuyên gia khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số



TS. Đào Duy Anh - Phó Cục trưởng Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công

ĐỔI MỚI CÔNG NGHỆ ĐỂ NGÀNH KHAI KHOÁNG PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hơn 8 năm qua, ngành khai khoáng Việt Nam đã đi một chặng đường dài trên hành trình đổi mới và hiện đại hóa công nghệ. Những thay đổi này gắn liền với Đề án “Đổi mới và hiện đại hóa công nghệ trong ngành công nghiệp khai khoáng đến năm 2025” do Bộ Công Thương chủ trì. Để nhìn lại chặng đường đã qua và định hướng giai đoạn tiếp theo, chúng tôi đã có cuộc trao đổi với TS. Đào Duy Anh - Phó Cục trưởng Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công.

Trân trọng giới thiệu cùng bạn đọc!

HỒ NGÀ (Thực hiện)

PV: Thưa ông, Đề án “Đổi mới và hiện đại hóa công nghệ trong ngành công nghiệp khai khoáng đến năm 2025” được Chính phủ phê duyệt từ năm 2017. Đến nay, sau hơn 8 năm triển khai, ông có thể chia sẻ những kết quả đáng chú ý nhất mà ngành khai khoáng đã đạt được?

TS. ĐÀO DUY ANH: Có thể khẳng định rằng Đề án đã đi đúng hướng và đạt nhiều kết quả rõ rệt. Trước hết, các doanh nghiệp trong ngành đã thay đổi nhận thức, coi đổi mới và hiện đại hóa công nghệ là yêu cầu sống còn, từ đó chủ động đầu tư thiết bị, áp dụng công nghệ mới, ứng dụng mạnh mẽ công nghệ thông tin trong quản lý và điều hành sản xuất. Nhờ vậy, tỷ lệ tổn thất tài nguyên đã giảm đáng kể, năng suất lao động và an toàn mỏ được nâng lên, trong khi công tác bảo vệ môi trường cũng được chú trọng hơn.

Từ phía cơ quan quản lý, Bộ Công Thương đã chủ động lồng ghép các nhiệm vụ của Đề án vào hệ thống chiến lược, quy hoạch và chính sách phát triển ngành. Trong giai đoạn 2017–nay, Bộ đã ban hành nhiều văn bản quan trọng, tạo nền tảng cho doanh nghiệp triển khai đổi mới công nghệ. Ở tầm vi mô, nhiều doanh nghiệp lớn như Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV), Tập đoàn Công nghiệp Năng lượng quốc gia Việt Nam (PVN) hay các dự án alumin Tân Rai, Nhân Cơ... đã có những bước tiến mạnh mẽ trong việc tiếp nhận công nghệ tiên tiến, tăng cường cơ giới hóa, áp dụng hệ thống quản trị hiện đại. Nhờ vậy, hiệu quả khai thác, chế biến ngày càng cao, tổn thất giảm, chất lượng sản phẩm được cải thiện.

Tất nhiên, vẫn còn tồn tại không nhỏ. Một bộ phận doanh nghiệp hoạt động khoáng sản chưa đủ nguồn lực để đầu tư công nghệ hiện đại, dẫn tới tình trạng công nghệ lạc hậu, tổn thất tài nguyên lớn và nguy cơ môi trường chưa được xử lý triệt để. Tuy nhiên, nếu nhìn tổng thể, có thể thấy bức tranh chung của ngành khai khoáng sau hơn 8 năm thực hiện Đề án đã có nhiều chuyển biến tích cực so với giai đoạn trước đây.

PV: Xin ông chia sẻ cụ thể hơn về những kết quả trong từng lĩnh vực chính của ngành khai khoáng sau hơn 8 năm triển khai Đề án?

TS. ĐÀO DUY ANH: Nếu nhìn vào bức tranh toàn ngành, chúng ta thấy những thay đổi rất rõ. Trước hết là trong lĩnh vực than. Ở các mỏ lộ thiên quy mô lớn, mức độ cơ giới hóa đã đạt trình độ ngang tầm khu vực, với việc đưa vào sử dụng máy xúc gàu 12 m³, ô tô tải trọng từ 90 đến 130 tấn. Nhờ đó, tỷ lệ tổn thất than lộ thiên đã giảm xuống dưới 5%, đạt đúng mục tiêu Đề án đề ra. Chỉ riêng TKV, tỷ lệ tổn thất lộ thiên năm 2024 đạt dưới 4,3%. Trong khai thác hầm lò, số lượng dây chuyền cơ giới hóa đã tăng nhanh, từ 4 lên 12 dây chuyền, góp phần đưa tổn thất hầm lò xuống dưới 20% (năm 2020 là 19,48%, đến năm 2024 chỉ còn 18,9%). Đáng chú ý, sản lượng than hầm lò của TKV năm 2023 đạt 27 triệu tấn, chiếm 73% tổng sản lượng, tăng 50% so với năm 2017. Điều đó cho thấy ngành than không chỉ giảm tổn thất mà còn nâng cao rõ rệt năng lực khai thác.

Trong lĩnh vực dầu khí, các dự án đã thành công trong việc khoan ở vùng nước sâu trên 1.000 mét, áp dụng những kỹ thuật tiên tiến như khoan ngang, khoan kiểm soát áp suất, đo địa vật lý khi khoan. Các phần mềm chuyên dụng như Pipesim, Hysys, Questor được đưa vào để mô phỏng, tính toán, tối ưu hóa thu gom và xử lý. Nhờ vậy, sản lượng được duy trì, hệ số thu hồi nâng lên ngay

cả ở các mỏ phức tạp. Ở khâu chế biến, đáng kể nhất là Công ty CP Lọc – Hóa dầu Bình Sơn đã sản xuất thủ thành công 500 tấn hạt nhựa BOPP, đánh dấu bước tiến quan trọng trong mở rộng sản phẩm chế biến sâu.

Với tuyển khoáng, nhiều nhà máy quy mô lớn đã thay đổi căn bản dây chuyền công nghệ. Các thiết bị tuyển từ, tuyển đa trọng lực, hệ thống sàng đa mặt dốc hay máy đo độ tro nhanh trực tuyến được áp dụng rộng rãi. Kết quả là các dây chuyền sàng, tuyển gần như không còn lao động thủ công, tỷ lệ thu hồi thành phần có ích được nâng lên, đồng thời giảm bụi, giảm thải ra môi trường.

Bôxít cũng là một điểm sáng. Hai dự án Tân Rai và Nhân Cơ đến nay đều đạt và vượt công suất thiết kế. Hàm lượng Al₂O₃ trong sản phẩm alumin duy trì ở mức rất cao, Tân Rai đạt 98,9%, Nhân Cơ đạt 99,2%, và đã được thị trường quốc tế chấp nhận. Cùng với đó, công tác môi trường được quan tâm, từ xử lý bùn đỏ đến hoàn thổ, bảo đảm an toàn trong vận hành, không để xảy ra sự cố nghiêm trọng.

Ngoài ra, Công ty Apatit Việt Nam đã áp dụng công nghệ tuyển nổi quặng nghèo, đưa hàm lượng P₂O₅ sau tuyển lên trên 30%. Lĩnh vực titan-zircon có nhiều chuyển biến nhờ áp dụng hoàn thổ cuốn chiếu và tuần hoàn nước thải, giúp tiết kiệm tài nguyên và bảo vệ môi trường. Trong sản xuất vật liệu xây dựng, công nghệ khai thác và chế biến đá, xi măng, cũng như gạch không nung được đưa vào mạnh mẽ, góp phần tiết kiệm nguyên liệu, giảm phát thải.

PV: Những con số này thực sự rất ấn tượng. Với những kết quả cụ thể vừa nêu, ông đánh giá đâu là tác động nổi bật nhất đối với sự phát triển của ngành và doanh nghiệp?

TS. ĐÀO DUY ANH: Tôi cho rằng ý nghĩa quan trọng nhất là việc ngành khai khoáng đã chuyển từ cách làm



thủ công, bán cơ giới sang cơ giới hóa, hiện đại hóa toàn diện. Sự chuyển dịch này không chỉ giúp giảm tổn thất tài nguyên mà còn nâng cao năng lực sản xuất, tạo điều kiện cải thiện môi trường lao động, bảo đảm an toàn và giảm tác động môi trường. Quan trọng hơn, nó mở ra khả năng tham gia sâu hơn vào chuỗi giá trị toàn cầu, khi sản phẩm có chất lượng cao hơn và công nghệ ngày càng tiệm cận chuẩn quốc tế.

PV: Khi triển khai Đề án, doanh nghiệp trong ngành khai khoáng phải đối diện với những khó khăn, thách thức gì, và đâu là giải pháp để tháo gỡ những nút thắt này, thưa ông?

TS. ĐÀO DUY ANH: Thách thức lớn nhất chính là sự chênh lệch rất rõ giữa các tập đoàn lớn và những mỏ vừa, nhỏ. Các doanh nghiệp quy mô lớn có đủ tiềm lực để đầu tư dây chuyền hiện đại, trong khi nhiều mỏ nhỏ lại thiếu vốn, thiếu nhân lực kỹ thuật nên cơ giới hóa, tự động hóa chưa thể triển khai đồng bộ. Điều này khiến hiệu quả khai thác thấp, tổn thất tài nguyên còn cao và nguy cơ mất an toàn lao động vẫn hiện hữu. Bên cạnh đó, bài toán môi trường luôn gây áp lực lớn. Ở nhiều điểm khai thác thủ công, chất thải chưa được xử lý bài bản, dẫn tới nguy cơ ô nhiễm đất, nước, không khí.

Để tháo gỡ, giải pháp căn cơ là phải có chính sách hỗ trợ mạnh mẽ hơn về vốn và công nghệ. Doanh nghiệp vừa và nhỏ cần được tiếp cận tín dụng ưu đãi, miễn giảm thuế hoặc tham gia các chương trình hỗ trợ đổi mới công nghệ để có thể đầu tư thiết bị hiện đại. Song song với đó, Nhà nước phải tiếp tục hoàn thiện khung pháp lý, tiêu chuẩn kỹ thuật, tạo hành lang an toàn cho doanh nghiệp áp dụng công nghệ mới. Cơ chế đặt hàng nghiên cứu và chuyển giao công nghệ phù hợp cho từng loại mỏ cũng sẽ giúp quá trình đổi mới khả thi hơn.

Một minh họa rõ nét có thể nhìn thấy ở lĩnh vực môi trường. Trước đây, xử lý bùn đỏ trong khai thác bôxít là nỗi lo lớn, nhưng các dự án alumina đã áp dụng hồ chứa chống thấm, thu hồi dung dịch để tái sử dụng và tiến hành hoàn thổ cuốn chiếu, nhờ vậy chất thải được kiểm soát chặt chẽ, không xảy ra sự cố nghiêm trọng. Trong tuyển titan, công nghệ tuần hoàn nước giúp nhiều nhà máy đáp ứng tới hơn 80% nhu cầu nước cho tuyển rửa, vừa tiết kiệm tài nguyên, vừa giảm chi phí. Với apatit, việc chuyển từ thải ướt sang thải khô đã giảm áp lực hồ chứa và nguy cơ ô nhiễm. Những ví dụ này cho thấy, nếu có đầu tư công nghệ đúng hướng và chính sách khuyến khích đi kèm, ngay cả những thách thức môi trường phức tạp cũng dần được kiểm soát, tạo nền tảng cho ngành khai khoáng phát triển bền vững.

PV: Vậy sau năm 2025, Bộ Công Thương sẽ định hướng ra sao để vừa phát huy những kết quả đã đạt được, vừa khắc phục những hạn chế còn tồn tại trong quá trình thực hiện Đề án?

TS. ĐÀO DUY ANH: Chúng tôi xác định một số ưu tiên chiến lược rất rõ ràng. Trước hết, phải tiếp tục thúc

đẩy mạnh mẽ ứng dụng khoa học và công nghệ tiên tiến vào tất cả các khâu của khai thác và chế biến khoáng sản. Điều này không chỉ dừng ở cơ giới hóa mà còn bao gồm công nghệ số, tự động hóa, trí tuệ nhân tạo và các giải pháp thông minh trong quản trị mỏ, vận hành nhà máy. Khi dữ liệu được số hóa và khai thác hiệu quả, doanh nghiệp sẽ tối ưu hóa sản xuất, giảm chi phí, đồng thời tăng cường an toàn lao động.

Thứ hai, thể chế và chính sách cần được hoàn thiện hơn nữa để khuyến khích doanh nghiệp mạnh dạn đầu tư. Chúng tôi hướng đến việc tạo động lực tài chính và kỹ thuật, đặc biệt cho doanh nghiệp vừa và nhỏ - nhóm vốn khó tiếp cận công nghệ. Chính sách ưu đãi về tín dụng, thuế, cũng như các chương trình hỗ trợ đổi mới công nghệ xanh, công nghệ sạch sẽ là nền tảng để đưa ngành khai khoáng tiến gần hơn với mục tiêu phát triển bền vững và kinh tế tuần hoàn.

Thứ ba, hợp tác quốc tế cần đi đôi với việc nâng cao năng lực trong nước. Chúng tôi sẽ tiếp tục thúc đẩy nghiên cứu, phát triển và nội địa hóa các công nghệ then chốt, đồng thời tạo cầu nối chặt chẽ hơn giữa viện nghiên cứu, doanh nghiệp và cơ quan quản lý. Chỉ khi gắn kết được ba trụ cột này, quá trình chuyển giao công nghệ mới nhanh chóng, hiệu quả và phù hợp với điều kiện thực tiễn.

Tất cả những định hướng này đều nhằm mục tiêu cuối cùng: nâng cao hiệu quả khai thác, giảm tổn thất tài nguyên, tăng cường bảo vệ môi trường và thích ứng với yêu cầu chuyển đổi xanh, giảm phát thải khí nhà kính theo cam kết Net Zero của Việt Nam. Nói cách khác, chúng tôi muốn hướng ngành khai khoáng không chỉ hiện đại hơn mà còn xanh hơn, thông minh hơn và hội nhập hơn với thế giới.

PV: Xin cảm ơn ông. Câu hỏi cuối cùng, với tư cách là người trực tiếp tham gia chỉ đạo triển khai Đề án, ông muốn gửi gắm điều gì tới cộng đồng doanh nghiệp khai khoáng và các địa phương?

TS. Đào Duy Anh: Tôi muốn nhấn mạnh hai thông điệp. Thứ nhất, đổi mới công nghệ không phải chỉ là nhiệm vụ của cơ quan quản lý mà là trách nhiệm chung của doanh nghiệp, địa phương và giới khoa học. Chúng ta cần coi đó là một khoản đầu tư chiến lược, chứ không phải chi phí trước mắt. Đầu tư hôm nay chính là nền tảng cho sự phát triển bền vững ngày mai. Thứ hai, Nhà nước luôn sẵn sàng đồng hành. Chúng tôi sẽ tiếp tục tạo hành lang pháp lý minh bạch, chính sách hỗ trợ và huy động nguồn lực để những dự án có tính khả thi cao, đặc biệt là các dự án hướng đến tiết kiệm tài nguyên, bảo đảm an toàn lao động và bảo vệ môi trường, được triển khai thuận lợi.

Tôi tin rằng, nếu các bên cùng chung tay, mục tiêu hiện đại hóa ngành khai khoáng đến năm 2025 và xa hơn nữa chắc chắn sẽ trở thành hiện thực.

PV: Trân trọng cảm ơn ông!

NGÀNH THAN VIỆT NAM:

ĐỔI MỚI CÔNG NGHỆ ĐỂ GIỮ VỮNG TRỤ CỘT NĂNG LƯỢNG QUỐC GIA

Trong cơ cấu năng lượng Việt Nam, than vẫn chiếm hơn 30% và tiếp tục giữ vai trò nền tảng trong đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia. Tuy nhiên, ngành than đang phải đối diện với nhiều áp lực lớn: nhu cầu tiêu thụ ngày càng tăng, trong khi yêu cầu về giảm phát thải khí nhà kính, nâng cao an toàn mỏ và cải thiện hiệu quả sản xuất ngày càng khắt khe.

SONG NGUYỄN

ĐỔI MỚI VÀ HIỆN ĐẠI HOÁ TOÀN DIỆN

Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV) hiện là lực lượng nòng cốt trong khai thác và cung ứng than cho đất nước, chiếm tới hơn 80% sản lượng toàn ngành. Thực hiện Quyết định số 259/QĐ-TTg ngày 22/02/2017 của Thủ tướng Chính phủ về “Đổi mới và hiện đại hóa công nghệ trong ngành công nghiệp khai khoáng đến năm 2025”, TKV đã chủ động lựa chọn con đường hiện đại hóa toàn diện, từ khâu khai thác, chế biến cho tới quản lý vận hành. Đây không chỉ là giải pháp nâng cao năng suất và chất lượng, mà còn là bước chuyển mình để ngành than rũ bỏ hình ảnh thủ công, lạc hậu, hướng tới một nền công nghiệp hiện đại, an toàn và thân thiện hơn với môi trường.

Ở các mỏ lộ thiên, mức độ cơ giới hóa, tự động hóa đã được nâng lên rõ rệt, đạt trình độ ngang tầm các nước tiên tiến trong khu vực. Các dàn máy xúc gàu 12m³ phối hợp nhịp nhàng với những xe tải trọng lớn 90-130 tấn, thay thế phần lớn lao động thủ công, nâng cao năng lực khai thác và giảm hao hụt tài nguyên. Song song, TKV đã áp dụng công nghệ thông tin vào quản lý mỏ: từ giám sát phương tiện bằng GPS, phần mềm quản lý cấp phát nhiên liệu, giao – nhận lệnh sản xuất bằng thiết bị thông minh, cho tới quản trị tài nguyên theo thời gian thực. Những ứng dụng này giúp tối ưu hóa điều hành, tăng tính minh bạch và giảm chi phí sản xuất. Nhờ đó, tỷ lệ tổn thất than lộ thiên giảm xuống dưới 4,3% vào năm 2024 – được đánh giá là một bước tiến quan trọng.

Trong khai thác hầm lò, vốn tiềm ẩn nhiều rủi ro và

thường có tỷ lệ tổn thất cao, TKV đã mạnh dạn đưa cơ giới hóa vào từng khâu sản xuất. Đến cuối năm 2024, toàn Tập đoàn đã có 12 dây chuyền cơ giới hóa đồng bộ, với công suất từ 180 nghìn đến 1,2 triệu tấn/năm. Các hệ thống chống giữ lò chợ bằng giá thủy lực di động được sử dụng phổ biến, thay thế phương pháp chống thủ công kém an toàn trước đây. Đồng thời, 25 hệ thống giám sát khí mỏ tự động được triển khai, giúp kiểm soát khí độc, phòng ngừa sự cố cháy nổ và bảo vệ an toàn tính mạng thợ mỏ. Nhờ những đổi mới này, sản lượng than hầm lò năm 2023 đạt hơn 27 triệu tấn, chiếm 73% tổng sản lượng của TKV, tăng 50% so với năm 2017.

Ở khâu chế biến, TKV cũng đã thực hiện hàng loạt dự án ứng dụng công nghệ tiên tiến của thế giới, gần như xóa bỏ hoàn toàn lao động thủ công tại các xưởng sàng tuyển. Tiêu biểu là công nghệ sấy than bùn sau lọc ép tại Công ty Tuyển than Cửa Ông (2018), giúp giảm độ ẩm than bùn xuống dưới 10% và tăng khả năng pha trộn. Năm 2019, hệ thống sàng đa mặt dốc hiệu suất cao được đưa vào vận hành tại Hòn Gai và Tuyển than 2 – Cửa Ông, tiếp đó năm 2020 áp dụng tại Vàng Danh và Khe Chàm, góp phần nâng cao hiệu quả thu hồi, giảm bụi và tiếng ồn trong môi trường làm việc. Đặc biệt, Nhà máy Tuyển than 2 – Cửa Ông đã tiến tới tự động hóa toàn bộ quy trình: từ khâu tiếp nhận than nhập khẩu, tuyển chọn, xử lý bùn nước đến xuất sản phẩm, tất cả đều được giám sát tập trung qua hệ thống điều khiển trung tâm.

Nhìn lại chặng đường vừa qua, có thể thấy ngành than đã bước qua một giai đoạn phát triển mới. Việc cơ giới hóa và tự động hóa không chỉ giúp tiết kiệm tài nguyên, giảm thiểu tổn thất, tăng năng suất và chất lượng, mà quan trọng hơn, còn tạo dựng một môi trường sản xuất an toàn hơn cho người lao động. Ngành than hôm nay không chỉ là nguồn cung cấp năng lượng, mà còn đang trở thành “phòng thí nghiệm thực tiễn” cho công nghệ tự động hóa và chuyển đổi số trong công nghiệp nặng, mở ra triển vọng phát triển bền vững trong tương lai.

NỘI ĐỊA HÓA THIẾT BỊ: BƯỚC TIẾN THEN CHỐT CỦA NGÀNH THAN

Không chỉ dừng ở việc nhập khẩu thiết bị, ngành than Việt Nam trong những năm qua đã chủ động tiến một bước xa hơn: tự thiết kế và chế tạo thành công nhiều khâu quan trọng trong sản xuất. Tại TKV, cùng với sự phối hợp của các đơn vị cơ khí trong nước, hàng loạt thiết bị đặc thù phục vụ khai thác và vận hành mỏ đã được làm chủ. Từ băng tải treo, băng tải co giãn, máy chuyển tải, máng cào uốn, giá khung thủy lực di động, đến các hệ thống trục tải giếng đứng hay giàn chống tự hành – tất cả đều dần được nội địa hóa. Đặc biệt, TKV còn phát triển các tời vận chuyển, mỏnôray kết hợp đầu tàu điêzen, cũng như chế tạo thành công nhiều loại xi lanh, van thủy lực đường kính lớn. Những nỗ lực này không chỉ thay thế được phần lớn thiết bị nhập khẩu, mà còn góp phần nâng cao năng lực ngành cơ khí mỏ trong nước, rút ngắn thời gian bảo trì, tiết kiệm chi phí và tạo tiền đề quan trọng để tiến tới chủ động hơn trong chuỗi cung ứng thiết bị công nghiệp nặng.

Song song với đổi mới công nghệ, vấn đề an toàn và môi trường mỏ cũng được đặt lên hàng đầu. TKV đã nghiên cứu và triển khai hệ thống quan trắc khí mỏ hiện đại, có khả năng đo và truyền dữ liệu về trung tâm điều hành trong thời gian thực. Hệ thống này không chỉ phát hiện mà còn tự động báo động, cắt điện ở khu vực có nguy cơ rò rỉ khí CH₄, CO, ngăn chặn nguy cơ cháy nổ từ sớm. Dữ liệu giám sát không chỉ được theo dõi tại từng mỏ, mà còn kết nối với Trung tâm An toàn Mỏ – Viện Khoa học Công nghệ Mỏ Vinacomin và Trung tâm điều hành sản xuất than tại Quảng Ninh, đảm bảo quản lý tập trung và đồng bộ.

Ở lĩnh vực môi trường, TKV đã đầu tư xây dựng các hệ thống xử lý hiện đại nhằm giảm thiểu tác động từ hoạt động khai thác. Nổi bật là nhà máy xử lý chất thải nguy hại tại Cẩm Phả (Quảng Ninh), cùng hệ thống trạm xử lý nước thải mỏ được lắp đặt quan trắc tự động, truyền dữ liệu trực tiếp về Sở Tài nguyên và Môi trường theo quy định. Đặc biệt, TKV đang nghiên cứu giải pháp tái chế nước thải mỏ thành nước sinh hoạt, góp phần phục vụ cộng đồng và giảm thiểu tác động môi trường lâu dài. Những bước đi này khẳng định:

ngành than không chỉ tập trung vào năng suất, hiệu quả, mà còn gắn chặt với mục tiêu an toàn và phát triển bền vững.

HƯỚNG TỚI CÔNG NGHỆ XANH, TỰ ĐỘNG HÓA VÀ KINH TẾ TUẦN HOÀN TRONG NGÀNH THAN

Những kết quả đã đạt được trong thời gian của ngành than là rất đáng ghi nhận. Tuy vậy, phía trước vẫn còn nhiều thách thức: điều kiện địa chất ngày càng phức tạp khi các mỏ lộ thiên dần cạn kiệt; chi phí đầu tư cho cơ giới hóa, tự động hóa ở quy mô lớn còn cao; và vấn đề an toàn mỏ vẫn luôn là mối quan tâm thường trực.

Để tiếp tục bứt phá, ngành than được định hướng phát triển theo hướng công nghệ xanh, tự động hóa toàn diện và gắn với mô hình kinh tế tuần hoàn – nơi chất thải được tái sử dụng, năng lượng được tiết kiệm và phát thải được kiểm soát. Trên nền tảng đó, TKV đã xây dựng một lộ trình phát triển khoa học – công nghệ toàn diện, tập trung vào cơ giới hóa và hiện đại hóa khai thác; thiết kế, chế tạo và nội địa hóa thiết bị; phát triển công nghệ tuyển và chế biến sâu; nghiên cứu về an toàn, môi trường và vật liệu mới; ứng dụng tin học hóa, tự động hóa trong sản xuất; đồng thời nâng cao năng lực quản lý và tăng cường tiềm lực khoa học công nghệ.

Đi cùng với định hướng này là hàng loạt giải pháp cụ thể: hoàn thiện hệ thống văn bản, quy chế để thúc đẩy nghiên cứu; lồng ghép nhiệm vụ khoa học và công nghệ ở các cấp nhằm huy động tối đa nguồn lực; chủ động triển khai kế hoạch khoa học và công nghệ hằng năm tại các đơn vị; đầu tư nâng cấp cơ sở vật chất, phòng thí nghiệm, trang thiết bị nghiên cứu; và đặc biệt là chú trọng đào tạo, bồi dưỡng nguồn nhân lực kỹ thuật, quản lý đủ mạnh để đáp ứng yêu cầu phát triển. Hằng năm, TKV dành khoảng 100 tỷ đồng từ Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ cho các đề tài nghiên cứu và ứng dụng. Từ nguồn lực này, hàng trăm đề tài đã được triển khai, nhiều kết quả nghiên cứu được áp dụng vào thực tiễn, góp phần nâng cao năng suất, chất lượng và năng lực cạnh tranh.

Trong giai đoạn tới, ngành than – khoáng sản sẽ tiếp tục đẩy mạnh đổi mới công nghệ, áp dụng thiết bị tiên tiến trên toàn bộ các lĩnh vực, từ thăm dò, khai thác, chế biến đến quản trị doanh nghiệp. Đồng thời, ưu tiên nghiên cứu, phát triển công nghệ mới phù hợp xu thế Cách mạng công nghiệp 4.0, thúc đẩy nội địa hóa máy móc và thiết bị, gắn với mục tiêu phát triển nhân lực chất lượng cao.

Có thể thấy, định hướng này không chỉ nhằm duy trì than như một trụ cột trong hệ thống năng lượng quốc gia, mà còn mở ra cơ hội để ngành trở thành động lực quan trọng của quá trình đổi mới công nghệ và phát triển bền vững trong công nghiệp nặng của Việt Nam ❖

CÔNG NGHỆ XANH

CHÌA KHÓA PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

CHO NGÀNH KHAI KHOÁNG VIỆT NAM

Khai khoáng - vốn là ngành gắn liền với rủi ro ô nhiễm và tổn thất tài nguyên - đang trải qua một chuyển dịch quan trọng: thay vì chỉ tối đa hóa sản lượng, nhiều dự án lớn đã bắt đầu đi theo lối “khai thác có trách nhiệm”, áp dụng công nghệ xanh và mô hình kinh tế tuần hoàn. Những bước đi này không chỉ giảm thiểu tác động môi trường mà còn nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên, gia tăng giá trị sản phẩm và mở rộng khả năng xuất khẩu.

VIỆT THANH

MÔ HÌNH TIÊU BIỂU: TỪ BÔXÍT ĐẾN APATIT, TITAN VÀ VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Trong lĩnh vực khai thác, chế biến bôxít, hai dự án Tân Rai (Lâm Đồng) và Nhân Cơ (Đắk Nông) là minh chứng rõ ràng cho cách tiếp cận công nghệ xanh. Cả hai dự án do TKV làm chủ đầu tư, sau giai đoạn vận hành thử nghiệm ban đầu đã nhanh chóng làm chủ công nghệ Bayer - công nghệ hiện đại đang chiếm tới 90% các nhà máy alumin toàn cầu. Công nghệ này có ưu điểm vượt trội: hiệu suất hòa tách cao, tiêu hao kiểm thấp, không cần công đoạn hậu xử lý silic, đồng thời có khả năng điều khiển tự động hóa cao. Nhờ đó, chất lượng alumin đạt mức 98,9% (Tân Rai) và 99,2% (Nhân Cơ), vượt tiêu chuẩn thiết kế, được thị trường quốc tế chấp nhận rộng rãi.

Cùng với đó, các công đoạn từ khai thác đến tuyển quặng cũng được tối ưu. Công nghệ khai thác lộ thiên theo dạng cuốn chiếu, bãi thải trong kết hợp hoàn thổ giúp giảm diện tích sử dụng đất và đẩy nhanh tiến trình phục hồi môi trường. Công nghệ tuyển trọng lực không sử dụng hóa chất độc hại, trong khi dây chuyền tuyển liên tục được cải

tiến, từ hệ thống sàng quay, máy rửa cánh vuông đến hệ thống cấp liệu, vừa tăng năng suất vừa tiết kiệm chi phí. Đặc biệt, công tác xử lý bùn đỏ - “nút thắt môi trường” của mọi dự án bôxít - được kiểm soát nghiêm ngặt. Hồ chứa bùn đỏ có đáy chống thấm, hệ thống thu hồi dung dịch kiểm để tái sử dụng, đồng thời đang nghiên cứu tái chế bùn đỏ làm nguyên liệu sản xuất thép, vật liệu xây dựng. Hoàn thổ sinh thái cũng được chú trọng: tại Tân Rai, trên 60 ha sau khai thác đã được trồng keo, thông, và thử nghiệm cây lấy dầu hợp tác với các chuyên gia Đức. Đặc biệt, hệ thống hồ Cai Bằng (18 triệu m³) và hồ Cầu Tư (8,09 triệu m³) vừa cấp nước cho sản xuất vừa bổ sung nước tưới, sinh hoạt cho người dân địa phương, cho thấy dự án đã tính tới yếu tố cộng đồng.

Với quặng apatit Lào Cai, Công ty Apatit Việt Nam đã tiến hành đổi mới mạnh mẽ, nhất là ở công đoạn tuyển. Trước tình trạng quặng giàu ngày càng cạn kiệt, công nghệ tuyển nổi quặng loại III, IV đã được áp dụng, kết hợp nghiên cứu sản xuất thuốc tuyển thân thiện môi trường. Nhờ đó, hàm lượng P₂O₅ sau tuyển đạt trên 30%, đủ tiêu chuẩn cho sản xuất phân bón và

hóa chất cơ bản. Công nghệ thải khô thay thế thải ướt từ năm 2018 đã tiết kiệm đáng kể chi phí xây hồ thải, đồng thời giảm thiểu nguy cơ rò rỉ, ô nhiễm nguồn nước. Ở khâu khai thác, các thiết bị khoan - xúc - vận tải lạc hậu được thay bằng máy khoan đập, đập xoay thủy lực, xúc thủy lực dung tích gầu phù hợp, giúp hệ số thu hồi tăng 7-8%, tương ứng 80.000-100.000 tấn/năm. Điều này đồng nghĩa với việc cùng một trữ lượng địa chất, tài nguyên được khai thác hiệu quả hơn, ít lãng phí hơn.

Đối với titan - zircon, Việt Nam hiện là quốc gia có tiềm năng lớn, tập trung ở dải ven biển miền Trung, đặc biệt là Bình Thuận. Trước kia, khai thác titan sa khoáng chủ yếu dựa vào cơ giới thô sơ hoặc thiết bị tự chế, hiệu suất thấp, khó hoàn thổ. Nay, công nghệ khai thác bằng sức nước kết hợp cơ giới đã trở thành phổ biến. Phương pháp chia khai trường thành từng khoảnh, khai thác cuốn chiếu, hoàn thổ ngay sau khai thác giúp hạn chế diện tích bị tác động, đồng thời trồng cây tái sinh ngay trên bãi thải. Công đoạn tuyển được thực hiện bằng trọng lực, vít tuyển, tuyển từ và tuyển tĩnh điện, cho phép thu hồi tối đa



các thành phần có ích. Nhiều doanh nghiệp đã đầu tư chế biến sâu, sản xuất zircon, pigment, rutil nhân tạo, nâng giá trị sản phẩm lên gấp nhiều lần so với xuất khẩu quặng thô. Đặc biệt, hệ thống tuần hoàn nước thải trong khai thác cát đỏ ở Bình Thuận đã giảm đáng kể nhu cầu khai thác nước ngầm, hạn chế sụt lún và ô nhiễm. Đây được coi là bước tiến công nghệ quan trọng, vừa bảo vệ môi trường vừa tiết kiệm chi phí.

Trong lĩnh vực vật liệu xây dựng, sự chuyển dịch sang công nghệ xanh càng rõ nét. Công nghệ khai thác đá bằng dây kim cương, của đĩa thay thế nổ mìn giúp giảm chấn động, bụi và tiếng ồn. Các dây chuyền tuyển, rửa, nghiền cát silic được đầu tư đồng bộ, tạo ra sản phẩm bột silica, cristobalite có giá trị gia tăng cao. Tro xỉ từ nhiệt điện, bùn thải công nghiệp được tái chế thành gạch không nung, nguyên liệu xi măng, giảm áp lực lên bãi chứa chất thải. Ngành xi măng đã áp dụng cơ giới hóa và tự động hóa ở mức cao: từ máy khoan thủy lực, hệ thống băng tải vận chuyển, đến quản trị tài nguyên bằng dữ liệu

số và camera giám sát. Nhiều mỏ đá vôi, đá sét quy mô trên 1 triệu tấn/năm đã hoàn toàn loại bỏ thủ công, thay thế bằng thiết bị hiện đại, đồng thời triển khai quan trắc bụi, khí thải tự động theo chuẩn ISO 14001.

TRÌNH ĐỘ CÔNG NGHỆ VÀ TÁC ĐỘNG MÔI TRƯỜNG

Có thể nói, trình độ công nghệ trong các lĩnh vực bôxít, apatit, titan và vật liệu xây dựng của Việt Nam hiện đã vươn lên mức trung bình khá trong khu vực, nhiều khâu đã tiệm cận chuẩn tiên tiến quốc tế. Ở bôxít, hai dự án Tân Rai và Nhân Cơ áp dụng công nghệ Bayer - công nghệ đang chiếm tới 90% các nhà máy nhôm trên thế giới - với mức tự động hóa cao, kiểm soát vận hành bằng hệ thống SCADA. Hồ bùn đỏ được thiết kế chống thấm, có hệ thống thu hồi dung dịch kiềm để tái sử dụng, hạn chế nguy cơ ô nhiễm. Nhờ đó, hàm lượng Al_2O_3 của nhôm thành phẩm đạt 98,9-99,2%, được thị trường quốc tế chấp nhận, vừa khẳng định trình độ công nghệ vừa giảm tổn thất tài nguyên.

Ở apatit Lào Cai, sự chuyển mình rõ rệt nằm ở công nghệ tuyển nổi. Trước đây, chỉ khai thác quặng loại I, II có hàm lượng cao, phần lớn quặng nghèo bị bỏ phí. Giờ đây, nhờ tuyển nổi và thuốc tuyển thân thiện môi trường, quặng loại III, IV cũng được tận thu, đưa hàm lượng P_2O_5 sau tuyển lên trên 30%. Công nghệ thải khô áp dụng từ năm 2018 không chỉ tiết kiệm chi phí xây hồ thải mà còn giảm thiểu nguy cơ rò rỉ nước thải chứa bùn mịn ra sông suối. Ví dụ, tại một số nhà máy tuyển, việc thay máy lọc chân không bằng máy lọc ép đã giúp thu hồi thêm quặng tinh, tiết kiệm hàng tỷ đồng mỗi năm và đồng thời cải thiện đáng kể hiệu quả môi trường.

Với titan - zircon, từ chỗ phụ thuộc vào khai thác thủ công và thiết bị nhập khẩu, ngành đã tiến tới công nghệ khai thác bằng sức nước kết hợp cơ giới, hoàn thổ cuốn chiếu. Ở Bình Thuận, các bệ khai thác phun cát thải ngay phía sau, hoàn thổ tức thời, rồi trồng cây phủ xanh. Hệ thống tuần hoàn nước trong khai thác cát đỏ giảm tới 82% nhu cầu nước bổ sung, hạn chế sụt

lún và giảm xả thải ra môi trường. Đặc biệt, nhiều doanh nghiệp đã đầu tư nhà máy chế biến sâu, sản xuất zircon, rutil nhân tạo, pigment titan - những sản phẩm có giá trị xuất khẩu cao hơn nhiều lần so với quặng thô. Đây là bước nhảy vọt cả về công nghệ lẫn hiệu quả kinh tế.

Trong lĩnh vực vật liệu xây dựng, nhất là xi măng, các công nghệ cơ giới hóa và tự động hóa đã được áp dụng đồng bộ. Thay vì nổ mìn ở ạt gây bụi, rung chấn, các mỏ đá với sử dụng máy khoan thủy lực có hệ thống hút bụi, búa đập thủy lực thay thế phá đá quá cỡ. Các nhà máy xi măng đã triển khai hệ thống băng tải, camera giám sát, phần mềm quản trị tài nguyên, đồng thời tận dụng tro, xỉ nhiệt điện làm nguyên liệu sản xuất clinker và gạch không nung. Nhờ đó, vừa tiết kiệm hàng triệu tấn nguyên liệu thiên nhiên mỗi năm, vừa giảm áp lực cho các bãi thải công nghiệp.

Những đổi mới này giúp tác động môi trường được kiểm soát chặt chẽ hơn: bôxít với hoàn thổ cuốn chiếu và trồng rừng phục hồi sinh thái; apatit với thải khô giảm ô nhiễm nước; titan với tuần hoàn nước, hoàn thổ tức thời; và xi măng với tái chế tro xỉ, giảm phát thải bụi. Tuy nhiên, vẫn còn những thách thức: nguy cơ rò rỉ bùn đỏ nếu hồ chứa không an toàn, lượng nước tiêu hao lớn trong tuyển rửa, bụi và khí thải từ xi măng vẫn là nỗi lo thường trực. Song, với định hướng công nghệ xanh, có thể khẳng định rằng khai khoáng Việt Nam đang từng bước chuyển từ “khai thác lấy được” sang “khai thác có trách nhiệm”, hướng tới một ngành công nghiệp vừa bảo đảm hiệu quả, vừa bền vững với môi trường.

HƯỚNG TỚI NGÀNH KHAI KHOÁNG BỀN VỮNG

Ứng dụng công nghệ xanh trong khai khoáng đã mang lại ba tác động rõ nét và thiết thực. Trước hết, tỷ lệ tổn thất tài nguyên được giảm đáng kể. Công nghệ tuyển nổi quặng nghèo ở apatit giúp tận

thu được cả loại III, IV, nâng hàm lượng P_2O_5 sau tuyển lên trên 30%. Ở bôxít, công nghệ Bayer cho phép tận dụng hiệu quả quặng có hàm lượng trung bình, thu hồi alumin đạt 98,9-99,2%. Với titan, quy trình tuyển trọng lực - từ, điện cho phép tận thu zircon, rutil, ilmenit thay vì chỉ chọn lọc phần giàu. Còn trong xi măng, tái sử dụng tro, xỉ nhiệt điện làm phụ gia clinker đã giúp tiết kiệm hàng triệu tấn nguyên liệu mỗi năm. Tất cả những giải pháp này không chỉ giảm hao hụt mà còn nâng hiệu suất khai thác lên mức tiệm cận quốc tế.

Thứ hai, ô nhiễm và phát thải được kiểm soát tốt hơn. Ở bôxít, hồ chứa bùn đỏ được thiết kế chống thấm, có hệ thống thu hồi dung dịch kiểm tái sử dụng, hạn chế ô nhiễm nguồn nước. Với titan Bình Thuận, hệ thống tuần hoàn nước đã giúp giảm trên 80% nhu cầu khai thác nước bổ sung. Apatit Lào Cai áp dụng thải khô từ năm 2018, thay thế thải ướt, qua đó giảm rủi ro tràn bùn, tiết kiệm diện tích đất. Ngành vật liệu xây dựng tiên phong tái chế tro xỉ nhiệt điện làm gạch không nung, xi măng, góp phần giảm phát thải khí nhà kính và áp lực bãi thải. Đây là những minh chứng rõ ràng cho bước tiến từ “khai thác lấy được” sang “khai thác có trách nhiệm”.

Thứ ba, chất lượng sản phẩm được nâng lên, mở ra cánh cửa hội nhập. Alumin Việt Nam đạt hàm lượng Al_2O_3 gần 99% đã được thị trường Nhật Bản, Hàn Quốc chấp nhận. Apatit sau tuyển đủ tiêu chuẩn sản xuất phân bón phốt phát và hóa chất cơ bản. Titan chế biến sâu thành zircon, pigment, rutil nhân tạo có giá trị xuất khẩu cao gấp nhiều lần quặng thô. Xi măng, gạch không nung đáp ứng tiêu chuẩn ISO, đủ sức cạnh tranh trong khu vực. Nhờ đó, giá trị gia tăng của tài nguyên nội địa được nâng lên, góp phần quan trọng vào kim ngạch xuất khẩu.

Tuy vậy, khai khoáng xanh vẫn đối diện nhiều rào cản. Chi phí đầu

tư ban đầu cho công nghệ xử lý môi trường và thiết bị hiện đại rất lớn. Đặc thù địa chất từng mỏ khiến công nghệ khó áp dụng đồng loạt, đòi hỏi nghiên cứu và hiệu chỉnh riêng. Một số giải pháp mới như tái chế bùn đỏ, sản xuất pigment titan quy mô công nghiệp vẫn đang trong giai đoạn thử nghiệm, chưa đạt hiệu quả chi phí tối ưu. Nếu thiếu cơ chế hỗ trợ, doanh nghiệp khó mạnh dạn triển khai.

Từ thực tế đó, cần những giải pháp đồng bộ. Thứ nhất, cơ chế tài chính – chính sách cần đi trước một bước: tín dụng ưu đãi cho dự án đầu tư xử lý môi trường, ưu đãi thuế cho chế biến sâu và tái chế phụ phẩm. Thứ hai, đẩy mạnh liên kết giữa nghiên cứu và doanh nghiệp, tạo điều kiện để mô hình pilot được thử nghiệm, chứng minh hiệu quả và nhanh chóng nhân rộng. Cùng với đó, cần hoàn thiện tiêu chuẩn kỹ thuật về xử lý bùn đỏ, tái sử dụng tro xỉ, quan trắc môi trường để làm cơ sở pháp lý cho thương mại hóa công nghệ. Thứ ba, chú trọng phát triển năng lực trong nước: chế tạo thiết bị tuyển, hệ thống lọc ép, cảm biến quan trắc khí mỏ, công nghệ xử lý nước thải phù hợp điều kiện Việt Nam nhằm giảm phụ thuộc nhập khẩu.

Rõ ràng, khai khoáng xanh không còn là lựa chọn mang tính hình thức, mà là con đường tất yếu để ngành vừa giữ vai trò trụ cột năng lượng, vừa đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững. Những kết quả ở bôxít Tân Rai - Nhân Cơ, apatit Lào Cai, titan Bình Thuận hay các sáng kiến tái chế tro xỉ trong xi măng đã chứng minh rằng: khi có chính sách đồng bộ, công nghệ phù hợp và sự đồng hành của cả doanh nghiệp lẫn viện nghiên cứu, ngành khai khoáng Việt Nam hoàn toàn có thể vừa giảm tổn thất, vừa bảo vệ môi trường, vừa nâng giá trị sản phẩm. Hướng đi xanh - gắn liền với tự động hóa, số hóa và kinh tế tuần hoàn - chính là chìa khóa để khai khoáng Việt Nam bước vào giai đoạn phát triển bền vững❖

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ, LẮP ĐẶT HỆ THỐNG THẢI TRO XỈ RA AO TRO TẠI NHÀ NHIỆT ĐIỆN VŨNG ÁNG 2

TRẦN NGỌC ÁNH, DƯƠNG VĂN TUÂN, TRẦN MẠNH TUYẾN, NGUYỄN THANH QUANG

TÓM TẮT:

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, thiết kế và triển khai lắp đặt hệ thống thải xỉ ra ao tro tại Nhà máy Nhiệt điện Vũng Áng 2. Hệ thống bao gồm hệ thống bơm và đường ống để vận chuyển xỉ đã được xử lý ra khỏi nhà máy. Kết quả cho thấy hệ thống thải xỉ hoạt động tốt, ổn định, đảm bảo đầy đủ các tiêu chí về tiêu chuẩn môi trường, tính tự động hóa và được chủ đầu tư đánh giá cao. Qua việc nội địa hóa thiết kế, lắp đặt thành công tại nhà máy đã giúp mở ra nhân rộng hệ thống cho nhiều dự án khác tại Việt Nam.

Từ khóa: Thải xỉ, Nhiệt điện than, Nhiệt điện Vũng Áng 2.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhà máy Nhiệt điện Vũng Áng 2 (VA2) là một trong những dự án trọng điểm trong hệ thống điện quốc gia, sử dụng nhiên liệu than để phát điện đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia. Với công suất thiết kế 2 x 660MW, nhà máy đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp điện ổn định cho khu vực miền Trung và toàn lưới điện quốc gia.

Quá trình đốt than trong lò hơi tạo ra lượng lớn tro xỉ, trong đó xỉ đáy chiếm khoảng 20-25%. Mặc dù chiếm khối lượng không nhiều nhưng do xỉ rơi trực tiếp từ lò hơi xuống có nhiệt độ rất cao (khoảng từ 800 – 1000°C) việc thu gom, làm nguội xỉ đáy là vô cùng quan trọng nếu không sẽ gây kẹt lò hơi, phá hỏng thiết bị hoặc dừng lò khẩn cấp ảnh hưởng nghiêm trọng tới quá trình vận hành nhà máy. Kích thước xỉ đáy lớn hơn nhiều so với tro bay, với dạng hạt thô, xộp nên có tính thấm nước tương đối cao nên việc làm nguội bằng nước sau đó thu gom trở thành phương pháp truyền thống và hợp lý trong nhà máy nhiệt điện.

Do sự quan trọng trong quá trình thu gom, thải xỉ nên hệ thống cần được vận hành liên tục – tin cậy – an toàn. Hệ thống gồm các thiết bị cơ khí phải hoạt động liên tục, bền vững, phải tích hợp tự động hóa cao.

Vì vậy, việc “Nghiên cứu, thiết kế, lắp đặt hệ thống thải xỉ” là nhu cầu cấp thiết, nhằm góp phần đảm bảo quá trình vận hành nhà máy ổn định, đảm bảo các yếu tố an toàn, phát điện liên tục của nhà máy.

2. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

Sự phát triển mạnh mẽ của hệ thống điện quốc gia

gắn liền với việc mở rộng quy mô các nhà máy nhiệt điện than. Cùng với hiệu suất và sản lượng điện năng, bài toán xử lý chất thải rắn sau đốt, đặc biệt là tro xỉ, trở thành thách thức lớn. Tro xỉ than chứa nhiều kim loại nặng (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO ...) có khả năng gây ô nhiễm môi trường đất và nước ngầm.

Trong bối cảnh đó, nghiên cứu và áp dụng phương pháp thu gom và thải tro xỉ ra ao tro có ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Đây là phương pháp sử dụng nước làm môi chất để làm mát, nghiền nhỏ và vận chuyển xỉ ra bãi thải, giúp hạn chế bụi phát tán và nâng cao hiệu quả vận hành.

- Khái niệm tro xỉ và thành phần:

- Xỉ (xỉ đáy lò) là phần không cháy được còn dư của quá trình cháy trong buồng đốt của nhà máy nhiệt điện. Cụ thể hơn, sau khi nhiên liệu bị đốt (than), phần nhiên liệu không cháy được sẽ rơi xuống đáy buồng đốt. Xỉ sẽ được thu gom tại đáy lò hơi rồi được vận chuyển đến bãi xỉ bằng nhiều phương pháp khác nhau.

- Tro xỉ gồm tro đáy lò (xỉ thô) và tro bay (xỉ mịn): ở Việt Nam, tỷ lệ trung bình của tro bay chiếm khoảng 70–73%, trong khi xỉ đáy chiếm 27–30%. Thành phần hóa học cho thấy tro xỉ giàu oxit kim loại, có tính bazơ và tiềm ẩn khả năng gây hại môi trường.

Để tài hướng tới việc xây dựng hệ thống thải tro xỉ ra ao chứa đáp ứng các yêu cầu kĩ thuật, an toàn trong quá trình vận hành và kinh tế cho hạng mục. Các mục tiêu chính bao gồm:

- Nghiên cứu tổng quan về công nghệ thải xỉ

- Thiết kế hệ thống bơm piston, đường ống áp lực cao vận chuyển tro xỉ đã được trộn lẫn theo tỉ lệ nhất

định ra khỏi nhà máy (độ đặc khoảng 40-60%).

Chế tạo, lắp đặt hệ thống thải xỉ ra ao tro cho Nhà máy Nhiệt điện VA2.

Đưa vào vận hành, chạy thử, nghiệm thu đạt tiến độ cho hệ thống.

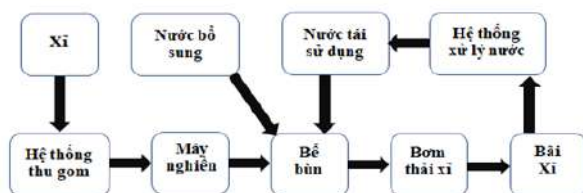
Dựa trên thực tiễn trong nước và kinh nghiệm hơn 60 năm tích hợp thiết bị đồng bộ, NARIME đã sáng tạo trong tiếp nhận công nghệ, nghiên cứu, thiết kế, chế tạo và vận hành thành công hệ thống thải xỉ đáy ướt cho nhà máy nhiệt điện than Việt Nam.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Hệ thống được thiết kế dựa trên quy trình: khảo sát – tính toán – thiết kế hệ thống thải xỉ ra ao tro. Mô hình sử dụng phương pháp xử lý hỗn hợp xỉ đáy và tro bay bằng bể trộn (độ đặc từ 40-60%) và được bơm ra khỏi nhà máy bằng hệ thống bơm piston. Hệ thống áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế (JIS, ISO) và TCVN để đảm bảo an toàn và độ tin cậy.

4. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ TỔNG QUAN CÔNG NGHỆ

Trong quá trình đốt than, 20-25% tro xỉ là xỉ đáy tồn tại dưới dạng hạt. Xỉ được này được rơi trực tiếp từ lò hơi xuống thuyền xỉ phía dưới lò hơi, được làm nguội trực tiếp bằng nước làm mát và được vận chuyển bằng hệ thống xích cào ngập trong nước đến máy nghiền phía trên silo chứa trung gian. Tiếp đó xỉ có thể được tái sử dụng làm vật liệu xây dựng, san lấp mặt đường công trình, làm vật liệu cách nhiệt cách âm hoặc tiếp tục vận chuyển bằng hệ thống băng tải đến bể trộn và được bơm thải ra khỏi nhà máy bằng hệ thống bơm piston.



Sơ đồ vận chuyển tro xỉ từ nhà máy ra ao tro

Quy trình thu gom, xử lý tro xỉ của Nhà máy Nhiệt điện Vũng Áng 2 bao gồm các bước chính sau:

Bước 1: Thu gom. Tro bay và xỉ đáy của nhà máy sẽ được thu gom bằng hệ thống băng tải xích cào ngập nước (với xỉ đáy), và hệ thống vận chuyển khí áp lực cao (với tro bay). Tro và xỉ sẽ được đưa tới si-lô chứa để tiếp tục xử lý.

Bước 2: Nghiền xỉ. Tro xỉ từ si-lô chứa sẽ tiếp tục được vận chuyển tới hệ thống máy nghiền. Tại đây, những hạt tro xỉ có kích thước lớn sẽ được nghiền nhỏ về kích thước mong muốn trước khi đưa vào bể trộn tro xỉ.

Bước 3: Trộn lẫn tro xỉ. Sau khi được nghiền nhỏ, tro và xỉ sẽ được đưa tới một bể trộn. Tại đây, hỗn hợp tro xỉ sẽ được trộn cùng với nước theo tỉ lệ nhất định, thông thường tro xỉ thường chiếm 40~60% hỗn hợp.

Bước 4: Tro xỉ được bơm ra bãi chứa. Sau khi được trộn đều theo tỉ lệ, tro xỉ được bơm tới bãi xỉ bằng hệ thống bơm piston áp lực cao, qua hệ thống đường ống dẫn để ra tới ao tro.



Hình 1: Tuyến ống dẫn xỉ ra ao tro thuộc hệ thống thải xỉ ướt, nhà máy Nhiệt điện Vũng Áng 2

5. CẤU TRÚC HỆ THỐNG THẢI XỈ ƯỚT

5.1. Trong phạm vi nhà máy

Hệ thống thu gom xỉ đáy lò và tro bay: Hai phương pháp chính là băng tải xích cào ngập nước với xỉ đáy (ổn định, năng suất cao) và khí nén áp lực cao với tro bay.

Máy nghiền xỉ: Dạng trục cuộn, hoạt động liên tục, có lớp chống mài mòn, đảm bảo xỉ đạt kích thước thích hợp để bơm.

Silo chứa: Dự trữ lượng xỉ tương ứng với công suất vận hành 24 tới 48 giờ, có hệ thống đo mức và cảnh báo tự động.

Hệ thống trộn tro xỉ và hệ thống bơm bùn cùng đường ống



Hình 2: Hệ thống bơm bùn của nhà máy Nhiệt điện Vũng Áng 2

5.2. Ngoài phạm vi nhà máy

Đường ống áp lực: bố trí 2 tuyến (1 làm việc, 1 dự phòng).

Bãi thải xỉ: yêu cầu chống thấm bằng màng HDPE ≥ 1 mm, duy trì lớp nước bề mặt 0,5–1,0 m để hạn chế bụi.

Hệ thống thu gom nước: bơm tuần hoàn nước từ bãi xỉ về nhà máy để tái sử dụng sau xử lý hóa chất

(HCl trung hòa kiềm) để tiết kiệm tài nguyên và giảm ô nhiễm.

6. SO SÁNH CÁC PHƯƠNG ÁN THẢI XỈ ƯỚT

6.1 Thải ướt truyền thống

Tỷ lệ nước/xỉ: 4:1, hàm lượng rắn <25%.

Ưu điểm: công nghệ đơn giản, chi phí đầu tư thấp, dễ áp dụng.

Nhược điểm: tiêu hao nước lớn, nguy cơ ô nhiễm nước ngầm nếu bãi thải không chống thấm tốt.

6.2. Thải xỉ đặc (HCSD)

Tỷ lệ hỗn hợp: 40-60% của hỗn hợp là tro xỉ.

Ưu điểm: giảm diện tích bãi thải, hạn chế nước rò rỉ, dễ tái sử dụng bãi xỉ.

Nhược điểm: chi phí đầu tư ban đầu cao, công nghệ phức tạp, ít kinh nghiệm vận hành ở Việt Nam

7. TÁC ĐỘNG MÔI TRƯỜNG VÀ YÊU CẦU QUẢN LÝ

Phương pháp thải xỉ ướt có ưu thế về kiểm soát bụi,

Nội dung so sánh	Phương án sử dụng hệ thống HCSD	Thải ướt truyền thống
Môi chất dùng để thải tro xỉ	Nước	Nước
Độ đậm đặc	~ 40-60 %	~ 7,5-25%
Tỷ lệ nước trong bùn tro xỉ	< 35%	>75%
Công nghệ bơm	Bơm piston; Bơm màng	Bơm ly tâm
Phương thức lấp xỉ tại bãi thải	Nén liên tục, đồng cứng nhanh và tạo độ dốc	Lắng liên tục
Chảy tràn	Không chảy tràn	Chảy tràn khi bãi thải đầy xỉ và nước
Ngấm nước bãi xỉ và yêu cầu về lớp lót đáy bãi xỉ	Có thể không cần tới lớp lót đáy bãi xỉ nếu việc thải xỉ lần đầu diễn ra trong điều kiện thời tiết nắng. Ít tiềm ẩn nguy cơ ô nhiễm nước ngầm	Bắt buộc phải có lớp lót đáy bãi xỉ. Có nguy cơ gây ô nhiễm nước ngầm nếu thiết kế lớp lót không tốt
Tái sử dụng tro	Nước tro rất ít, không chảy tràn, yêu cầu tái sử dụng nước tro rất thấp, không tăng tích tụ chất gây ô nhiễm	Nước tro và chảy tràn, yêu cầu tái sử dụng nước tro, tăng tích tụ chất gây ô nhiễm
Ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn	Ít gây ô nhiễm trong trường hợp bề mặt lớp xỉ vừa thải đã khô. Tuy nhiên, khi thải xỉ trong điều kiện thời tiết mưa, bề bãi thải đắp không cao sẽ gây ô nhiễm môi trường lớn	Bị ảnh hưởng. Phải thiết kế hệ thống nước lắng trong quay về và phải xử lý hoá chất nước tại bãi xỉ để giảm thiểu chất gây ô nhiễm tại bãi thải ra môi trường xung quanh. Đập bãi xỉ phải cao
Hệ thống tái tuần hoàn nước lắng trong	Do hàm lượng nước ít nên không cần trạm bơm nước lắng trong quay về	Có cần thiết kế hệ thống tái tuần hoàn nước lắng trong
Đầm nén	Liên tục và chủ động, tính năng nén và khô tốt, có thể tạo độ dốc tới 6%	Chỉ có thể thực hiện khi ngừng thải, phụ thuộc tốc độ khô, độ sâu gây khó đầm nén và làm khô
Tái sử dụng cho trồng cây	Ngay sau khi kết thúc một giai đoạn thải	Khi bãi xỉ đầy và phải tiến hành lấp đất bề mặt.
Chi phí đầu tư ban đầu	Cao	Thấp
Chi phí vận hành và bảo dưỡng	Thấp	Cao

Bãi thải xỉ	Dung tích được tận dụng tối đa do quá trình nén và đầm chặt + tạo độ dốc khoảng 6%, cao trình bãi thải đắp làm nhiều lần nhỏ nên việc thi công sẽ đơn giản hơn	Dung tích bãi thải yêu cầu lớn hơn, cao trình bãi thải phải đắp cao mỗi lần nên việc thi công sẽ khó khăn hơn
Tính cạnh tranh trong chọn nhà thầu	Thấp	Cao
Thời gian vận hành thương mại và kinh nghiệm	Công nghệ mới áp dụng, rất ít kinh nghiệm và chưa áp dụng với các nhà máy nhiệt điện đốt than ở Việt Nam	Công nghệ truyền thống, có nhiều kinh nghiệm và đã được áp dụng rất nhiều ở các nhà máy Nhiệt điện đốt than Việt Nam
Sự phụ thuộc vào đặc tính tro xỉ và công nghệ lò hơi	Đặc tính tro xỉ và công nghệ lò hơi ảnh hưởng quyết định đến sự thành công của hệ thống	Ít ảnh hưởng

song thách thức lớn là tiêu thụ nước và nguy cơ ô nhiễm nước ngầm. Do đó, các yêu cầu kỹ thuật được đặt ra:

- Lót đáy bãi thải bằng màng chống thấm HDPE đạt chuẩn GRI GM13.

- Tuân thủ các quy chuẩn Việt Nam về khí thải, nước thải, tiếng ồn và chất lượng đất (QCVN 22:2009, QCVN 40:2011, QCVN 03:2008...)

- Xây dựng hệ thống tuần hoàn nước lắng trong, xử lý hóa chất trước khi tái sử dụng.

- Kết hợp tận dụng tro xỉ làm phụ gia xi măng, vật liệu xây dựng và san lấp nền.

8. THẢO LUẬN VÀ KẾT LUẬN

8.1. Kết quả đạt được

Hệ thống thải xỉ ra ao tro bao gồm thuyền xỉ, silo chứa trung gian, bể trộn, bơm piston, ... đảm bảo hoạt động liên tục, hoạt động trơn tru, đáp ứng đầy đủ các yêu cầu về kỹ thuật, an toàn và môi trường và được chủ đầu tư đánh giá cao.

Thông số kỹ thuật hệ thống:

- + Thông số thuyền xỉ (SDCC): Với thể tích trữ nước làm mát là 72m³, vận tốc xích cào (min/max) là 1 – 4 (m/phút)

- + Thể tích của silo trung gian (Bottom ash silo – BAS) : 384m³ / silo

- + Thể tích của bể trộn tro xỉ (Mixing tank): 70m³ / bể

- + Máy bơm bùn (HCSD pump): Tổng công suất động cơ là 420Kw (2x210kw), Công suất (theo thiết kế) là 198 m³/h.

- + Vận tốc bùn chảy trong tuyến ống: 1.6 – 2.2 (m/s)

8.2. Hướng phát triển

Việc triển khai thành công hệ thống thải tro xỉ ra ao

tro của dự án Nhiệt điện VA2 khẳng định năng lực nội địa hóa thiết kế, chế tạo và tích hợp. Giải pháp có tiềm năng nhân rộng cho các dự án nhiệt điện khác. Cần tiếp tục chuẩn hóa thiết kế, tăng tỷ lệ nội địa hóa, chuyển giao công nghệ và đào tạo nhân lực

9. KẾT LUẬN

Phương pháp thải xỉ ra ao tro bằng bơm piston và đường ống là giải pháp khả thi, đã được kiểm chứng qua thực tiễn tại Nhà máy Nhiệt điện Vũng Áng 2 tại Việt Nam. Công nghệ này có ưu điểm nổi bật về kiểm soát bụi và độ tin cậy, nhưng cũng đặt ra thách thức về sử dụng nước và xử lý môi trường bãi thải.

Các kỹ sư, nghiên cứu sinh của Viện Nghiên cứu Cơ khí triển khai thiết kế, chế tạo, tích hợp và đưa vào vận hành chính thức hệ thống xử lý thải xỉ ra ao tro trong Nhà máy Nhiệt điện Vũng Áng 2. Đến nay, hệ thống luôn vận hành ổn định, đáp ứng yêu cầu và được đơn vị sử dụng đánh giá cao.

Xu hướng tương lai là chuyển dần sang công nghệ HCSD nhằm tiết kiệm tài nguyên, giảm diện tích bãi thải và nâng cao hiệu quả môi trường. Song song đó, cần đẩy mạnh nghiên cứu tận dụng tro xỉ làm vật liệu xây dựng, góp phần giảm áp lực lên hệ thống thải xỉ và hướng tới phát triển bền vững ngành nhiệt điện than. Việc đưa vào vận hành thành công hệ thống xử lý thải xỉ ra ao tro trong nhà máy Nhiệt điện Vũng Áng 2 đã góp phần khẳng định thành công trong việc nội địa hóa các hệ thống trong nhà máy nhiệt điện, là cơ sở để mở rộng triển khai ứng dụng cho hệ thống khác trong nhà máy nhiệt điện tại Việt Nam và nước ngoài ❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu thiết kế kỹ thuật – Dự án Nhiệt điện Vũng Áng 2
2. Thiết kế kỹ thuật – Dự án Nhiệt điện Mông Dương 1
3. Saroj Kumar Mohapatra (2017) - Potential Environmental Hazardous due to Disposal of Ash from Indian Thermal Power Plants
4. Lê Văn Thiện và cộng sự (2016) – Nghiên cứu ảnh hưởng của tro bay nhà máy nhiệt điện Phả Lại đến một số tính chất đất cát thí nghiệm. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN.

Ngày nhận bài: 15/7/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 18/8/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 28/8/2025

Người phản biện: TS. Phan Đăng Phong

Thông tin tác giả:

TRẦN NGỌC ÁNH, DƯƠNG VĂN TUÂN, TRẦN MẠNH TUYẾN, NGUYỄN THANH QUANG

Viện Nghiên cứu Cơ khí

RESEARCH, DESIGN, AND IMPLEMENTATION OF THE ASH DISPOSAL SYSTEM DISCHARGING INTO THE ASH POND AT VUNG ANG 2 THERMAL POWER PLANT

TRAN NGOC ANH, DUONG VAN TUAN,
TRAN MANH TUYEN, NGUYEN THANH QUANG

National Research Institute of Mechanical Engineering

ABSTRACT

This paper presents the research, design, and implementation of the ash disposal system discharging into the ash pond at Vung Ang 2 Thermal Power Plant. The system consists of a pump unit and pipeline network used to transport treated ash and slag out of the plant area. Operational results show that the system functions stably and efficiently, meeting all environmental standards and automation requirements, and has been highly appreciated by the project owner. The successful localization of the design and installation process not only reduces costs but also provides a foundation for replication and application in other coal-fired power projects across Vietnam.

Keywords: Ash disposal; Coal-fired power plant; Vung Ang 2 Thermal Power Plant.

Bộ Công Thương lấy ý kiến quy chuẩn mới, minh bạch chất lượng sữa

Sáng 19/9, tại TP. Hồ Chí Minh, Bộ Công Thương tổ chức Hội thảo khoa học “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với sản phẩm sữa chế biến” do Thứ trưởng Bộ Công Thương Trương Thanh Hoài chủ trì.

Căn cứ theo Luật An toàn thực phẩm, Luật Chất lượng sản phẩm, hàng hóa và các nghị định hướng dẫn liên quan, cùng với chức năng quản lý ngành công nghiệp thực phẩm, Bộ Công Thương đã tổ chức ba hội thảo lấy ý kiến rộng rãi vào các ngày 28/7, 15/8 và 28/8 tại Hà Nội.

Nội dung tập trung vào việc sửa đổi, bổ sung, thay thế các Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về sản phẩm sữa chế biến, trong đó có sữa dạng lỏng được ban hành từ năm 2010; nay đã không còn phù hợp với thực tiễn và các quy định quốc tế.

Tại các hội thảo trước, với sự tham gia tích cực của đại diện Bộ Y tế, Bộ Nông nghiệp và Môi trường, các hiệp hội ngành hàng, đơn vị kiểm nghiệm, doanh nghiệp sữa và chuyên gia khoa học; nhiều nội dung quan trọng đã được thống nhất, như: sự cần thiết phải sửa đổi QCVN 5-1:2010/BYT; bổ sung khái niệm “sữa hoàn nguyên”, “sữa hỗn hợp”; quy định tỷ lệ tối thiểu



Đại biểu tham dự hội thảo. Ảnh: Minh Khuê

90% sữa tươi nguyên liệu trong các sản phẩm sữa tươi thanh trùng/tiệt trùng và sữa tươi tách béo; cùng với đó là yêu cầu bổ sung nội dung về truy xuất nguồn gốc trong quy chuẩn.

Hội thảo tại TP. Hồ Chí Minh lần này tiếp tục là bước quan trọng để lấy ý kiến rộng rãi từ các bên liên quan trước khi trình ban hành. Các nhóm sản phẩm sữa chế biến khác như sữa bột, sữa lên men, phô mai... sẽ được xây dựng quy chuẩn riêng theo lộ trình.

HÀ LAN

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ NGÀNH THUỐC LÁ

ĐÀO NAM CAO

TÓM TẮT

Với mục tiêu xây dựng hệ thống dữ liệu khoa học và công nghệ ngành thuốc lá đảm bảo tính dễ tiếp cận và chia sẻ phục vụ công tác nghiên cứu khoa học, sản xuất kinh doanh và công tác quản lý của Tổng công ty Thuốc lá Việt Nam, trong giai đoạn 2022 - 2025, nghiên cứu đã thu thập và số hóa được 1.433 tài liệu, xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu Khoa học và Công nghệ (CSDL KHCN) ngành thuốc lá tại địa chỉ <https://khcnthuocla.vn> với nhiều tính năng mới như cộng đồng thảo luận, truy vết lịch sử người dùng, cổng kết nối liên thông với hệ thống CSDL khác, cơ chế chia sẻ dữ liệu, báo cáo thống kê [1]. Căn cứ các quy định của Luật An ninh mạng [2], Dự thảo Quy chế chia sẻ dữ liệu và Quy trình quản lý CSDL đã được hoàn thiện và thông qua. Hệ thống đã vận hành thử nghiệm tại hai đơn vị, đáp ứng yêu cầu về quản lý và khai thác thông tin, đặt nền móng cho chuyển đổi số ngành thuốc lá. Trong giai đoạn tiếp theo, hệ thống sẽ được tích hợp công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI) nhằm nâng cao khả năng tìm kiếm thông minh, phân tích dữ liệu và hỗ trợ ra quyết định trong nghiên cứu khoa học, sản xuất kinh doanh và quản lý.

Từ khóa: Cơ sở dữ liệu, khoa học công nghệ, thuốc lá, số hóa, chuyển đổi số.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh chuyển đổi số được coi là một trong bốn trụ cột chiến lược phát triển quốc gia [3], việc xây dựng cơ sở dữ liệu KHCN ngành thuốc lá là yêu cầu cấp thiết nhằm nâng cao năng lực nghiên cứu, quản lý và hội nhập quốc tế. Các tài liệu KHCN của ngành trước đây tồn tại phân tán tại các đơn vị, thiếu chuẩn hóa, khó khai thác và chưa có trung tâm dữ liệu chung. Nhằm tập hợp, hệ thống hóa các dữ liệu khoa học công nghệ ngành thuốc lá trong một hệ thống để dễ tiếp cận, tra cứu... từ năm 2022, Viện Thuốc lá được giao triển khai nhiệm vụ xây dựng hệ thống CSDL KHCN ngành thuốc lá, hướng tới phục vụ nghiên cứu, sản xuất, quản lý và từng bước chuyển đổi số trong toàn Tổng công ty Thuốc lá Việt Nam [6].

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nguồn tài liệu nghiên cứu bao gồm các kết quả khoa học công nghệ, tiêu chuẩn – quy chuẩn, văn bản pháp luật, sách tham khảo, giải pháp, sáng chế và tài liệu kỹ thuật về máy móc thiết bị. Các tài liệu dưới dạng các bản in chiếm khoảng 50%, số còn lại là bản file mềm (.doc, pdf...). Các tài liệu được thu thập từ các đơn vị thành viên trong Tổng công ty Thuốc lá Việt Nam, các chuyên gia trong ngành thuốc lá và bổ sung thêm một số tài liệu quốc tế.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Khảo sát và đánh giá thực trạng

Thu thập thông tin về tình hình lưu trữ, phân tán, khai thác tài liệu KHCN tại các đơn vị trong Tổng công ty Thuốc lá Việt Nam.

2.2.2. Phương pháp thu thập và xử lý tài liệu

Liên hệ các đơn vị trong Tổng công ty, các chuyên gia, thư viện trong và ngoài nước để thu thập tài liệu KHCN. Sàng lọc, phân loại, chuẩn hóa định dạng; biên tập, chỉnh lý và số hóa tài liệu trước khi đưa vào hệ thống.

2.2.3. Phương pháp thiết kế và phát triển phần mềm

Thiết kế phần mềm CSDL KHCN ngành thuốc lá với các tiêu chí thiết kế gồm:

- *Chủ động công nghệ*: định hướng nền tảng công nghệ mở (tiêu chuẩn mở, dữ liệu mở, phần mềm mở, kiến trúc mở).

- *Áp dụng kiến trúc tổng thể (EA)*: xây dựng hệ thống thông tin thống nhất, đồng bộ, ổn định, lâu dài, hiệu quả và đa mục đích.

- *Tích hợp và chia sẻ dữ liệu*: có khả năng kết nối với các hệ thống CSDL KHCN trong và ngoài nước.

- *Mở rộng và cập nhật*: chủ động mở rộng, nâng cấp, cập nhật thường xuyên CSDL và phần mềm, hạn chế phụ thuộc vào một đơn vị cung cấp.

- *Tuân thủ tiêu chuẩn và pháp luật*: đáp ứng các quy định kỹ thuật về thu thập, lưu trữ, quản lý, khai thác, trao đổi và bảo mật thông tin.

Trong quá trình nghiên cứu được tiếp tục bổ sung và nâng cấp các tính năng dựa trên phân tích yêu cầu kỹ

thuật, góp ý chuyên gia và ý kiến từ đơn vị thử nghiệm.

Phần mềm hệ thống bao gồm hệ điều hành và hệ quản trị cơ sở dữ liệu.

Hệ điều hành đóng vai trò nền tảng trong hoạt động của hệ thống dịch vụ và các phần mềm hỗ trợ nghiệp vụ. Hệ quản trị cơ sở dữ liệu có vai trò lưu trữ và cung cấp sự truy cập tới các cơ sở dữ liệu chia sẻ cho người sử dụng.

Hệ điều hành cho máy chủ: Lựa chọn hệ điều hành Linux Ubuntu 22.04 LTS do: Hệ điều hành mang tính mở. Hệ điều hành Linux Ubuntu 22.04 LTS tương thích hoàn toàn với các phần mềm điều hành máy trạm (Windows 7/8/10 hoặc cao hơn) [4].

Hệ điều hành cho máy trạm: Hệ điều hành máy trạm của hệ thống được chọn là Windows 7/8/10 hoặc cao hơn: Có khả năng kết hợp tốt với hệ điều hành máy chủ. Hệ điều hành hỗ trợ rất tốt trên môi trường mạng LAN và WAN. Các ứng dụng và môi trường lập trình ứng dụng trên nền hệ điều hành này phong phú và đa dạng.

Ngôn ngữ lập trình: Nền tảng được lựa chọn là Java, Angular. Java là nền tảng độc lập có thể chạy mã Java trên bất kỳ máy nào mà không cần cài đặt bất kỳ phần mềm đặc biệt nào, JVM thực hiện điều đó. Java cho phép thực thi nhiều chương trình đồng thời, có nhiều tính năng như đóng gói, kế thừa, hỗ trợ đa tiểu trình. Java là một ngôn ngữ rất cao để sáng tạo, quản lý bộ nhớ hiệu quả. Angular là một framework JavaScript được viết bằng TypeScript. Angular giữ nguyên cấu trúc như ngôn ngữ lập trình tiêu chuẩn, điều đó giúp phần mềm dễ mở rộng cũng như việc bảo trì.

Hệ quản trị cơ sở dữ liệu: Lựa chọn hệ quản trị CSDL PostgreSQL do: Có khả năng lưu trữ và xử lý dữ liệu lớn. Xử lý đa dạng loại dữ liệu, đồng thời đảm bảo an toàn và đáp ứng các yêu cầu chặt chẽ trong an toàn dữ liệu và quyền hạn sử dụng. Hỗ trợ nhiều loại hệ điều hành, nhiều giao thức mạng (TCP/IP, IPX/SPX, DECnet...) [7]

2.2.4. Phương pháp xây dựng quy trình, quy chế quản lý dữ liệu

Nghiên cứu, rà soát và hoàn thiện xây dựng dự thảo "Quy chế chia sẻ dữ liệu" và "Quy trình quản lý CSDL KHCN" dựa trên thực tiễn triển khai và hội thảo chuyên gia.

Chuẩn hóa các bước quản lý, phân quyền truy cập, cơ chế cập nhật và khai thác dữ liệu.

2.2.5. Phương pháp triển khai thử nghiệm và đánh giá

Tổ chức tập huấn, đào tạo cán bộ quản trị và người dùng tại Viện Thuốc lá.

Vận hành thử nghiệm hệ thống tại 02 đơn vị (Viện Thuốc lá, Trung tâm Đào tạo Vinataba), ghi nhận, xử lý sự cố và phản hồi người dùng.

2.2.6. Định hướng phát triển

Sau giai đoạn 2022–2025, phương pháp tiếp cận trong giai đoạn tiếp theo sẽ bổ sung công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI) để: Tự động phân loại, gợi ý tài liệu. Nâng

cao khả năng tìm kiếm ngữ nghĩa. Hỗ trợ phân tích dữ liệu phục vụ nghiên cứu, sản xuất và quản lý [5].

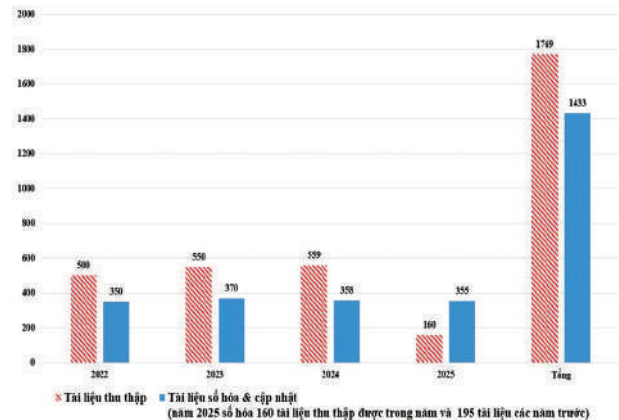
2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại Viện Thuốc lá từ năm 2022 đến năm 2025.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xây dựng cơ sở dữ liệu, chỉnh lý và số hóa tài liệu KHCN ngành thuốc lá

Giai đoạn 2022–2025, nhóm nghiên cứu đã tiến hành thu thập, sàng lọc, chỉnh lý và số hóa khối lượng lớn tài liệu KHCN ngành thuốc lá, bao gồm báo cáo kết quả nghiên cứu khoa học, luận văn, luận án, bài báo khoa học, tiêu chuẩn kỹ thuật và tài liệu tham khảo nước ngoài. Tất cả tài liệu được biên tập, chuẩn hóa dữ liệu và cập nhật vào CSDL chung, giúp hình thành một kho dữ liệu tập trung, có khả năng tra cứu, truy xuất thuận tiện, khắc phục tình trạng phân tán, manh mún trước đây. Kết quả quá trình thu thập và số hóa giai đoạn 2022–2025 được thể hiện trong biểu đồ ở Hình 1.



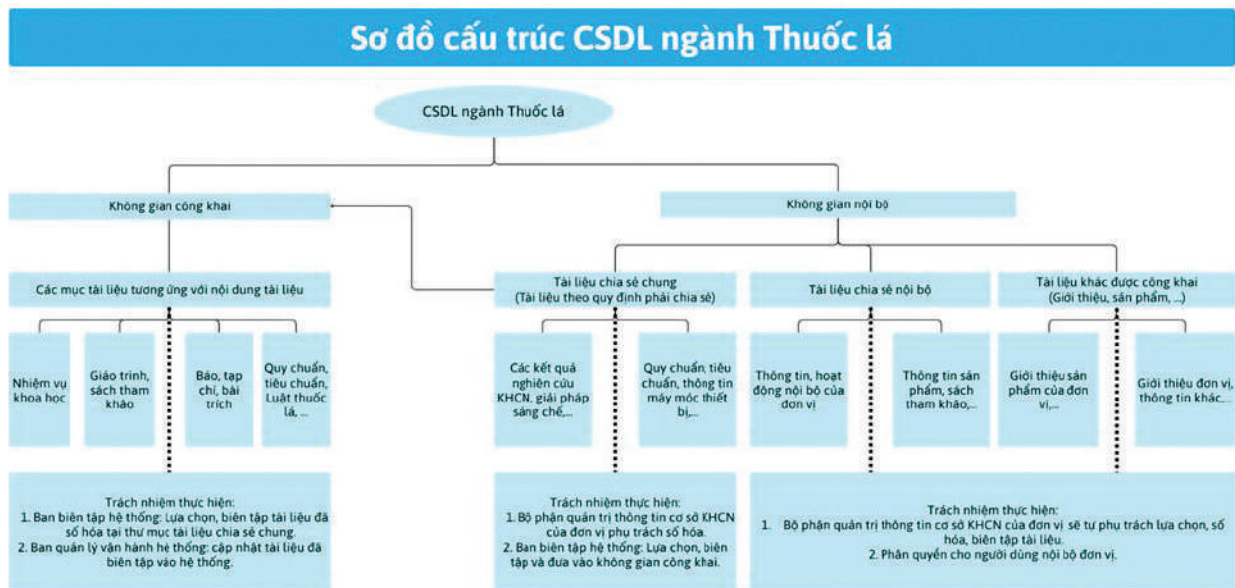
Hình 1. Kết quả thu thập và số hóa tài liệu KHCN ngành thuốc lá (2022 - 2025)

Đặc biệt, trong năm tiếp theo, trên cơ sở phần mềm đã được phát triển, hệ thống sẽ mở rộng không gian chia sẻ tới các đơn vị thành viên trong Tổng công ty. Các đơn vị sẽ trực tiếp tham gia đóng góp, cập nhật và chia sẻ nguồn tài liệu KHCN mà mình sở hữu, tạo ra một hệ sinh thái dữ liệu chung, phong phú và liên thông. Đây là tiền đề quan trọng để CSDL KHCN ngành thuốc lá trở thành công cụ phục vụ hiệu quả hơn cho công tác nghiên cứu, sản xuất và quản lý.

3.2. Thiết kế và triển khai phần mềm tra cứu tài liệu KHCN

Trên cơ sở kế thừa phần mềm thư viện điện tử được xây dựng năm 2022, nhóm nghiên cứu đã thiết kế và phát triển phần mềm tra cứu tài liệu KHCN ngành thuốc lá với nhiều nâng cấp quan trọng.

Nâng cấp giao diện và trải nghiệm người dùng: giao diện được tối ưu cho cả máy tính và thiết bị di động, tốc độ xử lý nhanh, thao tác tra cứu đơn giản, đáp ứng tốt hơn nhu cầu của người dùng trong và ngoài đơn vị.



Xây dựng chuẩn kết nối, chia sẻ dữ liệu: phần mềm được thiết kế theo kiến trúc mở, tuân thủ các tiêu chuẩn kỹ thuật, sẵn sàng tích hợp và chia sẻ dữ liệu với các hệ thống CSDL khác (Ví dụ, đã triển khai kết nối thử nghiệm với từ điển thuốc lá Anh – Việt nhằm hỗ trợ tra cứu và tra nghĩa chuyên ngành).

Thiết lập không gian và cơ chế chia sẻ dữ liệu: ngoài việc tạo lập không gian công khai của hệ thống giúp toàn bộ người dùng được phép truy cập có thể tìm kiếm, khai thác những dữ liệu được phép chia sẻ chung; phần mềm còn tạo lập không gian riêng cho từng đơn vị thành viên trong Tổng công ty, nơi mỗi đơn vị có thể lưu trữ và quản lý tài liệu của mình. Người dùng trong phạm vi đơn vị được cấp quyền truy cập, chỉnh sửa và cập nhật tài liệu theo phân quyền nội bộ. Đồng thời, hệ thống cũng triển khai thử nghiệm cơ chế chia sẻ dữ liệu tại 02 đơn vị (Viện Thuốc lá và Trung tâm Đào tạo Vinataba), dựa trên dự thảo phương thức chia sẻ dữ liệu đã xây dựng. Điều này tạo nền tảng kỹ thuật và quản trị để tiến tới áp dụng rộng rãi trong toàn Tổng công ty.

Định hướng ứng dụng AI: trong giai đoạn tiếp theo, phần mềm sẽ được tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) để tăng cường khả năng tìm kiếm ngữ nghĩa, gợi ý tài liệu liên quan, phân tích dữ liệu chuyên sâu và hỗ trợ cá nhân hóa trải nghiệm người dùng.

Như vậy, phần mềm không chỉ dừng lại ở chức năng tra cứu cơ bản mà đã phát triển thành một hệ sinh thái dữ liệu mở, kết nối, chia sẻ và liên thông trong toàn ngành, phù hợp với định hướng chuyển đổi số của Tổng công ty.

3.3. Xây dựng dự thảo phương thức chia sẻ tài nguyên số

Bên cạnh xây dựng phần mềm, nhóm nghiên cứu đã soạn thảo Phương thức chia sẻ tài nguyên số về KHCN giữa Tổng công ty Thuốc lá Việt Nam và các đơn vị thành viên. Phương thức này quy định rõ: Danh mục

tài liệu công khai và nội bộ; Quyền hạn, trách nhiệm của từng đơn vị trong cập nhật dữ liệu; Cơ chế khai thác, chia sẻ và bảo mật thông tin. Điều này tạo lập nền tảng quan trọng để tiến tới liên thông dữ liệu giữa các đơn vị trong ngành, đồng thời từng bước mở rộng kết nối với các cơ sở dữ liệu KHCN ngoài ngành.

3.4. Xây dựng dự thảo Quy trình quản lý CSDL điện tử

Nhằm chuẩn hóa việc vận hành và khai thác dữ liệu, nhóm nghiên cứu đã xây dựng dự thảo Quy trình quản lý CSDL điện tử ngành thuốc lá. Quy trình bao gồm:

- + Các bước lựa chọn, biên tập, số hóa và cập nhật tài liệu.
 - + Hệ thống các biểu mẫu tiêu chí xét chọn tài liệu, các biểu mẫu biên tập tài liệu
 - + Cơ chế phân quyền người dùng theo cấp quản lý.
- Quy trình này sẽ là khung tham chiếu quan trọng giúp đảm bảo tính minh bạch, thống nhất trong quản trị dữ liệu, hạn chế sai sót và tăng tính trách nhiệm của các đơn vị tham gia.

3.5. Quản trị và vận hành hệ thống phần mềm

Trong quá trình triển khai, công tác quản trị hệ thống được duy trì thường xuyên, với các biện pháp:

- + Giám sát hoạt động của máy chủ và cơ sở dữ liệu.
- + Sao lưu định kỳ để bảo đảm an toàn dữ liệu.
- + Xử lý sự cố kỹ thuật trong vòng 12 giờ (như lỗi chứng chỉ SSL, xung đột phần mềm, lỗi container.NET).

Kết quả thử nghiệm tại Viện Thuốc lá và Trung tâm Đào tạo Vinataba cho thấy hệ thống vận hành ổn định, dữ liệu cập nhật kịp thời, tốc độ truy cập nhanh, giao diện thân thiện, đảm bảo đúng mục tiêu đặt ra.

IV. KẾT LUẬN

Nhiệm vụ “Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu khoa học và công nghệ ngành thuốc lá” đã đạt được những kết quả quan trọng, góp phần hình thành hệ thống dữ

liệu tập trung phục vụ quản lý, nghiên cứu và sản xuất trong toàn Tổng công ty Thuốc lá Việt Nam. Kết quả nghiên cứu đã:

1. Thu thập, số hóa và cập nhật được 1.433 tài liệu KHCN ngành thuốc lá, bảo đảm chuẩn hóa và dễ dàng tra cứu.

2. Thiết kế, xây dựng và vận hành phần mềm CSDL trực tuyến tại địa chỉ <https://khcnthuocla.vn> với nhiều tính năng mới như cộng đồng thảo luận, truy vết người dùng, báo cáo thống kê, chia sẻ dữ liệu liên thông.

3. Hoàn thiện 02 Dự thảo Quy chế chia sẻ dữ liệu và Quy trình quản lý CSDL, tạo hành lang pháp lý và kỹ thuật cho việc khai thác, cập nhật và bảo mật thông tin.

4. Vận hành thử nghiệm thành công tại hai đơn vị, chứng minh tính khả thi và hiệu quả trong thực tế.

Hệ thống không chỉ giúp nâng cao hiệu quả quản

lý, khai thác thông tin khoa học công nghệ mà còn đặt nền móng cho quá trình chuyển đổi số ngành thuốc lá.

Giải pháp trong thời gian tới:

Mở rộng thu thập, số hóa và cập nhật thêm các tài liệu KHCN, đặc biệt là tài liệu quốc tế và kết quả nghiên cứu mới. Tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) để nâng cao khả năng tìm kiếm ngữ nghĩa, phân tích dữ liệu thông minh, gợi ý tài liệu và hỗ trợ ra quyết định. Đa dạng hóa ứng dụng như nghiên cứu mở rộng hệ thống phục vụ cả công tác giám sát chất lượng sản phẩm, quản lý vùng trồng và chuỗi cung ứng ngành thuốc lá.

Với những giải pháp trên, hệ thống CSDL KHCN ngành thuốc lá sẽ ngày càng hoàn thiện, đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số đến năm 2030 ❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1). Cơ sở khoa học công nghệ ngành Thuốc lá: Trang chủ <https://khcnthuocla.vn/>.
- 2). Luật An ninh mạng 2018 số 24/2018/QH14.
- 3). Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22/12/2024 của Bộ Chính trị về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia.
- 4). Oracle, 2016. "Database as a service".
- 5). Trương Ngọc Sơn, (2020). "Trí tuệ nhân tạo cơ sở và ứng dụng", NXB Đại học Quốc gia TP HCM.
- 6). Tổng công ty Thuốc lá Việt Nam, (2024). Kế hoạch chuyển đổi số giai đoạn 2024-2025, định hướng đến năm 2030.
- 7). Nguyễn Bá Tường, (2018). "Cơ sở dữ liệu quan hệ và ứng dụng". Tái bản lần 1, NXB Thông tin Truyền thông, Hà Nội.

Ngày nhận bài: 12/7/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 30/7/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 10/8/2025

Người phản biện: TS. Phạm Quang Quyền – Học viện Hành chính và Quản trị công

Thông tin tác giả:

ĐÀO NAM CAO

Viện Thuốc lá – Tổng công ty thuốc lá Việt Nam

RESEARCH ON BUILDING A SCIENCE AND TECHNOLOGY DATABASE FOR THE TOBACCO INDUSTRY

DAO NAM CAO

The Tobacco Institute, Vietnam National Tobacco Corporation

ABSTRACT

This study evaluates the current state of science and technology (S&T) documents in the tobacco industry, analyzes information needs to support management and research within the Vietnam National Tobacco Corporation, and, on that basis, designs a database architecture, develops retrieval software, and sets out methods for data collection, digitization, visualization, management, maintenance, and use. From 2022 to 2025, the project digitized approximately 1,500 S&T documents and deployed the tobacco industry S&T database at <https://khcnthuocla.vn>, adding new functions such as discussion forums, user activity tracking, an integration portal with APIs for interoperability, data-sharing mechanisms, and statistical reporting. A draft Regulation on Data Sharing and a Database Management Procedure were completed and approved. The system has been pilot-tested at two units and meets requirements for information management and use, laying a foundation for the industry's digital transformation. In the next phase, the system will integrate artificial intelligence (AI) to enhance intelligent search, data analytics, and decision support for scientific research, production, and management.

Keywords: database; science and technology; tobacco industry; digitization; digital transformation; interoperability; decision support.

NGHIÊN CỨU, PHÂN TÍCH HIỆN TRẠNG, XU HƯỚNG TOÀN CẦU VÀ ĐỊNH HƯỚNG CHO VIỆT NAM TRONG XÂY DỰNG TIÊU CHUẨN/ QUY CHUẨN KỸ THUẬT VỀ LĨNH VỰC NĂNG LƯỢNG HYDROGEN

NGUYỄN HỮU KIÊN, PHẠM HÙNG, MAI VĂN TÀI, TRƯƠNG KHÁNH ĐIỆP, NGUYỄN KHÁNH VINH, LÊ THANH HƯỜNG, LÊ VIỆT CƯỜNG, NGUYỄN VĂN THẠO

TÓM TẮT:

Trong bối cảnh toàn cầu đẩy mạnh chuyển dịch năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính, hydrogen đang nổi lên như một trong những giải pháp quan trọng nhằm thay thế nhiên liệu hóa thạch và hướng tới phát triển nền kinh tế xanh. Với khả năng ứng dụng đa dạng, từ giao thông vận tải, phát điện, lưu trữ năng lượng tái tạo cho đến công nghiệp nặng, hydrogen được coi là “nhiên liệu của tương lai”. Tuy nhiên, để hydrogen có thể bước ra khỏi phạm vi thí nghiệm và trở thành một nguồn năng lượng thương mại hóa rộng rãi, yếu tố không thể thiếu chính là hệ thống tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật. Các tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật này không chỉ đảm bảo an toàn cho quá trình sản xuất, tồn trữ và vận chuyển hydrogen – một loại khí có tính dễ cháy nổ và yêu cầu điều kiện bảo quản nghiêm ngặt – mà còn quy định mức chất lượng cần thiết cho từng ứng dụng cụ thể, đồng thời tạo dựng “ngôn ngữ chung” giúp thúc đẩy thương mại quốc tế. Trên thế giới, nhiều quốc gia và tổ chức đã sớm quan tâm đến tiêu chuẩn hóa hydrogen, trong đó nổi bật là ISO, IEC, Nhật Bản, EU, Mỹ, Hàn Quốc và Trung Quốc. Bài báo này nhằm phân tích hiện trạng và xu hướng toàn cầu trong xây dựng tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật về lĩnh vực năng lượng hydrogen, từ đó rút ra các bài học kinh nghiệm và đề xuất định hướng cho Việt Nam trong việc thiết lập khung tiêu chuẩn quốc gia, một yếu tố then chốt để hội nhập, thu hút đầu tư và mở rộng cơ hội xuất khẩu hydrogen trong tương lai.

Các từ viết tắt: ISO (Tổ chức Tiêu chuẩn hóa quốc tế); IEC (Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế); DOE (Bộ Năng lượng Hoa Kỳ); LCA (Đánh giá vòng đời); TCVN (Tiêu chuẩn Quốc gia Việt Nam); Hydrogen (H_2); IEA (Cơ quan Năng lượng Quốc tế); IRENA (Cơ quan Năng lượng Tái tạo Quốc tế).

1. MỞ ĐẦU

Trong tiến trình chuyển dịch năng lượng toàn cầu, H_2 không chỉ được xem là nguồn năng lượng thay thế mà còn là thành tố quan trọng hình thành nền kinh tế các-bon thấp. Các quốc gia tiên phong đã coi H_2 như một chiến lược dài hạn để vừa bảo đảm an ninh năng lượng, vừa thực hiện cam kết giảm phát thải. Để hiện thực hóa chiến lược đó, bên cạnh công nghệ và nguồn vốn, một yếu tố mang tính nền tảng và quyết định là hệ thống tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật. Chính các chuẩn mực này giúp bảo đảm an toàn, tạo niềm tin cho nhà đầu tư và người sử dụng, đồng thời định hình thị trường H_2 phát triển đồng bộ và bền vững. [1]

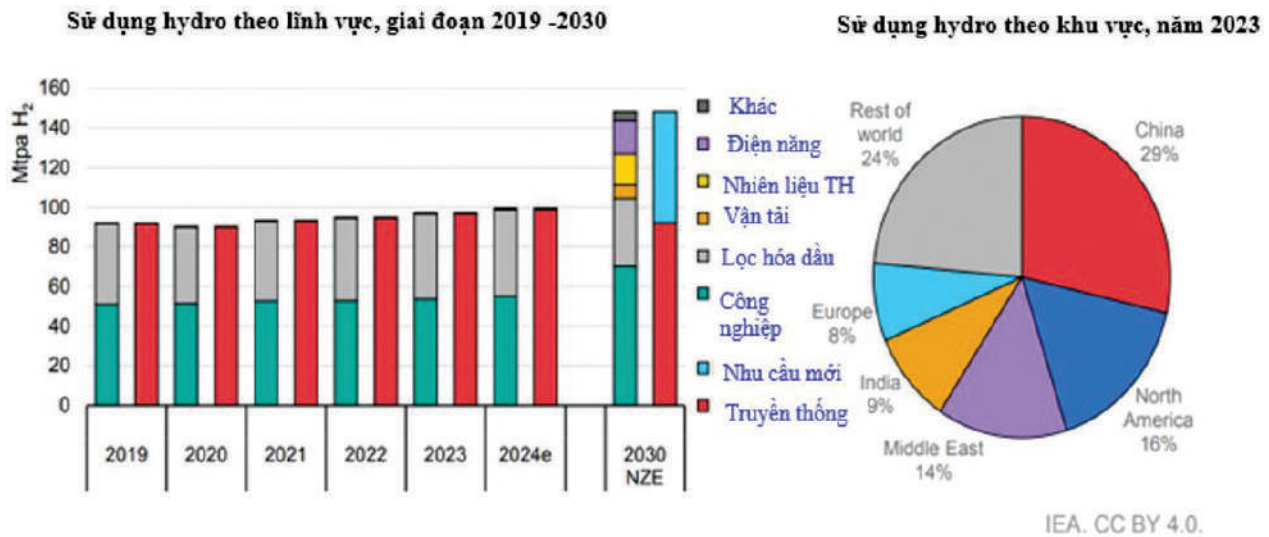
Hiện nay các khu vực lớn như EU, Nhật Bản, Mỹ, Hàn Quốc hay Trung Quốc đã sớm ban hành và áp dụng nhiều

bộ tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật liên quan, Việt Nam mới chỉ bắt đầu tiếp cận khái niệm nền kinh tế H_2 . Do đó, việc nghiên cứu, phân tích, so sánh kinh nghiệm quốc tế và định hướng xây dựng khung tiêu chuẩn – quy chuẩn quốc gia về lĩnh vực năng lượng cho H_2 tại Việt Nam là hết sức cấp thiết và có tính thời sự cao.

2. HIỆN TRẠNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN H_2 TRÊN THẾ GIỚI VÀ TẠI VIỆT NAM

2.1. Trên thế giới

Theo IEA, năm 2023, thế giới tiêu thụ khoảng 97 triệu tấn H_2 , tăng 2,5 % so với năm 2022. Nhu cầu vẫn tập trung vào lĩnh vực lọc dầu và hóa chất, và chủ yếu được đáp ứng bởi hydro được sản xuất từ nhiên liệu hóa thạch không bị hạn chế. [1]

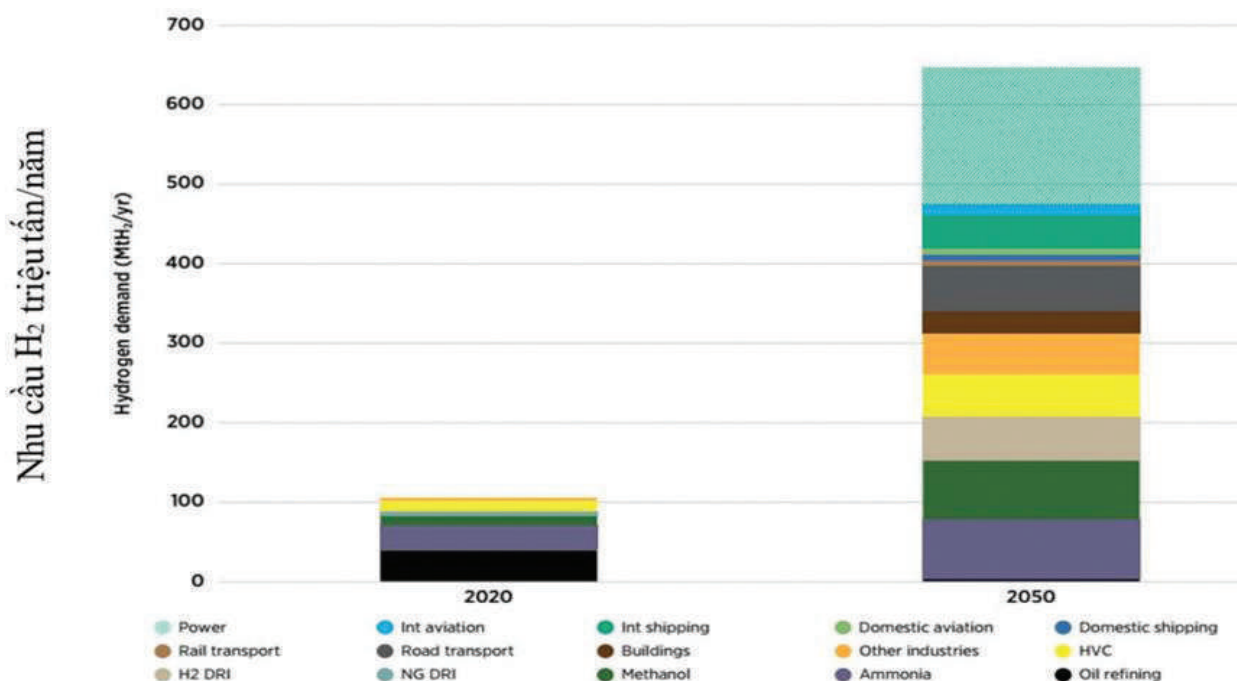


Hình 1: Nhu cầu H₂ theo ngành và theo khu vực, lịch sử và trong kịch bản phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050, 2019-2030 (Nguồn: IEA, 2024) (1)

Phân bổ nhu cầu theo khu vực vẫn không thay đổi nhiều so với năm 2022: Trung Quốc một lần nữa là nước sử dụng hydro lớn nhất, chiếm gần một phần ba nhu cầu toàn cầu (gần 28 Mt), gấp đôi so với nước sử dụng lớn thứ hai là Hoa Kỳ, với 13 Mt (chiếm 14% nhu cầu toàn cầu). Nhu cầu H₂ tăng trưởng khiêm tốn ở tất cả các khu vực chính, ngoại trừ Trung Đông, nơi tăng trưởng mạnh hơn nhiều (tăng trưởng hơn 6% theo năm, do nhu cầu về tinh chế và sản xuất methanol tăng) và Ấn Độ (tăng trưởng hơn 5% theo năm do nhu cầu lớn hơn về tinh chế và ngành thép). Trong kịch bản hạn chế mức tăng nhiệt độ toàn cầu ở ngưỡng 1,5°C, H₂ có thể bổ sung

cho phát điện và đáp ứng nhu cầu năng lượng của các ngành khó điện khí hóa.

Ở cấp độ toàn cầu, theo đánh giá của IRENA vào năm 2022, nhu cầu H₂ năm 2050 dự kiến sẽ là 614 triệu tấn H₂/năm [2]. Theo đó, sản lượng H₂ sẽ tăng lên gấp 6 lần từ năm 2020 đến năm 2050. Ngày nay, H₂ chủ yếu được sử dụng cho các mục đích công nghiệp như lọc dầu, hóa chất và sản xuất thép. Nhu cầu về amoniac và metanol dự kiến sẽ tăng gấp ba đến bốn lần, do tăng trưởng ở các nền kinh tế đang phát triển và sử dụng làm nhiên liệu (đặc biệt là amoniac trong lĩnh vực vận chuyển). Đến năm 2050, lĩnh vực tăng trưởng lớn nhất



Hình 2: Nhu cầu H₂ theo lĩnh vực năm 2020 và 2050 (2) (Nguồn: IRENA 2022, global H₂ trade to meet the 1.5°C climate goal)

sẽ là ngành giao thông vận tải. Phần còn lại của nhu cầu 614 triệu tấn H_2 /năm sẽ đến từ ngành điện để đáp ứng nhu cầu về tính linh hoạt và sản xuất nhiệt để bù đắp cho những biến động trong năng lượng tái tạo và bổ sung cho các biện pháp tính linh hoạt khác.

2.2. Tại Việt Nam

2.2.1 Về sử dụng năng lượng H_2

Tại Việt Nam hiện nay, hầu hết nhu cầu sử dụng H_2 trong nước vẫn từ các nhà máy sản xuất phân đạm (khoảng 316.000 tấn/năm), nhà máy lọc dầu Dung Quất (39.000 tấn/năm) và Liên hợp lọc hoá dầu Nghi Sơn (139.000 tấn/năm) từ nguồn sản xuất H_2 trực tiếp của các nhà máy.[3]

Ngoài ra, có một lượng rất nhỏ H_2 cũng được sử dụng tại các nhà máy sản xuất thép, kính nổi, điện tử và thực phẩm, chiếm khoảng 0,5% tổng nhu cầu H_2 trong nước. Hiện nay, các doanh nghiệp đang bước đầu triển khai nghiên cứu chuyển đổi nhiên liệu của các nhà máy nhiệt điện than, khí; các quá trình luyện thép; sản xuất đạm; giao thông vận tải sang sử dụng H_2 , amoniac và các dẫn xuất của H_2 .[6]

2.2.2 Về tồn trữ, vận chuyển và phân phối năng lượng H_2

Hiện nay, H_2 vẫn chưa có nhiều ứng dụng rộng rãi, nên hệ thống tồn chứa, vận chuyển và phân phối H_2 tại Việt Nam chưa phát triển. Hầu hết, H_2 được sản xuất và sử dụng trực tiếp tại chỗ trong các nhà máy lọc dầu, nhà máy đạm (được vận chuyển thông qua đường ống

nội bộ, không qua quá trình lưu trữ). Chỉ một lượng rất nhỏ nhu cầu H_2 cho các ngành công nghiệp (thép, xi măng, các phòng thí nghiệm...) được lưu trữ dưới dạng khí nén, hoặc dạng lỏng trong các bình chịu áp suất và được vận chuyển từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ bằng xe tải. [7]

2.2.3 Về xuất khẩu năng lượng H_2 :

Hiện nay, Việt Nam chưa xuất khẩu năng lượng H_2 . Tuy nhiên, một số doanh nghiệp đang nghiên cứu, đề xuất các dự án phát triển điện gió ngoài khơi với mục đích xuất khẩu và sẽ là tiền đề để phát triển việc xuất khẩu năng lượng H_2 trong tương lai.

3. HOẠT ĐỘNG TIÊU CHUẨN HÓA TRONG PHÁT TRIỂN H_2

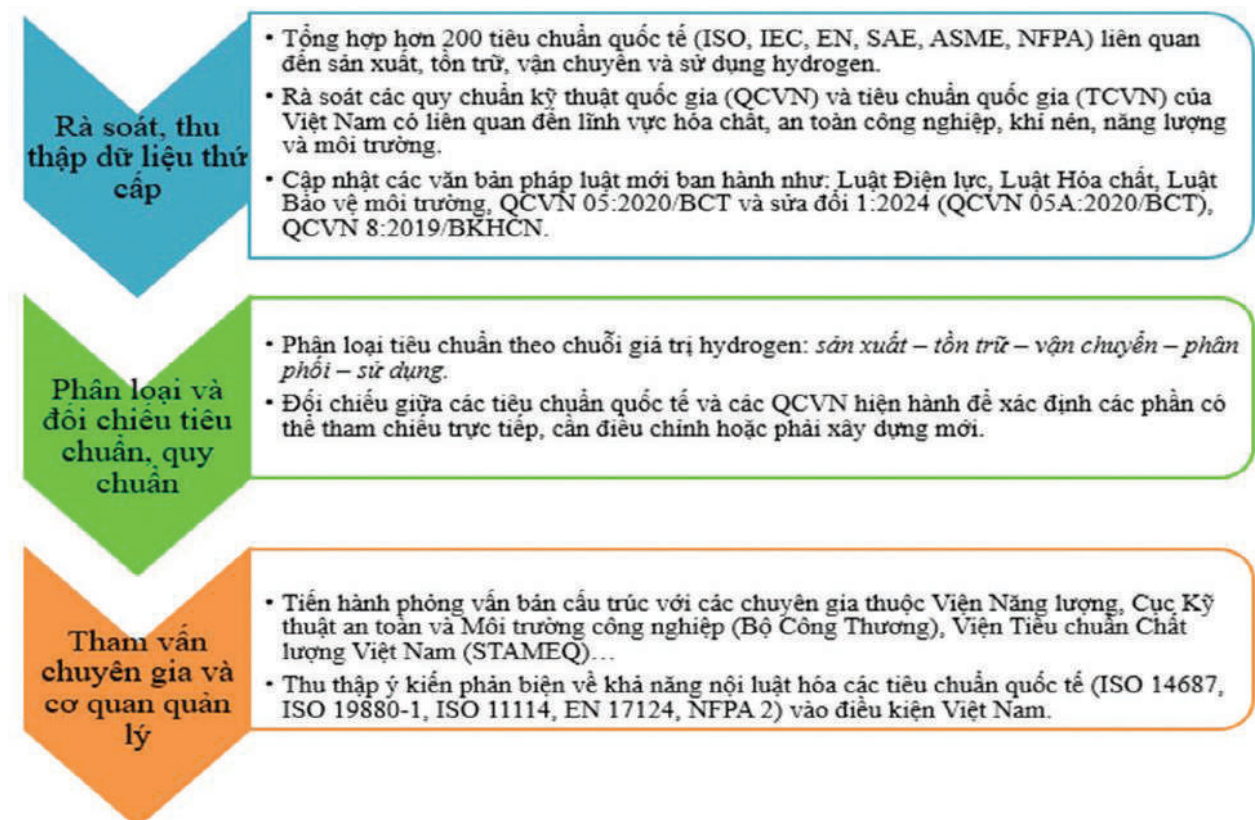
Phương pháp luận nghiên cứu: Nghiên cứu được thực hiện dựa trên cách tiếp cận tổng hợp – so sánh, kết hợp giữa nghiên cứu tài liệu quốc tế, đánh giá thực trạng hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn hiện hành tại Việt Nam và tham vấn chuyên gia trong lĩnh vực năng lượng, tiêu chuẩn hóa và an toàn công nghiệp.

Phương pháp luận gồm ba bước chính, thể hiện trong lưu đồ khối sau:

3.1. Hiện trạng tại Việt Nam

3.1.1. Căn cứ pháp lý hiện hành:

• Luật Điện lực (sửa đổi 2024): mở rộng phạm vi điều chỉnh đối với các nguồn năng lượng mới, trong đó có H_2 , tạo hành lang pháp lý để phát triển điện H_2 và các



Hình 3. Phương pháp luận nghiên cứu

dự án tích hợp năng lượng tái tạo.

- Luật Bảo vệ môi trường (2020): quy định yêu cầu đánh giá tác động môi trường và kiểm soát khí thải đối với hoạt động sản xuất H₂.

- QCVN 05:2020/BCT và sửa đổi 1:2024 (QCVN 05A:2020/BCT): quy chuẩn về an toàn trong sản xuất, bảo quản và vận chuyển hóa chất nguy hiểm – hiện là cơ sở pháp lý chính cho hoạt động sản xuất và vận chuyển H₂ trong nước.

- QCVN 8:2019/BKHCN: quy định về an toàn đối với khí dầu mỏ hóa lỏng (LPG); tuy không áp dụng trực tiếp cho H₂, nhưng có thể tham chiếu kỹ thuật cho các yêu cầu về bồn chứa, áp suất, van an toàn và khoảng cách PCCC.

3.1.2. Thực trạng triển khai và khoảng trống tiêu chuẩn:

- Các nhà máy sản xuất H₂ trong nước (Dung Quất, Nghi Sơn, Phú Mỹ, Cà Mau) hiện chỉ áp dụng các yêu cầu chung về an toàn hóa chất, chưa có tiêu chuẩn kỹ thuật riêng cho chất lượng H₂ hoặc thiết kế hệ thống lưu trữ – vận chuyển.

- Việc vận chuyển H₂ bằng xe bồn, bình chịu áp lực hoặc container vẫn tuân theo QCVN 05:2020/BCT và các tiêu chuẩn thiết bị chịu áp lực (TCVN 8366, TCVN 6156...), song chưa có quy định đặc thù về vật liệu chống H₂ embrittlement (giòn hóa do H₂).

- Việt Nam chưa có QCVN riêng về trạm nạp H₂, mặc dù một số doanh nghiệp đang thử nghiệm công nghệ nạp nhiên liệu cho xe điện pin nhiên liệu (FCV).

3.2. Hiện trạng và xu hướng toàn cầu

a) Hoạt động tiêu chuẩn hóa quốc tế

Trong thập kỷ qua, tiêu chuẩn hóa trong lĩnh vực năng lượng H₂ đã trở thành một trong những ưu tiên hàng đầu của các tổ chức quốc tế và chính phủ nhiều quốc gia. Mục tiêu là đảm bảo an toàn – chất lượng – khả năng thương mại hóa xuyên biên giới cho H₂, một nguồn năng lượng có đặc tính kỹ thuật phức tạp và tiềm ẩn nguy cơ cháy nổ cao.

b) Xu hướng phát triển tiêu chuẩn H₂ toàn cầu

Từ phân tích hệ thống tiêu chuẩn hiện hành, có thể nhận thấy bốn xu hướng chủ đạo trong hoạt động tiêu chuẩn hóa H₂ toàn cầu:

- Hải hòa hóa và liên thông tiêu chuẩn quốc tế:

- + Các tổ chức như ISO, IEC, CEN–CENELEC, SAE đang hợp tác xây dựng khung tiêu chuẩn thống nhất, tránh chồng chéo và phân mảnh giữa các khu vực.

- + Ví dụ, ISO và CEN–CENELEC đã ký Thỏa thuận Vienna để đồng phát triển các tiêu chuẩn H₂ chung. [4]

- Chuẩn hóa hạ tầng và an toàn kỹ thuật:

- + Tập trung vào tiêu chuẩn cho đường ống, kho chứa, trạm nạp và phương tiện vận chuyển.

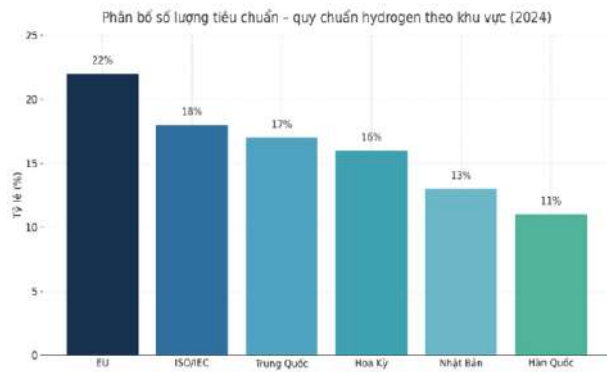
- + Nhật Bản, Hàn Quốc và EU là những khu vực đi đầu trong ban hành tiêu chuẩn về an toàn vận hành và thiết bị áp lực cao.

- Phát triển tiêu chuẩn cho H₂ xanh và chứng nhận phát thải vòng đời (LCA):

- + EU, Úc, và Nhật Bản đang áp dụng hệ thống chứng nhận “Renewable Hydrogen Certification” dựa trên phát

Bảng 1: Số lượng tiêu chuẩn – quy chuẩn H₂ đang có hiệu lực (2024) của một số tổ chức và quốc gia tiêu biểu:

Tổ chức / Quốc gia	Số lượng TC & QC (ước tính)	Phạm vi chính	Ghi chú nổi bật
ISO/TC 197	~70	Toàn chuỗi công nghệ hydrogen	ISO 14687, ISO 19880, ISO 11114
IEC/TC 105	~45	Pin nhiên liệu và an toàn điện	IEC 62282 series
EU (CEN–CENELEC)	~120	Chất lượng nhiên liệu, trạm nạp, đường ống	EN 17124, EN ISO 19880-1
Hoa Kỳ (DOE, ANSI, NFPA, SAE)	~90	An toàn, thử nghiệm, phương tiện giao thông	NFPA 2, SAE J2601
Nhật Bản (METI, JPEC, NEDO)	~80	Trạm nạp, phương tiện FCV, tiêu chuẩn thử nghiệm	JPEC-S 0003, JPEC-S 0004
Hàn Quốc (KATS, KHGS)	~60	Cơ sở hạ tầng, pin nhiên liệu, an toàn	KS B ISO/IEC 19880 series
Trung Quốc (SAC/TC 309, GB/T)	~90	Sản xuất, lưu trữ, vận chuyển và FCV	GB/T 37244, GB/T 37245
Tổng hợp	≈ 550+	Bao phủ toàn chuỗi giá trị H ₂	Xu hướng hải hòa hóa tiêu chuẩn quốc tế



Hình 4. Phân bố số lượng tiêu chuẩn - quy chuẩn H₂ theo khu vực (2024) (5)

thải CO₂ toàn vòng đời, giúp minh bạch hóa nguồn gốc H₂ trong thương mại quốc tế.

+ ISO đang phát triển ISO/CD 19870 – tiêu chuẩn mới cho đo lường và báo cáo phát thải H₂.

- Thúc đẩy cơ chế đánh giá sự phù hợp và công nhận lẫn nhau:

+ Các quốc gia đang xây dựng hệ thống chứng nhận thiết bị, trạm nạp và chất lượng nhiên liệu, bảo đảm sản phẩm H₂ đáp ứng yêu cầu quốc tế.

+ Ví dụ: EU áp dụng cơ chế *CE Marking* cho thiết bị H₂; Nhật Bản sử dụng chứng nhận *JPEC/ISO* trước khi cho phép vận hành thương mại.

4. ĐỀ XUẤT VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Về tiêu chuẩn kỹ thuật

Hiện nay, tại Việt Nam hệ thống TCVN chưa có bộ tiêu chuẩn chuyên biệt cho H₂, trong khi một số dự án thí điểm sản xuất H₂ xanh đã được đề xuất. Trong bối cảnh đó, định hướng tiêu chuẩn hóa cần tập trung vào các khía cạnh sau:

- Tham gia tích cực vào các ủy ban ISO/IEC về H₂ để nắm bắt xu hướng và đồng bộ với quốc tế.

- Xây dựng khung tiêu chuẩn quốc gia cho H₂ theo lộ trình:

+ Ngắn hạn: ưu tiên các tiêu chuẩn về an toàn sản xuất, lưu trữ, vận chuyển và trạm nạp.

+ Trung hạn: tiêu chuẩn về chất lượng H₂ cho các ứng dụng cụ thể (pin nhiên liệu, công nghiệp).

+ Dài hạn: tiêu chuẩn về đo lường phát thải vòng đời (LCA) và phân loại H₂ xanh phục vụ thương mại quốc tế.

- Kết hợp tiêu chuẩn với chiến lược năng lượng quốc gia, nhằm hỗ trợ phát triển thị trường H₂ nội địa và mở rộng cơ hội xuất khẩu sang các thị trường tiềm năng như Nhật Bản, Hàn Quốc và EU.

Như vậy, việc sớm định hình khung tiêu chuẩn H₂ sẽ là chìa khóa giúp Việt Nam hội nhập quốc tế, thu hút đầu tư và tạo dựng nền tảng cho phát triển kinh tế H₂ bền vững.

4.2. Về quy chuẩn kỹ thuật

Khác với tiêu chuẩn có tính chất khuyến nghị, quy

chuẩn kỹ thuật quốc gia (QCVN) là công cụ pháp lý bắt buộc, nhằm kiểm soát an toàn và bảo đảm lợi ích của xã hội. Trong giai đoạn đầu phát triển H₂, Việt Nam cần ưu tiên xây dựng và ban hành các quy chuẩn tập trung vào những lĩnh vực tiềm ẩn có rủi ro cao, gắn trực tiếp với yêu cầu an toàn và tính đồng bộ của hệ thống cụ thể là:

- Quy chuẩn về an toàn và phòng cháy, chữa cháy trong sản xuất, lưu trữ, vận chuyển và phân phối H₂, dựa trên đặc tính dễ cháy nổ và áp suất cao của loại khí này.

- Quy chuẩn về thiết kế, lắp đặt và vận hành trạm nạp H₂, đảm bảo đồng bộ với hệ thống hạ tầng giao thông và phù hợp với điều kiện Việt Nam.

- Quy chuẩn về môi trường, quy định giới hạn phát thải và yêu cầu kiểm soát rủi ro rò rỉ, nhằm bảo vệ sức khỏe cộng đồng và hệ sinh thái.

Bên cạnh việc xây dựng mới, Việt Nam có thể chuyển đổi hoặc mở rộng phạm vi áp dụng của một số TCVN hiện có sang quy chuẩn, đặc biệt là các tiêu chuẩn liên quan đến:

- Hệ thống đường ống dẫn khí, bồn chứa áp lực và an toàn công nghiệp (đã được ban hành cho lĩnh vực dầu khí và khí thiên nhiên);

- Tiêu chuẩn an toàn cháy nổ trong lưu trữ và vận hành nhiên liệu;

- Tiêu chuẩn về phương tiện vận chuyển khí nén và chất lỏng dễ cháy.

Việc sớm ban hành các quy chuẩn này sẽ tạo hành lang pháp lý rõ ràng, giúp quản lý rủi ro hiệu quả, đồng thời tạo môi trường đầu tư an toàn cho các dự án hydrogen tại Việt Nam.

5. KẾT LUẬN

Qua việc phân tích kinh nghiệm quốc tế từ các tổ chức tiêu chuẩn như ISO, IEC và những quốc gia tiên phong gồm Nhật Bản, EU, Mỹ, Hàn Quốc và Trung Quốc, có thể thấy xu hướng nổi bật toàn cầu là thúc đẩy hài hòa hóa tiêu chuẩn, đồng thời đề cao yếu tố an toàn và chất lượng. Qua những phân tích đó, bài báo đưa ra kết luận rằng H₂ chỉ có thể trở thành một nguồn năng lượng thương mại bền vững khi được bảo đảm bởi hệ thống tiêu chuẩn - quy chuẩn kỹ thuật đầy đủ và nhất quán.

Đối với Việt Nam, việc sớm thiết lập khung tiêu chuẩn - quy chuẩn về lĩnh vực năng lượng cho H₂ nói riêng và cho hydrogen nói chung được xác định là nhiệm vụ cấp thiết, vừa nhằm kiểm soát an toàn, vừa tạo cơ sở pháp lý và kỹ thuật cho các dự án thí điểm, qua đó mở rộng cơ hội hội nhập quốc tế và thu hút đầu tư. Những định hướng và khuyến nghị nêu trong bài báo có thể coi là gợi ý ban đầu, góp phần hỗ trợ cơ quan quản lý nhà nước và các đơn vị nghiên cứu trong quá trình xây dựng hệ thống tiêu chuẩn - quy chuẩn về lĩnh vực năng lượng cho H₂ nói riêng và cho H₂ nói chung, qua đó từng bước hình thành nền kinh tế hydrogen xanh, an toàn và bền vững.❖

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn đến Bộ Công Thương đã tài trợ nghiên cứu này thông qua Nhiệm vụ: “Đề xuất danh mục và lộ trình hoàn thiện các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật trong lĩnh vực năng lượng có nguồn gốc hydrogen”. Thực hiện Đề án Tái cơ cấu ngành Công Thương giai đoạn đến năm 2030.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IEA, Global; Hydrogen review, 2024.
- [2] IRENA, Global Hydrogen trade to meet the 1.5 oC climate goal, 2022.
- [3] Tạp chí Năng lượng Việt Nam (2025), Báo cáo tình hình thực hiện Chiến lược năng lượng hydrogen ở Việt Nam.
- [4] CEN-CENELEC. (2023). Roadmap on hydrogen standardisation.
- [5] Global Hydrogen Standardization Outlook
- [6] Quyết định số 165/QĐ-TTg ngày 07/02/2024 của Thủ tướng chính phủ về việc phê duyệt Chiến lược phát triển năng lượng hydrogen
- [7] ThS. Nguyễn Văn Thọ: “Nghiên cứu và đề xuất lộ trình phát triển nền kinh tế H2 tại Việt Nam”, Đề tài cấp Bộ Công Thương, 11/2022 – 11/2024.

Ngày nhận bài: 15/7/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 12/8/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 20/8/2025

Người phản biện: TS. Lê Minh Khánh - Đại học Bách khoa Hà Nội

Thông tin tác giả:

**NGUYỄN HỮU KIÊN¹, PHẠM HÙNG¹, MAI VĂN TÀI¹, TRƯƠNG KHÁNH ĐIỆP¹, NGUYỄN KHÁNH VINH¹,
LÊ THANH HƯỜNG¹, LÊ VIỆT CƯỜNG², NGUYỄN VĂN THẠO²**

¹Phòng Thí nghiệm trọng điểm Điện cao áp

²Viện Năng lượng

RESEARCH, ANALYZE THE CURRENT SITUATION, GLOBAL TRENDS AND ORIENTATIONS FOR VIETNAM IN DEVELOPING TECHNICAL STANDARDS/ REGULATIONS IN THE FIELD OF HYDROGEN ENERGY

**NGUYEN HUU KIEN¹, PHAM HUNG¹, MAI VAN TAI¹, TRUONG KHANH DIEP¹,
NGUYEN KHANH VINH¹, LE THANH HUONG¹, LE VIET CUONG², NGUYEN VAN THAO²**

¹Key Laboratory for High Voltage Techniques

²Institute of Energy

ABSTRACT

In the context of the global push for energy transition and greenhouse gas reduction, hydrogen is emerging as one of the key solutions to replace fossil fuels and promote the development of a green economy. With its diverse applications-ranging from transportation, power generation, and renewable energy storage to heavy industry-hydrogen is widely regarded as the “fuel of the future.”. However, for hydrogen to move beyond the laboratory and become a widely commercialized energy source, a comprehensive system of technical standards and regulations is indispensable. Such technical standards and regulations not only ensure safety in the production, storage, and and transportation of hydrogen-a gas that is highly flammable and requires strict handling conditions-but also define the quality requirements for different applications, while establishing a “common language” that facilitates international trade. Globally, many countries and organizations have paid early attention to hydrogen standardization, notably ISO, IEC, Japan, the EU, the United States, South Korea, and China. This paper seeks to analyze the current status and global trends in the developing technical standards and regulations in the field of hydrogen energy, thereby drawing lessons learned and proposing directions for Vietnam in establishing a national standardization framework- a crucial passport for integration, attracting investment, and expanding future opportunities for hydrogen export.

ỨNG DỤNG PHẦN TỬ HỮU HẠN PHÂN TÍCH BUỒNG DẬP HỒ QUANG TIẾP ĐIỂM CHÂN KHÔNG

VŨ TÀI TÚ, PHÙNG CHÍ TĨNH, ĐINH MẠNH CƯỜNG, PHÍ HOÀNG TÙNG,
NGUYỄN VĂN HÙNG, BÙI MINH ĐỊNH

TÓM TẮT:

Bài báo này trình bày nghiên cứu mô phỏng buồng dập hồ quang của máy cắt chân không (VCB) bằng phương pháp phần tử hữu hạn (FEA), kết hợp sử dụng hai công cụ thương mại ANSYS và JMAG nhằm nâng cao hiệu quả dập tắt hồ quang và tối ưu hóa thiết kế buồng dập. Trong mô hình đề xuất, ANSYS được sử dụng để xác định phân bố điện thế, điện trường và mật độ điện tích trong toàn bộ buồng dập, trong khi JMAG thực hiện mô phỏng trường từ và lực Lorentz để đánh giá quá trình khuếch tán hồ quang dưới tác dụng của từ trường dọc trục (Axial Magnetic Field – AMF). Mô hình FEA cũng cho phép xác định vùng điện áp tập trung cao, là cơ sở để tối ưu hình học và vật liệu tiếp điểm, qua đó nâng cao độ tin cậy và tuổi thọ điện của thiết bị.

Từ khóa: Phân tích phần tử hữu hạn (FEA), ANSYS, JMAG, buồng dập hồ quang, hồ quang chân không, từ trường dọc trục (AMF), tiếp điểm điện, lực Lorentz.

1. GIỚI THIỆU

Máy cắt chân không (VCB – Vacuum Circuit Breaker) là thiết bị đóng cắt chủ đạo trong các hệ thống phân phối điện hiện đại, đặc biệt trong môi trường mở hầm lò, nơi yêu cầu cao về an toàn và độ tin cậy. Trong quá trình ngắt mạch – dù ở chế độ vận hành bình thường hay khi ngắt dòng ngắn mạch, quá tải – hồ quang điện luôn hình thành giữa hai tiếp điểm [1].

Nhiệm vụ của buồng dập hồ quang là dập tắt hồ quang nhanh chóng để tránh hư hại tiếp điểm và suy giảm điện môi hệ thống. Hồ quang trong môi trường chân không có đặc tính co thắt mạnh, gây nhiệt độ cao và xói mòn điện cực, làm giảm tuổi thọ điện của thiết bị. Để khắc phục, từ trường dọc trục (Axial Magnetic Field – AMF) được áp dụng nhằm khuếch tán hồ quang đều trên bề mặt tiếp điểm, giúp giảm mật độ nhiệt và hạn chế hiện tượng hàn dính. Cấu trúc buồng dập cần được thiết kế sao cho ổn định điện cực và tránh phóng tia, kể cả sau hàng nghìn chu kỳ đóng cắt.

Trong bối cảnh đó, phân tích phần tử hữu hạn (FEA) là công cụ hiệu quả để mô phỏng các hiện tượng điện – từ – nhiệt trong buồng dập hồ quang. Nghiên cứu này sử dụng ANSYS để mô phỏng phân bố điện trường và điện thế, và JMAG để tính lực Lorentz, mật độ dòng điện và sự khuếch tán hồ quang. Hai phần mềm được ghép nối tuần tự (sequential coupling) nhằm mô phỏng chính xác tương tác giữa các trường vật lý trong vùng hồ quang.

2. PHƯƠNG PHÁP MÔ PHỎNG FEA

2.1. Mô hình Tiếp điểm chân không

Mô hình gồm 5 bộ phận chính: Tiếp điểm tĩnh, Tiếp điểm động, Ống xếp lò xo, Màn chắn ngưng hơi và gôm cách điện, được mô phỏng đối xứng trục (Z là trục đối xứng). Các thông số hình học tính bằng milimét để mô phỏng chính xác loại VSm (Hình 1).



Hình 1. Hình dạng bên ngoài và cấu trúc bên trong của buồng dập hồ quang (tiếp điểm chân không 400A)

Vật liệu: Ống xếp lò xo được làm bằng vật liệu inox; Gôm cách điện làm bằng vật liệu Al_2O_3 , còn các chi tiết khác được chế tạo từ đồng đỏ

2.2. Mô phỏng bằng phần mềm ANSYS

Phần mềm ANSYS được dùng để tính toán điện trường và điện thế trong buồng dập hồ quang. Mô hình sử dụng lưới dày đặc gần điện cực và thưa dần ở

xa để tối ưu độ chính xác. Cường độ điện trường E trong buồng dập hồ quang có liên quan đến điện thế ϕ theo biểu thức [2]:

$$E = -\nabla\phi \quad (1)$$

Điện thế ϕ trong buồng dập hồ quang tuân theo phương trình Laplace trong trường hợp không có điện tích không gian:

$$\nabla^2\phi = 0 \quad (2)$$

Tuy nhiên, khi trong vùng hồ quang xuất hiện plasma - tức là có các điện tích không gian tự do (electron, ion dương), phương trình cần chuyển sang dạng phương trình Poisson:

$$\nabla^2\phi = -\frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (3)$$

Trong đó: ρ là mật độ điện tích không gian (C/m^3); ϵ_0 là hằng số điện môi của chân không, $\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} F/m$. Mật độ dòng điện trong plasma được xác định theo định luật Ohm đối với môi trường dẫn điện, có dạng:

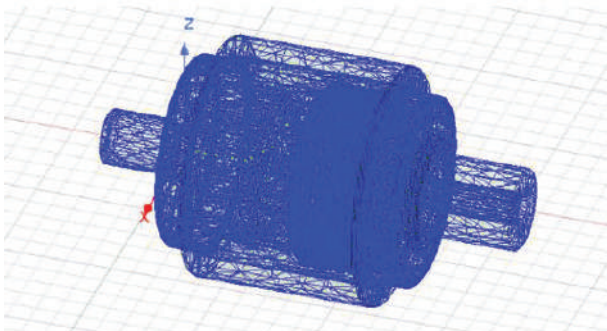
$$J = \sigma E \quad (4)$$

Với: J là mật độ dòng điện (A/m^2); σ là độ dẫn điện của plasma, phụ thuộc mạnh vào nhiệt độ hồ quang T . Độ dẫn điện này được mô phỏng trong ANSYS như một hàm theo nhiệt độ, phản ánh sự thay đổi trạng thái ion hóa của plasma khi nhiệt độ tăng từ 3000 K đến 15000 K.

Các phương trình chi phối trường điện từ trong mô hình ANSYS bao gồm phương trình trường từ tĩnh (magneto-static field equation):

$$\nabla \times \left(\frac{1}{\mu} \nabla \times \mathbf{A} \right) = \mathbf{J}_c \quad (5)$$

Trong đó: μ là độ từ thẩm của vật liệu (H/m); $\mathbf{A}$ là vectơ từ thế (magnetic vector potential); $\mathbf{J}_c$ là mật độ dòng điện kích từ (A/m^2). Phương trình này mô tả mối quan hệ giữa dòng điện trong cuộn dây, vật liệu từ và từ trường hình thành trong không gian làm việc của nam châm điện. Mô hình trên FEM như hình 2.



Hình 2: Biểu đồ phân tích lưới ba chiều của buồng dập hồ quang

2.3. Mô phỏng bằng phần mềm JMAG

Phần mềm JMAG được sử dụng để mô phỏng lực điện từ tác dụng lên cột hồ quang, tập trung vào phân bố lực Lorentz và mật độ dòng điện trong không gian buồng dập hồ quang.

Lực Lorentz $\mathbf{F}$ tác dụng lên plasma của hồ quang được xác định bởi[3]:

$$\mathbf{F} = \mathbf{J} \times \mathbf{B} \quad (6)$$

Trong đó: $\mathbf{J}$ là mật độ dòng điện (A/m^2); $\mathbf{B}$ là mật độ cảm ứng từ (T), được sinh ra bởi từ trường dọc trục (Axial Magnetic Field – AMF). Mối quan hệ giữa cảm ứng từ $\mathbf{B}$ và vectơ thế từ $\mathbf{A}$ được biểu diễn bởi:

$$\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A} \quad (7)$$

Trong mô hình, cột hồ quang được giả thiết có dạng hình trụ, với độ dẫn nhiệt tương ứng với plasma ở nhiệt độ khoảng 15000 K tại bề mặt cathode, và vận tốc trung bình của dòng plasma khoảng 400 m/s. Hiệu ứng nhiệt Joule sinh ra trong plasma được xác định bởi:

$$Q = \mathbf{J} \cdot \mathbf{E} \quad (8)$$

Trong đó Q là mật độ công suất nhiệt (W/m^3) – đại lượng này phản ánh mức năng lượng tỏa ra trong quá trình dẫn dòng hồ quang.

Vận tốc của plasma $\mathbf{v}$ trong cột hồ quang chịu ảnh hưởng trực tiếp của lực Lorentz và được mô tả theo phương trình cân bằng động lượng:

$$\rho_p \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \rho_p (\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} = -\nabla p + \mathbf{J} \times \mathbf{B} \quad (9)$$

Trong đó: ρ_p là mật độ khối của plasma (kg/m^3); p là áp suất trong cột hồ quang (Pa). Phương trình này thể hiện rằng sự dịch chuyển và khuếch tán của hồ quang là kết quả của sự cân bằng giữa lực điện từ ($\mathbf{J} \times \mathbf{B}$) và áp suất nội tại của plasma.

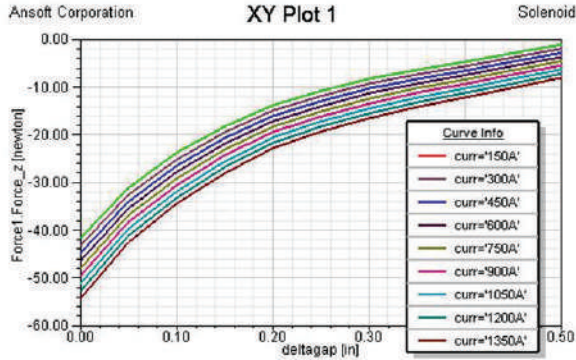
Quá trình truyền nhiệt T trong plasma được mô tả bằng phương trình cân bằng năng lượng:

$$\rho_p c_p \frac{\partial T}{\partial t} + \rho_p c_p \mathbf{v} \cdot \nabla T = \nabla \cdot (k \nabla T) + Q \quad (10)$$

Trong đó: c_p : nhiệt dung riêng của plasma ($J/kg \cdot K$); k : hệ số dẫn nhiệt ($W/m \cdot K$); Q : nguồn nhiệt do hiệu ứng Joule sinh ra. Phương trình này giúp mô phỏng phân bố nhiệt độ trong toàn vùng hồ quang, từ đó đánh giá chính xác hiện tượng co thắt (arc constriction) hoặc phát tán hồ quang (arc diffusion) dưới tác dụng của từ trường dọc trục AMF.

Từ các mô phỏng bằng phần mềm JMAG, có thể quan sát được mối quan hệ giữa dòng điện hồ quang, mật độ dòng điện, và lực Lorentz. Các vùng có mật độ dòng cao sẽ sinh ra lực siết mạnh tại tâm cột hồ quang, trong khi các vùng ngoài rìa chịu lực giãn nở, góp phần phân tán năng lượng và giảm tập trung nhiệt độ tại

cathode, Kết quả mô phỏng mối liên hệ giữa lực điện từ so với dòng điện hình 3.



Hình 3. Kết quả mô phỏng mối liên hệ giữa lực điện từ so với dòng điện

3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

3.1. Phân bố điện trường và điện thế (Mô phỏng bằng phần mềm ANSYS)

Kết quả mô phỏng bằng ANSYS cho thấy sự phân bố của điện trường và điện thế trong buồng dập hồ quang có tính phi tuyến mạnh. Cường độ điện trường đạt giá trị cực đại tại bề mặt điện cực, nơi xuất hiện hiện tượng phát xạ điện tử và hình thành vùng plasma sơ cấp. Độ dẫn điện của plasma trong vùng hồ quang được mô phỏng theo hàm mũ của nhiệt độ, được biểu diễn bằng công thức:

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left(-\frac{E_i}{k_B T}\right) \quad (11)$$

Trong đó: σ_0 : hằng số dẫn điện cực đại của plasma ở trạng thái ion hóa bão hòa; E_i : năng lượng ion hóa của môi chất; k_B : hằng số Boltzmann (1.38×10^{-23} J/K); T : nhiệt độ hồ quang (K). Mối quan hệ này thể hiện rằng độ dẫn điện của plasma tăng mạnh khi nhiệt độ tăng, do mật độ hạt tích điện (ion, electron) trong cột hồ quang tăng lên. Nhờ đó, điện trở hồ quang giảm, và năng lượng điện chuyển thành nhiệt năng ở tốc độ cao hơn.

Trong mô hình ANSYS, việc chia lưới dày đặc quanh điện cực giúp xác định chính xác gradient điện thế, từ đó mô phỏng được quá trình hình thành “vùng catốt nóng” (cathode spot) – nơi bắt đầu quá trình phóng điện chân không. Các kết quả này cung cấp nền tảng định lượng cho việc xác định hành vi của hồ quang trong giai đoạn đầu của quá trình đóng – cắt.

3.2. Phân bố lực Lorentz và mật độ dòng (Mô phỏng bằng phần mềm JMAG)

Các mô phỏng trong phần mềm JMAG cho thấy mật độ dòng điện tập trung mạnh tại các vùng tiếp xúc, đặc biệt là tâm điện cực, dẫn đến sự hình thành lực Lorentz

đẩy theo phương trục dọc có giá trị khoảng 700 N. Lực này tác dụng ngược chiều với hướng dẫn dòng, tạo nên cơ chế phân tán hồ quang trong buồng dập. Hiện tượng siết hồ quang (arc pinch) được mô tả bởi công thức [4]:

$$F_{pinch} = \frac{\mu_0 I^2}{4\pi r} \quad (12)$$

Trong đó: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m là độ từ thẩm của chân không; I là dòng điện hồ quang; r là bán kính cột hồ quang. Giá trị F_{pinch} này đặc trưng cho áp suất điện từ hướng vào tâm cột hồ quang, làm co thắt plasma khi dòng điện tăng cao. Ngược lại, khi từ trường dọc trục AMF được thiết kế đủ mạnh, lực Lorentz hướng trục sẽ tạo thành mô men quay làm phân tán hồ quang đều trên bề mặt điện cực, giúp giảm xói mòn và tăng tuổi thọ tiếp điểm.

Phân bố lực Lorentz trong mô hình thể hiện rõ hai vùng tác dụng đối nghịch: Ở cực cathode: lực hướng vào tâm, gây co thắt hồ quang. Ở cực anode: lực hướng ra ngoài, giúp khuếch tán plasma. Nhờ đó, mô hình cho thấy cơ chế cân bằng động lực học của cột hồ quang, giúp duy trì hồ quang ổn định và dập tắt nhanh hơn khi dòng qua điểm không.

3.3. Kết quả tổng hợp mô phỏng

Phân tích nhiệt – điện – từ trường cho thấy vùng nhiệt độ cực đại tập trung tại trung tâm điện cực, đạt khoảng 12000–15000 K, trong khi vùng biên chỉ khoảng 4000–6000 K. Sự chênh lệch này phù hợp với quan sát thực nghiệm bằng camera quang phổ trong các buồng dập hồ quang thực tế, chứng tỏ mô hình mô phỏng có độ tin cậy cao. Kết quả tổng hợp từ ANSYS và JMAG cho phép xây dựng mô hình trường liên hợp (coupled field model) giữa điện trường, nhiệt trường và lực điện từ, tạo cơ sở vững chắc cho việc tối ưu hóa thiết kế buồng dập hồ quang chân không kiểu AMF.

4. PHÂN TÍCH VẬT LIỆU TIẾP ĐIỂM

Hiệu suất của buồng dập hồ quang trong máy cắt chân không (VCB) phụ thuộc chủ yếu vào tính chất vật liệu của cặp tiếp điểm. Trong nghiên cứu này, các tiếp điểm được chế tạo bằng đồng (Cu), trong khi các chi tiết kết cấu phụ gông từ (yoke) và nắp chụp (bonnet) được làm từ thép cán nguội (cold-rolled steel) có đặc tính từ phi tuyến.

4.1. Đặc tính vật lý và ứng xử của đồng (Cu)

Kết quả thí nghiệm thực hiện ngày 20 tháng 5 năm 2025 cung cấp những số liệu như thực tế về hành vi của các vật liệu này trong điều kiện dòng điện cao. Đồng được chọn làm vật liệu tiếp điểm nhờ các đặc tính điện – nhiệt nổi trội: $\sigma_{Cu} \approx 5,96 \times 10^7$ S/m, $k_{Cu} \approx 401$ W/mK. Hai thông số trên cho phép dẫn dòng lớn và

tản nhiệt nhanh, giúp hồ quang được dập tắt nhanh và điện cực nguội đều. Tuy nhiên, nhược điểm lớn của đồng là nhiệt độ nóng chảy thấp: $T_{\text{melt,Cu}} = 1085^\circ\text{C}$. Do đó, khi plasma hồ quang có nhiệt độ khoảng 15000 K tại vùng cathode, bề mặt đồng bị nóng chảy cục bộ và bay hơi nhẹ, gây ăn mòn bề mặt (erosion) sau nhiều chu kỳ đóng cắt. Tốc độ ăn mòn vật liệu được ước tính bằng mô hình thực nghiệm:

$$\frac{dm}{dt} = k_e I \sqrt{t_{\text{arc}}} \quad (13)$$

Trong đó: dm/dt : tốc độ ăn mòn khối lượng (g/s); k_e : hằng số đặc trưng cho vật liệu; I : dòng điện hồ quang (A); t_{arc} : thời gian tồn tại hồ quang (s). Với dòng điện hồ quang 30 kA, kết quả cho thấy tốc độ ăn mòn của tiếp điểm đồng tăng đáng kể, dẫn đến biến dạng bề mặt và giảm tuổi thọ điện nếu không có cơ chế khuếch tán hồ quang hiệu quả.

4.2. Ảnh hưởng của vật liệu đến nhiệt độ và độ ổn định hồ quang

Theo kết quả thí nghiệm ngày 20/5/2025, trong một chu kỳ cắt dòng 30 kA: Nhiệt độ tiếp điểm đồng tăng khoảng 1200 K, tiệm cận ngưỡng nóng chảy; Xuất hiện hiện tượng nóng chảy nhẹ ở tâm catốt và bay hơi vật liệu ở rìa hồ quang; Các hiện tượng trên phù hợp với mô hình mô phỏng JMAG, nơi vùng tâm điện cực có mật độ dòng và lực Lorentz cực đại, gây tập trung năng lượng cao nhất.

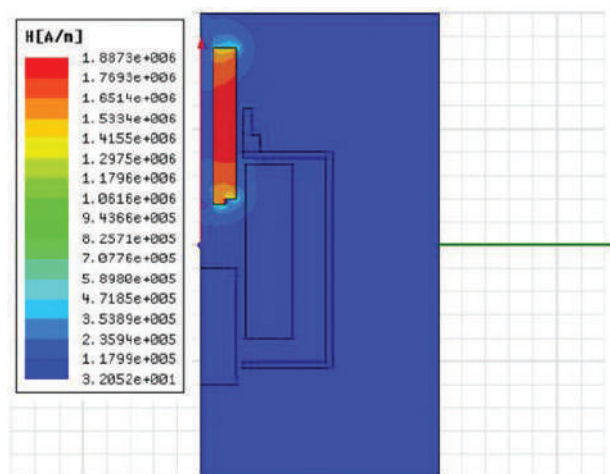
4.3. Đề xuất hướng cải tiến vật liệu

Để hạn chế xói mòn và tăng độ ổn định hồ quang, nghiên cứu đề xuất thay thế tiếp điểm đồng nguyên chất bằng hợp kim đồng – crôm (CuCr). Hợp kim này có khả năng chịu nhiệt tốt hơn, giảm tốc độ bay hơi vật liệu, đồng thời duy trì độ dẫn điện cao ở mức tương đương đồng nguyên chất. Một số kết quả thực nghiệm quốc tế (Nga, Đức, Trung Quốc) cho thấy hợp kim CuCr30, CuW55 giúp giảm 60–70% tốc độ ăn mòn tiếp điểm, đồng thời tăng tuổi thọ điện gấp 2–3 lần so với tiếp điểm đồng thông thường.

Ngoài ra, việc phủ lớp hợp kim W–Cu hoặc Cr–Ni mỏng lên bề mặt tiếp điểm cũng được khuyến nghị để: Tăng khả năng chịu nhiệt và chống hàn dính hồ quang; Cải thiện tính dẫn nhiệt đều quanh bề mặt; Giảm biến dạng vi mô khi chịu lực ép cơ học từ phần ứng. Kết quả mô phỏng ảnh hưởng vật liệu chế tạo tiếp điểm chân không, hình 4.

5. THẢO LUẬN

Việc kết hợp đồng thời hai phần mềm mô phỏng ANSYS và JMAG đã mang lại hiểu biết toàn diện về các hiện tượng đa vật lý (multiphysics) diễn ra bên trong



Hình 4. Kết quả mô phỏng ảnh hưởng vật liệu chế tạo tiếp điểm chân không

máy cắt chân không (VCB).

- ANSYS cho phép mô hình hóa chính xác phân bố điện thế và điện trường, từ đó xác định vùng phát sinh hồ quang, cường độ trường tại mép và tâm điện cực, cũng như ảnh hưởng của hình học buồng dập đến hiện tượng phóng điện sơ cấp.

- JMAG lại tập trung vào phân tích lực điện từ và mật độ dòng, đặc biệt là lực Lorentz – yếu tố quyết định mức độ khuếch tán hoặc co thắt của hồ quang.

Sự kết hợp giữa hai mô hình này giúp mô phỏng được sự tương tác giữa điện trường, từ trường và nhiệt trường, cho phép các nhà thiết kế dự đoán được hành vi của hồ quang ngay từ giai đoạn thiết kế ban đầu, thay vì phải thử nghiệm nhiều lần tốn kém.

- Mô phỏng ANSYS đã chứng minh rằng phân bố điện trường không đồng đều trong buồng dập hồ quang là nguyên nhân chính gây ra hiện tượng tập trung năng lượng tại một điểm, dẫn đến nóng chảy cục bộ và xói mòn catốt.

- Phần mô phỏng bằng JMAG đã làm rõ vai trò của lực Lorentz trong việc điều khiển hình dạng và chuyển động của cột hồ quang. Khi từ trường dọc trục (AMF) được tạo ra bởi cuộn dây từ trường phụ hoặc cuộn dẫn hướng, dòng điện trong plasma chịu tác dụng của lực Lorentz, làm cột hồ quang xoay tròn và phân tán đều trên bề mặt điện cực.

Phân tích vật liệu ở phần trên chỉ ra sự đánh đổi cơ bản giữa tính dẫn điện cao và độ bền nhiệt – cơ của vật liệu tiếp điểm. Đồng (Cu) có độ dẫn điện lớn, nhưng chịu nhiệt kém. Thép cán nguội tạo trường từ mạnh, song dẫn điện và tản nhiệt thấp. Hợp kim CuCr thể hiện sự cân bằng tối ưu giữa hai yếu tố này, là lựa chọn hợp lý cho VCB dòng cao (≥ 400 A).

6. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã chứng minh tính hiệu quả và độ chính xác cao của phương pháp phân tích phần

tử hữu hạn (FEA) trong việc mô phỏng, phân tích và tối ưu hóa khả năng dập hồ quang của máy cắt chân không (VCB).

Bằng cách kết hợp giữa ANSYS và JMAG, nhóm nghiên cứu đã xây dựng được mô hình đa trường (điện – từ – nhiệt) có khả năng phản ánh đúng các hiện tượng

vật lý phức tạp xảy ra trong buồng dập hồ quang.

Những kết quả này khẳng định rằng việc tối ưu hóa từ trường dọc trục và lựa chọn vật liệu phù hợp là hai yếu tố quan trọng nhất để ngăn hiện tượng co thắt hồ quang và nâng cao khả năng cắt của VCB trong điều kiện dòng ngắn mạch lớn ❖

Lời cảm ơn

Công trình được thực hiện trong khuôn khổ đề tài KH&CN cấp quốc gia mã số CNKK 33.2022 do Bộ Công Thương quản lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H. Schellekens (1983), "The High-Current Vacuum Arc in an Axial Magnetic Field: An Experimental Investigation", Journal of Physics D: Applied Physics, Vol. 54, pp. 144–149.
- [2] J. Fontchastagner, O. Chadebec et al. (2005), "Coupling of an Electrical Arc Model with FEM for Vacuum Interrupter Designs", IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 41, pp. 1600–1603, May 2005.
- [3] Q. Wang, H. Wang, Z. Peng, P. Liu, T. Zhang, W. Hu (2017), "3-D Coupled Electromagnetic–Fluid–Thermal Analysis of Epoxy Impregnated Paper Converter Transformer Bushings", IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 24, No. 1, pp. 630–638.
- [4] M. T. Dhotre, J. Korbel, X. Ye, J. Ostrowski, S. Kotilainen, M. Kriegl (2017), "CFD Simulation of Temperature Rise in High-Voltage Circuit Breakers", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 32, No. 6, pp. 2530–2536, Dec. 2017.

Ngày nhận bài: 15/7/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 25/8/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 30/8/2025

Người phản biện: PGS.TS. Đỗ Như Ý – Trường Đại học Mở Địa chất

Thông tin tác giả:

VŨ TÀI TÚ¹, PHÙNG CHÍ TĨNH¹, ĐINH MẠNH CƯỜNG¹, PHÍ HOÀNG TÙNG¹, NGUYỄN VĂN HÙNG¹, BUI MINH ĐỊNH²

¹ Viện Vũ khí, Tổng cục Công nghiệp quốc phòng

² Đại học Bách Khoa Hà Nội

FINITE ELEMENT ANALYSIS OF THE VACUUM CONTACT ARC-QUENCHING CHAMBER FOR ENHANCED ARC-EXTINGUISHING PERFORMANCE

VU TAI TU¹, PHUNG CHI TINH¹, DINH MANH CUONG¹, PHI HOANG TUNG¹, NGUYEN VAN HUNG¹, BUI MINH DINH¹

¹Institute of Weapons, General Department of Defence Industry

²Hanoi University of science and technology

ABSTRACT

This paper presents a finite element analysis (FEA) study of the arc-quenching chamber in a vacuum circuit breaker (VCB), combining two commercial tools—ANSYS and JMAG—to enhance arc-extinguishing performance and optimize chamber design. In the proposed model, ANSYS determines the distribution of electric potential, electric field, and charge density, while JMAG simulates the magnetic field and Lorentz force to analyze the arc diffusion process under an axial magnetic field (AMF). The FEA model also identifies regions of high electric field concentration, providing a quantitative basis for optimizing contact geometry and materials, which improves the reliability and electrical endurance of the device. These findings establish a scientific foundation for the design of a VSm-type arc-quenching chamber for vacuum circuit breakers, intended for testing at Company 35 – Vinacomin Group, coupled with a 90 kW water pump motor in an explosion-proof starter system.

Keywords: Finite Element Analysis (FEA), ANSYS, JMAG, vacuum arc, arc-quenching chamber, axial magnetic field (AMF), electrical contact, Lorentz force.

HOÀN THIỆN QUY TRÌNH NHÂN GIỐNG DỪA DỨA TRONG ĐIỀU KIỆN SẢN XUẤT TẠI TỈNH ĐỒNG THÁP

NGUYỄN ĐOÀN HỮU TRÍ, NGUYỄN THỊ MAI PHƯƠNG, THÁI NGUYỄN QUỲNH THƯ,
LƯU QUỐC THẮNG, PHẠM PHÚ THỊNH, NGUYỄN THỊ KIM CHI, NGUYỄN ANH THƯƠNG,
TRẦN THỊ HOÀNG ĐÔNG

TÓM TẮT:

Dừa Dứa là giống dừa uống nước có chất lượng nước tốt và có giá trị kinh tế cao nên nhu cầu trồng mới của nông hộ ở mức rất lớn. Nghiên cứu được thực hiện tại tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp) trong giai đoạn từ tháng 6/2023 đến tháng 10/2025 nhằm bình tuyển và đánh giá cây dừa Dứa đạt tiêu chuẩn làm cây dừa mẹ, đồng thời xây dựng quy trình nhân giống dừa Dứa phù hợp điều kiện sản xuất tại tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp). Kết quả đã bình tuyển được 101 cây dừa Dứa đạt tiêu chuẩn cây dừa mẹ, trong đó giống dừa Dứa dạng I đạt 50 cây, năng suất trên 120 quả/cây/năm, khối lượng quả 12 tháng tuổi làm giống từ 700 đến 900 g, thời gian nảy mầm từ 41,5 đến 46,9 ngày sau ươm và tỉ lệ nảy mầm từ 14,0 đến 18,0%. Giống dừa Dứa dạng II đạt 51 cây dừa mẹ, năng suất trên 100 quả/cây/năm, khối lượng quả 12 tháng tuổi làm giống từ 1.100 đến 1.400 g, thời gian nảy mầm từ 43,0 đến 48,1 ngày sau ươm và tỉ lệ nảy mầm từ 78,0 đến 82,0%. Tiêu chuẩn xuất vườn của hai dạng dừa Dứa là rễ cây con có mùi thơm lá dứa, chu vi gốc từ 10,0 đến 13,0 cm và ít nhất có 6 lá. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu, Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu đã ban hành “Quy trình nhân giống dừa Dứa phục vụ sản xuất tại tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp)” theo Quyết định số 62/QĐ-VD ngày 22/10/2025.

Từ khóa: Giống dừa Dứa, quy trình nhân giống, tỉnh Đồng Tháp.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dừa Dứa (*Cocos nucifera* L.) là một trong những giống dừa uống nước chất lượng tốt và có giá trị kinh tế cao (Li và cs, 2024) [8]. Giống dừa Dứa có hương thơm lá dứa đặc trưng, thời gian ra hoa sớm, năng suất cao và chất lượng nước tốt nên nhu cầu trồng mới của nông hộ ở mức rất lớn (Thái Nguyễn Quỳnh Thư và cs, 2022) [14]. Theo Nguyễn Thị Thủy và cs (2015), giống dừa Dứa ở Việt Nam có hai dạng chính gồm dạng I: Quả nhỏ, nước rất ngọt, thơm đậm và tỉ lệ nảy mầm thấp và dạng II: Quả trung bình, nước ngọt, thơm nhẹ hơn dạng I và tỉ lệ nảy mầm cao [10]. Do đó, việc nhân giống dừa Dứa hiện nay chủ yếu được sử dụng ở giống dừa Dứa ở dạng II, là do nhóm quả càng to có tỉ lệ nảy mầm càng cao (80,0 đến 90,0%) (Nguyễn Thị Bích Hồng và cs, 2011) [9]. Nghiên cứu của Odufale và cs (2024) cho rằng tỉ lệ nảy mầm khi nhân giống trên cây dừa bằng phương pháp ươm quả không phải là một hiện tượng đơn lẻ mà là sự kết hợp nhiều các yếu tố liên quan như đặc điểm sinh học nội tại của giống và các yếu môi trường [12].

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, nước biển dâng và xâm nhập mặn ngày càng gia tăng, cây dừa được xem

là một trong những loại cây trồng có khả năng thích nghi cao, chịu hạn và chịu mặn tốt, phù hợp với điều kiện sinh thái vùng ven biển và Đồng bằng sông Cửu Long (Thái Nguyễn Quỳnh Thư và cs, 2022) [14]. Bên cạnh đó, cây dừa được xác định là một trong sáu cây công nghiệp chủ lực quốc gia của Việt Nam với mục tiêu phát triển theo định hướng chọn tạo giống dừa mới, áp dụng kỹ thuật canh tác và phát triển sản phẩm chế biến bằng công nghệ tiên tiến, đa dạng hóa sản phẩm và nâng cao giá trị tăng thêm (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2024) [4]. Tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp) là địa phương có diện tích trồng dừa lớn thứ vùng Đồng bằng sông Cửu Long và cả nước với diện tích trồng dừa năm 2024 là 23.326 ha (tỉnh Đồng Tháp mới có diện tích trồng dừa là 24.274 ha) (Hiệp hội Dừa Bến Tre, 2025) [6].

Vì vậy, nghiên cứu hoàn thiện quy trình nhân giống dừa Dứa được thực hiện tại tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp), nhằm bổ sung cơ sở dữ liệu trong công tác nhân giống và góp phần thúc đẩy công tác sản xuất nguồn giống dừa Dứa chất lượng cao phục vụ sản xuất trong điều kiện sinh thái tại tỉnh Đồng Tháp và các vùng lân cận.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu nghiên cứu

Giống dừa Dứa được trồng tại tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp).

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Quy trình bình tuyển, tiêu chí cây dừa mẹ và quy trình nhân giống dừa được áp dụng theo TCVN 10684-5:2018 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2018), Quy trình công nghệ nhân giống dừa Dứa cải tiến (Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu, 2015), Quy trình công nghệ sản xuất giống dừa Xiêm và dừa Dứa (nhóm dừa uống nước) (Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu, 2020) và Quy trình kỹ thuật canh tác cây dừa (Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu, 2022) [3, 15, 16, 17]. Phương pháp bình tuyển và nhân giống dừa được thực hiện như sau:

- Phương pháp bình tuyển:

+ Chọn vườn: Vườn dừa của nông hộ có diện tích trồng dừa tối thiểu là 2.000 m² và có áp dụng biện pháp các chăm sóc và phòng trừ sâu bệnh hại.

+ Chọn cây: Chọn cây dừa thể hiện đúng các đặc tính của giống với tiêu chuẩn như sau:

+ Thông tin trên cây dừa mẹ: Đánh dấu cây bằng cách quét sơn vòng thân cây ở vị trí cách gốc 1,5 m, định vị tọa độ và viết thông tin trên cây. Thông tin trên cây được kí hiệu bằng cách “kí hiệu giống - số thứ tự”. Kí hiệu giống được mã hóa như sau: Dừa Dứa = A.

+ Lập phiếu bình tuyển gồm các thông tin về sinh trưởng, năng suất và chất lượng của cây dừa.

- Phương pháp nhân giống:

+ Vườn ươm quả: Chọn quả dừa giống 12 tháng tuổi, bảo quản quả từ 15 đến 10 ngày, bố trí vườn ươm, sau đó ươm quả và chăm sóc theo phương pháp của quy trình. Chọn quả nảy mầm: Quả nảy mầm sớm, có một mầm, mầm thẳng và chiều cao từ 6 đến 8 cm, trồng

cây vào bầu và chuyển sang vườn ươm cây con. Lưu ý: Loại bỏ những cây không đúng giống và quả nảy mầm chậm (quá 75 ngày).

+ Vườn ươm cây con: Bố trí ở vị trí thuận lợi, gần nguồn nước tưới và thuận lợi cho việc vận chuyển cây khi xuất vườn. Điều kiện môi trường của vườn ươm cây con đảm bảo độ che sáng từ 40 đến 50% và độ ẩm 80 đến 90%. Ươm quả đã nảy mầm trong bầu polyetylen (PE) có kích thước 30 cm x 30 cm và có 6 lỗ thoát nước, đường kính 0,5 cm. Giá thể gồm đất mặt, phân hữu cơ và mụn dừa theo tỉ lệ 1:1:3. Phương pháp ươm, bón phân, làm cỏ và phòng trừ sâu bệnh hại theo quy trình đã ban hành.

- Chỉ tiêu theo dõi:

+ Bình tuyển: Lập phiếu và theo dõi các thông tin như mã số cây, tuổi cây, dạng tán lá, số tàu lá, số sọc lá/1 m thân, thời gian ra hoa, số quả/buồng, năng suất trung bình, khối lượng quả, khối lượng cơm, tình hình sâu bệnh hại và một số đặc tính khác của cây (nếu có).

+ Nhân giống: Ở giai đoạn vườn ươm quả: Khối lượng quả giống ở 12 tháng tuổi (g), thời gian nảy mầm (ngày sau ươm), tỉ lệ nảy mầm (%), tỉ lệ quả bị loại sau ươm (%). Ở giai đoạn vườn ươm cây con: Chu vi gốc (cm), chiều cao cây (cm), số lá (lá), số lá mọc thêm (lá/tháng), chiều dài lá (cm) và chiều rộng lá (cm).

Thời gian và địa điểm thực hiện: Bình tuyển cây dừa mẹ được thực hiện từ tháng 6/2023 đến tháng 12/2024, nhân giống dừa được thực hiện từ tháng 1/2025 đến tháng 10/2025. Địa điểm thực hiện: Huyện Chợ Gạo, tỉnh Tiền Giang (nay là xã Bình Ninh, xã Chợ Gạo, tỉnh Đồng Tháp) và huyện Tân Phú Đông, tỉnh Tiền Giang (nay là xã Tân Thới, tỉnh Đồng Tháp).

Xử lý số liệu: Số liệu được tổng hợp và tính trung bình bằng phần mềm Microsoft Excel 365. Vẽ biểu đồ

Bảng 1. Tiêu chuẩn cây dừa mẹ giống lấy dầu tại tỉnh Đồng Tháp

Tiêu chí	Dứa dạng I	Dứa dạng II
Tuổi cây (năm)	10 – 20	10 – 20
Thời gian ra hoa (năm sau trồng)	2,5 – 3,5	2,5 – 3,5
Thân cây	Thẳng	Thẳng
Hình dạng tán lá	Hình cầu	Hình cầu
Số tàu lá (lá)	≥ 30	≥ 30
Năng suất (quả/cây/năm)	≥ 120	≥ 100
Khối lượng quả 8 tháng tuổi (g)	≥ 900	1.400 – 1.600
Thể tích nước (ml)	≥ 180	≥ 300
Độ Brix	≥ 7,7	≥ 7,4
Mùi thơm	Nước dừa có mùi thơm lá dứa	
Sâu hại	Không bị bọ dừa, bọ vòi voi, đung, sâu đầu đen	
Bệnh hại	Không bị bệnh thối nõn, trắng ăn, xì mủ thân	
Đặc điểm trồng	Không trồng gần chuồng gia cầm, gia súc	

hộp, tính giá trị khoảng tứ phân vị (IQR) và giá trị trung vị bằng phần mềm JASP 0.19.3.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tiêu chuẩn cây dừa mẹ

Kết quả bình tuyển cây dừa mẹ giống dừa Dứa tại tỉnh Đồng Tháp được tổng cộng 101 cây dừa, gồm 50 cây dừa Dứa dạng I ở xã Thân Cửu Nghĩa, huyện Châu Thành, tỉnh Tiền Giang (nay là xã Châu Thành, tỉnh Đồng Tháp) và 51 cây dừa Dứa dạng II ở xã Lương Hòa Lạc, huyện Chợ Gạo và xã Tân Thạnh, huyện Tân Phú Đông, tỉnh Tiền Giang (nay là xã Lương Hòa Lạc và xã Tân Thới, tỉnh Đồng Tháp). Cây dừa mẹ giống dừa Dứa được bình tuyển ở tỉnh Đồng Tháp có đặc điểm sinh trưởng, năng suất, chất lượng nước và mùi thơm phù hợp tiêu chuẩn cây dừa mẹ (Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu, 2020) [16]. Bảng 1 cho thấy giống dừa Dứa dạng I có năng suất trung bình trên 120 quả/cây/năm, khối lượng quả 8 tháng tuổi đạt trên 900 g, thể tích nước đạt trên 180 ml và độ Brix trên 7,7; trong khi đó, giống dừa Dứa dạng II có năng suất trung bình trên 100 quả/cây/năm, khối lượng quả 8 tháng tuổi từ 1.400 đến 1.600 g, thể tích nước trên 300 ml và độ Brix trên 7,4.

3.2. Tiêu chuẩn quả dừa giống

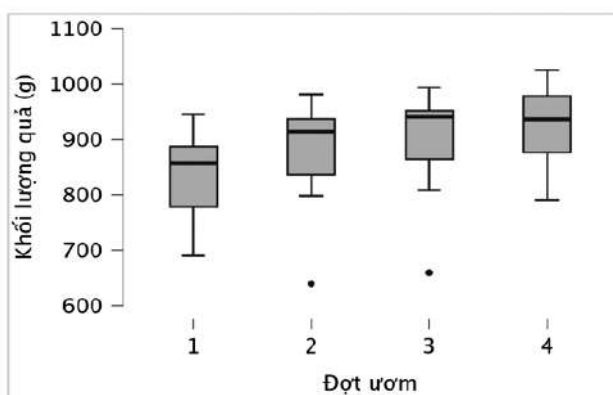
Trong nhân giống dừa, quả dừa được chọn làm giống có độ tuổi từ 11 đến 12 tháng tuổi với đặc điểm quả chuyển sang màu vàng nâu, đạt độ chín sinh lý hoàn toàn và có khả năng nảy mầm tốt nhất (Niral và Jerard, 2018; Anand và cs, 2022) [1, 11]. Hình 1a cho thấy, quả dừa Dứa dạng I ở 12 tháng tuổi có giá trị trung vị của khối lượng quả từ 838,2 đến 924,5 g và giá trị khoảng tứ phân vị (IQR) biến động không đáng kể, điều này thể hiện sự đồng đều cao của quả dừa dạng I được chọn làm giống. Đối với quả dừa Dứa dạng II ở 12 tháng tuổi tại huyện Châu Thành (nay là xã Châu Thành) và huyện Chợ Gạo (nay là xã Chợ Gạo) có giá trị trung vị của khối lượng quả lần lượt là 1.441,6 và 1.417,0 g nhưng khối lượng quả ở huyện Tân Phú Đông (nay là xã Tân Thới) có giá trị trung vị là 1.271,4 g, điều này cho

thấy sự phân giá trị về khối lượng quả 12 tháng tuổi ở huyện Tân Phú Đông thấp hơn so với hai điểm còn lại. Hình 1b cho thấy khối lượng quả dừa Dứa dạng II ở huyện Châu Thành có giá trị Q1 là 1.370,3 g và Q3 là 1.514,5 g, tương ứng tại huyện Chợ Gạo là 1.324,5 và 1.535,3 g và huyện Tân Phú Đông là 1.190,2 và 1.367,7 g. Do giống dừa Dứa dạng I có khối lượng quả thấp hơn so với giống dừa Dứa dạng II nên khối lượng quả 12 tháng tuổi phù hợp làm giống có khối lượng từ 700,0 đến 900,0 g và giống dừa Dứa dạng II có khối lượng từ 1.100 đến 1.400 g (Bảng 2).

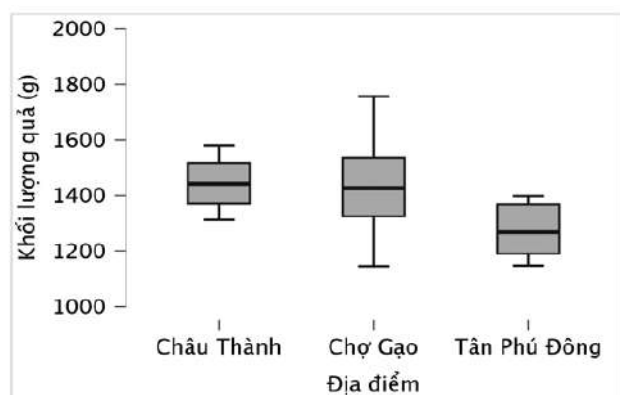
3.3. Nhân giống

a. Vườn ươm quả

Kết quả khảo sát và bình tuyển giống dừa Dứa ở xã Thân Cửu Nghĩa, huyện Châu Thành (nay là xã Châu Thành) cho thấy đặc trưng là dừa Dứa dạng I. Bảng 3 cho thấy giống dừa Dứa dạng I trong 04 lần ươm có thời gian nảy mầm trung bình từ 41,5 đến 46,9 ngày sau ươm, tỉ lệ nảy mầm từ 14,0 đến 18,0% và tỉ lệ quả bị loại sau ươm dưới 12,0%. Nghiên cứu của Nguyễn Thị Thủy và cs (2015) cho thấy giống dừa Dứa dạng I có đặc điểm quả nhỏ, hương thơm đậm và tỉ lệ nảy mầm khi ươm bằng quả giống ở mức rất thấp (dưới 10%) [10]. Tuy nhiên, kết quả cho thấy việc lựa chọn quả dừa giống dừa Dứa dạng I ở độ tuổi 12 tháng với khối lượng trung bình từ 700,0 đến 900,0 g và có tỉ lệ nảy mầm từ 14,0 đến 18,0% do áp dụng đúng quy trình nhân giống của Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu (2020) [16]. Mặc dù tỉ lệ nảy mầm của giống dừa Dứa dạng I trong nghiên cứu đạt từ 14 đến 18%, cao hơn so với mức trung bình chung (dưới 10,0%) nhưng việc nhân giống bằng phương pháp ươm quả trên giống dừa Dứa này không đạt hiệu quả kinh tế và đáp ứng nhu cầu sản xuất của nông hộ. Mặc khác, tỉ lệ nảy mầm khi nhân giống dừa bằng phương pháp ươm quả không phải là một hiện tượng đơn lẻ mà là sự kết hợp nhiều các yếu tố liên quan như đặc điểm sinh học nội tại của giống và các yếu môi trường (Odufale và cs, 2024) [12]. Trong đó, phôi bị yếu là một trong những nguyên nhân chính



a. Khối lượng quả dừa Dứa dạng I qua các đợt ươm ở huyện Châu Thành (nay là xã Châu Thành)



b. Khối lượng quả dừa Dứa dạng II ở các huyện (nay là xã Châu Thành, Chợ Gạo và Tân Thới)

Hình 1. Khối lượng quả giống từ cây dừa mẹ của giống dừa Dứa tại tỉnh Đồng Tháp

Bảng 2. Tiêu chuẩn quả dừa giống của giống dừa Dứa tại tỉnh Đồng Tháp

Tiêu chí	Dứa dạng I	Dứa dạng II
Nguồn gốc	Cây dừa mẹ	Cây dừa mẹ
Tuổi quả dừa (tháng)	12	12
Vị trí chọn quả	Giữa buồng	Giữa buồng
Khối lượng quả (g)	700 - 900	1.100 - 1.400
Hình dạng quả	Tròn	Tròn
Màu sắc quả	Nâu	Nâu
Đặc điểm quả	Hình dạng tốt, không bị hư đיעc, méo, dị hình và sâu bệnh hại	

Bảng 3. Kết quả nhân giống dừa Dứa giai đoạn vườn ươm quả tại tỉnh Đồng Tháp

Địa điểm	Giống dừa Dứa	Đợt ươm	Ngày ươm	Thời gian nảy mầm (NSU)	Tỉ lệ nảy mầm (%)	Tỉ lệ quả bị loại sau ươm (%)
Huyện Châu Thành (nay là xã Châu Thành)	Dạng I (n=50)	1	15/01/2025	42,4 ± 9,5	14,0%	0,0%
	Dạng I (n=50)	2	11/02/2025	41,5 ± 11,4	16,0%	0,0%
	Dạng I (n=50)	3	17/02/2025	46,3 ± 8,0	18,0%	11,1%
	Dạng I (n=50)	4	12/03/2025	46,9 ± 11,7	18,0%	0,0%
	Dạng II (n=50)	-	10/07/2025	43,0 ± 8,4	82,0%	4,9%
Huyện Chợ Gạo (nay là xã Chợ Gạo)	Dạng II (n=50)	1	24/04/2025	44,2 ± 9,5	78,0%	5,1%
	Dạng II (n=50)	2	20/05/2025	48,1 ± 10,6	82,0%	4,9%
Huyện Tân Phú Đông (nay là xã Tân Thới)	Dạng II (n=50)	-	10/03/2025	44,3 ± 9,9	80,0%	5,0%

dẫn đến tỉ lệ nảy mầm thấp trong nhân giống dừa. Một số nghiên cứu cho thấy phôi yếu có liên quan đến yếu tố di truyền của quần thể dừa nên làm giảm khả năng nảy mầm khi ươm bằng quả (Harries, 2012; Odufale và cs, 2024) [5, 12].

Đối với giống dừa Dứa dạng II được bình tuyển và thực hiện ươm tại 03 huyện, kết quả cho thấy quả dừa Dứa dạng II ở 12 tháng tuổi được ươm ở huyện Châu Thành (nay là xã Châu Thành) có thời gian nảy mầm là 43,0 ngày sau ươm, tỉ lệ nảy mầm đạt 82,0% và tỉ lệ quả bị loại sau ươm là 4,9%. Tại huyện Chợ Gạo và huyện Tân Phú Đông (nay là xã Chợ Gạo và xã Tân Thới, tỉnh Đồng Tháp), quả dừa Dứa dạng II có thời gian nảy mầm từ 44,2 đến 48,1 ngày sau ươm, tỉ lệ nảy mầm từ 78,0 đến 82,0% và tỉ lệ quả bị loại sau ươm từ 4,9 đến 5,1%. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Nguyễn Thị Bích Hồng và cs (2011) cho rằng giống dừa Dứa dạng II có tỉ lệ nảy mầm trung bình từ 80,0 đến 90,0% [9]. Các nghiên cứu nhân giống trên nhóm dừa uống nước bằng phương pháp ươm quả cho thấy có thời gian nảy mầm ngắn hơn so với nhóm dừa lấy dầu, từ 30 đến 95 ngày sau khi ươm (Niral và Jerard, 2018; Beveridge và cs, 2022) [2, 11].

b. Vườn ươm cây con

Một số nghiên cứu trên thế giới cho rằng cây dừa

giống đạt tiêu chuẩn xuất vườn khi cây có khả năng sinh trưởng tốt, ít nhất có 6 lá và chu vi gốc từ 10 cm trở lên, phổ biến có chu vi gốc cây từ 10 đến 12 cm (Anand và cs, 2022) [1]. Tại Việt Nam, tiêu chuẩn TCVN 10684-5:2018 về yêu cầu đối với cây giống của nhóm dừa lùn (nhóm dừa uống nước) có chu vi gốc từ 9 đến 11 cm và có hình thái chung là cây sinh trưởng khỏe, một mầm và hình dạng đặc trưng của giống (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2018) [3]. Bên cạnh đó, một số quy trình nhân giống dừa Dứa dạng II cho thấy tiêu chuẩn cây dừa giống có chu vi gốc khoảng 12 cm, số lá từ 5 đến 6 lá và cây không bị sâu bệnh hại (Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu, 2020) [16]. Do đó, việc đánh giá sinh trưởng cây dừa Dứa ở tỉnh Đồng Tháp được thực hiện trên giống dừa Dứa dạng I nhằm bổ sung dữ liệu khoa học về tiêu chuẩn cây giống xuất vườn trong quy trình nhân giống dừa Dứa nói chung.

Trong giai đoạn vườn ươm cây con tại huyện Châu Thành (nay là xã Châu Thành), cây con của giống dừa Dứa dạng I có sự sinh trưởng và phát triển tốt trong giai đoạn từ 1 đến 4 tháng sau khi vô bầu (được chuyển từ giai đoạn vườn ươm quả). Tại thời điểm 4 tháng sau khi vô bầu, cây dừa giống có chu vi gốc đạt 11,1 cm, chiều cao cây 98,6 cm, số lá đạt 7,2 lá, số lá mọc thêm 1,0 lá/tháng, chiều dài lá 32,1 cm và chiều rộng lá đạt 19,3 cm

Bảng 4. Sinh trưởng của cây dừa Dứa giai đoạn vườn ươm cây con tại huyện Châu Thành qua các thời điểm theo dõi

Chỉ tiêu	Thời điểm theo dõi (tháng sau khi vô bầu)				
	0	1	2	3	4
Chu vi gốc (cm)	6,4 ± 0,9	7,3 ± 1,0	8,7 ± 1,1	10,2 ± 1,2	11,1 ± 1,4
Chiều cao cây (cm)	49,4 ± 10,4	62,7 ± 10,0	78,9 ± 10,6	91,8 ± 10,7	98,6 ± 12,6
Số lá (lá)	3,3 ± 0,7	4,2 ± 0,6	5,4 ± 1,0	6,6 ± 0,6	7,2 ± 0,6
Số lá mọc thêm (lá/tháng)	-	0,8 ± 0,4	1,1 ± 0,5	1,1 ± 0,4	1,0 ± 0,3
Chiều dài lá (cm)	15,6 ± 4,2	20,5 ± 4,7	23,9 ± 4,2	29,5 ± 4,5	32,1 ± 5,3
Chiều rộng lá (cm)	11,3 ± 2,2	13,1 ± 1,9	15,0 ± 2,0	17,7 ± 2,3	19,3 ± 2,1

(Bảng 4). Kết quả này cho thấy tốc độ tăng trưởng của cây con trên giống dừa Dứa dạng I tại tỉnh Đồng Tháp ở mức tốt, phù hợp các nghiên cứu trên thế giới cho rằng chỉ tiêu chu vi gốc có vai trò quyết định khả năng sinh trưởng và phát triển cây con với chu vi gốc trung bình từ 10 đến 12 cm (Khadke và cs, 2019; Anand và cs, 2022) [1, 7]. Theo Satyabalan và Mathew (1983) cho thấy chu vi gốc có sự tương quan chặt đến khả năng sinh trưởng và phát triển của cây dừa giống trong giai đoạn vườn ươm, nhất là thời điểm từ 4 đến 5 tháng sau khi vô bầu đến thời điểm xuất vườn [13]. Do đó, tiêu chuẩn cây dừa Dứa xuất vườn ngoài các tiêu chung về hình thái, tính đúng giống, độ đồng đều của cây giống và sâu, bệnh hại; cây dừa Dứa đạt tiêu chuẩn xuất vườn trong điều kiện sinh thái tại tỉnh Đồng Tháp cần có chu vi gốc từ 10,0 đến 13,0 cm và số lá từ 6 lá trở lên.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Kết luận

Trong điều kiện sản xuất tại tỉnh Đồng Tháp, kết quả đã bình tuyển được 101 cây dừa Dứa làm cây dừa mẹ phục vụ cho công tác nhân giống như sau:

- Giống dừa Dứa dạng I đạt 50 cây dừa mẹ, năng

suất trên 120 quả/cây/năm, khối lượng quả 8 tháng tuổi trên 900 g, thể tích nước trên 180 ml và độ Brix trên 7,7. Quả giống 12 tháng tuổi có khối lượng từ 700 đến 900 g, thời gian nảy mầm từ 41,5 đến 46,9 ngày sau ươm và tỉ lệ nảy mầm từ 14,0 đến 18,0%.

- Giống dừa Dứa dạng II đạt 51 cây, năng suất trên 100 quả/cây/năm, khối lượng quả 8 tháng tuổi từ 1.400 đến 1.600 g, thể tích nước trên 300 ml và độ Brix trên 7,4. Quả giống 12 tháng tuổi có khối lượng từ 1.100 đến 1.400 g, thời gian nảy mầm từ 43,0 đến 48,1 ngày sau ươm và tỉ lệ nảy mầm từ 78,0 đến 82,0%.

Cây dừa Dứa giống có thời gian xuất vườn sau khi thu hoạch quả giống từ 5 đến 6 tháng, rễ non có mùi thơm lá dừa, chu vi gốc từ 10,0 đến 13,0 cm và số lá từ 6 lá trở lên.

Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu đã ban hành Quy trình nhân giống dừa Dứa phục vụ sản xuất trên địa bàn tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp) theo Quyết định số 62/QĐ-VD ngày 22/10/2025.

Đề nghị

Áp dụng Quy trình nhân giống dừa Dứa trong việc sản xuất giống tại tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp) và các khu vực có điều kiện sinh thái tương tự❖

Lời cảm ơn

Nghiên cứu đã được thực hiện từ kinh phí của Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Đồng Tháp trong phạm vi nhiệm vụ khoa học công nghệ cấp tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp) “Bình tuyển và nhân giống dừa phục vụ sản xuất trên địa bàn tỉnh Tiền Giang” do Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Anand M., Velmurugan S., Velmurugan M., Kamal K., Venkatesan K. (2022). Selection Criteria for Coconut Mother Palm. Just Agriculture, 2(10), 1-5

2. Beveridge F. C., Kalaipandian S., Yang C., Adkins W. (2022). Fruit Biology of Coconut (Cocos nucifera L.). Plants, 11, 3293.

3. Bộ Khoa học và Công nghệ (2018). TCVN 10684-5:2018 Cây công nghiệp lâu năm - Tiêu chuẩn cây giống, hạt giống - Phần 5: Cây dừa. Quyết định số 464/QĐ-BKHCHN ngày 09 tháng 3 năm 2018.

4. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2024). Đề án phát triển cây công nghiệp chủ lực đến năm 2030 (Gồm các cây: cà phê, cao su, chè, điều, hồ tiêu, dừa). Quyết định số 431/QĐ-BNN-BNNPTNT ngày 26 tháng 01 năm 2024

5. Harries H. C. (2012). Germination rate is the significant characteristic determining coconut palm diversity. AoB PLANTS, 045.

6. Hiệp hội Dừa Bến Tre (2025). Truy cập ngày 25 tháng 06 năm 2025, <https://hiephoiduabentre.vn>

7. Khadke G. N., Niraj V., Kulkarni M. S., Hegde N. K., Sandhyarani N., Naika M. B. N. (2019). Selection of coconut seed nut and seedlings based on relationship between their characters. International Journal of Chemical Studies, 7(3), 2018-2020.

8. Li Z., Wang T., Jiang H., Wang W. T., Lan T., Xu L., Yun Y. H., Zhang W. (2024). Comparative key aroma compounds and sensory correlations of aromatic coconut water varieties: Insights from GC×GC-O-TOF-MS, E-nose, and sensory analysis. Food Chemistry, 21, 101141.

9. Nguyễn Thị Bích Hồng, Ngô Thị Kiều Dương, Phạm Thị Lan, Hà Văn Hân, Lưu Quốc Thắng, Võ Văn Long, Lê Công Nông, Ngô Thị Lam Giang, Nguyễn Thị Thủy, Nguyễn Đăng Phú, Bùi Văn Nhân, Nguyễn Văn Trai, Ngô Thị Thanh Trúc, Phạm Phú Thịnh, 2011. Phát triển giống dừa chất lượng cao giai đoạn 2009 – 2011. Báo cáo tổng kết dự án cấp Bộ Công Thương, Viện Nghiên cứu Dừa và Cây có dầu.
10. Nguyễn Thị Thủy, Ngô Thị Kiều Dương, Nguyễn Thị Mai Phương, Nguyễn Thị Bích Hồng (2015). Giống dừa và kỹ thuật sản xuất giống dừa năng suất, chất lượng cao. Tuyển tập công trình khoa học Nghiên cứu phát triển nguyên liệu và chế biến các sản phẩm từ cây có dầu (Giai đoạn 2010-2015). Nhà xuất bản Nông nghiệp, 59-71.
11. Niral V., Jerard B. (2018). Botany, Origin and Genetic Resources of Coconut. In: The Coconut Palm (Cocos nucifera L.) - Research and Development Perspectives. Springer: Singapore, 57-111.
12. Odufale O. O., Koloche M. I., Ahanon M. J., Nwite A. P. (2024). Evaluating the Variability of Germination Pattern of Coconut Types. Greener Journal of Agricultural Sciences, 4(2), 123-127.
13. Satyabalan K., Mathew J. (1983). Identification of pre potent palms in West Coast Tall coconut based on growth of the progeny in the nursery. In: Coconut research and development. Wiley Eastern Ltd, New Delhi, pp 15-22.
14. Thái Nguyễn Quỳnh Thư, Nguyễn Đoàn Hữu Trí, Nguyễn Thị Mai Phương, Lưu Quốc Thắng, Phạm Phú Thịnh, Lê Công Nông, Dương Xuân Diệu, Trần Thị Hoàng Đông và Trần Đăng Hòa (2022), Cây dừa - Kỹ thuật nhân giống, trồng, chăm sóc và chế biến, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
15. Viện Nghiên cứu Dừa và Cây có dầu (2015). Quy trình công nghệ nhân giống dừa Dứa cải tiến. Quyết định số 158/QĐ-VD ngày 31 tháng 12 năm 2015.
16. Viện Nghiên cứu Dừa và Cây có dầu (2020). Quy trình công nghệ sản xuất giống dừa Xiêm và dừa Dứa (nhóm dừa uống nước). Quyết định số 95/QĐ-VD ngày 16 tháng 10 năm 2020.
17. Viện Nghiên cứu Dừa và Cây có dầu (2022). Quy trình kỹ thuật canh tác cây dừa. Quyết định số 37/QĐ-VD ngày 26 tháng 8 năm 2022.

Ngày nhận bài: 7/7/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 1/8/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 15/8/2025

Người phản biện: TS. Dương Xuân Diệu, Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công, Bộ Công Thương

Thông tin tác giả:

**NGUYỄN ĐOÀN HỮU TRÍ¹, NGUYỄN THỊ MAI PHƯƠNG¹, THÁI NGUYỄN QUỲNH THƯ¹,
LƯU QUỐC THẮNG¹, PHẠM PHÚ THỊNH¹, NGUYỄN THỊ KIM CHI¹, NGUYỄN ANH THƯƠNG¹,
TRẦN THỊ HOÀNG ĐÔNG²**

¹**Viện Nghiên cứu Dừa và Cây có dầu**

²**Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế**

IMPROVEMENT OF PROPAGATION PROTOCOLS FOR THE AROMATIC COCONUT VARIETY UNDER PRODUCTION CONDITIONS IN DONG THAP PROVINCE

**NGUYEN DOAN HUU TRI¹, NGUYEN THI MAI PHUONG¹, THAI NGUYEN QUYNH THU¹,
LUU QUOC THANG¹, PHAM PHU THINH¹, NGUYEN THI KIM CHI¹, NGUYEN ANH THUONG¹,
TRAN THI HOANG DONG²**

¹Research Institute for Oil and Oil Plants

²University of Agriculture and Forestry, Hue University

ABSTRACT

The Aromatic coconut variety is a high-value drinking coconut with excellent water quality, leading to a strong demand for new planting among local farmers. This study was conducted in Tien Giang Province (now Dong Thap Province) from June 2023 to October 2025 with the objectives of selecting and evaluating mother palms of the aromatic coconut and developing a suitable propagation protocol for production conditions in the province. A total of 101 mother palms were identified, including 50 trees of aromatic coconut type I and 51 trees of type II. Type I palms yielded over 120 fruits per tree per year, with 12-month-old seed nuts weighing 700-900 g, germination time ranging from 41.5 to 46.9 days after sowing, and a germination rate of 74.0-78.0%. Type II palms produced over 100 fruits per tree per year, seed nut weight ranged from 1,100 to 1,400 g, germination time from 43.0 to 48.1 days, and germination rate from 78.0 to 82.0%. Seedlings of both types met the nursery standards with pandan-scented roots, collar girth of 10.0-13.0 cm, and at least six fully developed leaves. Based on these results, Research Institute for Oil and Oil Plants issued the "Propagation Protocol for the Aromatic Coconut for Production in Dong Thap Province" under Decision No. 62/QĐ-VD dated October 22, 2025.

Keywords: Aromatic coconut variety, propagation protocol, Dong Thap Province.

CHUYỂN ĐỔI SANG KINH TẾ TUẦN HOÀN TRONG NGÀNH DA-GIÀY VIỆT NAM: PHÂN TÍCH CHÍNH SÁCH, THÁCH THỨC VÀ LỘ TRÌNH CHIẾN LƯỢC

LÊ TRẦN VŨ ANH, NGUYỄN THỊ PHƯƠNG HOA, LÊ QUANG TUẤN

TÓM TẮT:

Bài báo này phân tích quá trình chuyển đổi sang mô hình kinh tế tuần hoàn (KTTH) của ngành da-giày Việt Nam, một ngành xuất khẩu chủ lực của quốc gia. Bằng phương pháp phân tích tổng hợp các văn bản chính sách, báo cáo ngành và các nghiên cứu học thuật, nghiên cứu này đánh giá khung chính sách KTTH của Việt Nam, phân tích các xu hướng tuần hoàn toàn cầu, và xác định những cơ hội cũng như thách thức đối với các doanh nghiệp da-giày. Kết quả cho thấy, mặc dù Việt Nam đã xây dựng một khung pháp lý và chiến lược quốc gia tương đối toàn diện (Luật Bảo vệ Môi trường 2020, Kế hoạch hành động quốc gia về KTTH 2025), việc triển khai trên thực tế vẫn còn nhiều rào cản, bao gồm chi phí đầu tư cao, chuỗi cung ứng vật liệu tái chế trong nước yếu kém, và năng lực công nghệ hạn chế. Phân tích các sáng kiến từ những thương hiệu hàng đầu thế giới như Nike, Adidas cho thấy áp lực "xanh hóa" ngày càng gia tăng, đòi hỏi các nhà sản xuất Việt Nam phải thay đổi. Dựa trên phân tích SWOT và các số liệu cập nhật, bài báo đề xuất một lộ trình chuyển đổi chiến lược theo ba giai đoạn cho doanh nghiệp và đưa ra các khuyến nghị chính sách cụ thể cho cơ quan quản lý nhà nước nhằm thúc đẩy một hệ sinh thái tuần hoàn bền vững.

Từ khóa: Kinh tế tuần hoàn, ngành da-giày, chính sách môi trường, sản xuất bền vững, chuỗi cung ứng xanh.

1. GIỚI THIỆU

Mô hình kinh tế tuyến tính truyền thống, dựa trên nguyên tắc "khai thác - sản xuất - tiêu dùng - thải bỏ", đã bộc lộ những giới hạn nghiêm trọng khi gây ra tình trạng cạn kiệt tài nguyên, ô nhiễm môi trường và gia tăng phát thải khí nhà kính. Trong bối cảnh đó, KTTH nổi lên như một mô hình phát triển thay thế, nhằm mục tiêu tách rời tăng trưởng kinh tế khỏi việc tiêu thụ tài nguyên hữu hạn và phá hủy hệ sinh thái. Bằng cách thiết kế lại sản phẩm và hệ thống để loại bỏ chất thải, giữ cho vật liệu và sản phẩm được lưu thông ở giá trị cao nhất, KTTH mang lại lợi ích kép về kinh tế và môi trường. [3]

Tại Việt Nam, một quốc gia đang phát triển nhanh và đối mặt với nhiều thách thức môi trường, việc chuyển đổi sang KTTH được xác định là một yêu cầu tất yếu. [5] Ngành da-giày, với vai trò là một trong những ngành xuất khẩu mũi nhọn, đóng góp đáng kể vào GDP và tạo ra hàng triệu việc làm, đang đứng trước áp lực chuyển đổi mạnh mẽ. [6] Năm 2024, ngành đặt mục tiêu đạt kim ngạch xuất khẩu 27,04 tỷ

USD, và hướng tới mốc 29 tỷ USD vào năm 2025. [8] Tuy nhiên, các thị trường nhập khẩu trọng điểm như Liên minh châu Âu (EU) và Hoa Kỳ ngày càng siết chặt các tiêu chuẩn về môi trường, buộc các doanh nghiệp Việt Nam phải "xanh hóa" chuỗi cung ứng nếu không muốn bị loại khỏi cuộc chơi. [11]

Bài báo này nhằm mục đích phân tích sâu sắc quá trình chuyển đổi sang KTTH của ngành da-giày Việt Nam. Cụ thể, nghiên cứu sẽ: (1) tổng quan cơ sở lý thuyết về KTTH với khung chiến lược 10R; (2) phân tích hệ thống chính sách KTTH của Việt Nam và các xu hướng quốc tế có liên quan; (3) đánh giá thực trạng, cơ hội và thách thức của ngành da-giày Việt Nam trong bối cảnh chuyển đổi; và (4) đề xuất lộ trình chiến lược cho doanh nghiệp và khuyến nghị chính sách cho các cơ quan quản lý.

2. TỔNG QUAN TÀI LIỆU

2.1. Khái niệm và các nguyên tắc cốt lõi của Kinh tế tuần hoàn

Khái niệm Kinh tế tuần hoàn đã được phát triển qua nhiều thập kỷ, bắt nguồn từ nhiều trường phái

tư tưởng khác nhau như Sinh thái học Công nghiệp (Industrial Ecology), Thiết kế Tái tạo (Regenerative Design), và đặc biệt là Cradle to Cradle (Từ nôi đến nôi). [13] Kirchherr và cộng sự (2017) đã phân tích 114 định nghĩa khác nhau và nhận thấy KTTH thường được mô tả như một sự kết hợp của các hoạt động giảm thiểu, tái sử dụng và tái chế (3R), nhưng nhấn mạnh rằng nó đòi hỏi một sự thay đổi mang tính hệ thống. [14]

Tổ chức Ellen MacArthur Foundation, một trong những tổ chức tiên phong, định nghĩa KTTH là một hệ thống có tính phục hồi và tái tạo theo thiết kế, dựa trên ba nguyên tắc cốt lõi [15]:

(1) Loại bỏ chất thải và ô nhiễm ngay từ khâu thiết kế: Thay vì xử lý chất thải ở cuối vòng đời, KTTH tập trung vào việc ngăn chặn sự hình thành của chúng ngay từ đầu.

(2) Tuân hoàn sản phẩm và vật liệu ở giá trị cao nhất: Giữ cho các sản phẩm, linh kiện và vật liệu được sử dụng càng lâu càng tốt thông qua các chiến lược như bảo trì, tái sử dụng, tân trang, và tái sản xuất.

(3) Tái tạo các hệ thống tự nhiên: Tránh sử dụng các nguồn tài nguyên không tái tạo và bảo tồn hoặc tăng cường các nguồn tài nguyên tái tạo, ví dụ như trả lại các chất dinh dưỡng có giá trị cho đất.

2.2. Khung chiến lược 10R

Để cụ thể hóa các nguyên tắc trên, Khung chiến lược 10R đã được phát triển như một sự mở rộng và chi tiết hóa của mô hình 3R truyền thống, cung cấp một bộ công cụ gồm 10 "đòn bẩy" chiến lược. [3] Các chiến lược này được phân cấp theo mức độ ưu tiên và hiệu quả, từ những hành động thông minh nhất giúp ngăn chặn lãng phí ngay từ đầu cho đến các giải pháp xử lý ở cuối vòng đời. (Bảng 1)

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp phân tích định tính, dựa trên việc tổng hợp và phân tích các nguồn dữ liệu thứ cấp. Các nguồn dữ liệu bao gồm: (1) Các văn bản pháp quy và chiến lược của Chính phủ Việt Nam liên quan đến KTTH, bảo vệ môi trường và phát triển ngành da-giày; (2) Các báo cáo, tài liệu chính

Bảng 1: Tổng quan khung Chiến lược 10R

Cấp độ Chiến lược	Chữ "R" và Định nghĩa	Ví dụ minh họa
Thông minh nhất	Rethink (Tư duy lại): Thay đổi mô hình kinh doanh, chuyển từ bán sản phẩm sang cung cấp dịch vụ.	Rent the Runway, Nuuly: Dịch vụ cho thuê thời trang cao cấp. [3]
(Tránh tạo ra chất thải)	Refuse (Từ chối): Từ chối sử dụng các sản phẩm/vật liệu không cần thiết, có hại.	Người tiêu dùng từ chối túi nilon dùng một lần.
	Reduce (Tiết giảm): Tối ưu hóa quy trình để giảm tiêu thụ nguyên liệu, năng lượng, nước.	Levi's Water<Less®: Tiết kiệm hơn 4.2 tỷ lít nước trong sản xuất. [3]
Kéo dài Vòng đời	Reuse (Tái sử dụng): Sử dụng lại sản phẩm cho cùng mục đích.	Levi's SecondHand: Bán lại quần áo đã qua sử dụng. [3]
(Tối đa hóa giá trị)	Repair (Sửa chữa): Sửa chữa sản phẩm bị lỗi để kéo dài tuổi thọ.	Patagonia Worn Wear: Cung cấp dịch vụ sửa chữa sản phẩm miễn phí. [3]
	Refurbish (Tân trang): Nâng cấp, làm mới sản phẩm cũ.	Các cửa hàng tân trang thiết bị điện tử đã qua sử dụng.
	Remanufacture (Tái sản xuất): Sử dụng lại các bộ phận còn tốt trong một sản phẩm mới.	Tái sản xuất động cơ ô tô, hộp mực máy in.
	Repurpose (Tái mục đích): Sử dụng sản phẩm cho một mục đích khác.	Dùng lốp xe cũ làm xích đu hoặc bồn hoa.
Tái tạo Vật liệu	Recycle (Tái chế): Chuyển hóa chất thải thành nguyên liệu mới.	Nike Grind: Tái chế giày cũ thành vật liệu mới. [3]
(Giải pháp cuối vòng đời)	Recover (Thu hồi): Thu hồi năng lượng từ chất thải không thể tái chế.	Đốt rác để phát điện.

Nguồn: Tổng hợp từ IDH (2025) và Bộ Công Thương (2024).

sách của các tổ chức quốc tế như Liên minh Châu Âu, Ngân hàng Thế giới; (3) Các báo cáo ngành của Hiệp hội Da-Giày-Túi xách Việt Nam (LEFASO) và các tổ chức nghiên cứu thị trường; (4) Các công bố về chiến lược bền vững của các thương hiệu da-giày hàng đầu; và (5) Các bài báo khoa học liên quan đến KTTH và sản xuất bền vững. Dữ liệu được tổng hợp, hệ thống hóa và phân tích theo các chủ đề chính của nghiên cứu để đưa ra các nhận định và kết luận.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Phân tích chính sách kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam

Nhận thức được những thách thức từ mô hình kinh tế tuyến tính, Việt Nam đã có những bước đi mạnh mẽ để thể chế hóa KTTH, tạo ra một khung chính sách tương đối toàn diện. (Bảng 2)

Mặc dù khung chính sách đã được hình thành, quá trình triển khai đang đối mặt với nhiều thách thức

Bảng 2: Các văn bản chính sách chủ chốt về KTTH và giảm phát thải tại Việt Nam

Văn bản	Cơ quan ban hành	Ngày ban hành	Mục tiêu/Nội dung chính
Luật Bảo vệ Môi trường số 72/2020/QH14	Quốc hội	17/11/2020	Lần đầu tiên định nghĩa chính thức KTTH (Điều 142). Đưa ra các công cụ kinh tế như Trách nhiệm Mở rộng của Nhà sản xuất (EPR), tín dụng xanh, trái phiếu xanh và quy định về thị trường carbon (Điều 139). [16]
Nghị định 08/2022/NĐ-CP	Chính phủ	10/01/2022	Quy định chi tiết thi hành Luật BVMT 2020, đưa ra lộ trình và tiêu chí áp dụng KTTH. [17]
Nghị định 06/2022/NĐ-CP	Chính phủ	07/01/2022	Quy định về giảm nhẹ phát thải khí nhà kính (KNK), bảo vệ tầng ô-dôn và lộ trình phát triển thị trường carbon. [4]
Quyết định số 2053/QĐ-TTg	Thủ tướng Chính phủ	28/11/2016	Kế hoạch thực hiện Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu của Việt Nam.
Quyết định số 1055/QĐ-TTg	Thủ tướng Chính phủ	20/07/2020	Ban hành “Kế hoạch quốc gia thích ứng với biến đổi khí hậu giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050”.
Quyết định 687/QĐ-TTg	Thủ tướng Chính phủ	07/06/2022	Phê duyệt Đề án Phát triển KTTH ở Việt Nam, đặt ra các mục tiêu cụ thể về giảm phát thải, tái chế nhựa và giao nhiệm vụ cho các bộ, ngành. [18]
Quyết định số 896/QĐ-TTg	Thủ tướng Chính phủ	26/07/2022	Phê duyệt “Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu giai đoạn đến năm 2050”.
Quyết định 1643/QĐ-TTg	Thủ tướng Chính phủ	29/12/2022	Phê duyệt Chiến lược phát triển ngành Dệt may và Da giày, đặt mục tiêu đến 2035 phát triển theo mô hình KTTH. [2]
Quyết định 13/2024/QĐ-TTg	Thủ tướng Chính phủ	13/08/2024	Ban hành danh mục cập nhật các lĩnh vực, cơ sở phải thực hiện kiểm kê KNK (bao gồm 1.805 cơ sở ngành Công Thương). [4]
Quyết định 222/QĐ-TTg	Thủ tướng Chính phủ	23/01/2025	Ban hành Kế hoạch hành động quốc gia thực hiện KTTH đến năm 2035, xác định dệt may và da giày là ngành ưu tiên. [3]
Quyết định số 232/QĐ-TTg	Thủ tướng Chính phủ	24/01/2025	Phê duyệt Đề án “Thành lập và phát triển thị trường các-bon tại Việt Nam”.
Quyết định số 626/QĐ-BCT	Bộ Công Thương	05/4/2022	Kế hoạch hành động của Bộ Công Thương triển khai cam kết của Việt Nam tại Hội nghị COP26.
Quyết định số 2756/QĐ-BCT	Bộ Công Thương	14/12/2022	Kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu và tăng trưởng xanh của ngành Công Thương giai đoạn đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

Nguồn: Tổng hợp từ các văn bản pháp quy.

mang tính hệ thống:

- **Khoảng trống nhận thức và năng lực:** KTTH vẫn là khái niệm mới đối với nhiều doanh nghiệp và cả cơ quan quản lý địa phương, dẫn đến lúng túng trong việc cụ thể hóa chính sách. [20]

- **Hạ tầng và công nghệ chưa đáp ứng:** Việt Nam thiếu các cơ sở hạ tầng đồng bộ cho việc thu gom, phân loại và tái chế chất lượng cao.

- **Rào cản tài chính:** Chi phí đầu tư ban đầu cho công nghệ sạch, chuyển đổi quy trình sản xuất là rất lớn, đặc biệt là một rào cản đối với các doanh nghiệp nhỏ và vừa (SMEs).

- **Thực trạng quản lý chất thải:** Các số liệu mới nhất cho thấy một bức tranh đáng báo động về chất thải tại Việt Nam (chi tiết xem tại Bảng 3).

4.2. Bối cảnh Quốc tế: Động lực từ EU và các thương hiệu toàn cầu

Quá trình chuyển đổi tại Việt Nam chịu tác động mạnh mẽ từ các xu hướng và quy định quốc tế, đặc biệt là từ EU - một trong những thị trường xuất khẩu lớn nhất của ngành da-giày. [19, 25, 26]

- **Kế hoạch hành động Kinh tế tuần hoàn (CEAP) của EU:** Được thông qua lần đầu năm 2015 và cập

nhật vào năm 2020, CEAP là một phần cốt lõi của Thỏa thuận Xanh châu Âu. Kế hoạch này nhằm mục tiêu "biến các sản phẩm bền vững thành tiêu chuẩn ở EU" thông qua một loạt quy định pháp lý có tác động sâu rộng:

- **Quy định về thiết kế sinh thái cho sản phẩm bền vững (ESPR):** Đặt ra các yêu cầu bắt buộc về độ bền, khả năng sửa chữa, hàm lượng tái chế và khả năng tái chế của sản phẩm.

- **Chỉ thị về tuyên bố xanh (Green Claims Directive):** Yêu cầu các công ty phải chứng minh các tuyên bố về tính bền vững của sản phẩm bằng các bằng chứng khoa học được xác minh độc lập, nhằm chống lại hiện tượng "tẩy xanh" (greenwashing).

- **Cơ chế điều chỉnh biên giới carbon (CBAM):** Áp dụng một loại "thuế carbon" đối với hàng hóa nhập khẩu có cường độ phát thải cao, buộc các nhà sản xuất phải đo lường và báo cáo lượng phát thải.

Những quy định này tạo ra "Hiệu ứng Brussels", buộc các nhà sản xuất toàn cầu, bao gồm cả Việt Nam, phải tuân thủ nếu muốn tiếp cận thị trường EU. Song song đó, các thương hiệu da-giày hàng đầu thế giới đang tích cực triển khai các chiến lược tuần hoàn, định hình lại yêu cầu cho toàn bộ chuỗi cung ứng.

Bảng 3: Thông kê chất thải và tỷ lệ tái chế tại Việt Nam (dữ liệu 2023-2024)

Chỉ số	Số liệu	Nguồn
Lượng chất thải rắn sinh hoạt phát sinh (cả nước)	~60.000 tấn/ngày	[21]
Tỷ lệ chất thải được xử lý/tái chế đúng cách	~10%	[21]
Lượng chất thải sau công nghiệp ngành dệt may & da giày	~935.000+ tấn/năm	[22]
Tỷ lệ tái chế nhựa (ước tính)	~20% - 33%	[23]
Tỷ lệ tái chế thủy tinh	~15%	[24]
Tỷ lệ tái chế lon nhôm	~70%	[24]
Giá trị vật chất của nhựa bị mất đi do không tái chế	2,2 - 2,9 tỷ USD/năm	[1]

Nguồn: Tổng hợp từ các báo cáo ngành và nghiên cứu.

Bảng 4: Thống kê và mục tiêu xuất khẩu ngành Da-Giày Việt Nam (tỷ USD)

Năm	Kim ngạch Xuất khẩu	Tăng trưởng so với cùng kỳ	Nguồn
2023	~24	-15%	[28]
2024	27,04	+11,45%	[10]
2025 (5 tháng đầu)	9,76	+12,9%	[29]
2025 (Mục tiêu)	29	~+10%	[9]
2030 (Mục tiêu)	38 - 40	-	[30]

Nguồn: Tổng hợp từ Tổng cục Hải quan, LEFASO và các báo cáo ngành. [9]

4.3. Kinh tế Tuần hoàn trong Ngành Da-Giày Việt Nam: Thực trạng và Thách thức

Ngành da-giày Việt Nam, với vị thế xuất khẩu thứ hai thế giới, đang ở một bước ngoặt quan trọng. [27] Quyết định 1643/QĐ-TTg phê duyệt Chiến lược phát triển ngành Dệt May và Da Giày Việt Nam đến năm 2030 tầm nhìn đến năm 2035 đã xác định KTTH là con đường phát triển tất yếu đến năm 2035. (Bảng 4)

Một phân tích SWOT cho ngành da-giày Việt Nam trong bối cảnh chuyển đổi sang KTTH được trình bày như sau: [7]

- Điểm mạnh (Strengths):

+ Năng lực sản xuất quy mô lớn, kinh nghiệm gia công cho các thương hiệu toàn cầu. [31]

+ Vị thế xuất khẩu vững chắc, là nhà xuất khẩu lớn thứ hai thế giới.

+ Khung chính sách quốc gia ủng hộ mạnh mẽ việc chuyển đổi sang KTTH.

- Điểm yếu (Weaknesses):

+ Phụ thuộc nặng nề vào nguyên phụ liệu nhập khẩu (chỉ đáp ứng ~50% nhu cầu).

+ Mô hình gia công chiếm ưu thế, giá trị gia tăng thấp.

+ Năng lực R&D, thiết kế và công nghệ còn hạn chế.

+ Thiếu hụt nguồn nhân lực có chuyên môn về kiểm kê KNK, quản lý năng lượng và công nghệ xanh.

- Cơ hội (Opportunities):

+ Nhu cầu toàn cầu về sản phẩm bền vững đang tăng nhanh, mở ra phân khúc thị trường giá trị cao.

+ Tận dụng các FTA thế hệ mới (EVFTA, CPTPP,...) với các điều khoản về phát triển bền vững.

+ Nâng cấp vị thế trong chuỗi giá trị, thoát khỏi "bẫy gia công".

+ Tiếp cận các nguồn tài chính xanh và đầu tư theo tiêu chí ESG.

- Thách thức (Threats):

+ Các rào cản kỹ thuật và tiêu chuẩn môi trường ngày càng khắt khe từ các thị trường nhập khẩu (CBAM, ESPR).

+ Cạnh tranh gia tăng từ các quốc gia sản xuất khác cũng đang "xanh hóa" [32]

+ Chi phí đầu tư chuyển đổi cao, gây áp lực lên khả năng cạnh tranh về giá trong ngắn hạn.

5. ĐỀ XUẤT LỘ TRÌNH CHIẾN LƯỢC

Để vượt qua thách thức và nắm bắt cơ hội, cần có một lộ trình hành động đồng bộ từ cả phía doanh nghiệp và Chính phủ.

5.1. Lộ trình chuyển đổi cho doanh nghiệp

- Giai đoạn 1: Nền tảng (1-2 năm) - Tối ưu hóa hiệu quả nội tại:

+ **Hành động:** Tuân thủ pháp lý bằng việc thực hiện kiểm kê KNK theo Nghị định 06/2022/NĐ-CP và Quyết

định 13/2024/QĐ-TTg. Triển khai các giải pháp "Sản xuất Sạch hơn" để tiết kiệm năng lượng, nước, nguyên liệu. Thiết lập hệ thống phân loại chất thải tại nguồn.

- Giai đoạn 2: Tích hợp (3-5 năm) - Đổi mới sản phẩm và hợp tác chuỗi cung ứng:

+ **Hành động:** Áp dụng nguyên tắc thiết kế sinh thái (Ecodesign) để sản phẩm bền hơn, dễ sửa chữa, dễ tháo dỡ. [34] Thử nghiệm sử dụng các vật liệu bền vững đã được thương mại hóa (polyester tái chế, cao su tái chế). [35] Xây dựng hệ thống truy xuất nguồn gốc, chuẩn bị cho yêu cầu của Hộ chiếu Sản phẩm Kỹ thuật số (DPP). [12]

- Giai đoạn 3: Dẫn dắt (sau 5 năm) - Tiên phong về mô hình kinh doanh và công nghệ:

+ **Hành động:** Đầu tư vào R&D vật liệu mới (da sinh học, vật liệu từ phụ phẩm nông nghiệp như vỏ trấu). [33] Thí điểm các mô hình kinh doanh tuần hoàn như dịch vụ sửa chữa, thu hồi sản phẩm cũ (take-back), hợp tác với nền tảng bán lại (recommerce). [36] Chuyển đổi mô hình sang "Sản phẩm như một Dịch vụ" (PaaS). [3]

5.2. Khuyến nghị Chính sách cho Cơ quan Quản lý

(1) Hoàn thiện khung pháp lý và tiêu chuẩn:

- Ban hành các Tiêu chuẩn Kỹ thuật Quốc gia (TCVN) cụ thể cho "sản phẩm tuần hoàn", "vật liệu tái chế", hài hòa với tiêu chuẩn quốc tế (như ESPR của EU) để chống "tẩy xanh".

- Cụ thể hóa lộ trình và cơ chế thực thi Trách nhiệm Mở rộng của Nhà sản xuất (EPR) cho ngành da-giày.

(2) Tạo cơ chế khuyến khích đột phá:

- Thiết kế các gói hỗ trợ tài chính (ưu đãi lãi suất, bảo lãnh tín dụng) dành riêng cho các dự án đầu tư công nghệ xanh trong ngành.

- Sớm ban hành và triển khai hiệu quả Nghị định về cơ chế thử nghiệm (sandbox) cho các mô hình KTTH mới, giảm rủi ro pháp lý cho doanh nghiệp tiên phong.

(3) Phát triển Hạ tầng và Chuỗi cung ứng:

- Quy hoạch và hỗ trợ đầu tư vào các trung tâm thu gom, phân loại và tái chế chất thải công nghiệp quy mô lớn.

- Thực hiện các chính sách mạnh mẽ để phát triển công nghiệp hỗ trợ sản xuất nguyên phụ liệu xanh, như đề xuất của LEFASO về việc hình thành các khu công nghiệp chuyên biệt.

6. KẾT LUẬN

Việc chuyển đổi sang kinh tế tuần hoàn không còn là một lựa chọn mà là một "mệnh lệnh chiến lược" đối với sự tồn tại và phát triển bền vững của ngành da-giày Việt Nam. Mặc dù đã có sự khởi đầu thuận lợi về mặt chính sách, với việc ban hành Kế hoạch hành động quốc gia về KTTH vào đầu năm 2025, con đường phía trước vẫn còn nhiều thách thức liên quan đến vốn, công nghệ, hạ tầng và năng lực thực thi. Để

thành công, cần có một nỗ lực tổng hợp và phối hợp chặt chẽ giữa Chính phủ, doanh nghiệp và các bên liên quan. Chính phủ cần đóng vai trò kiến tạo, tạo ra một môi trường chính sách thuận lợi và các cơ chế khuyến khích đủ mạnh. Doanh nghiệp cần chủ động, coi chuyển đổi xanh là một cơ hội đầu tư chiến lược để nâng cao năng lực cạnh tranh và dịch chuyển lên các

nấc thang cao hơn trong chuỗi giá trị toàn cầu. Nếu không, nguy cơ bị tụt hậu và mất thị phần vào tay các đối thủ cạnh tranh là hiện hữu. Các nghiên cứu trong tương lai có thể tập trung vào việc lượng hóa tác động kinh tế - xã hội của việc áp dụng KTTH trong ngành, cũng như phân tích hành vi của người tiêu dùng trong nước đối với các sản phẩm bền vững ❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vietnam Circular Economy. (2022). Quyết định 687/QĐ-TTg năm 2022 phê duyệt Đề án Phát triển kinh tế tuần hoàn ở Việt Nam.
- [2] Việt Star Enviro. (2024). Kinh tế tuần hoàn nhìn từ triển khai Luật Bảo vệ Môi trường.
- [3] CEM. (2021). Những điểm mới mang tính đột phá của Luật Bảo vệ Môi trường 2020.
- [4] Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam. (2020). Luật Bảo vệ Môi trường số 72/2020/QH14.
- [5] Thủ tướng Chính phủ. (2022). Quyết định số 687/QĐ-TTg phê duyệt Đề án Phát triển kinh tế tuần hoàn ở Việt Nam.
- [6] Đảng Cộng sản Việt Nam. (2022). Quyết định số 687/QĐ-TTg ngày 7/6/2022 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Đề án Phát triển kinh tế tuần hoàn ở Việt Nam.
- [7] VIOIT. (2024). Thực trạng và giải pháp phát triển ngành Dệt May và Da Giày Việt Nam theo hướng kinh tế tuần hoàn.
- [8] Thủ tướng Chính phủ. (2022). Quyết định số 1643/QĐ-TTg phê duyệt Chiến lược phát triển ngành Dệt may và Da giày Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2035.
- [9] Bộ Công Thương. (2022). Hỗ trợ ngành dệt may và da giày Việt Nam phát triển bền vững.
- [10] Báo Lào Cai. (2024). Giải pháp nào cho phát triển bền vững kinh tế tuần hoàn ở Việt Nam?
- [11] Tạp chí Môi trường. (2022). Chính phủ ban hành Nghị định quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ Môi trường.
- [12] Vietnam Circular Economy. (2025). Kế hoạch hành động quốc gia về kinh tế tuần hoàn được phê duyệt.
- [13] VJOL. (2022). Hoàn thiện thể chế kinh tế tuần hoàn ở Việt Nam.
- [14] Bộ Công Thương. (2024). Cơ chế, chính sách giảm phát thải khí nhà kính tại Việt Nam.
- [15] Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1990). Economics of Natural Resources and the Environment.
- [16] VIOIT. (2024). Xây dựng chuỗi cung ứng toàn diện và bền vững cho ngành da giày từ nguyên liệu đến sản phẩm.
- [17] VLR. (2024). Chuyển đổi xanh: Con đường tất yếu của ngành da giày Việt Nam.
- [18] Báo Đầu tư. (2024). Xuất khẩu da giày, túi xách gần tới đích 27 tỷ.
- [19] Kirchherr, J., & Piscicelli, L. (2019). The 9R Framework on the Circular Economy.
- [20] Geissdoerfer, M., et al. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm?
- [21] McDonough, W., & Braungart, M. (2002). Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things.
- [22] Ellen MacArthur Foundation. (2021). The circular economy in detail.
- [23] VNEconomy. (2022). Thúc đẩy phát triển kinh tế tuần hoàn ở Việt Nam.
- [24] B-Company. (2025). Vietnam's National Action Plan for a Circular Economy until 2035.
- [25] B-Company. (2025). Vietnam National Action Plan to Implement Circular Economy until 2035.
- [26] Global Fashion Agenda. (2024). Establishing a Vision & Roadmap for Circular Fashion in Vietnam.
- [27] GlobeNewswire. (2025). Vietnam Recycled Plastics Market Trends and Forecast Report 2025-2033.
- [28] APISWA. (2024). Vietnam's Glass Recycling Rate.
- [29] European Commission. (2020). A new Circular Economy Action Plan for a cleaner and more competitive Europe.
- [30] IEEP. (2020). An analysis of the new EU Circular Economy Action Plan.
- [31] HKTDC Research. (2024). The EU's Green Deal and its Implications for Hong Kong Businesses.
- [32] Quân đội Nhân dân. (2023). Ngành da giày thích ứng với yêu cầu xanh hóa chuỗi sản xuất.
- [33] Thương hiệu & Công luận. (2025). Xuất khẩu ngành da giày kỳ vọng bứt phá, hướng tới mốc 29 tỷ USD năm 2025.
- [34] Bộ Công Thương. (2024). Xu hướng "xanh hóa" ngành da giày.
- [35] Báo Lao động. (2024). Doanh nghiệp công nghiệp hỗ trợ da giày cần sử dụng công nghệ xanh.
- [36] Kinh tế và Dự báo. (2022). BayWa r.e. và Icebug giảm khí thải carbon trong ngành giày dép và may mặc tại Việt Nam.

Ngày nhận bài: 8/9/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 23/9/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 26/9/2025

**Người phản biện: TS. Nguyễn Thị Tông - Viện trưởng Viện Nghiên cứu ứng dụng mỹ thuật sản phẩm làng nghề Việt Nam;
Tổng thư ký, Chánh Văn phòng Hiệp hội Thiết kế mẫu và Sáng tạo Mỹ thuật Việt Nam - Nguyễn Phó Chủ tịch kiêm
Tổng thư ký Hiệp hội Da - Giày - Túi xách Việt Nam (LEFASO).**

Thông tin tác giả:

LÊ TRẦN VŨ ANH, NGUYỄN THỊ PHƯƠNG HOA, LÊ QUANG TUẤN
Viện Nghiên cứu Da - Giày, Bộ Công Thương

TRANSITION TO CIRCULAR ECONOMY IN VIETNAM'S LEATHER AND FOOTWEAR INDUSTRY: POLICY ANALYSIS, CHALLENGES AND STRATEGIC ROADMAP

LÊ TRẦN VŨ ANH, NGUYỄN THỊ PHƯƠNG HOA, LÊ QUANG TUẤN

Leather and Shoe Research Institute

ABSTRACT

This paper analyzes the circular economy (CE) transition of Vietnam's footwear industry, a key export sector for the nation. Using a qualitative analysis of policy documents, industry reports, and academic literature, this study evaluates Vietnam's CE policy framework, analyzes global circularity trends, and identifies opportunities and challenges for footwear enterprises. The findings indicate that while Vietnam has established a comprehensive legal and strategic framework (e.g., Law on Environmental Protection 2020, National Action Plan for Circular Economy 2025), practical implementation faces significant barriers, including high investment costs, a weak domestic supply chain for recycled materials, and limited technological capacity. An analysis of initiatives from leading global brands like Nike and Adidas reveals increasing "greening" pressure, compelling Vietnamese manufacturers to adapt. Based on updated data and a SWOT analysis, the paper proposes a three-stage strategic transition roadmap for businesses and provides specific policy recommendations for state management agencies to foster a sustainable circular ecosystem.

Keywords: circular economy, footwear industry, environmental policy, sustainable manufacturing, green supply chain.

Họp Dự thảo lần 3 Tổ soạn thảo Thông tư quy định tỷ lệ hao hụt xăng dầu trong hoạt động kinh doanh xăng dầu

Bộ Công Thương đã nhận được nhiều ý kiến góp ý cho Dự thảo Thông tư quy định tỷ lệ hao hụt xăng dầu trong hoạt động kinh doanh xăng dầu.

Sáng ngày 10/9, Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công (Bộ Công Thương) tổ chức họp Dự thảo lần 3 Tổ soạn thảo Thông tư quy định tỷ lệ hao hụt xăng dầu trong hoạt động kinh doanh xăng dầu. Cuộc họp nhằm rà soát lại các điều, khoản, từ đó hoàn thiện Dự thảo Thông tư thay thế Thông tư số 43/2015/TT-BCT của Bộ Công Thương quy định tỷ lệ hao hụt xăng dầu trong hoạt động kinh doanh xăng dầu, phù hợp với thực tiễn kinh doanh hiện nay.

Thực hiện chỉ đạo của Thủ tướng Chính phủ giao nhiệm vụ cho Bộ Công Thương tại điểm k, khoản 1 Điều 40 Nghị định số 83/2014/NĐ-CP ngày 03 tháng 9 năm 2014 của Chính phủ về kinh doanh xăng dầu: "Chủ trì, phối hợp với các cơ quan liên quan ban hành quy định về tỷ lệ hao hụt xăng dầu trong hoạt động kinh doanh xăng dầu để phục vụ công tác quản lý nhà nước", Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công đã tham mưu Bộ trưởng ban hành Thông tư số 43/2015/TT-BCT ngày 08 tháng 12 năm 2015 quy định tỷ lệ hao hụt xăng dầu trong hoạt động kinh doanh xăng dầu.



Tổ soạn thảo chia sẻ ý kiến trong buổi họp lần 3

Tuy nhiên, hoạt động kinh doanh xăng dầu trong những năm qua đã có nhiều thay đổi từ công nghệ, thiết bị đến quy trình quản lý. Thông tư 43/2015/TT-BCT cũng đã bộc lộ một số bất cập ở thời điểm hiện tại. Do đó, việc rà soát, đánh giá kết quả thực hiện, phân tích những mặt tích cực cũng như các tồn tại, hạn chế để đề xuất ban hành bộ định mức hao hụt xăng dầu phù hợp với tình hình hiện nay, đáp ứng yêu cầu của hoạt động quản lý và kinh doanh xăng dầu là cần thiết.

ĐÀO MINH

HỘ CHIẾU SẢN PHẨM KỸ THUẬT SỐ (DIGITAL PRODUCT PASSPORTS - DPP): TỔNG QUAN VÀ LỘ TRÌNH CHIẾN LƯỢC CHO NGÀNH DA - GIÀY VIỆT NAM

LÊ TRẦN VŨ ANH, LƯU THỊ TRÂM, LÊ QUANG TUẤN, NGUYỄN THỊ PHƯƠNG HOA

TÓM TẮT:

Bài báo này cung cấp một cái nhìn tổng quan toàn diện về Hộ chiếu Sản phẩm Kỹ thuật số (DPP), một công cụ pháp lý cốt lõi trong Quy định Thiết kế Sinh thái cho các Sản phẩm Bền vững (ESPR) của Liên minh châu Âu (EU) và phân tích những tác động sâu sắc của nó đối với ngành da - giày Việt Nam. Bằng cách tổng quan tài liệu pháp lý và kỹ thuật, bài báo làm rõ khái niệm, cấu trúc dữ liệu và lộ trình thực thi bắt buộc của DPP, định vị nó như một sự chuyển dịch mô hình cạnh tranh không thể đảo ngược.[1] Tiếp theo, bài báo chứng minh tính cấp thiết của việc chuyển đổi bằng cách phân tích vị thế kinh tế của ngành, sự phụ thuộc vào thị trường EU và các rào cản mang tính cấu trúc mà ngành đang đối mặt - đặc biệt là "khoảng cách số" và gánh nặng chi phí đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs).[1] Cuối cùng, một định hướng lộ trình chiến lược gồm ba giai đoạn (2025-2030) được đề xuất, kết hợp với các khuyến nghị chính sách quan trọng cho Chính phủ và các hiệp hội ngành hàng. Lộ trình này nhấn mạnh sự cần thiết của một hệ sinh thái hỗ trợ, bao gồm các cơ chế tài chính và nền tảng công nghệ dùng chung, nhằm biến DPP từ một gánh nặng tuân thủ thành một đòn bẩy chiến lược để nâng cao năng lực cạnh tranh và phát triển bền vững cho toàn ngành.[1]

Từ khóa: Hộ chiếu sản phẩm Kỹ thuật số (DPP), ngành da - giày Việt Nam, Quy định Thiết kế Sinh thái (ESPR), kinh tế tuần hoàn, chuyển đổi số, rào cản kỹ thuật xanh, doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs).

1. GIỚI THIỆU

Ngành da - giày Việt Nam là một trụ cột kinh tế quan trọng, khẳng định vị thế vững chắc trên trường quốc tế với vị trí là nhà sản xuất lớn thứ ba và nhà xuất khẩu lớn thứ hai thế giới. Năm 2024, ngành đạt kim ngạch xuất khẩu ấn tượng 27,04 tỷ USD và đặt mục tiêu tham vọng đạt 29 tỷ USD vào năm 2025. Thị trường Liên minh Châu Âu (EU) đóng vai trò chiến lược, chiếm gần 30% tổng kim ngạch xuất khẩu giày dép của Việt Nam.

Tuy nhiên, chính thị trường chủ chốt này đang tạo ra một thách thức mang tính cách mạng. Trong khuôn khổ Thỏa thuận Xanh châu Âu, Quy định Thiết kế Sinh thái cho các Sản phẩm Bền vững (ESPR) đã chính thức có hiệu lực từ ngày 18 tháng 7 năm 2024, thay thế cho chỉ thị cũ và mở rộng phạm vi áp dụng cho gần như tất cả các loại hàng hóa vật chất. Công cụ trung tâm để thực thi quy định này là Hộ chiếu Sản phẩm Kỹ thuật số (DPP), một hồ sơ kỹ thuật số toàn diện về tính bền vững và tuần hoàn của sản phẩm. Đối với ngành da - giày Việt Nam, DPP không còn là một lựa chọn "xanh" mà đã trở thành một "giấy phép thông hành" bắt buộc để tiếp cận thị trường EU.[2]

Bài báo này được cấu trúc theo ba phần chính. Phần đầu tiên là tổng quan tài liệu, phân tích sâu về khung pháp lý ESPR và kiến trúc kỹ thuật của DPP. Phần thứ hai làm rõ sự cần thiết của việc chuyển đổi, đánh giá các rủi ro và thách thức mà ngành da - giày Việt Nam phải đối mặt. Phần cuối cùng đề xuất một định hướng lộ trình chiến lược và các khuyến nghị chính sách, nhằm cung cấp một khung hành động toàn diện để ngành có thể thích ứng và phát triển bền vững.

2. TỔNG QUAN TÀI LIỆU

2.1. Khái niệm và cấu trúc của Hộ chiếu Sản phẩm Kỹ thuật số (DPP)

Hộ chiếu Sản phẩm Kỹ thuật số (DPP) được Ủy ban châu Âu định nghĩa là một hồ sơ kỹ thuật số toàn diện, cung cấp thông tin về tính bền vững và tuần hoàn của sản phẩm trong suốt vòng đời của nó, từ khâu thiết kế, sản xuất, sử dụng đến khi kết thúc vòng đời. Mục tiêu chính của DPP là thu hẹp khoảng cách về dữ liệu, tăng cường tính minh bạch và cho phép các bên liên quan - từ người tiêu dùng, cơ quan quản lý, đến các đơn vị tái chế - truy cập thông tin chi tiết về thành phần vật liệu,

tác động môi trường, khả năng sửa chữa và tái chế của sản phẩm.[3]

Về mặt kỹ thuật, kiến trúc của DPP được xây dựng dựa trên các nguyên tắc sau:

- **Mã định danh duy nhất (UID):** Mỗi sản phẩm hoặc lô sản phẩm phải có một mã định danh duy nhất, được liên kết với một phương tiện mang dữ liệu vật lý như mã QR, Chip giao tiếp gần (NFC) hoặc thẻ Nhận dạng qua Tần số Vô tuyến (RFID).

- **Kiến trúc phi tập trung:** Dữ liệu DPP không được lưu trữ tại một máy chủ trung tâm duy nhất mà có thể được phân tán trên nhiều hệ thống của các bên liên quan trong chuỗi cung ứng, giúp bảo vệ thông tin thương mại nhạy cảm.[6]

- **Cơ chế truy cập phân quyền:** Hệ thống cho phép phân tách giữa dữ liệu công khai (dành cho người tiêu dùng) và dữ liệu hạn chế (dành cho cơ quan quản lý), dựa trên nguyên tắc "need-to-know" (chỉ biết khi cần). [5]

- **Tính tương tác (Interoperability):** Hệ thống DPP

phải có khả năng tương tác với nhau, bất kể nhà cung cấp công nghệ là ai, thông qua việc sử dụng các tiêu chuẩn mở và các mã định danh quốc tế, chẳng hạn như tiêu chuẩn của GS1.

Các nghiên cứu của Nghị viện châu Âu đã xác định 16 danh mục thông tin cốt lõi cần phải có trong DPP cho ngành dệt may và da giày, được trình bày chi tiết trong Bảng 1.[7]

2.2. Quy định thiết kế sinh thái (ESPR) và lộ trình thực thi

ESPR là một quy định khung, cho phép Ủy ban châu Âu ban hành các "đạo luật ủy quyền" để thiết lập các yêu cầu thiết kế sinh thái chi tiết cho từng nhóm sản phẩm cụ thể, trong đó dệt may và giày dép được xác định là nhóm ngành ưu tiên. Một trong những quy định mang tính đột phá nhất của ESPR là lệnh cấm tiêu hủy hàng dệt may và giày dép không bán được, có hiệu lực từ ngày 19 tháng 7 năm 2026 đối với các doanh nghiệp lớn và từ ngày 19 tháng 7 năm 2030 đối với các doanh nghiệp cỡ vừa. (Bảng 1)

Bảng 1: Cấu trúc các trường dữ liệu cốt lõi của DPP cho ngành da - giày

Danh mục	Yêu cầu dữ liệu cụ thể	Mục tiêu liên quan
Thông tin chung & Định danh	Mã định danh duy nhất (UID), mã GTIN, mã TARIC, tên model, thương hiệu, nhà sản xuất, thông tin liên hệ.[8]	Truy xuất nguồn gốc, chống hàng giả, giám sát thị trường.
Thành phần & Vật liệu	Chi tiết các loại vật liệu (da, cao su, hóa chất), tỷ lệ phần trăm, nguồn gốc vật liệu (Cấp 2, 3), chứng nhận (ví dụ: Leather Working Group). [8]	Minh bạch hóa thành phần, thúc đẩy sử dụng vật liệu tái chế và bền vững, xác minh Quy tắc Xuất xứ (RoO).[9]
Tác động Môi trường	Kết quả Đánh giá Vòng đời (LCA), dấu chân carbon sản phẩm (PCF), dấu chân nước, tiêu thụ năng lượng.[8]	Cung cấp dữ liệu định lượng về tác động môi trường, chống "tẩy xanh" (greenwashing).[4]
Tính Tuần hoàn & Vòng đời	Tỷ lệ thành phần tái chế, khả năng tái chế, hướng dẫn tháo dỡ, thông tin về các chương trình thu hồi, tái chế.[8]	Thúc đẩy kinh tế tuần hoàn, giảm thiểu rác thải.[9]
Độ bền & Sửa chữa	Tuổi thọ dự kiến, chỉ số sửa chữa, thông tin về các bộ phận thay thế và dịch vụ sửa chữa.[8]	Thúc đẩy quyền được sửa chữa, chống lại sự lỗi thời có kế hoạch.
Tác động Xã hội & Đạo đức	Thông tin về điều kiện lao động, tuân thủ các tiêu chuẩn lao động quốc tế, thông tin về phúc lợi động vật (nếu có).[7]	Thúc đẩy thương mại công bằng và có đạo đức, đáp ứng yêu cầu của người tiêu dùng.[7]
Tài liệu & Tuân thủ	Tuyên bố Hợp quy EU, các báo cáo thử nghiệm, chứng nhận an toàn hóa chất (ví dụ: REACH).	Đảm bảo tuân thủ pháp luật, an toàn sản phẩm.
Sử dụng & Chăm sóc	Hướng dẫn chi tiết về cách làm sạch, bảo quản để tối đa hóa tuổi thọ sản phẩm.[8]	Giảm tác động môi trường trong giai đoạn sử dụng, kéo dài vòng đời sản phẩm.[5]

Nguồn: Tổng hợp từ các báo cáo và nghiên cứu

Bảng 2: Lộ trình thực thi ESPR và DPP cho ngành Dệt may/Giày dép

Cột mốc	Thời gian	Hành động Pháp lý (EU)	Hành động Bắt buộc cho Doanh nghiệp Việt Nam
ESPR có hiệu lực	18/07/2024	Quy định chính thức trở thành luật của EU.	Nâng cao nhận thức, thực hiện đánh giá tác động sơ bộ.
Hài hòa hóa Tiêu chuẩn DPP	2025	Các tổ chức tiêu chuẩn châu Âu ban hành các tiêu chuẩn kỹ thuật cho hệ thống DPP.	Theo dõi chặt chẽ quá trình phát triển tiêu chuẩn; bắt đầu lập kế hoạch cấu trúc dữ liệu nội bộ.
Lệnh cấm Tiêu hủy Hàng tồn kho (doanh nghiệp lớn)	19/07/2026	Lệnh cấm tiêu hủy hàng dệt may và giày dép không bán được có hiệu lực với doanh nghiệp lớn.	Tái cấu trúc quy trình quản lý tồn kho; phát triển các mô hình kinh doanh tuần hoàn.
Hệ thống Đăng ký DPP đi vào hoạt động	19/07/2026	Hệ thống đăng ký trung tâm của EU cho các DPP bắt đầu hoạt động.	Đảm bảo các hệ thống công nghệ có khả năng tương thích với giao thức của hệ thống đăng ký.
Ban hành Đạo luật Ủy quyền (Dệt may/Giày dép)	2027	Các đạo luật ủy quyền chi tiết hóa yêu cầu dữ liệu cụ thể cho ngành được thông qua.	Hoàn thiện kế hoạch lựa chọn công nghệ và triển khai dựa trên các yêu cầu dữ liệu cuối cùng.
Bắt buộc Triển khai DPP	2027/2028	Tất cả sản phẩm dệt may/giày dép vào thị trường EU phải có DPP hợp lệ.	Triển khai toàn diện hệ thống DPP cho 100% sản phẩm xuất khẩu sang EU.

Nguồn: Tổng hợp từ các báo cáo và nghiên cứu

3. SỰ CẦN THIẾT CỦA CHUYỂN ĐỔI: RỦI RO VÀ THÁCH THỨC

Việc chuyển đổi để đáp ứng yêu cầu của DPP không còn là một lựa chọn mà là một yêu cầu cấp thiết để tồn tại và phát triển. Sự cần thiết này được thúc đẩy bởi ba nhóm yếu tố chính: vị thế kinh tế và sự phụ thuộc vào thị trường, các rào cản nội tại của ngành và bản chất của DPP như một rào cản kỹ thuật xanh.

3.1. Vị thế Kinh tế và sự phụ thuộc vào thị trường xuất khẩu

Ngành da - giày là một trụ cột kinh tế, đóng góp khoảng 8% vào tổng kim ngạch xuất khẩu quốc gia và tạo việc làm cho khoảng 1,5 triệu lao động.[10] Việt Nam đứng thứ ba thế giới về sản xuất (1,4 tỷ đôi/năm) và thứ hai về xuất khẩu (1,3 tỷ đôi/năm).

Tuy nhiên, sức mạnh này đi kèm với sự phụ thuộc rất lớn vào các thị trường xuất khẩu có yêu cầu cao. Thị trường Bắc Mỹ chiếm tỷ trọng lớn nhất (khoảng 41,4%), tiếp theo là EU (gần 30%). Cả hai thị trường này đều đang đi đầu trong việc thiết lập các tiêu chuẩn xanh và bền vững ngày càng nghiêm ngặt.[10] Do đó, bất kỳ sự thay đổi quy định nào từ EU, như ESPR, đều có tác động trực tiếp và mạnh mẽ đến sự sống còn của các doanh nghiệp xuất khẩu Việt Nam. Sự phụ thuộc này biến việc tuân thủ DPP từ một lựa chọn chiến lược trở thành một điều kiện bắt buộc để tồn tại và duy trì thị phần.

3.2. Rào cản cốt lõi cho doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs)

Thách thức từ DPP không tác động đồng đều lên toàn ngành mà ảnh hưởng nặng nề nhất đến khối doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs), vốn chiếm tới 97% tổng số doanh nghiệp tại Việt Nam. Các doanh nghiệp này đang phải đối mặt với một "cơn bão hoàn hảo" của các rào cản mang tính cấu trúc:

- **Điểm yếu truy xuất nguồn gốc:** Thách thức lớn nhất là khả năng truy xuất nguồn gốc nguyên vật liệu ở các cấp độ sâu (Cấp 2, Cấp 3). Đa thuộc, hóa chất và phụ kiện phần lớn được nhập khẩu hoặc thu mua qua nhiều tầng lớp trung gian, tạo ra một chuỗi cung ứng phân mảnh và thiếu minh bạch. Việc không thể thu thập dữ liệu chính xác từ các nhà cung cấp này khiến cho việc xây dựng một DPP hoàn chỉnh và thực hiện các tính toán Đánh giá Vòng đời sản phẩm (LCA) đáng tin cậy trở nên gần như bất khả thi.[1]

- **Khoảng cách số (Digital Divide):** Quá trình chuyển đổi số trong ngành đang diễn ra không đồng đều, chủ yếu tập trung ở các doanh nghiệp lớn hoặc có vốn đầu tư nước ngoài (FDI).[11] Phần lớn các doanh nghiệp vừa và nhỏ vẫn quản lý dữ liệu theo phương thức thủ công hoặc trên các hệ thống rời rạc, không kết nối.[1] Họ phải vật lộn với tình trạng thiếu hụt cả về cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin, nguồn nhân lực có kỹ năng số và năng lực tài chính để đầu tư.

- **Rào cản Chi phí:** Chi phí để triển khai các công

Bảng 3: Phân tích rủi ro và tác động đối với doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs)

Rủi ro Cốt lõi	Tác động lên việc Tuân thủ DPP	Hàm ý Chiến lược
Chi phí đầu tư công nghệ cao	SMEs không thể triển khai hệ thống PIM/LCA, dẫn đến thiếu dữ liệu bắt buộc.[1]	Nguy cơ tạo ra “Khoảng cách Số” và mất thị trường EU.[1]
Thiếu truy xuất nguồn gốc sâu (Cấp 2/3)	Không thể xác minh nguồn gốc nguyên liệu, vi phạm yêu cầu của DPP và Quy tắc Xuất xứ (RoO).[1]	Cần sự can thiệp chính sách để hỗ trợ phát triển công nghiệp phụ trợ nội địa minh bạch.[12]
Quản lý dữ liệu thủ công/phân tán	Dữ liệu không đồng nhất, không thể tích hợp, không đáp ứng yêu cầu về tính bất biến và khả năng kiểm toán của DPP.[1]	Cần chuyển trọng tâm đầu tư công nghệ sang các nền tảng dữ liệu chung và chuyên dụng.[1]

Nguồn: Tổng hợp từ các báo cáo và nghiên cứu

nghe nền tảng cho DPP là một rào cản lớn. Một cuộc khảo sát cho thấy 68% doanh nghiệp vừa và nhỏ coi chi phí là trở ngại lớn nhất để áp dụng công nghệ. Việc đầu tư vào các hệ thống chuyên dụng như PIM, LCA và các nền tảng truy xuất nguồn gốc đòi hỏi nguồn vốn đáng kể, thường vượt quá khả năng của nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ.

Nếu chỉ các doanh nghiệp lớn có đủ nguồn lực để đầu tư, một "khoảng cách số" nghiêm trọng sẽ hình thành, có nguy cơ loại bỏ phần lớn các doanh nghiệp vừa và nhỏ ra khỏi chuỗi cung ứng xuất khẩu sang EU.[1] (Bảng 3)

3.3. DPP như một Rào cản Kỹ thuật Xanh

Từ góc độ thương mại quốc tế, DPP có thể được phân tích như một hình thức của Rào cản Kỹ thuật Xanh đối với Thương mại (GTBT). GTBT là các quy định, tiêu chuẩn kỹ thuật được một quốc gia đưa ra với mục đích bảo vệ môi trường, nhưng trên thực tế lại có tác dụng hạn chế thương mại, đặc biệt là đối với các nước đang phát triển.

Các nước phát triển thường thiết lập các tiêu chuẩn môi trường và kỹ thuật cao hơn nhiều so với năng lực đáp ứng của các nước đang phát triển, vốn có nền tảng công nghệ và nguồn lực tài chính hạn chế hơn. Bằng cách yêu cầu một hệ thống quản trị dữ liệu phức tạp, minh bạch và có thể kiểm toán trên toàn bộ vòng đời sản phẩm, EU đã tạo ra một rào cản mà phần lớn các SMEs Việt Nam không thể vượt qua nếu không có sự hỗ trợ đặc biệt, có nguy cơ đẩy các doanh nghiệp không tuân thủ ra khỏi thị trường.

4. ĐỊNH HƯỚNG LỘ TRÌNH CHIẾN LƯỢC THÍCH ỨNG (2025-2030)

Để vượt qua những thách thức này, các doanh nghiệp da - giày Việt Nam cần một lộ trình chiến lược chủ động, được phân chia thành các giai đoạn rõ ràng.

4.1. Giai đoạn 1 (2025-2026): Nền tảng - Kiểm toán dữ liệu và xây dựng năng lực

Đây là giai đoạn chuẩn bị bắt buộc, cần được triển khai ngay lập tức.[1]

- **Kiểm toán dữ liệu (Data Audit):** Mỗi doanh nghiệp phải tiến hành một cuộc kiểm toán toàn diện hệ thống dữ liệu nội bộ, đối chiếu với các danh mục dữ liệu cốt lõi mà DPP yêu cầu để xác định "bản đồ khoảng trống dữ liệu".

- **Xây dựng năng lực và đào tạo:** Doanh nghiệp cần đầu tư vào việc đào tạo và nâng cao nhận thức cho đội ngũ nhân sự ở mọi cấp về các yêu cầu của ESPR và DPP, kinh tế tuần hoàn và quản lý dữ liệu số.

- **Lập kế hoạch hệ thống công nghệ:** Dựa trên kết quả kiểm toán, doanh nghiệp cần xây dựng một lộ trình công nghệ thông tin rõ ràng, xác định các giải pháp cần thiết và ngân sách dự kiến.

4.2. Giai đoạn 2 (2026-2029): Chuyển đổi - Thí điểm công nghệ và tích hợp chuỗi cung ứng

Giai đoạn này tập trung vào việc đầu tư công nghệ cụ thể và thực hiện các dự án thí điểm. [1, 13]

- **Triển khai thí điểm DPP:** Doanh nghiệp nên chọn một hoặc hai dòng sản phẩm chủ lực để triển khai dự án thí điểm DPP, bao gồm việc áp dụng các phương tiện mang dữ liệu vật lý (mã QR, chip NFC) và xây dựng cơ sở dữ liệu.

- **Học hỏi từ các đơn vị đi trước:** Các doanh nghiệp cần học hỏi từ các dự án thí điểm của các thương hiệu quốc tế như PVH (sở hữu Tommy Hilfiger), WOMSH và Esska Shoes để có chiến lược triển khai phù hợp.

- **Tích hợp chuỗi cung ứng sâu:** Xây dựng các quy trình và cơ chế hợp tác chặt chẽ để thu thập dữ liệu DPP từ các nhà cung cấp cấp 2 và cấp 3.

4.3. Giai đoạn 3 (2030+): Tối ưu hóa - Tận dụng DPP để nâng cao năng lực cạnh tranh

Giai đoạn này tập trung vào việc chuyển từ thể bị động "tuân thủ" sang thể chủ động "tận dụng" dữ liệu. [2,13,14]

- **Vượt ra ngoài tuân thủ:** Doanh nghiệp cần xem DPP là một tài sản dữ liệu quý giá để phân tích, cải tiến thiết kế sản phẩm (ecodesign) và tối ưu hóa chi phí sản xuất.

Bảng 4: Tóm tắt lộ trình chiến lược thích ứng DPP cho doanh nghiệp

Giai đoạn	Khung thời gian	Mục tiêu Chiến lược	Hành động Chính
Giai đoạn 1: Nền tảng	2025 - 2026	Xây dựng nền tảng về nhận thức, dữ liệu và năng lực.	Kiểm toán dữ liệu, đào tạo nhân lực, lập kế hoạch hệ thống công nghệ thông tin.
Giai đoạn 2: Chuyển đổi	2026 - 2029	Thí điểm công nghệ và tích hợp sâu vào chuỗi cung ứng.	Triển khai dự án thí điểm DPP, học hỏi từ các case study, xây dựng cơ chế chia sẻ dữ liệu với nhà cung cấp.
Giai đoạn 3: Tối ưu hóa	2030 trở đi	Biến DPP thành công cụ tạo lợi thế cạnh tranh.	Sử dụng dữ liệu DPP để cải tiến sản phẩm, marketing bền vững và tối ưu hóa vận hành.

Nguồn: Tổng hợp và nghiên cứu

- **Xây dựng thương hiệu và marketing:** Tính minh bạch mà DPP mang lại là một công cụ marketing mạnh mẽ để xây dựng lòng tin với người tiêu dùng.

- **Nâng cao hiệu quả vận hành:** Dữ liệu truy xuất nguồn gốc chi tiết từ DPP giúp doanh nghiệp quản lý rủi ro và cải thiện hiệu suất tổng thể của chuỗi cung ứng. (Bảng 4)

5. KHUYẾN NGHỊ CHÍNH SÁCH

5.1. Khuyến nghị đối với Chính phủ và các Bộ, ngành

- **Hỗ trợ tài chính có mục tiêu:** Thành lập một quỹ hoặc chương trình tín dụng ưu đãi dành riêng cho việc chuyển đổi số và chuyển đổi xanh trong ngành da - giày.[1]

- **Tận dụng nguồn tài chính xanh quốc tế:** Chủ động lồng ghép và chuyển hướng các nguồn tài trợ quốc tế như gói hỗ trợ từ Đối tác Chuyển dịch Năng lượng Công bằng (JETP) sang hỗ trợ các dự án DPP.

- **Phát triển công nghiệp phụ trợ bền vững:** Có chính sách khuyến khích mạnh mẽ hơn nữa cho việc phát triển ngành công nghiệp phụ trợ trong nước, giúp giải quyết bài toán truy xuất nguồn gốc.

5.2. Khuyến nghị đối với Viện Nghiên cứu Da - Giày (LSI)

- **Phát triển nền tảng DPP dùng chung:** Viện Nghiên cứu Da - Giày nên đi tiên phong nghiên cứu và phát triển một nền tảng DPP dùng chung (shared platform) cho ngành, cung cấp cho các SMEs dưới dạng dịch vụ (SaaS) với chi phí hợp lý.

- **Xây dựng cơ sở dữ liệu vòng đời (LCI) cho Ngành:** LSI cần chủ trì xây dựng một cơ sở dữ liệu LCI được bản địa hóa, chứa thông tin về tác động môi trường của các loại vật liệu và quy trình sản xuất phổ biến tại Việt Nam. Điều này sẽ giúp việc tính toán LCA trở nên đơn giản, nhanh chóng và chi phí thấp hơn cho các doanh nghiệp.

- **Thành lập Trung tâm chuyên về DPP:** Thành lập một trung tâm chuyên trách về DPP và kinh tế tuần hoàn để cung cấp tư vấn kỹ thuật, nghiên cứu và cập nhật liên tục các quy định mới cho toàn ngành.

5.3. Khuyến nghị đối với Hiệp hội Da - Giày - Túi xách Việt Nam (Lefaso)

- **Phát triển Nền tảng DPP dùng chung:** Lefaso phối hợp với Viện Nghiên cứu Da - Giày phát triển một nền tảng DPP dùng chung.

- **Đào tạo và phổ biến thông tin:** Tăng cường tổ chức các khóa đào tạo, hội thảo chuyên sâu để nâng cao nhận thức và năng lực cho các doanh nghiệp hội viên về các yêu cầu kỹ thuật và pháp lý của DPP.[5]

6. KẾT LUẬN

Hệ chiếu Sản phẩm Kỹ thuật số (DPP) không chỉ là một bộ tiêu chuẩn kỹ thuật mới, mà là một sự thay đổi mô hình mang tính kiến tạo, đánh dấu một bước ngoặt cơ bản đối với ngành da - giày Việt Nam. Nó báo hiệu sự kết thúc của một kỷ nguyên mà lợi thế cạnh tranh chủ yếu dựa vào chi phí lao động thấp và mở ra một kỷ nguyên mới, nơi năng lực cạnh tranh được định nghĩa bởi khả năng quản trị dữ liệu, tính minh bạch và mức độ bền vững của chuỗi cung ứng.

Những thách thức mà DPP đặt ra là vô cùng lớn, đặc biệt là đối với khối doanh nghiệp vừa và nhỏ. Tuy nhiên, nếu được tiếp cận bằng một lộ trình chiến lược chủ động, có sự hỗ trợ mạnh mẽ và phối hợp đồng bộ giữa Chính phủ, Hiệp hội và cộng đồng doanh nghiệp, DPP sẽ trở thành một đòn bẩy mạnh mẽ.[1] Việc vượt qua thành công thách thức này không chỉ giúp ngành bảo vệ được thị phần chiến lược tại EU, mà còn nâng cao giá trị gia tăng, củng cố uy tín và khẳng định vị thế của Việt Nam như một trung tâm sản xuất có trách nhiệm, minh bạch và bền vững trên bản đồ thế giới❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] APLF. (2025). APLF Colour, Leather & Material Trends Fall-Winter 2026/27.
- [2] Báo Chính Phủ. (2024). Ngành da giày đặt mục tiêu xuất khẩu 29 tỷ USD trong năm 2025.
- [3] Carbonfact. (2025). Digital Product Passport for Fashion.
- [4] EAS Delegation to Vietnam. (n.d.). The European Union released EUR 15 million to support Vietnam's Clean Energy Transition.
- [5] European Commission. (2024). Ecodesign for Sustainable Products Regulation.
- [6] European Sting. (2025). EU reinforces support for Vietnam's Just Energy Transition with €430 million package.
- [7] GS1 Europe. (2023). The DPP Apparel/Textile Industry Briefing Document.
- [8] Inriver. (n.d.). Recommended Implementation Stages for Footwear Brands.
- [9] Leather Insiders. (2025). Southeast Asia - Stellar Performance from Vietnam's Leather and Footwear.
- [10] Mabrouk, M., Alshami, T., & Al-Hajji, M. (2024). Blockchain-Based Traceability and Sustainability Solution for the Leather Products Supply Chain. MDPI Applied Sciences.
- [11] Nottingham University Business School. (n.d.). Blockchain technology for the leather supply chain: Jaguar Land Rover case study.
- [12] Renoon. (n.d.). What Data to Collect for Digital Product Passports: A Complete Guide.
- [13] SBS SME. (2024). Final report on SME requirements for DPP on PPE and textiles.
- [14] Worldfavor Blog. (n.d.). The EU's New Digital Product Passport (DPP) – everything you need to know.

Ngày nhận bài: 8/9/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 23/9/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 26/9/2025

**Người phản biện: TS. Nguyễn Thị Tông - Viện trưởng Viện Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật sản phẩm làng nghề Việt Nam;
Tổng thư ký, Chánh Văn phòng Hiệp hội Thiết kế mẫu và Sáng tạo Mỹ thuật Việt Nam - Nguyễn Phó Chủ tịch kiêm
Tổng thư ký Hiệp hội Da - Giày - Túi xách Việt Nam (LEFASO).**

Thông tin tác giả:

LÊ TRẦN VŨ ANH, LƯU THỊ TRÂM, LÊ QUANG TUẤN, NGUYỄN THỊ PHƯƠNG HOA
Viện Nghiên cứu Da - Giày, Bộ Công Thương

DIGITAL PRODUCT PASSPORTS (DPP): OVERVIEW AND STRATEGIC ROADMAP FOR VIETNAM'S LEATHER AND FOOTWEAR INDUSTRY

LE TRAN VU ANH, LUU THI TRAM, LE QUANG TUAN, NGUYEN THI PHUONG HOA

Leather and Shoe Research Institute

ABSTRACT

This paper provides a comprehensive overview of the Digital Product Passport (DPP), a core legal instrument within the European Union's (EU) Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR), and analyzes its profound impacts on the Vietnamese leather and footwear industry. Through a review of legal and technical literature, the paper clarifies the concept, data structure, and mandatory implementation timeline of the DPP, positioning it as an irreversible competitive paradigm shift. Subsequently, the paper demonstrates the urgent need for transformation by analyzing the industry's economic position, its dependence on the EU market, and the structural barriers it faces - particularly the "digital divide" and cost burdens for small and medium-sized enterprises (SMEs). Finally, a strategic roadmap comprising three phases (2025-2030) is proposed, coupled with strong policy recommendations for the government and industry associations. This roadmap emphasizes the necessity of a supportive ecosystem, including financial mechanisms and shared technology platforms, to turn the DPP from a compliance burden into a strategic lever for enhancing competitiveness and sustainable development for the entire industry.

Keywords: Digital Product Passport (DPP), Vietnam Leather and Footwear Industry, Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR), Circular Economy, Digital Transformation, Green Technical Barriers, Small and Medium Enterprises (SMEs).

TỐI ƯU QUY TRÌNH NHÂN GIỐNG DỪA LẤY DẦU TRONG ĐIỀU KIỆN SẢN XUẤT TẠI TỈNH ĐỒNG THÁP

NGUYỄN ĐOÀN HỮU TRÍ, NGUYỄN THỊ MAI PHƯƠNG, THÁI NGUYỄN QUỲNH THƯ, LƯU QUỐC THẮNG, PHẠM PHÚ THỊNH, NGUYỄN THỊ KIM CHI, NGUYỄN ANH THƯƠNG, TRẦN THỊ HOÀNG ĐÔNG

TÓM TẮT:

Là một trong những cây công nghiệp chủ lực của Việt Nam, cây dừa giữ vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế nông nghiệp, cải thiện sinh kế nông hộ và bảo vệ môi trường sinh thái. Tuy nhiên, năng suất của các vườn dừa lấy dầu ở tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp) hiện còn thấp hơn so với tiềm năng di truyền của giống, nguyên nhân chủ yếu do hạn chế về nguồn cây giống đạt tiêu chuẩn từ cây dừa mẹ. Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 6/2023 đến tháng 10/2025 nhằm bình tuyển và đánh giá cây dừa mẹ, đồng thời xây dựng quy trình nhân giống phù hợp điều kiện sản xuất tại tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp). Kết quả đã bình tuyển được 280 cây dừa giống lấy dầu đạt tiêu chuẩn cây dừa mẹ với năng suất trung bình của giống dừa Ta đạt trên 60 quả/cây/năm và giống dừa Dâu trên 70 quả/cây/năm. Trong giai đoạn vườn ươm, quả giống ở 12 tháng tuổi có khối lượng từ 1.600 đến 1.800 g phù hợp cho mục đích nhân giống với thời gian nảy mầm từ 65 đến 75 ngày sau ươm, tỉ lệ nảy mầm đạt từ 82,0 đến 88,0% và thời gian xuất vườn từ 7 đến 8 tháng. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu, Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu đã ban hành “Quy trình nhân giống dừa lấy dầu phục vụ sản xuất tại tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp)” theo Quyết định số 62/QĐ-VD ngày 22/10/2025.

Từ khóa: Giống dừa lấy dầu, quy trình nhân giống, tỉnh Đồng Tháp.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây dừa (*Cocos nucifera* L.) là một trong những loài cây trồng phổ biến nhất ở các quốc gia thuộc khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới, có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế nông nghiệp, cải thiện sinh kế nông hộ và bảo vệ môi trường sinh thái (Puvvala và cs, 2023) [13]. Theo FAOSTAT (2025), diện tích trồng dừa trên toàn thế giới năm 2023 đạt khoảng 11,2 triệu hecta, năng suất trung bình đạt 5,7 tấn/ha và sản lượng ước tính khoảng 64,7 triệu tấn [5]. Tại Việt Nam, cây dừa được xác định là một trong sáu cây công nghiệp chủ lực quốc gia với mục tiêu phát triển theo định hướng chọn tạo giống dừa mới, áp dụng kỹ thuật canh tác và phát triển sản phẩm chế biến bằng công nghệ tiên tiến, đa dạng hóa sản phẩm và nâng cao giá trị tăng thêm (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2024) [4]. Tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp) là địa phương có diện tích trồng dừa lớn thứ hai vùng Đồng bằng Sông Cửu Long và cả nước với diện tích trồng dừa năm 2024 là 23.326 ha (tỉnh Đồng Tháp mới có diện tích trồng dừa là 24.274 ha) (Hiệp hội Dừa Bến Tre, 2025) [8].

Mặc dù cây dừa có giá trị kinh tế không cao so với một số cây trồng khác nhưng có khả năng sinh trưởng

và phát triển tốt, thích nghi với nhiều môi trường sinh thái và ổn định về thị trường tiêu thụ (Puvvala và cs, 2023) [13]. Tuy nhiên, năng suất dừa ở nhiều địa phương còn thấp và chưa đạt được mức tiềm năng của các giống hiện có, ví dụ như năng suất trung bình ở các vườn dừa lấy dầu tại huyện Chợ Gạo và Tân Phú Đông (nay thuộc tỉnh Đồng Tháp) chỉ đạt từ 40 đến 50 quả/cây/năm, thấp hơn đáng kể so với năng suất tiềm năng của giống dừa Ta từ 60 đến 70 quả/cây/năm và giống dừa Dâu từ 70 đến 80 quả/cây/năm (Phạm Thị Lan và cs, 2015; Thái Nguyễn Quỳnh Thư và cs, 2018) [12, 15]. Bên cạnh đó, nhóm dừa lấy dầu của chu kỳ khai thác dài (50 đến 60 năm) nên việc chọn tạo giống tốt và nhân giống đúng kỹ thuật đóng vai trò quyết định trong việc nâng cao năng suất và hiệu quả kinh tế của vườn dừa (Geethanjali và cs, 2021) [6].

Vi vậy, nghiên cứu tối ưu quy trình nhân giống dừa lấy dầu được thực hiện tại ở tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp), nhằm bổ sung cơ sở dữ liệu trong công tác nhân giống và góp phần hoàn thiện quy trình nhân giống dừa phục vụ sản xuất trong điều kiện sinh thái tại tỉnh Đồng Tháp và các vùng lân cận.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Giống dừa lấy dầu được trồng tại tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình bình tuyển, tiêu chí cây dừa mẹ và quy trình nhân giống dừa được áp dụng theo TCVN 10684-5:2018 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2018), Quy trình công nghệ sản xuất giống dừa Ta và dừa Dầu (nhóm dừa lấy dầu) (Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu, 2020) và Quy trình kỹ thuật canh tác cây dừa (Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu, 2022) [3, 17, 18]. Phương pháp bình tuyển và nhân giống dừa được thực hiện như sau:

- *Phương pháp bình tuyển:*

+ Chọn vườn: Vườn dừa của nông hộ có diện tích trồng dừa tối thiểu là 2.000 m² và có áp dụng biện pháp các chăm sóc và phòng trừ sâu bệnh hại.

+ Chọn cây: Chọn cây dừa thể hiện đúng các đặc tính của giống với tiêu chuẩn như sau:

+ Thông tin trên cây dừa mẹ: Đánh dấu cây bằng cách quét sơn vòng thân cây ở vị trí cách gốc 1,5 m, định vị tọa độ và viết thông tin trên cây. Thông tin trên cây được kí hiệu bằng cách "kí hiệu giống - số thứ tự". Kí hiệu giống được mã hóa như sau: Dừa Ta = T và dừa Dầu = D.

+ Lập phiếu bình tuyển gồm các thông tin về sinh trưởng, năng suất và chất lượng của cây dừa.

- *Phương pháp nhân giống:*

+ Vườn ươm quả: Chọn quả dừa giống 12 tháng tuổi, bảo quản quả từ 20 đến 30 ngày, bố trí vườn ươm, sau đó ươm quả và chăm sóc theo phương pháp của quy trình. Chọn quả nảy mầm: Quả nảy mầm sớm, có một mầm, mầm thẳng và chiều cao từ 6 đến 8 cm, trồng cây vào bầu và chuyển sang vườn ươm cây con. Lưu ý: Loại bỏ những cây không đúng giống và quả nảy mầm chậm (quá 90 ngày).

+ Vườn ươm cây con: Bố trí ở vị trí thuận lợi, gần nguồn nước tưới và thuận lợi cho việc vận chuyển cây khi xuất vườn. Điều kiện môi trường của vườn ươm cây con đảm bảo độ che sáng từ 40 đến 50% và độ ẩm 80 đến 90%. Ươm quả đã nảy mầm trong bầu polyetylen (PE) có kích thước 30 cm x 30 cm và có 6 lỗ thoát nước, đường kính 0,5 cm. Giá thể gồm đất mặt, phân hữu cơ và mụn dừa theo tỉ lệ 1:1:3. Phương pháp ươm, bón phân, làm cỏ và phòng trừ sâu bệnh hại theo quy trình đã ban hành.

- *Chỉ tiêu theo dõi:*

+ Bình tuyển: Lập phiếu và theo dõi các thông tin như mã số cây, tuổi cây, dạng tán lá, số tàu lá, số sẹo lá/1 m thân, thời gian ra hoa, số quả/buồng, năng suất trung bình, khối lượng quả, khối lượng cơm, tình hình sâu bệnh hại và một số đặc tính khác của cây (nếu có).

+ Nhân giống: Ở giai đoạn vườn ươm quả: Khối lượng quả giống ở 12 tháng tuổi (g), thời gian nảy mầm (ngày sau ươm), tỉ lệ nảy mầm (%), tỉ lệ quả bị loại sau

ươm (%). Ở giai đoạn vườn ươm cây con: Chu vi gốc (cm), chiều cao cây (cm), số lá (lá), số lá mọc thêm (lá/tháng), chiều dài lá (cm) và chiều rộng lá (cm).

Thời gian và địa điểm thực hiện: Bình tuyển cây dừa mẹ được thực hiện từ tháng 6/2023 đến tháng 12/2024, nhân giống dừa được thực hiện từ tháng 1/2025 đến tháng 10/2025. Địa điểm thực hiện: Huyện Chợ Gạo, tỉnh Tiền Giang (nay là xã Bình Ninh, xã Chợ Gạo, tỉnh Đồng Tháp) và huyện Tân Phú Đông, tỉnh Tiền Giang (nay là xã Tân Thới, tỉnh Đồng Tháp).

Xử lý số liệu: Số liệu được tổng hợp và tính trung bình bằng phần mềm Microsoft Excel 365. Vẽ biểu đồ hộp, tính giá trị khoảng tứ phân vị (IQR) và giá trị trung vị bằng phần mềm JASP 0.19.3.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tiêu chuẩn cây dừa mẹ

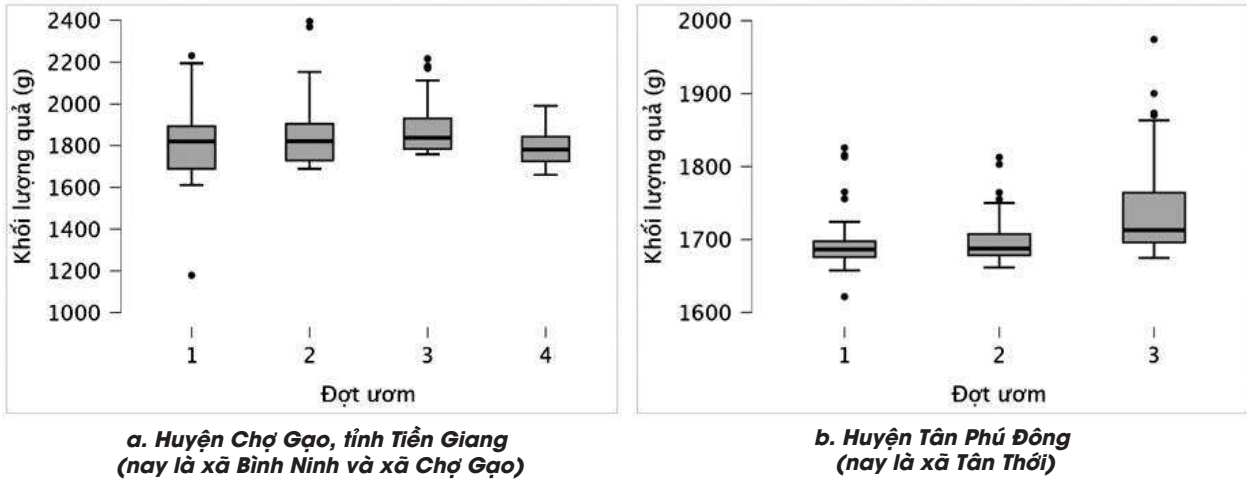
Kết quả bình tuyển cây dừa mẹ giống dừa lấy dầu tại tỉnh Đồng Tháp được tổng cộng 280 cây, bao gồm 180 cây ở huyện Chợ Gạo (nay là xã Bình Ninh và xã Chợ Gạo) và 120 cây ở huyện Tân Phú Đông (nay là xã Tân Thới). Kết quả ở Bảng 1 cho thấy cây dừa mẹ của giống dừa Ta và giống dừa Dầu đều có đặc điểm sinh trưởng, năng suất và chất lượng tương tự nhau về tiêu chuẩn cây dừa mẹ (Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu, 2020) [17]. Trong đó, năng suất trung bình của cây dừa mẹ giống dừa Ta đạt trên 60 quả/cây/năm và giống dừa Dầu trên 70 quả/cây/năm. (Bảng 1), (Hình 1)

3.2. Tiêu chuẩn quả dừa giống

Nghiên cứu của Niral và Jerard (2018) cho rằng, quả dừa được chọn làm giống ở độ tuổi từ 11 đến 12 tháng tuổi có đặc điểm màu sắc quả chuyển sang màu vàng nâu [11], đây là giai đoạn quả đã trưởng thành, đạt độ chín sinh lý hoàn toàn và có khả năng nảy mầm tốt nhất (Anand và cs, 2022) [1]. Kết quả đánh giá quả dừa giống 12 tháng tuổi được tuyển chọn từ cây dừa mẹ (giống dừa Ta và giống dừa Dầu) tại huyện Chợ Gạo (nay là xã Bình Ninh và xã Chợ Gạo) cho thấy khối lượng quả dừa lấy dầu có sự biến động qua 4 đợt ươm nhưng giá trị trung vị dao động từ 1.781,1 đến 1.837,9 g và khoảng tứ phân vị (IQR) ở mức thấp. Trong khi đó, quả dừa lấy dầu được tuyển chọn ở huyện Tân Phú Đông (nay là xã Tân Thới) qua 3 đợt ươm có giá trị trung vị của khối lượng quả từ 1.686,4 đến 1.712,8 g, khoảng tứ phân vị (IQR) ở đợt ươm 1 và 2 biến động rất thấp và đợt ươm 3 ở mức thấp. Kết quả này cho thấy quả dừa giống 12 tháng có độ đồng đều cao và sự biến động giữa các đợt ươm không đáng kể ở cả hai địa điểm nghiên cứu. Theo Phạm Thị Lan và cs (2015), giống dừa Ta ở Việt Nam có khối lượng trung bình từ 2.000 đến 2.300 g, khối lượng cơm từ 500 đến 550 g và hàm lượng dầu từ 60 đến 65%; đối với giống dừa Dầu có khối lượng từ 1.800 đến 2.000g và hàm lượng dầu từ 59 đến 63% [12]. Do đó, kết quả nghiên cứu đã xác định, khối lượng quả dừa lấy dầu ở 12 tháng tuổi để phục vụ cho nhân giống tại tỉnh

Bảng 1. Tiêu chuẩn cây dừa mẹ giống lấy dầu tại tỉnh Đồng Tháp

Tiêu chí	Dừa Ta	Dừa Dâu
Tuổi cây (năm)	15 – 35	15 – 35
Thời gian ra hoa (năm sau trồng)	4 – 5	4 – 5
Thân cây	Thẳng	Thẳng
Hình dạng tán lá	Hình cầu	Hình cầu
Số tàu lá (lá)	≥ 35	≥ 35
Năng suất (quả/cây/năm)	≥ 60	≥ 70
Khối lượng quả 11 tháng tuổi (g)	≥ 1.900	≥ 1.800
Khối lượng cơm dừa (g)	≥ 400	≥ 300
Hàm lượng dầu (%)	≥ 62,0	≥ 62,0
Sâu hại	Không bị bọ dừa, bọ vòi voi, đuông, sâu đầu đen	
Bệnh hại	Không bị bệnh thối nõn, trắng ăn, xì mủ thân	
Đặc điểm trồng	Không trồng gần chuồng gia cầm, gia súc	



Hình 1. Khối lượng quả giống từ cây dừa mẹ của giống lấy dầu tại tỉnh Đồng Tháp

Đồng Tháp nằm trong khoảng từ 1.600,0 đến 1.800,0 g và các tiêu chí được trình bày ở Bảng 2.

3.3. Nhân giống

a. Vườn ươm quả (Bảng 3)

Kết quả nhân giống dừa lấy dầu ở giai đoạn vườn ươm quả tại tỉnh Đồng Tháp cho thấy quả dừa giống 12 tháng tuổi được thu hoạch từ cây dừa mẹ ở huyện Chợ Gạo (nay là xã Bình Ninh và xã Chợ Gạo) có thời gian nảy mầm dao động từ 66,0 đến 77,2 ngày sau ươm, tỉ lệ nảy mầm đạt từ 86,0 đến 88,0% và tỉ lệ quả bị loại sau ươm dưới 4,5%. Tại huyện Tân Phú Đông (nay là xã Tân Thới), quả dừa giống có thời gian nảy mầm từ 72,1 đến 73,8 ngày sau ươm, tỉ lệ nảy mầm từ 82,0% đến 86,0% và tỉ lệ quả bị loại sau ươm dưới 4,7% (Bảng 3). Nghiên cứu của Kumar và cs (2018) cho rằng các giống dừa cao (giống

dừa lấy dầu) bắt đầu nảy mầm khoảng 60 ngày sau ươm với tỉ lệ nảy mầm cao nhất từ ngày 119 đến 126 sau khi ươm [10]. Trong thực tiễn sản xuất cây giống, quả dừa giống đạt chất lượng tốt khi có thời gian nảy mầm từ 2 đến 3 tháng (8 đến 10 tuần) sau khi ươm, đối với các quả nảy mầm muộn sau thời gian đó nên loại bỏ nhằm hạn chế các cây giống sinh trưởng chậm và kéo dài thời gian ra hoa (Anand và cs, 2022) [1]. Ngoài ra, Beveridge và cs (2022) ghi nhận các giống dừa nảy mầm muộn thường có vỏ quả dày hơn so với giống có thời gian nảy mầm sớm [2].

b. Vườn ươm cây con (Bảng 4)

Trong giai đoạn vườn ươm cây con tại huyện Chợ Gạo (nay là xã Chợ Gạo), cây dừa giống sinh trưởng và phát triển tốt trong giai đoạn từ 1 đến 4 tháng sau khi

Bảng 2. Tiêu chuẩn quả dừa giống của giống dừa lấy dầu tại tỉnh Đồng Tháp

Tiêu chí	Giống dừa lấy dầu
Nguồn gốc	Cây dừa mẹ
Tuổi quả dừa (tháng)	12
Vị trí chọn quả	Giữa buồng
Khối lượng quả (g)	1.600 - 1.800
Hình dạng quả	Tròn
Màu sắc quả	Nâu
Đặc điểm quả	Hình dạng tốt, không bị hư điếc, méo, dị hình và sâu bệnh hại

Bảng 3. Kết quả nhân giống dừa lấy dầu giai đoạn vườn ươm quả tại tỉnh Đồng Tháp

Địa điểm	Đợt ươm	Ngày ươm	Thời gian nảy mầm (NSU)	Tỉ lệ nảy mầm (%)	Tỉ lệ quả bị loại sau ươm (%)
Huyện Chợ Gạo, tỉnh Tiền Giang (nay là xã Bình Ninh và Chợ Gạo)	1 (n=50)	04/01/2025	72,0 ± 5,2	88,0%	4,5%
	2 (n=50)	15/01/2025	66,0 ± 8,3	86,0%	2,3%
	3 (n=50)	22/01/2025	77,2 ± 11,8	88,0%	0,0%
	4 (n=50)	04/03/2025	74,0 ± 5,2	88,0%	2,3%
Huyện Tân Phú Đông (nay là xã Tân Thới)	1 (n=50)	20/12/2024	73,8 ± 7,4	86,0%	0,0%
	2 (n=50)	10/01/2025	72,5 ± 10,8	86,0%	4,7%
	3 (n=50)	27/03/2025	72,1 ± 10,0	82,0%	2,4%

Bảng 4. Sinh trưởng của cây dừa giống lấy dầu giai đoạn vườn ươm cây con tại tỉnh Đồng Tháp

Chỉ tiêu	Thời điểm theo dõi (tháng sau khi vô bầu)				
	0	1	2	3	4
Xã Chợ Gạo					
Chu vi gốc (cm)	8,2 ± 0,8	9,3 ± 0,8	10,5 ± 1,0	12,3 ± 2,1	13,2 ± 1,4
Chiều cao cây (cm)	76,1 ± 8,1	89,9 ± 7,9	107,2 ± 14,8	128,3 ± 15,2	149,1 ± 17,4
Số lá (lá)	2,3 ± 0,4	3,1 ± 0,4	4,4 ± 0,5	5,3 ± 0,6	6,0 ± 0,7
Số lá mọc thêm (lá/tháng)	-	0,9 ± 0,3	1,1 ± 0,4	1,0 ± 0,0	0,9 ± 0,5
Chiều dài lá (cm)	22,2 ± 5,0	32,9 ± 5,9	41,4 ± 6,3	50,5 ± 7,8	52,2 ± 7,9
Chiều rộng lá (cm)	12,0 ± 1,6	15,6 ± 2,8	20,0 ± 2,6	23,2 ± 2,7	25,5 ± 2,4
Xã Tân Thới					
Chu vi gốc (cm)	8,0 ± 0,9	8,8 ± 0,9	11,0 ± 1,1	13,2 ± 1,6	14,3 ± 1,6
Chiều cao cây (cm)	73,7 ± 10,0	88,7 ± 14,7	112,8 ± 21,1	124,5 ± 17,4	135,4 ± 18,1
Số lá (lá)	2,7 ± 0,7	3,6 ± 0,8	5,0 ± 0,7	5,8 ± 0,7	6,3 ± 0,7
Số lá mọc thêm (lá/tháng)	-	0,9 ± 0,3	1,1 ± 0,4	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,3
Chiều dài lá (cm)	22,9 ± 5,9	31,9 ± 8,7	35,9 ± 5,6	42,1 ± 7,6	44,3 ± 6,4
Chiều rộng lá (cm)	13,3 ± 2,1	17,9 ± 2,5	21,7 ± 2,7	22,9 ± 2,5	23,9 ± 2,5

vô bầu (được chuyển từ giai đoạn vườn ươm quả). Tại thời điểm 4 tháng sau khi vô bầu, cây dừa giống có chu vi gốc đạt 13,2 cm, chiều cao cây 149,1 cm, số lá 6,0 lá, số lá mọc thêm 0,9 lá/tháng, chiều dài lá 52,2 cm và chiều rộng lá 25,5 cm. Trong khi đó, ở vườn ươm tại huyện Tân Phú Đông (nay là xã Tân Thới), cây dừa giống lấy dầu có tốc độ tăng trưởng mạnh và đến thời điểm 4 tháng sau khi vô bầu có chu vi gốc cây đạt 14,3 cm, chiều cao cây là 135,4 cm, số lá đạt 6,3 lá, số lá mọc thêm là 1,0 lá/tháng, chiều dài lá đạt 44,3 cm và chiều rộng lá đạt 23,9 cm (Bảng 4). Kết quả này cho thấy tốc độ tăng trưởng của cây dừa con trong giai đoạn vườn ươm tại tỉnh Đồng Tháp tương tự với các kết quả nghiên cứu trên thế giới, theo đó chỉ tiêu chu vi gốc có vai trò quyết định đến khả năng sinh trưởng và phát triển cây dừa giống, đồng thời là một trong những tiêu chí quan trọng để đánh giá cây đạt tiêu chuẩn xuất vườn (Thomas và Gopimony, 1991; Khadke và cs, 2019) [9, 16]. Kết quả nghiên cứu của Satyabalan và Mathew (1983) cho rằng chu vi gốc có mối tương quan chặt chẽ đến sự sinh trưởng và phát triển của cây con trong giai đoạn vườn ươm, nhất là thời điểm từ 4 đến 5 tháng sau khi vô bầu đến thời điểm xuất vườn [14]. Sau khi quả nảy mầm, sự hình thành và phát triển ban đầu của cây dừa phụ thuộc vào lượng nội nhũ có trong quả, sau đó cây dừa bắt đầu chuyển sang giai đoạn tự dưỡng thông qua quá trình quang hợp (Harries, 1978) [7]. Nghiên cứu của Anand và cs (2022) cho rằng cây dừa giống đạt tiêu chuẩn xuất

vườn khi cây có khả năng sinh trưởng khỏe mạnh, có ít nhất 6 lá và chu vi gốc từ 10 cm trở lên, phổ biến là chu vi gốc từ 10 đến 12 cm [1].

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Kết luận

Trong điều kiện sản xuất tại tỉnh Đồng Tháp, kết quả đã bình tuyển được 280 cây dừa giống lấy dầu với đặc điểm sinh trưởng, năng suất và chất lượng quả đạt tiêu chuẩn cây dừa mẹ, trong đó giống dừa Ta có năng suất trên 60 quả/cây/năm và giống dừa Dầu từ 70 quả/cây/năm.

Trong giai đoạn vườn ươm, quả dừa giống lấy dầu được chọn làm giống ở 12 tháng tuổi, có khối lượng từ 1.600 đến 1.800 g, thời gian nảy mầm từ 65 đến 75 ngày sau ươm, tỉ lệ nảy mầm từ 82,0 đến 88,0%, thời gian xuất vườn từ 7 đến 8 tháng sau khi thu hoạch quả giống và tiêu chuẩn cây giống xuất vườn có chu vi gốc từ 12,0 đến 15,0 cm và có ít nhất 6 lá.

Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu đã ban hành Quy trình nhân giống dừa lấy dầu phục vụ sản xuất trên địa bàn tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp) theo Quyết định số 62/QĐ-VD ngày 22/10/2025.

Đề nghị

Áp dụng Quy trình nhân giống dừa lấy dầu trong việc sản xuất giống dừa lấy dầu (giống dừa Ta và giống dừa Dầu) tại tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp) và các khu vực có điều kiện sinh thái tương tự❖

Lời cảm ơn

Nghiên cứu đã được thực hiện từ kinh phí của Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Đồng Tháp trong phạm vi nhiệm vụ khoa học công nghệ cấp tỉnh Tiền Giang (nay là tỉnh Đồng Tháp) “Bình tuyển và nhân giống dừa phục vụ sản xuất trên địa bàn tỉnh Tiền Giang” do Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Anand M., Velmurugan S., Velmurugan M., Kamal K., Venkatesan K. (2022). Selection Criteria for Coconut Mother Palm. *Just Agriculture*, 2(10), 1-5
2. Beveridge F. C., Kalaipandian S., Yang C., Adkins W. (2022). Fruit Biology of Coconut (*Cocos nucifera* L.). *Plants*, 11, 3293.
3. Bộ Khoa học và Công nghệ (2018). TCVN 10684-5:2018 Cây công nghiệp lâu năm - Tiêu chuẩn cây giống, hạt giống - Phần 5: Cây dừa. Quyết định số 464/QĐ-BKHCHN ngày 09 tháng 3 năm 2018.
4. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2024). Đề án phát triển cây công nghiệp chủ lực đến năm 2030 (Gồm các cây: cà phê, cao su, chè, điều, hồ tiêu, dừa). Quyết định số 431/QĐ-BNN-BNNPTNT ngày 26 tháng 01 năm 2024
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT), 2025. Truy cập ngày 25 tháng 6 năm 2025, <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>.
6. Geethanjali S., Sivakumar V., Rajakumar D., Praneetha S., Sudha R., Nirali V. (2021). Mother Palm Selection in Coconut for Production of Elite Planting Materials. *Vigyan Varta*, 2(11), 58-62.
7. Harries H. C. (1978). The evolution, dissemination and classification of *Cocos nucifera* L. *Bot. Rev.*, 44, 265-319.
8. Hiệp hội Dừa Bến Tre (2025). Truy cập ngày 25 tháng 06 năm 2025, <https://hiephoiduabentre.vn>.
9. Khadke G. N., Nirali V., Kulkarni M. S., Hegde N. K., Sandhyarani N., Naika M. B. N. (2019). Selection of coconut seed nut and seedlings based on relationship between their characters. *International Journal of Chemical Studies*, 7(3), 2018-2020.
10. Kumar S. N., Hebbar K., Bai K. K., Rajagopal V. (2018). Physiology and Biochemistry. In *The Coconut Palm (Cocos nucifera L.) - Research and Development Perspectives*. Springer: Singapore, 443-488.
11. Nirali V., Jerard B. (2018). Botany, Origin and Genetic Resources of Coconut. In: *The Coconut Palm (Cocos nucifera L.) - Research and Development Perspectives*. Springer: Singapore, 57-111.
12. Phạm Thị Lan, Võ Văn Long, Lưu Quốc Thắng, Ngô Thị Kiều Dương, Nguyễn Thị Bích Hồng, Đặng Kim Thanh (2015). Kết quả nghiên cứu bốn giống dừa bản địa được công nhận giống quốc gia. Tuyển tập công trình khoa học Nghiên cứu phát triển nguyên liệu và chế biến các sản phẩm từ cây có dầu (Giai đoạn 2010 – 2015). Nhà xuất bản Nông nghiệp, 72-79.

13. Puvvala V. R., Nagulapati B. V. C. R., Alwala P. E., Kavuru U., Ganta, K. R. (2023). Yield loss in coconut variety East Coast Tall (ECT) owing to rugose spiralling whitefly (RSW), *Aleurodicus rugioperculatus* M. infestation. *Phytoparasitica*, 51, 1017-1024.
14. Satyabalan K., Mathew J. (1983). Identification of pre potent palms in West Coast Tall coconut based on growth of the progeny in the nursery. In: *Coconut research and development*. Wiley Eastern Ltd, New Delhi, pp 15-22.
15. Thái Nguyễn Quỳnh Thư, Lưu Quốc Thắng, Phạm Phú Thịnh, Nguyễn Thị Mai Phương, Nguyễn Thị Bích Hồng, Nguyễn Đoàn Hữu Trí và Ngô Thị Kiều Dương (2018). Nghiên cứu khả năng thích nghi của giống dừa Ta với điều kiện xâm nhập mặn trong thời kỳ kiến thiết cơ bản (Giai đoạn 2016 - 2018). Báo cáo Tổng kết đề tài cấp Bộ Công Thương, Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu.
16. Thomas M., Gopimony R. (1991). Influence of seed nut characters on seedling vigour in coconut. In: *Coconut breeding and management*. Kerala Agricultural University, Thrissur, 99-102.
17. Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu (2020). Quy trình công nghệ sản xuất giống dừa Ta và dừa Dâu (nhóm dừa lấy dầu). Quyết định số 95/QĐ-VD ngày 16 tháng 10 năm 2020.
18. Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu (2022). Quy trình kỹ thuật canh tác cây dừa. Quyết định số 37/QĐ-VD ngày 26 tháng 8 năm 2022.

Ngày nhận bài: 8/9/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 23/9/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 26/9/2025

Người phản biện: TS. Dương Xuân Diêu, Cục Đối mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công, Bộ Công Thương

Thông tin tác giả:

**NGUYỄN ĐOÀN HỮU TRÍ¹, NGUYỄN THỊ MAI PHƯƠNG¹, THÁI NGUYỄN QUỲNH THƯ¹,
LƯU QUỐC THẮNG¹, PHẠM PHÚ THỊNH¹, NGUYỄN THỊ KIM CHI¹, NGUYỄN ANH THƯƠNG¹,
TRẦN THỊ HOÀNG ĐÔNG¹**

¹**Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu**

²**Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế**

OPTIMIZATION OF COCONUT PROPAGATION TECHNIQUES FOR OIL-TYPE VARIETIES UNDER PRODUCTION CONDITIONS IN DONG THAP PROVINCE

**NGUYEN DOAN HUU TRI¹, NGUYEN THI MAI PHUONG¹, THAI NGUYEN QUYNH THU¹,
LUU QUOC THANG¹, PHAM PHU THINH¹, NGUYEN THI KIM CHI¹, NGUYEN ANH THUONG¹,
TRAN THI HOANG DONG²**

¹Research Institute for Oil and Oil Plants

²University of Agriculture and Forestry, Hue University

ABSTRACT

As one of Vietnam's principal industrial crops, the coconut palm plays a vital role in agricultural development, improving rural livelihoods, and preserving ecological sustainability. However, the productivity of oil-type coconut plantations in Tien Giang Province (currently Dong Thap Province) remains below the genetic potential of the varieties, primarily due to the limited availability of high-quality planting materials derived from elite mother palms. This study, conducted from June 2023 to October 2025, aimed to identify and evaluate superior mother palms and to develop a propagation protocol suited to local production conditions in Tien Giang (now Dong Thap). A total of 280 oil-type coconut mother palms were selected based on growth performance, fruit yield, and quality, meeting the established selection criteria. The Ta variety exhibited an average yield of over 60 fruits per tree per year, while the Dau variety produced more than 70 fruits per tree per year. In the nursery stage, 12-month-old seed nuts weighing between 1,600 and 1,800 g were found suitable for propagation, with germination occurring 65-75 days after sowing, a germination rate of 82.0-88.0%, and a nursery duration of 7-8 months before field planting. Based on these results, Research Institute for Oil and Oil Plants issued the "Propagation Protocol for Oil-Type Coconut Production in Tien Giang (now Dong Thap)" under Decision No. 62/QĐ-VD, dated October 22, 2025.

Keywords: Oil-type coconut, propagation protocol, Dong Thap Province.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, XÂY DỰNG HỆ THỐNG GIÁM SÁT ĐIỀU KHIỂN TẬP TRUNG TRẠM BIẾN ÁP CHO CÔNG TY KHAI THÁC THAN MỎ HẦM LÒ

TS. NGUYỄN THẾ TRUYỆN, THS. NGUYỄN THẾ VINH, THS. NGUYỄN XUÂN ĐỒNG, THS. TRẦN HOÀI NAM, THS. NGUYỄN LÊ THÙY DƯƠNG, THS. NGUYỄN PHAN QUYỀN, THS. NGUYỄN HÙNG KIÊN

TÓM TẮT:

Ngành khai thác than hầm lò đòi hỏi một hệ thống cung cấp điện liên tục, an toàn và hiệu quả nhằm đảm bảo duy trì sản xuất trong điều kiện môi trường khắc nghiệt. Tuy nhiên, thực tiễn vận hành tại nhiều mỏ than ở Việt Nam cho thấy việc quản lý hệ thống điện vẫn chủ yếu thực hiện thủ công, dẫn đến khó khăn trong phát hiện và xử lý sự cố, mất nhiều thời gian trong điều độ, đồng thời chưa khai thác được dữ liệu để phục vụ tối ưu hóa năng lượng. Xuất phát từ yêu cầu đó, đề tài “Nghiên cứu thiết kế, xây dựng hệ thống giám sát điều khiển tập trung trạm biến áp cho công ty khai thác than mỏ hầm lò” đã được Bộ Công Thương giao cho Viện Nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa triển khai trong giai đoạn 2022–2024. Kết quả nghiên cứu đã chế tạo thành công hệ thống giám sát điều khiển tập trung (HTGSĐKTTTBA), tích hợp cả phần cứng và phần mềm, thử nghiệm tại Công ty Than Hòn Gai – TKV. Hệ thống cho phép giám sát trực tuyến, điều khiển từ xa, cảnh báo sớm sự cố và tối ưu hóa phụ tải, góp phần nâng cao độ an toàn, giảm chi phí năng lượng từ 15–20% và hình thành cơ sở dữ liệu phục vụ quản lý sản xuất.

Từ khóa: SCADA, trạm biến áp, khai thác than hầm lò, giám sát, điều khiển.

1. GIỚI THIỆU

Trong các mỏ hầm lò, hệ thống điện giữ vai trò đặc biệt quan trọng, không chỉ cung cấp năng lượng cho thiết bị khai thác như máy khoan, băng tải, quạt gió, bơm thoát nước, mà còn đảm bảo duy trì môi trường làm việc an toàn. Hệ thống này thường bao gồm trạm biến áp chính cấp 22/6 kV hoặc 35/6 kV trên mặt bằng, kết hợp với các trạm biến áp phòng nổ 6/0,69 kV hoặc 6/0,4 kV trong hầm lò để phân phối điện tới các phụ tải ở các mức khai thác khác nhau. Với đặc điểm phân tán, mạng lưới rộng, địa hình phức tạp, công tác quản lý điện năng trong mỏ trở nên khó khăn, đặc biệt khi sự cố xảy ra. Hiện trạng khảo sát tại các công ty than: Nam Mẫu, Khe Chàm và Hòn Gai cho thấy, công tác giám sát vận hành phần lớn dựa vào nhân công, chưa có hệ thống điều khiển tập trung, dẫn đến hiệu quả quản lý thấp, thời gian khắc phục sự cố kéo dài, nhiều khi gây gián đoạn sản xuất và tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn.

Trên thế giới, các tập đoàn lớn như Schneider, Siemens hay Toshiba đã phát triển các hệ thống SCADA tiên tiến dành cho công nghiệp khai khoáng, tích hợp

IoT và trí tuệ nhân tạo để dự báo sự cố, quản lý phụ tải. Tuy nhiên, các giải pháp này có chi phí đầu tư rất cao, đòi hỏi hạ tầng đồng bộ và khó thích nghi với điều kiện mỏ Việt Nam. Do vậy, việc nghiên cứu, thiết kế và chế tạo một hệ thống giám sát điều khiển tập trung phù hợp điều kiện thực tế trong nước, vừa đảm bảo tính hiện đại, vừa tối ưu chi phí, là yêu cầu mang tính cấp thiết và chiến lược trong bối cảnh đổi mới công nghệ khai khoáng hiện nay. Xuất phát từ yêu cầu thực tiễn đó, Bộ Công Thương đã giao cho Viện Nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa chủ trì thực hiện đề tài khoa học và công nghệ cấp quốc gia “Nghiên cứu thiết kế, xây dựng hệ thống giám sát điều khiển tập trung trạm biến áp cho công ty khai thác than mỏ hầm lò” (Mã số: 002.2022.CNKK.QG/HĐKHCN), do Tiến sĩ Nguyễn Thế Truyện làm chủ nhiệm, triển khai trong thời gian 30 tháng (từ 01/2022 đến 06/2024).

Bài báo được hình thành dựa trên những kết quả chủ yếu của đề tài sau khi hoàn thành, tập trung trình bày các thành tựu khoa học công nghệ nổi bật, làm rõ hiệu quả ứng dụng thực tế tại mỏ than Hòn Gai, đồng thời đề xuất các định hướng mở rộng và hoàn thiện hệ thống trong giai đoạn tiếp theo.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Mục tiêu nghiên cứu của đề tài là xây dựng một hệ thống giám sát, điều khiển tập trung trạm biến áp mở hầm lò đáp ứng các yêu cầu: giám sát trực tuyến thông số và trạng thái thiết bị; điều khiển đóng/cắt từ xa; cảnh báo sớm sự cố và hỗ trợ phân tích tối ưu hóa năng lượng. Đối với các phần tử (lắp đặt dưới mở hầm lò) của hệ thống phải đạt tiêu chuẩn an toàn phòng nổ.

Để đạt được mục tiêu đề ra, nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát thực tế tại các trạm biến áp chính và trạm biến áp phòng nổ ở một số công ty than thuộc TKV, từ đó xác định đặc điểm phụ tải, yêu cầu kỹ thuật và những bất cập trong quản lý vận hành. Trên cơ sở khảo sát, nhóm xây dựng giải pháp thiết kế hệ thống giám sát điều khiển tập trung với định hướng tận dụng tối đa thiết bị hiện có, đồng thời tích hợp các thiết bị mới đáp ứng tiêu chuẩn ngành điện và phù hợp môi trường phòng nổ.

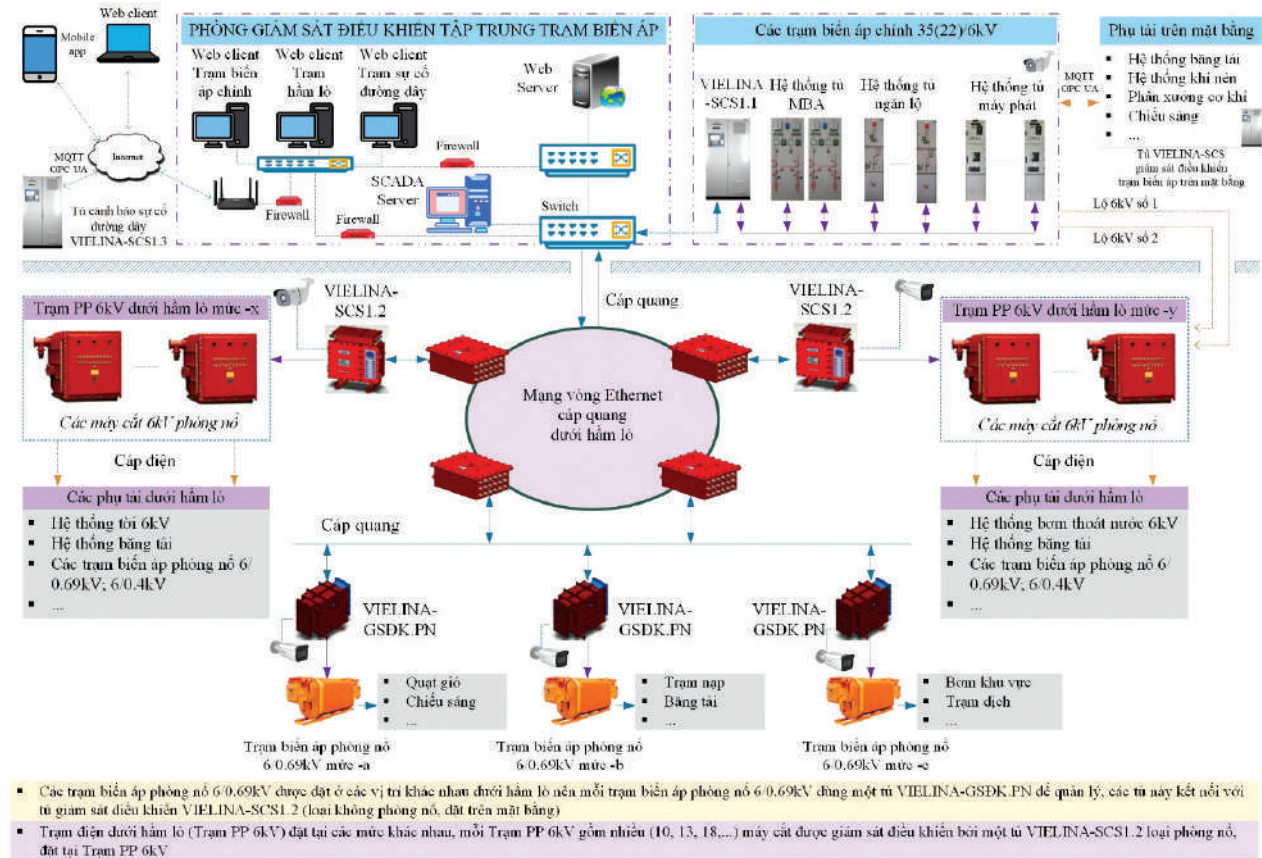
Về phần cứng, nhóm đã chế tạo các tủ giám sát và điều khiển hiện trường, bao gồm tủ giám sát cho trạm biến áp chính, tủ giám sát trạm biến áp phòng nổ và tủ cảnh báo sự cố đường dây. Các tủ này được thiết kế dựa trên bộ điều khiển PLC Siemens S7-1500, tích hợp các cảm biến đo dòng, áp, nhiệt độ, độ rung, camera

IP phòng nổ và thiết bị truyền thông công nghiệp Ethernet. Về phần mềm, hệ thống được phát triển trên nền tảng mở, hỗ trợ các chuẩn truyền thông phổ biến như Modbus/TCP-IP, OPC UA, IEC61850, đảm bảo khả năng mở rộng và tương thích. Giao diện HMI/SCADA được thiết kế trực quan, hiển thị sơ đồ công nghệ, trạng thái thiết bị, thông số điện năng theo thời gian thực, đồng thời cung cấp chức năng điều khiển từ xa, cảnh báo sớm và xuất báo cáo tự động.

Toàn bộ thiết bị và phần mềm được kiểm thử trong phòng thí nghiệm với tín hiệu giả lập để đánh giá độ chính xác và ổn định. Sau khi đạt yêu cầu, hệ thống được lắp đặt thử nghiệm tại Công ty Than Hòn Gai (trạm chính Thành Công 22/6 kV và hai trạm TBAPN công suất 100–315 kVA) để đánh giá hoạt động trong điều kiện khai thác hầm lò.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Hệ thống giám sát điều khiển tập trung trạm biến áp đã được nghiên cứu, thiết kế và xây dựng trong đề tài được cấu hình gồm các tủ giám sát điều khiển chuyên dụng cùng với hệ thống cảm biến và mạng truyền thông công nghiệp, bảo đảm khả năng giám sát – điều khiển linh hoạt và an toàn trong điều kiện mở hầm lò. Cấu trúc khối tổng quát của hệ thống được



Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống giám sát điều khiển tập trung trạm biến áp cho công ty khai thác than mở hầm lò

mô tả gồm các thành phần chính sau đây:

• Các tủ giám sát điều khiển:

- Tủ giám sát điều khiển hiện trường trạm biến áp chính 35(22)/6kV (VIELINA-SCS1.1.1 và VIELINA-SCS1.1.2): Đóng vai trò là trung tâm điều khiển tại các trạm biến áp chính. Các tủ này được tích hợp PLC, HMI và các module đo lường hiện đại, cho phép giám sát chi tiết trạng thái máy biến áp, thông số điện áp, dòng điện, công suất, tần số, đồng thời điều khiển các ngăn lộ, tủ phân phối và máy cắt. Hệ thống hỗ trợ thao tác cả tại chỗ và từ xa, với giao diện trực quan và khả năng lưu trữ dữ liệu đầy đủ, phục vụ phân tích vận hành và sự cố.

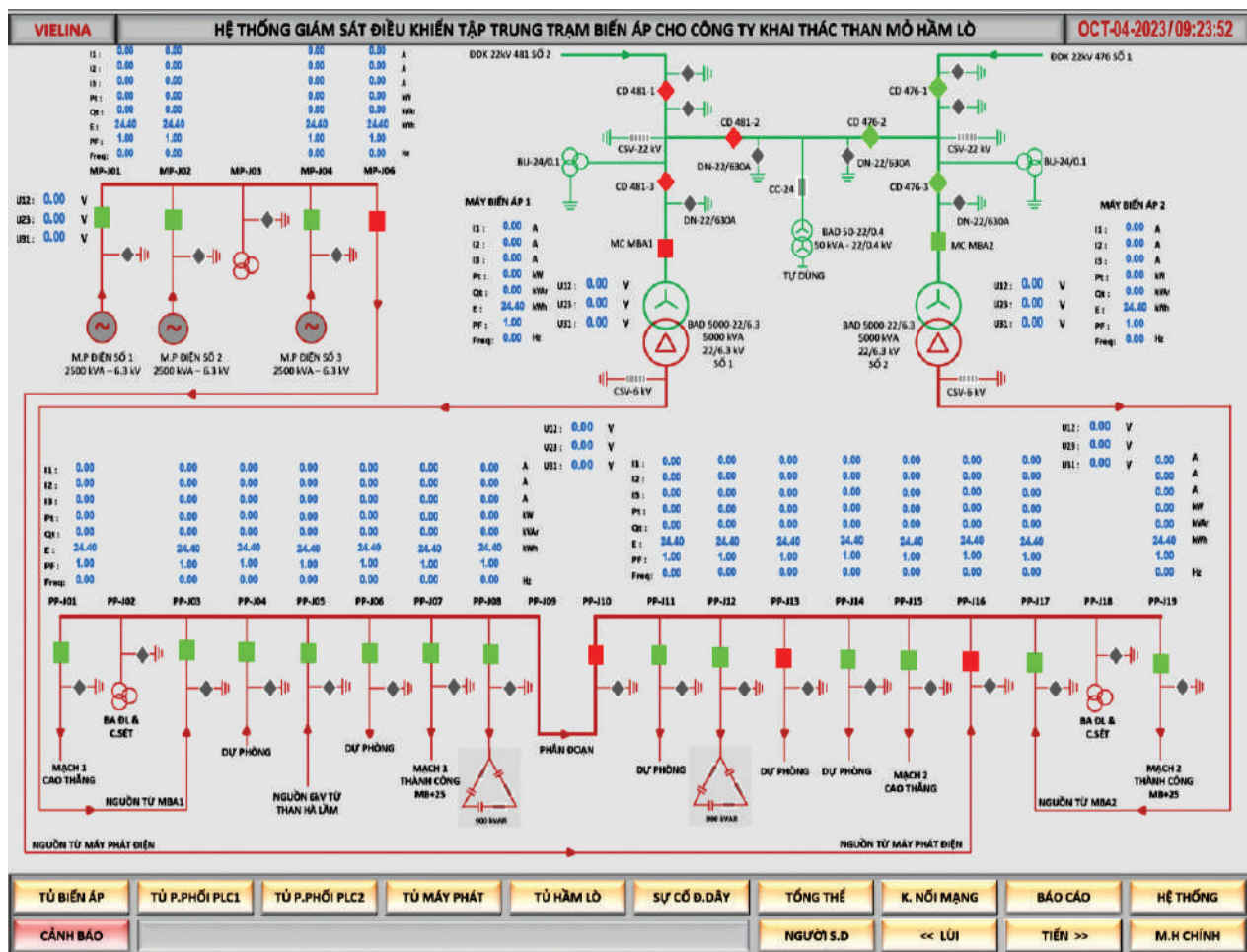
- Tủ giám sát - điều khiển trạm biến áp phòng nổ (VIELINA-SCS1.2): Đặt tại mặt bằng và đảm nhiệm vai trò đầu mối điều phối vùng cho tối đa 10 trạm biến áp phòng nổ (TBAPN 6/0,69 kV). Tủ này thu thập, tổng hợp các tín hiệu đo lường điện năng (điện áp, dòng điện, công suất tác dụng, công suất phản kháng, hệ số công suất và tần số) cùng các chỉ báo an toàn và môi trường (nhiệt độ, dao động cơ học, chỉ báo khói, rò rỉ điện) do các tủ giám sát đặt trong hầm gửi lên. Đồng thời, SCS1.2 thực hiện tiền xử lý dữ liệu, đưa ra các

cảnh báo vùng và phát các lệnh điều khiển số xuống lớp hiện trường để thực thi các thao tác đóng/mở thiết bị theo chính sách điều khiển đã cấu hình.

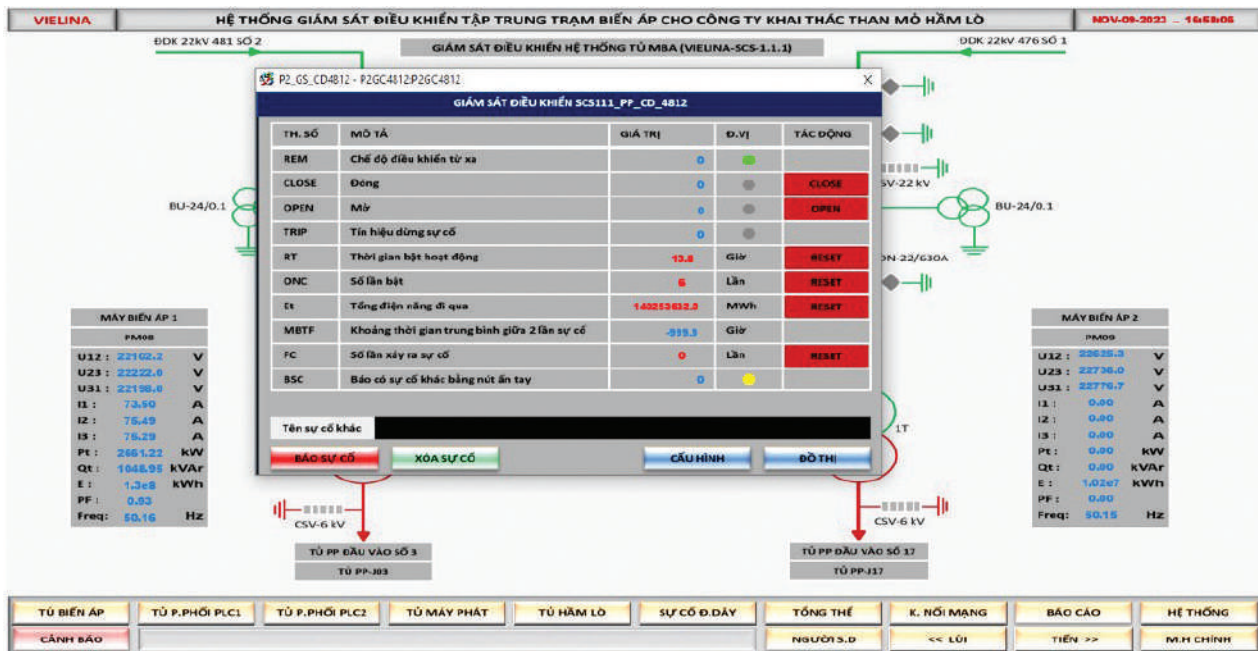
- Tủ giám sát điều khiển phòng nổ (VIELINA-GSĐK.PN): Được bố trí ngay tại khu vực TBAPN dưới hầm lò (nơi nhiệt độ và bụi cao). Tủ này tuân thủ nghiêm ngặt tiêu chuẩn phòng nổ, tích hợp các cảm biến khí cháy nổ, cảm biến nhiệt độ, áp suất và khói. Vai trò của GSĐK.PN là giám sát liên tục môi trường quanh TBAPN, phát hiện các điều kiện bất thường dẫn đến nguy cơ cháy nổ, và có khả năng điều khiển ngắt mạch khẩn cấp. Đây là lớp bảo vệ bổ sung nhằm đảm bảo an toàn cho trạm và nhân công hầm lò.

- Tủ giám sát cảnh báo sự cố đường dây (VIELINA-SCS1.3): Chuyên dùng để phát hiện và cảnh báo sự cố mất điện đường dây. Tủ SCS1.3 sử dụng các bộ thu thập tín hiệu dòng bất thường và module truyền thông GPRS/SMS để gửi cảnh báo tức thời về trung tâm điều khiển và qua điện thoại cho cán bộ vận hành. Giải pháp này rút ngắn thời gian phát hiện sự cố đường dây, từ đó nâng cao hiệu quả xử lý và giảm thiểu gián đoạn sản xuất.

• Hệ thống cảm biến: Để theo dõi các thông số hệ



Hình 2. Giao diện hiển thị sơ đồ tổng thể đơn tuyến hệ thống phân phối điện trạm biến áp



Hình 3. Giao diện hiển thị giám sát điều khiển cầu dao

thống sử dụng các cảm biến bao gồm: biến dòng, biến áp đo lường, cảm biến nhiệt độ, rung động, khói, cùng các rơ le bảo vệ rò điện và chạm đất. Các cảm biến này đảm nhiệm vai trò thu nhận thông tin vận hành tại hiện trường, bảo đảm dữ liệu đầu vào chính xác cho các chức năng giám sát, cảnh báo và dự báo của hệ thống. Bên cạnh đó, camera phòng nổ và trạm chuyển mạch Ethernet phòng nổ được tích hợp để mở rộng khả năng giám sát hình ảnh và bảo đảm an toàn truyền dẫn dữ liệu.

• *Mạng truyền thông công nghiệp:* Các tủ điều khiển và cảm biến được kết nối qua mạng vòng Ethernet công nghiệp phòng nổ, bảo đảm khả năng truyền dẫn dữ liệu tin cậy, an toàn và có dự phòng. Hệ thống hỗ trợ nhiều giao thức truyền thông như Modbus TCP/IP, Modbus RTU, IEC61850, OPC UA và MQTT, giúp dễ dàng tích hợp với các hệ thống giám sát và điều khiển khác trong mỏ như hệ thống giám sát khí, thông gió hay camera phòng nổ.

Hệ thống giám sát điều khiển tập trung trạm biến áp được phát triển với các chức năng toàn diện, nhằm bảo đảm công tác quản lý điện trong mỏ hầm lò không chỉ an toàn, tin cậy mà còn hiệu quả và hiện đại. Các chức năng này bao gồm: giám sát điện năng, điều khiển vận hành, cảnh báo – bảo vệ và phân tích – dự báo.

• *Giám sát điện năng:* Hệ thống cho phép hiển thị sơ đồ đơn tuyến lưới điện của toàn bộ hệ thống cung cấp điện trong mỏ, kèm theo trạng thái vận hành của thiết bị và các thông số quá trình như điện áp, dòng điện, công suất tác dụng, công suất phản kháng, hệ số công suất và tần số. Các dữ liệu này được thu thập từ các

thiết bị đo lường và cảm biến tại hiện trường, truyền qua mạng Ethernet công nghiệp và hiển thị trên giao diện HMI cũng như phần mềm SCADA trung tâm. Dữ liệu không chỉ phục vụ theo dõi tức thời mà còn được lưu trữ để phân tích biến động phụ tải và chất lượng điện năng theo thời gian. (Hình 1,2)

• *Điều khiển vận hành:* Hệ thống cho phép thao tác điều khiển đóng/ngắt máy cắt, cầu dao, ngăn lộ và tủ phân phối tại các trạm hiện trường, từ trung tâm điều khiển hoặc trực tiếp tại chỗ. Khả năng điều khiển linh hoạt này giảm thiểu sự can thiệp thủ công vào khu vực hầm lò có nguy cơ cao, tăng tốc độ xử lý sự cố và đảm bảo an toàn cho nhân viên. Đặc biệt, các thao tác điều khiển quan trọng (như cắt điện) có thể được thực hiện theo lịch trình hoặc theo kịch bản tự động (ví dụ



Hình 4. Giao diện giám sát trạng thái thiết bị điện thoại di động

cắt điện khẩn cấp khi cảnh báo khói/nhiệt độ vượt ngưỡng), tùy chọn có hoặc không cần sự xác nhận của người vận hành. (Hình 3)

- **Cảnh báo và bảo vệ:** Hệ thống tích hợp cơ chế cảnh báo sớm và bảo vệ đa tầng. Khi phát hiện các thông số vượt ngưỡng như quá dòng, quá áp, chạm đất, rò điện, nhiệt độ cao bất thường, rung động lớn hoặc khói, hệ thống sẽ tự động phát cảnh báo bằng màu sắc, âm thanh và gửi thông báo đến thiết bị di động của cán bộ kỹ thuật. Chức năng này bảo đảm phát hiện kịp thời sự cố, giảm thiểu nguy cơ tai nạn và tổn thất điện năng. (Hình 4)

- **Phân tích và dự báo:** Trên cơ sở dữ liệu vận hành thu được, hệ thống thực hiện phân tích nâng cao để phục vụ bảo trì dự đoán và tối ưu hóa năng lượng. Thuật toán phân tích dữ liệu thu được từ thiết bị cho phép dự báo nguy cơ suy giảm hiệu suất máy biến áp hoặc sự cố tiềm ẩn trong ngắn hạn và trung hạn. Ngoài ra, hệ thống tự động tính toán chi phí điện theo giờ, ngày, tuần và so sánh với các kịch bản vận hành. Tính năng này giúp doanh nghiệp có cơ sở điều chỉnh phụ tải và lịch trình sản xuất nhằm tối ưu hóa mức tiêu thụ điện. Mô hình hồi quy phân tích hiệu suất máy biến áp được đề tài xây dựng đã có độ chính xác rất cao ($R^2 \approx 98\%$), có thể ứng dụng để dự báo nhu cầu tải và hiệu quả máy biến áp.

Ngoài các chức năng cốt lõi trên thì hệ thống còn hỗ trợ chức năng tạo báo cáo theo ngày, tuần hoặc tháng, bao gồm các thông số vận hành, sự cố, cảnh báo và chi phí điện năng. Các báo cáo này có thể xuất ra dưới nhiều định dạng, phục vụ công tác quản lý, lưu trữ và đánh giá hiệu quả vận hành. Với các chức năng

nêu trên đã hiện thực hóa đầy đủ các yêu cầu tối thiểu, tạo nên một hệ thống toàn diện, hiện đại và phù hợp cho công tác quản lý năng lượng trong khai thác than hầm lò.

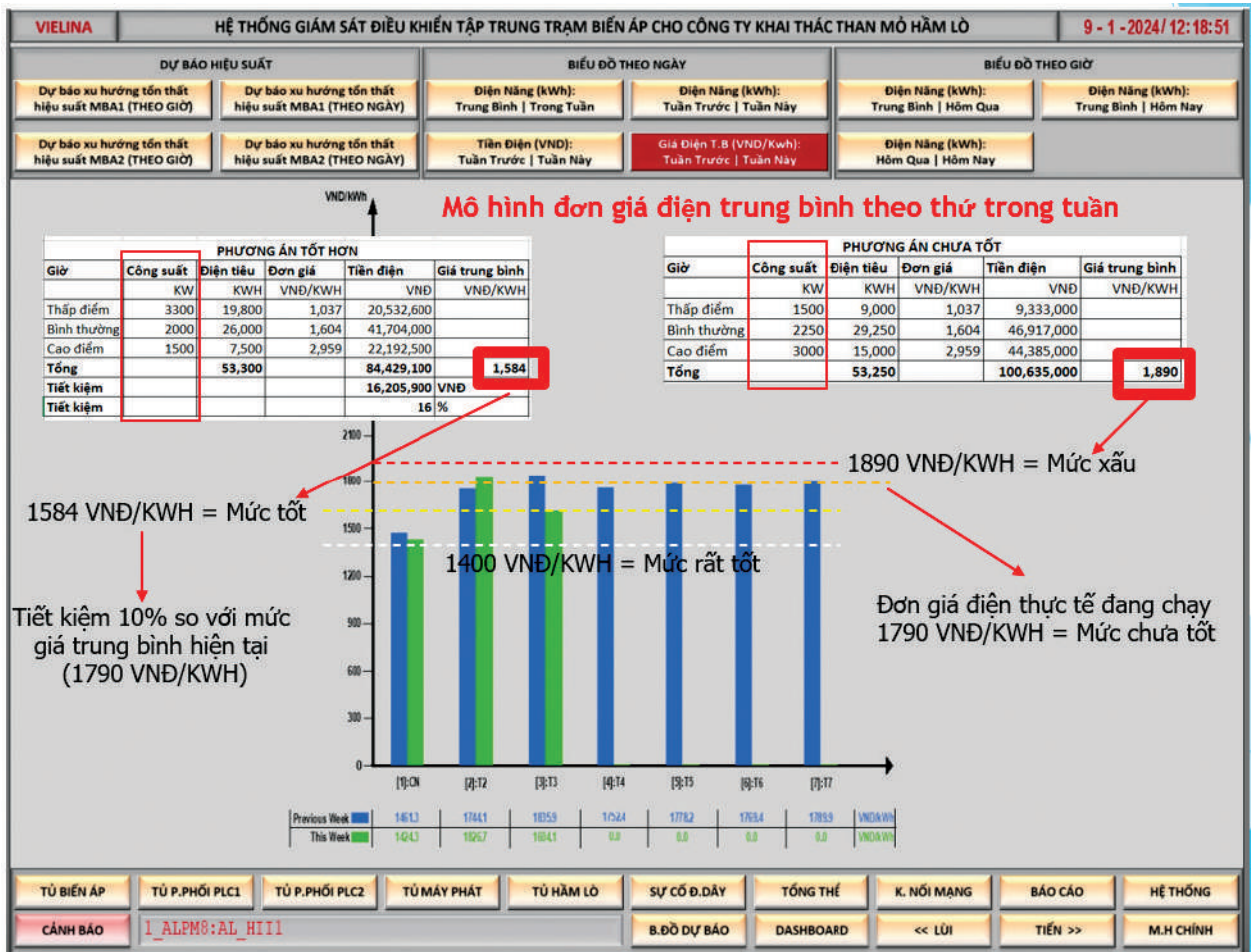
4. TÌNH HÌNH VÀ HIỆU QUẢ ỨNG DỤNG THỰC TẾ

Sau khi hoàn thiện thử nghiệm phòng thí nghiệm, hệ thống giám sát điều khiển tập trung trạm biến áp đã được triển khai thử nghiệm thực tế tại Công ty Than Hòn Gai – TKV. Mô hình thử nghiệm bao gồm một trạm biến áp chính 22/6 kV (Thành Công) và hai trạm biến áp phòng nổ 6/0,69 kV (TBHDP 315 KVA tại mốc -85 và TBHDP 100 KVA tại mốc -220, khu Thành Công). Ở hiện trường đã triển khai đầy đủ các phân hệ điều khiển và thu thập dữ liệu gồm hai tủ phân hệ SCS1.1 phục vụ trạm chính, một tủ điều phối vùng SCS1.2 cho khu hầm lò, một tủ chuyên trách giám sát đường dây SCS1.3, 15 đồng hồ đo điện SELEC MFM383A, bộ thiết bị cảnh báo đường dây (RTU kèm 3 FBI), hai tủ phòng nổ VIELINA-GSĐK.PN, cùng các camera quan sát hầm lò và thiết bị mạng chuẩn phòng nổ. Kết nối truyền thông giữa hiện trường và trung tâm điều khiển được thực hiện bằng mạng vòng cáp quang (khoảng 1 000 m), đảm bảo băng thông, độ trễ thấp và tính sẵn sàng cần thiết cho các chức năng giám sát thời gian thực, điều khiển và cảnh báo. Mục tiêu của đợt thử nghiệm là kiểm chứng khả năng tích hợp, độ tin cậy truyền thông và hiệu năng chức năng (giám sát, điều khiển, cảnh báo) của hệ thống trong môi trường khai thác thực tế. (Hình 5)

Việc lắp đặt và hiệu chỉnh hệ thống được tiến hành



Hình 5. Hình ảnh lắp đặt hệ thống tủ điện tại Trạm điện Thành Công - Công ty Than Hòn Gai



Hình 6. Mô hình chi phí tiền điện theo thứ trong tuần thử thực tế tại Trạm điện Thành Công - Công ty Than Hòn Gai

trong tháng 10–11/2023, sau đó hệ thống chính thức vận hành thử từ đầu tháng 11/2023. Sau khi đưa vào hoạt động, toàn bộ thông số điện của các trạm biến áp đã được hiển thị đầy đủ trên giao diện SCADA, bao gồm trạng thái thiết bị, biểu đồ số liệu theo thời gian thực, đồ thị công suất và thông tin cảnh báo sự cố. Hệ thống cũng tích hợp hiển thị hình ảnh từ camera hầm lò, góp phần nâng cao khả năng giám sát an toàn.

Kết quả đánh giá từ Phòng Cơ điện – Công ty Than Hòn Gai cho thấy hệ thống vận hành ổn định và an toàn, không gây ảnh hưởng đến lưới điện mỏ. Đại diện phòng cơ điện nhận xét: “Hệ thống hoạt động tốt, an toàn, không gây ảnh hưởng đến lưới điện mỏ. Phần mềm hiển thị nhiều thông số trực quan, dễ sử dụng, chức năng vẽ biểu đồ giúp theo dõi tình hình cung cấp điện của trạm rất thuận lợi.” Đối với hệ thống cảnh báo sự cố đường dây, do được lắp đặt độc lập (tại trạm +39 và trạm 22/6 KV số 1), nên đã đưa vào hoạt động sớm từ tháng 11/2023. Phòng Cơ điện đánh giá chức năng giám sát đường dây vận hành ổn định, không ảnh hưởng đến hệ thống điện hiện hữu. Trong thời gian thử nghiệm chưa xuất hiện sự cố đường dây lớn, nhưng hệ thống đã ghi nhận và cảnh báo chính xác các sự cố thoáng

qua trong quá trình kiểm tra, đáp ứng đúng yêu cầu thiết kế.

Trong quá trình vận hành thử nghiệm, đề tài đã tiến hành kiểm chứng toàn bộ các chức năng của phần mềm VIELINA-CSAS. Đặc biệt hệ thống đã thử nghiệm chức năng thống kê và trực quan hóa như biểu đồ phụ tải theo giờ, mô hình tiêu thụ trung bình theo thứ trong tuần, tỷ lệ tiêu thụ điện theo khung giờ, đơn giá chi phí điện năng và biểu đồ kiểm soát thống kê đối với các thông số điện áp, dòng điện, công suất, cosφ, tần số. Hình 6 minh họa kết quả phân tích chi phí điện trung bình theo thứ trong tuần tại Trạm điện Thành Công – Công ty Than Hòn Gai. (Hình 6)

Nhìn chung, việc áp dụng thử nghiệm tại Hòn Gai cho thấy hệ thống đã đáp ứng đầy đủ chức năng giám sát và điều khiển trạm biến áp chính và phòng nổ trong mỏ. Mạng truyền thông vòng bằng cáp quang tạo ra kết nối an toàn, độ trễ thấp giữa hầm lò và mặt đất, bảo đảm dữ liệu được cập nhật liên tục và tin cậy. Hệ thống giám sát, điều khiển tập trung trạm biến áp do đề tài nghiên cứu phát triển mang tính công nghệ mới cho ngành than hầm lò trong nước. Trước đây chưa có sản phẩm tương tự được áp dụng trên quy

mô thực tại các mỏ Việt Nam. Đề tài đã ứng dụng PLC Siemens S7-1500, tích hợp cảm biến đa dạng, và phát triển phần mềm SCADA trực quan hóa dữ liệu từ xa.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Đề tài “Nghiên cứu thiết kế, xây dựng hệ thống giám sát điều khiển tập trung trạm biến áp cho công ty khai thác than mỏ hầm lò” đã hoàn thành mục tiêu đặt ra. Các nội dung nghiên cứu từ khảo sát hiện trường, thiết kế chế tạo phần cứng, phát triển phần mềm cho tới thử nghiệm thực tế đều được triển khai đúng tiến độ. Việc lắp đặt và vận hành thử nghiệm tại Công ty Than Hòn Gai đã chứng minh hệ thống không chỉ đáp ứng các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật mà còn đảm bảo yêu cầu nghiêm ngặt về an toàn trong môi trường mỏ hầm lò.

Một trong những điểm nổi bật thể hiện tính mới của đề tài là việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến

thuộc Cách mạng công nghiệp 4.0 như IoT, phân tích dữ liệu và xử lý thông minh. Khác với những hệ thống trước đây chỉ đóng vai trò trung chuyển dữ liệu, giải pháp được xây dựng trong đề tài đã tích hợp khả năng xử lý, phân tích trực tiếp tại hiện trường, từ đó hỗ trợ cảnh báo sớm và dự báo tình trạng thiết bị. Bên cạnh đó, hệ thống được thiết kế theo kiến trúc mở, hỗ trợ nhiều chuẩn truyền thông quốc tế, cho phép tích hợp linh hoạt với các hệ thống khác trong khai thác mỏ, điều mà trước đây các sản phẩm nội địa chưa làm được.

Từ những kết quả đạt được, hướng phát triển trong tương lai là mở rộng ứng dụng hệ thống ra các đơn vị thành viên khác của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam. Nhóm nghiên cứu cũng xác định cần tiếp tục phát triển theo hướng tích hợp trí tuệ nhân tạo, học máy và phân tích dữ liệu lớn nhằm nâng cao năng lực dự báo, tối ưu hóa vận hành ❖

Ngày nhận bài: 8/9/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 16/9/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 23/9/2025

Người phản biện: ThS. Hà Huy Giáp - Khoa Điện - Tự động hoá, trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật công nghiệp

Thông tin tác giả:

TS.NGUYỄN THẾ TRUYỀN, ThS.NGUYỄN THẾ VINH, ThS.NGUYỄN XUÂN ĐỒNG, ThS.TRẦN HOÀI NAM, ThS.NGUYỄN LÊ THÙY DƯƠNG, ThS.NGUYỄN PHAN QUYẾN, ThS.NGUYỄN HÙNG KIÊN
Viện nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa

RESEARCH RESULTSON ON THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF A CENTRALIZED MONITORING AND CONTROL SYSTEM FOR SUBSTATIONS IN UNDERGROUND COAL MINING COMPANIES

NGUYEN THE TRUYEN, PHD; NGUYEN THE VINH, M.SC; NGUYEN XUAN DONG, M.SC; TRAN HOAI NAM, M.SC; NGUYEN LE THUY DUONG, M.SC; NGUYEN PHAN QUYEN, M.SC; NGUYEN HUNG KIEN

Vietnam Research Institute of Electronics, Informatics and Automation

ABSTRACT

The underground coal mining industry requires a continuous, safe, and efficient power supply system to maintain production under harsh environmental conditions. However, manual operation remains prevalent in many Vietnamese mines, causing difficulties in fault detection, extended recovery time, and limited data utilization for energy optimization. To address these issues, the Ministry of Industry and Trade assigned the Institute of Electronics, Informatics and Automation to conduct the research project “Design and Development of a Centralized Monitoring and Control System for Transformer Substations in Underground Coal Mines.” The study successfully developed an integrated hardware–software system (CMS-TSS) tested at Hon Gai Coal Company – TKV. The system enables real-time monitoring, remote control, early fault warning, and load optimization. Experimental results demonstrated stable operation, improved safety, and a reduction in energy consumption by 15–20%. The system also established a centralized database to support energy management and production planning in underground mining enterprises.

Keywords: SCADA, transformer substation, underground coal mining, monitoring, control.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ CHẾ TẠO VÀ TÍCH HỢP HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG QUAN TRẮC, CẢNH BÁO HIỆN TƯỢNG THAN NỘI SINH TRONG MỎ HẦM LÒ

ThS. NGUYỄN THẾ VINH, ThS. NGUYỄN XUÂN ĐỒNG, ThS. NGUYỄN LÊ THÙY DƯƠNG,
ThS. NGUYỄN PHAN QUYỀN, ThS. NGUYỄN HÙNG KIÊN, ThS. TRẦN HOÀI NAM

TÓM TẮT:

Hiện tượng than tự cháy là một nguy cơ lớn trong khai thác hầm lò, đòi hỏi giải pháp giám sát trực tuyến và cảnh báo kịp thời. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu, thiết kế và chế tạo hệ thống quan trắc tự động tích hợp thuật toán logic mờ và mô hình học sâu LSTM nhằm phát hiện sớm nguy cơ cháy nội sinh. Hệ thống bao gồm trung tâm giám sát, mạng truyền thông phòng nổ và các trạm thiết bị phân tán với cảm biến đo nhiệt độ vỉa than, khí CO và O₂. Kết quả thử nghiệm tại mỏ than Mạo Khê cho thấy hệ thống vận hành ổn định, dữ liệu thu thập chính xác, cảnh báo tin cậy. Nghiên cứu khẳng định tính khả thi của việc ứng dụng hệ thống trong thực tế, góp phần nâng cao an toàn lao động và hiệu quả khai thác than hầm lò.

Từ khóa: Hệ thống quan trắc, Than tự cháy; SCADA.

1. GIỚI THIỆU

Trong mỏ than hầm lò, hiện tượng cháy nội sinh than có thể xảy ra ở bất kỳ vị trí nào, nơi than có khả năng tiếp xúc với nguồn oxy bổ cập liên tục, đồng thời có khả năng ứ nhiệt (thường là vị trí kín gió, gió quẩn, thoát nhiệt kém). Những khu vực có nguy cơ cao phát sinh cháy nội sinh là: vùng phá hỏa phía sau lò chợ, các khu vực đường lò cụt hoặc ít sử dụng với chế độ thông gió kém. Các mỏ than hầm lò ngày càng xuống sâu và đi xa, diện tích khai trường mở rộng, bên cạnh đó là điều kiện địa chất - kỹ thuật mỏ phức tạp. Hệ quả là, các hiện tượng cháy nội sinh đã xuất hiện với tần suất ngày càng gia tăng. Có thể kể đến các hiện tượng cháy nội sinh đầu tiên được ghi nhận ở vỉa 4 mỏ Khe Chuối (Tổng công ty Đông Bắc) năm 2008, vỉa 24 khu Tràng Khê - Công ty Than Hồng Thái (nay là Công ty Than Uông Bí) năm 2010, khu vực mỏ hầm lò rìa moong Khánh Hòa (2011 - 2017). Từ năm 2017 đến nay, cháy nội sinh ở các mỏ than hầm lò đã gia tăng cả về tần suất và số lượng các vỉa than/mỏ than, như V10 TBII Công ty Than Mạo Khê; Vía 9B Công ty Than Uông Bí; V7, V10 Công ty CP Than Hà Lâm; V14 Công ty Than Quang Hanh,... làm gián đoạn sản xuất, tăng nguy cơ mất an toàn, tổn kém nhiều chi phí để khôi phục sản xuất. Hiện tượng than tự cháy do các vỉa than có tính tự cháy là kết quả của hiện tượng oxy hóa than khi tiếp xúc với không khí. Cơ chế oxy hóa than dẫn đến than tự cháy là nguy cơ đối

với tất cả các mỏ than hầm lò hiện nay. Than tự cháy là hiểm họa cần được xem xét, có các biện pháp phòng chống ngay từ khi thiết kế và phải theo dõi trong suốt quá trình khai thác than hầm lò.

Các nước có nền công nghiệp than phát triển lâu đời như Nga, Ba Lan, Trung Quốc, Nhật Bản,... đã có nhiều công trình nghiên cứu cũng như kinh nghiệm thực tiễn trong việc ứng xử với vấn đề cháy nội sinh trong mỏ hầm lò. Thể hiện qua các biện pháp kỹ thuật, công nghệ đánh giá, dự báo, phân loại than tự cháy trong phòng thí nghiệm cũng như những thiết bị hệ thống quan trắc trực tuyến. Ngược lại, tại Việt Nam các phương pháp, kết quả nghiên cứu, số liệu, dữ liệu và thông tin về tính tự cháy của than tại các mỏ hầm lò ở Việt Nam còn hạn chế nhất định. Các giải pháp xử lý, kiểm soát cháy đôi khi hiệu quả thấp và còn mang tính xử lý tình huống, đơn lẻ, chưa xây dựng được các giải pháp tổng thể, lâu dài và bền vững.

Trước thực trạng đó, để góp phần nâng cao mức độ an toàn trong khai thác than hầm lò cho cả giai đoạn trước mắt cũng như lâu dài, cần thiết phải xây dựng hệ thống tự động quan trắc, cảnh báo hiện tượng cháy nội sinh trong mỏ hầm lò. Xuất phát từ yêu cầu thực tiễn đó, Bộ Công Thương đã giao cho Viện Nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa thực hiện đề tài khoa học và công nghệ cấp quốc gia "Nghiên cứu thiết kế, chế tạo và tích hợp hệ thống tự động quan trắc, cảnh

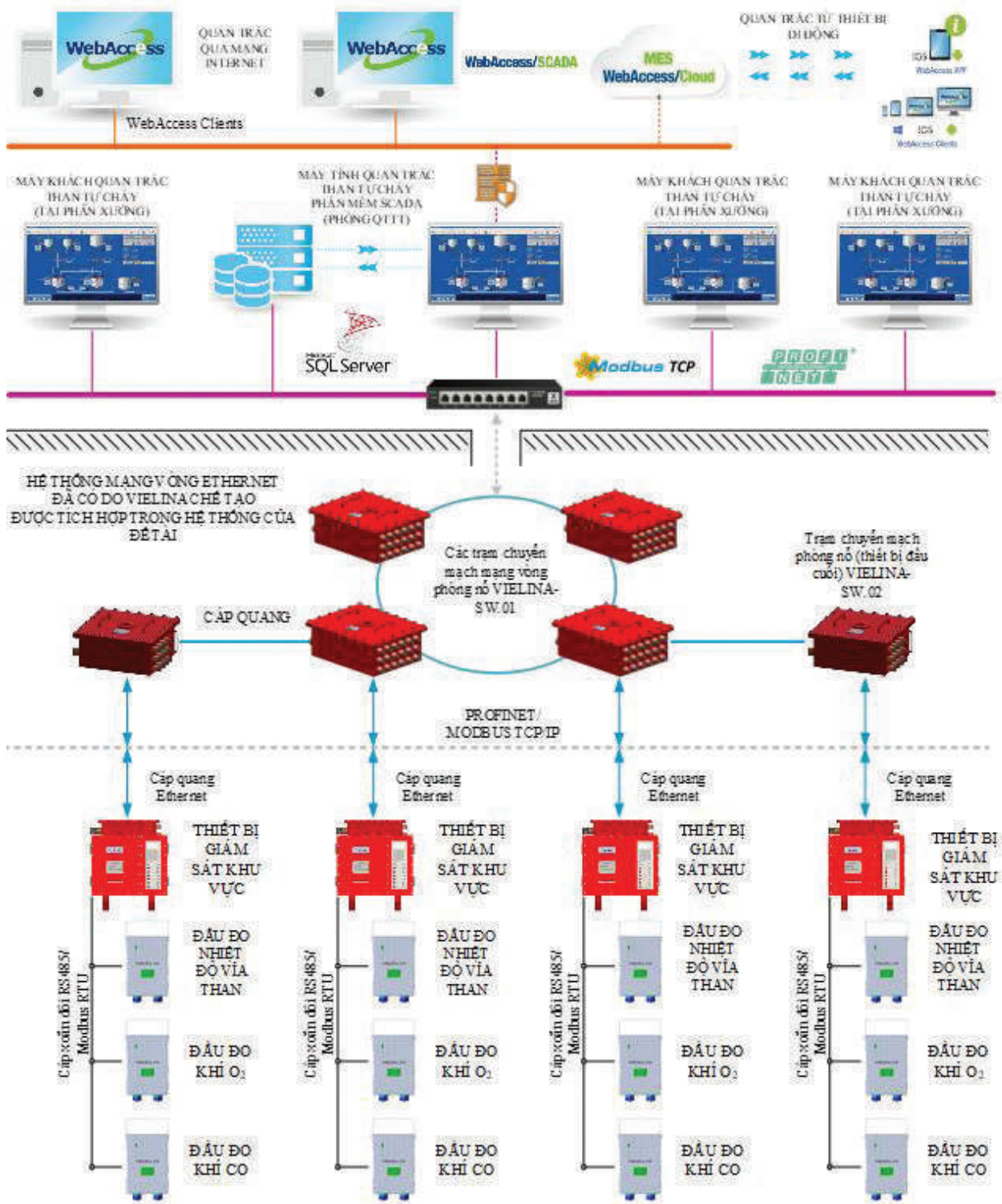
bảo hiện tượng cháy nội sinh trong mỏ hầm lò" (mã số: ĐT.CNKK.QG.003/23), do ThS. Nguyễn Thế Vinh làm chủ nhiệm, triển khai trong thời gian 24 tháng (từ 03/2023 đến 03/2025).

Bài báo này được xây dựng trên cơ sở kết quả tổng hợp của đề tài sau khi đã hoàn thành, nhằm giới thiệu những kết quả khoa học công nghệ chính, hiệu quả ứng dụng thực tế tại mỏ than, đồng thời đề xuất kiến

ngiht để nhân rộng và phát triển hệ thống trong thời gian tới.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trên cơ sở tổng hợp các nghiên cứu trong và ngoài nước về tính tự cháy của than, nhóm nghiên cứu đã xác định các thông số cần quan trắc gồm nhiệt độ vỉa than, hàm lượng khí CO và khí O₂. Để tài tập trung xây



Hình 1. Sơ đồ hệ thống tự động quan trắc than tự cháy trong mỏ hầm lò

dựng hệ thống tích hợp các đầu đo nhiệt độ và khí an toàn tia lửa có khả năng hoạt động ổn định trong môi trường hầm lò khắc nghiệt. Kiến trúc hệ thống theo mô hình phân cấp gồm một trung tâm giám sát chính (đặt tại mặt bằng) và nhiều trạm thiết bị phân tán trong lò. Mạng truyền thông giữa các thành phần sử dụng mạng Ethernet cáp quang phòng nổ và hỗ trợ giao thức Modbus RTU, đảm bảo truyền thông tin hai chiều ổn định và tin cậy.

Hệ thống thiết kế theo cấu trúc mạng Ethernet phòng nổ với một trung tâm giám sát trên mặt bằng và nhiều trạm đo trong lò, có khả năng truyền thông tin hai chiều qua cáp quang và giao thức Modbus RTU. Trong quá trình phát triển, các mô-đun chức năng như đo nhiệt độ, đo khí CO/O₂ an toàn tia lửa và xử lý dữ liệu cảnh báo đã được thử nghiệm độc lập và tích hợp.

Các chương trình phần mềm giám sát trực tuyến, lưu trữ dữ liệu và xử lý tín hiệu cảnh báo đã được xây dựng nhằm đảm bảo việc thu thập và cảnh báo sớm liên tục 24/7. Về mặt công nghệ, hệ thống được xây dựng trên nền tảng SCADA (WinCC Pro), đồng thời tích hợp các thư viện Python (Scikit-fuzzy, LSTM) nhằm ứng dụng kỹ thuật logic mờ và mô hình học sâu trong việc phân tích, đánh giá mức độ nguy hiểm của hiện tượng cháy nội sinh dựa trên các thông số quan trắc.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

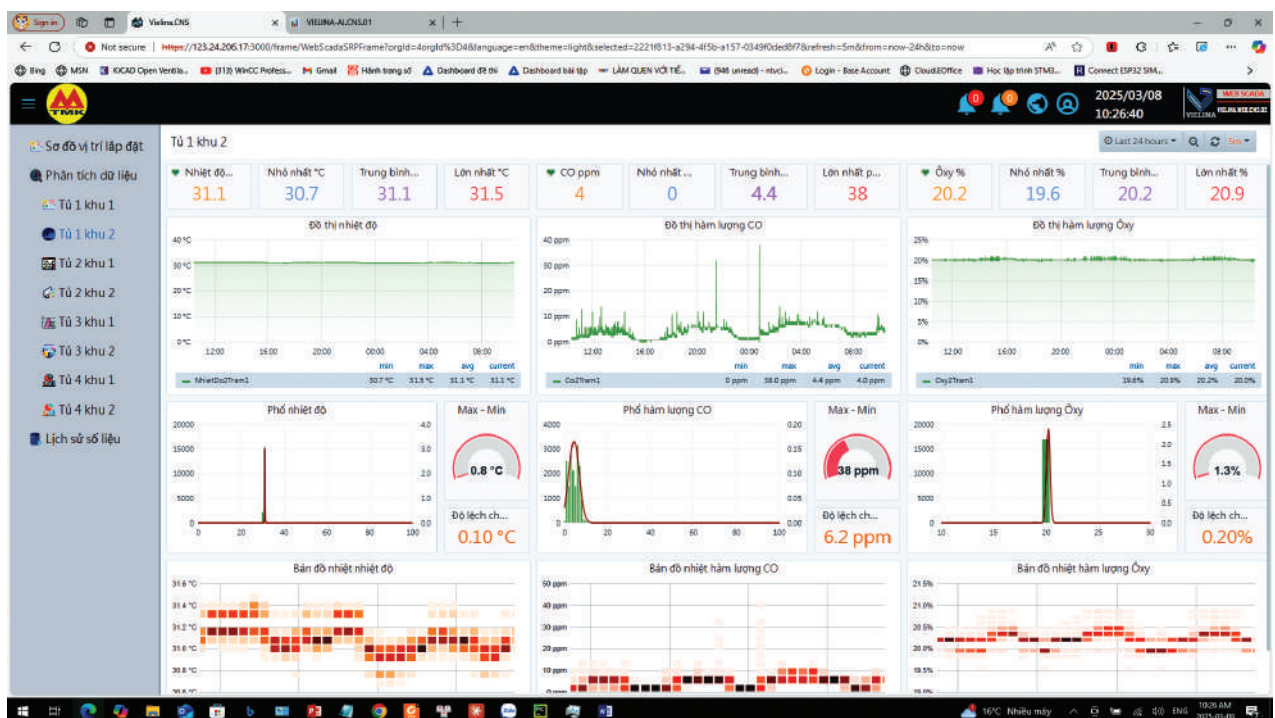
Hệ thống được xây dựng theo cấu trúc phân cấp, bao gồm ba thành phần chính: (i) Trung tâm giám sát, cảnh báo (đặt tại phòng điều khiển); (ii) Hệ thống truyền thông; (iii) Các trạm thiết bị phân tán tại hiện

trường, trong đó tích hợp thiết bị giám sát khu vực phòng nổ, đầu đo nhiệt độ vĩa than an toàn tia lửa, đầu đo khí CO an toàn tia lửa và đầu đo khí O₂ an toàn tia lửa (Hình 1).

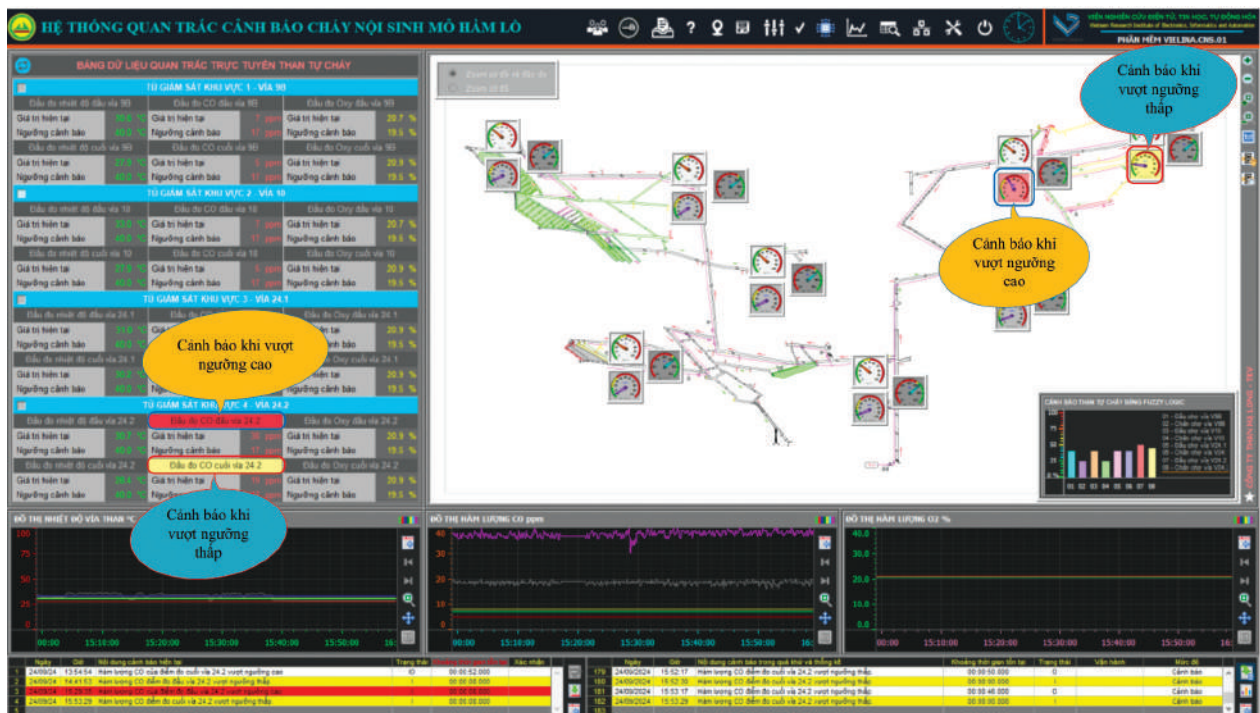
(i) Trung tâm giám sát, cảnh báo: Trung tâm được cấu hình từ các máy tính công nghiệp đặt tại phòng điều khiển trung tâm. Các máy tính này kết nối với hệ thống qua cổng mạng LAN và trao đổi dữ liệu với thiết bị hiện trường theo giao thức Profinet. Phần mềm giám sát WinSCADA (SIMATIC WinCC Pro V17) được cài đặt để thu thập, hiển thị và lưu trữ dữ liệu từ các trạm giám sát khu vực. Mạng truyền dẫn sử dụng vòng Ethernet cáp quang 1000 Mbps (do VIELINA cung cấp) bảo đảm khả năng truyền tải thông tin tốc độ cao, ổn định và tin cậy.

(ii) Hệ thống truyền thông: Mạng truyền thông của hệ thống được thiết kế với hai mạng LAN riêng biệt. Mạng LAN thứ nhất dùng để kết nối hệ thống SCADA với các trạm giám sát khu vực, được cấu trúc theo công nghệ mạch vòng với các switch chuyên dụng hỗ trợ tính năng kết nối mạng vòng nhằm nâng cao độ tin cậy. Mạng LAN thứ hai phục vụ riêng cho kết nối giữa các máy tính client với máy chủ SCADA.

(iii) Hệ thống trạm thiết bị phân tán: Các trạm thiết bị phân tán được lắp đặt tại hiện trường (dưới hầm lò), bao gồm Trạm giám sát khu vực (thiết bị VIELINA-GSKV.PN). Thiết bị này được chế tạo trên nền tảng PLC Siemens S7-1200, tích hợp bộ xử lý và màn hình HMI KTP400. Chức năng chính của trạm là thu thập dữ liệu từ các cảm biến (nhiệt độ, CO, O₂) qua chuẩn truyền thông Modbus RTU, cấp nguồn an toàn tia lửa cho các



Hình 2. Giao diện giám sát và phân tích các thông số của phần mềm

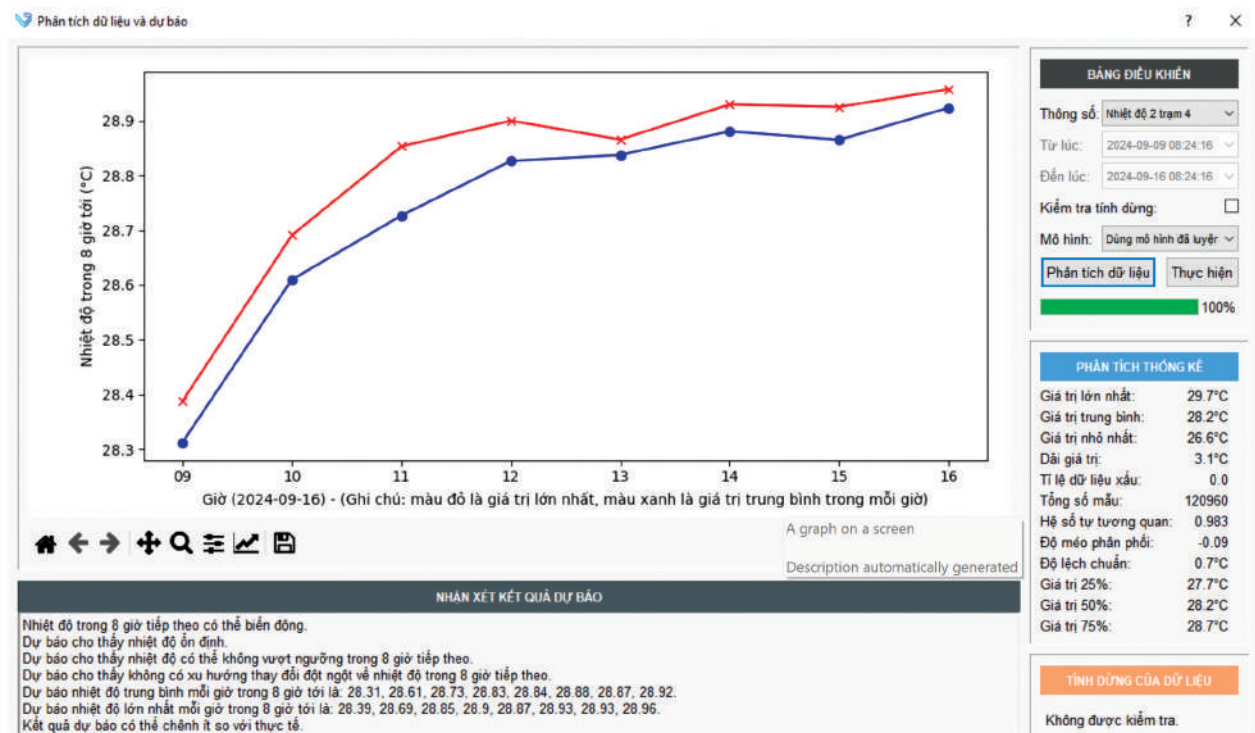


Hình 3. Cảnh báo vượt ngưỡng trên bảng hiển thị số liệu và sơ đồ lắp đặt đầu đo

đầu đo, đồng thời chuyển đổi giao thức sang Profinet để truyền dữ liệu về trung tâm.

Hệ thống có khả năng giám sát từ xa và thu thập dữ liệu đa thông số liên tục. Giao diện phần mềm hiển thị sơ đồ hệ thống công nghệ, giá trị đo nhiệt độ vữa than, nồng độ khí CO và O₂ dạng số và đồ thị thời gian một cách trực quan. Khi có hiện tượng bất thường về

các tham số, hệ thống tự động phát cảnh báo (âm thanh, ánh sáng hoặc tín hiệu) cùng hướng dẫn xử lý. Người sử dụng có thể tùy chỉnh các ngưỡng cảnh báo cho từng đầu đo (mỗi cảm biến có hai ngưỡng báo động), từ đó hệ thống sẽ đánh giá và cảnh báo theo nhiều cấp độ nguy hiểm khác nhau tùy vào mức vượt ngưỡng. Chức năng lưu trữ dữ liệu liên tục theo



Hình 4. Hình ảnh chức năng phân tích và dự báo trước nhiệt độ bằng AI

ca hoặc chu kỳ đặt trước giúp tạo báo cáo thống kê và nhật ký sự kiện theo yêu cầu. (Hình 2)

Hệ thống tích hợp lô-gic mờ trong xử lý cảnh báo nhằm nâng cao độ tin cậy. Thông qua tập hợp quy tắc IF-THEN, các biến đầu vào (nhiệt độ, CO, O₂) được kết hợp để xác định mức cảnh báo chung. Ví dụ, khi nhiệt độ tăng kèm theo hàm lượng CO tăng, hệ thống sẽ tự động đánh giá nguy cơ cao hơn so với chỉ một tham số đơn lẻ. Việc sử dụng lô-gic mờ cho phép hệ thống mô hình hóa được tính không chắc chắn, từ đó giảm thiểu các báo động giả do yếu tố nhiễu (như nổ mìn) và đảm bảo cảnh báo đúng lúc và đáng tin cậy hơn. Ngoài ra, phần mềm hỗ trợ phân tích xu hướng dữ liệu thông qua đồ thị và thống kê biến động, giúp người vận hành dễ dàng theo dõi diễn biến của các thông số theo thời gian và phát hiện những tín hiệu bất thường sớm. Hình 3 minh họa tình huống cảnh báo vượt ngưỡng trên bảng hiển thị số liệu và sơ đồ lắp đặt đầu đo, trong đó các khu vực có nguy cơ được tô màu và đánh dấu trực quan, giúp việc giám sát trở nên hiệu quả và thân thiện hơn với người vận hành. (Hình 3)

Hệ thống cũng trang bị chức năng dự báo xu hướng thông số trong tương lai. Cụ thể, mô hình học sâu (LSTM) được tích hợp để phân tích dữ liệu lịch sử, từ đó dự báo giá trị nhiệt độ vỉa than trong các giờ tiếp theo. Tính năng này giúp dự đoán sớm các khả năng tăng nhiệt độ hoặc biến động CO trong tương lai gần, qua đó hỗ trợ cảnh báo sớm nguy cơ cháy tự phát trước khi vượt ngưỡng nguy hiểm thực sự. (Hình 4)

Bên cạnh đó, hệ thống đảm bảo lưu trữ dữ liệu và lập báo cáo. Tất cả dữ liệu quan trắc được ghi nhận, lưu trữ tập trung và có thể truy xuất theo yêu cầu. Người dùng có thể xuất báo cáo định kỳ hoặc theo sự kiện phục vụ công tác quản lý, phân tích nguyên nhân sự cố và xây dựng kế hoạch phòng ngừa. Đây là cơ sở quan trọng để lãnh đạo mỏ đưa ra các quyết định mang tính chiến lược.

Về mặt công nghệ, hệ thống ứng dụng các thành phần hiện đại: mạng Ethernet vòng với cáp quang đảm bảo truyền dẫn tốc độ cao và độ tin cậy, giao thức Profinet, OPC UA và giao thức công nghiệp Modbus RTU, cũng như nền tảng SCADA tiên tiến. Phần mềm vận hành đa tài khoản với chức năng phân quyền, cho phép quản lý an toàn và linh hoạt nhiều người vận hành. Hơn nữa, hệ thống được thiết kế với khả năng tích hợp và mở rộng, cho phép kết nối trực tiếp với các hệ thống điều khiển giám sát tập trung hiện có của mỏ. Đồng thời, hệ thống có thể giám sát đồng thời nhiều đầu đo tại nhiều khu vực khác nhau, cung cấp một cái nhìn toàn diện về tình trạng an toàn của mỏ hầm lò.

Như vậy, các chức năng của hệ thống không chỉ dừng lại ở việc đo lường và cảnh báo đơn thuần mà

còn phát triển thành một giải pháp quản lý thông minh, hỗ trợ giám sát từ xa, cảnh báo đa tầng, phân quyền vận hành, lưu trữ – báo cáo dữ liệu, và khả năng tích hợp linh hoạt. Đây là những yếu tố then chốt khẳng định giá trị khoa học và thực tiễn của hệ thống trong việc bảo đảm an toàn cho các mỏ hầm lò Việt Nam.

4. TÌNH HÌNH VÀ HIỆU QUẢ ỨNG DỤNG THỰC TẾ

Hệ thống được thử nghiệm thực tế tại khu vực khai thác vỉa 10 Tây (độ sâu –80 m) của Công ty Than Mạo Khê – TKV, nơi có tiền lệ cháy nội sinh. Nhóm nghiên cứu phối hợp khảo sát hiện trạng phòng quan trắc và hạ tầng mạng Ethernet có sẵn của mỏ. Trên thực địa, hệ thống thử nghiệm được lắp đặt gồm: máy chủ trung tâm (cài WinSCADA), hai tủ giám sát khu vực phòng nổ VIELINA-GSKV.PN, 12 đầu đo (4 đầu đo nhiệt độ loại cặp nhiệt điện, 4 đầu đo khí CO và 4 đầu đo khí O₂) và các thiết bị mạng (switch, modem 4G). Nguồn 660 VAC được lấy từ trạm biến áp sẵn có tại vỉa, hệ thống mạng vòng Ethernet quang liên kết toàn bộ thiết bị từ hiện trường lên phòng điều khiển, bảo đảm truyền dữ liệu ổn định trong điều kiện khai thác hầm lò. (Hình 5)



Hình 5. Hình ảnh hệ thống lắp đặt thực tế tại Công ty Than Mạo Khê

Kết quả thử nghiệm hệ thống cho thấy nhiệt độ vỉa dao động xung quanh 31°C, hàm lượng CO dao động 0–28 ppm và nồng độ O₂ trong khoảng 19,9–20,8%. Phần mềm giám sát cung cấp giao diện biểu đồ và thống kê dữ liệu, cho phép người vận hành theo dõi xu hướng biến động và tra cứu lịch sử cảnh báo - điều này hỗ trợ hiệu quả việc đánh giá sớm nguy cơ cháy nội sinh và lập kế hoạch phòng ngừa phù hợp. Đánh giá chung, hệ thống vận hành ổn định, các cảnh báo đều chính xác kịp thời, phần mềm quản lý hoạt động hiệu quả, giúp cải thiện an toàn trong khai thác và phục vụ tốt công tác giám sát của đơn vị khai thác.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Qua quá trình triển khai trong 24 tháng, đề tài đã cơ bản hoàn thành toàn bộ các mục tiêu, nội dung

nghiên cứu. Từ việc khảo sát hiện trạng, nghiên cứu cơ sở khoa học về hiện tượng than tự cháy cho đến thiết kế, chế tạo, tích hợp hệ thống quan trắc, cảnh báo và thử nghiệm thực tế tại mỏ hầm lò, các kết quả đều đạt yêu cầu và chứng minh được tính khả thi.

Những đóng góp của đề tài thể hiện rõ trên nhiều khía cạnh. Về khoa học công nghệ, đề tài đã thúc đẩy việc ứng dụng các tiến bộ kỹ thuật hiện đại trong lĩnh vực khai thác mỏ, nâng cao năng lực nghiên cứu và làm chủ công nghệ trong nước. Về kinh tế - xã hội, sản phẩm được nghiên cứu phát triển trong nước nên có nhiều ưu điểm như giá thành hợp lý, dễ bảo trì, giảm sự phụ thuộc vào thiết bị nhập khẩu. Về an toàn và môi trường, hệ thống góp phần phòng ngừa nguy cơ cháy nổ, bảo vệ an toàn tính mạng người lao động và cải thiện điều kiện làm việc trong hầm lò. Điểm nổi bật của đề tài là tính mới trong cách tiếp cận và giải pháp công

nghệ. Lần đầu tiên ở Việt Nam, một hệ thống tự động quan trắc và cảnh báo cháy nội sinh được thiết kế, chế tạo hoàn chỉnh, tích hợp cả phần cứng và phần mềm. Các công nghệ hiện đại theo hướng công nghiệp 4.0 như OPC UA, Web Scada, logic mờ và học sâu đã được áp dụng, đồng thời nhiều tính năng nâng cao được phát triển để đáp ứng yêu cầu thực tiễn trong sản xuất than hầm lò.

Trong thời gian tới, Viện sẽ tiếp tục nghiên cứu mở rộng, bổ sung thêm các công nghệ trí tuệ nhân tạo, cảm biến sợi quang và giải pháp phân tích dữ liệu lớn nhằm nâng cao hơn nữa chất lượng, hiệu năng của hệ thống. Trên cơ sở kết quả thực nghiệm và kinh nghiệm nhiều năm cung cấp các sản phẩm tự động hóa cho các đơn vị thuộc Tập đoàn TKV, Viện có đủ điều kiện để tiếp tục phát triển sản phẩm và từng bước triển khai hệ thống vào thực tiễn khai thác ❖

Ngày nhận bài: 15/7/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 25/7/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 16/8/2025

Người phản biện: ThS. Hà Huy Giáp - Khoa Điện - Tự động hoá, trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật công nghiệp

Thông tin tác giả:

**ThS.NGUYỄN THẾ VINH, ThS.NGUYỄN XUÂN ĐỒNG, ThS.NGUYỄN LÊ THÙY DƯƠNG,
ThS.NGUYỄN PHAN QUYẾN, ThS.NGUYỄN HÙNG KIÊN, ThS.TRẦN HOÀI NAM**
Viện nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa

RESEARCH RESULTS ON THE DESIGN, DEVELOPMENT, AND INTEGRATION OF AN AUTOMATED MONITORING AND WARNING SYSTEM FOR ENDOGENOUS COAL COMBUSTION IN UNDERGROUND MINES

**NGUYEN THE VINH, M.SC; NGUYEN XUAN DONG, M.SC; NGUYEN LE THUY DUONG,
M.SC; NGUYEN PHAN QUYEN, M.SC; NGUYEN HUNG KIEN, M.SC; TRAN HOAI NAM,**

Vietnam Research Institute of Electronics, Informatics and Automation

ABSTRACT

Spontaneous combustion of coal is a major hazard in underground mining, requiring continuous monitoring and early warning solutions. This paper presents the research, design, and development results of an automated monitoring and early warning system for spontaneous combustion in underground coal mines. The proposed system integrates a fuzzy logic algorithm and a deep learning model (LSTM) to detect early signs of endogenous fire risk. It consists of a centralized monitoring center, an explosion-proof communication network, and distributed sensor stations measuring coal seam temperature, CO, and O₂ concentrations. The system was implemented on a SCADA platform (WinCC Professional) and supports industrial protocols such as Modbus RTU, Profinet, and OPC UA, ensuring reliable real-time data acquisition and control. Experimental deployment at the Mao Khe Coal Mine demonstrated stable operation, accurate data acquisition, and reliable multi-level warning performance. The integration of fuzzy logic and LSTM forecasting enabled early anomaly detection and trend prediction, thereby improving mine safety management. The results confirm the technical feasibility and practical effectiveness of the system, contributing to enhanced occupational safety, sustainable coal production, and the localization of advanced automation technologies for Vietnam's mining industry.

Keywords: Monitoring system, Coal spontaneous combustion, SCADA.

ĐẶC ĐIỂM CHẤT LƯỢNG THUỐC LÁ NGUYÊN LIỆU KHU VỰC TÂY NINH VỤ MÙA 2024 - 2025

ĐẶNG NGỌC THUY

TÓM TẮT:

Kết quả nghiên cứu, đánh giá chất lượng thuốc lá nguyên liệu vụ mùa 2024 - 2025 tại Tây Ninh cho thấy: Năng suất lá sấy đạt cao nhất trong 05 năm gần đây, đạt mức 3,48 tấn/ha và tỷ lệ lá cấp loại tốt (cấp 1+2) đạt 81,2%. Nguyên liệu có sự cải thiện về tính chất lý học, tỷ lệ cọng giảm và trọng lượng lá tăng. Hàm lượng nicotin tương đối ổn định, đường khử tăng, trong khi hàm lượng clo vẫn ở mức cao. Nhìn chung, chất lượng thuốc lá nguyên liệu vụ mùa 2024 - 2025 khu vực Tây Ninh đạt mức khá tốt, nhờ việc áp dụng đồng bộ quy trình kỹ thuật và chủ động nước tưới. Tuy nhiên, cần khắc phục nhược điểm về thành phần hóa học nguyên liệu mà cụ thể là có giải pháp kiểm soát giảm tồn dư clo trong đất và cân bằng tỷ lệ đường khử/nicotin.

Từ khóa: Thuốc lá nguyên liệu, diễn biến chất lượng, nicotin, đường khử, clo, Tây Ninh.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thuốc lá nguyên liệu đóng vai trò quyết định đối với chất lượng sản phẩm thuốc lá điếu. Các thành phần hóa học chính như nicotin có ảnh hưởng đến độ nặng sinh lý; nitor protein và đường khử ảnh hưởng đến vị và hương thơm, cùng với clo ảnh hưởng độ cháy khi hút, đều chịu tác động rõ rệt từ nhiều yếu tố tự nhiên như thời tiết, thổ nhưỡng cũng như các biện pháp kỹ thuật được áp dụng trong quá trình sản xuất như giống, phân bón, kỹ thuật thu hoạch và sấy sơ chế. Việc nắm bắt diễn biến chất lượng nguyên liệu là rất cần thiết không chỉ đối với các đơn vị sử dụng sản phẩm nguyên liệu cho phối chế thuốc điếu mà còn giúp các đơn vị đầu tư sản xuất nguyên liệu xác định nguyên nhân để có các giải pháp ổn định và nâng cao chất lượng nguyên liệu. Vì vậy, công tác theo dõi diễn biến chất lượng, tìm hiểu nguyên nhân ảnh hưởng và đề xuất giải pháp ổn định, nâng cao chất lượng nguyên liệu là nhiệm vụ quan trọng. Nghiên cứu này tập trung phân tích đặc điểm chất lượng thuốc lá nguyên liệu trong mùa vụ 2024 - 2025 tại Tây Ninh - một trong các khu vực trồng chính của Tổng công ty Thuốc lá Việt Nam.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu đánh giá chất lượng nguyên liệu thuốc lá mùa vụ 2024 - 2025 gồm: Mẫu lá sấy đại diện cho các xã có diện tích lớn của khu vực trồng gồm 04 mẫu lá vị bộ trung châu, cấp loại C2 và 04 mẫu lá vị bộ nách trên, cấp loại B2 (2,0 kg/mẫu). Các mẫu này phục vụ công tác đánh giá chất lượng nguyên liệu thuốc lá.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp điều tra

Thu thập thông tin cơ bản: Thu thập số liệu về thời tiết, định mức kỹ thuật, giống và phân bón, mức độ thực hiện quy trình kỹ thuật trồng thuốc lá tại khu vực Tây Ninh do Công ty Cổ phần Hòa Việt, trực thuộc Tổng công ty Thuốc lá Việt Nam đầu tư và quản lý.

2.2.2. Phương pháp lấy mẫu

Mẫu lá sấy đại diện khu vực: Các mẫu thuốc lá nguyên liệu cấp loại C2 và B2 được lấy từ 20 hộ dân tại 4 xã đại diện khu vực trồng thuốc lá tỉnh Tây Ninh (05 hộ đại diện một xã gộp lại 01 mẫu cấp loại C2 và 01 mẫu cấp loại B2) để đánh giá chất lượng thuốc lá nguyên liệu mùa vụ 2024 - 2025.

2.2.3. Phương pháp đánh giá chất lượng

* Chỉ tiêu lý học: Chiều dài, chiều rộng lá sử dụng thước đo độ chính xác 1mm để đo chiều dài, rộng trung bình 20 lá ngẫu nhiên của mỗi mẫu lá sấy; tỷ lệ cọng/lá được xác định sau khi 0,5 kg lá sấy của mỗi mẫu được tách cọng thủ công và xác định tỷ lệ phần trăm; xác định độ dày trung bình mẫu lá theo TCVN 3652:2007 [3].

* Phân tích một số thành phần hóa học chính ảnh hưởng đến chất lượng thuốc lá nguyên liệu như hàm lượng nicotin theo CORESTA 85:2017 [5], đường khử theo CORESTA 38:2010 [4], nitor protein theo TCVN 7253:2003 [2], clo theo TCVN 7251:2003 [1] tại Phòng Phân tích Viện Thuốc lá.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại vùng trồng thuốc lá tỉnh Tây Ninh, mùa vụ 2024 - 2025.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thực trạng đầu tư và thực hiện quy trình kỹ thuật sản xuất thuốc lá khu vực Tây Ninh

Khảo sát về thực trạng đầu tư và thực hiện các khâu kỹ thuật sản xuất thuốc lá khu vực Tây Ninh ở mùa vụ 2024 - 2025 được ghi nhận ở một số vấn đề chính sau:

Về thời vụ: Mùa vụ 2024 - 2025 bắt đầu giai đoạn vườn ươm từ tháng 10/2024 - 11/2024; giai đoạn sinh trưởng và phát triển từ tháng 12/2024 - 02/2025; giai đoạn thu hoạch từ tháng 03 - 04/2025.

Giống: Toàn bộ diện tích trong khu vực được trồng giống K326.

Về mức đầu tư: Mức bón trung bình khu vực nông dân thực tế sử dụng 1.000 kg/ha phân bón hỗn hợp (có hàm lượng $N:P_2O_5:K_2O = 10:10:26$) kết hợp bón 100 kg/ha phân DAP. Mức phân bón đạt yêu cầu của quy trình kỹ thuật và ổn định trong 5 năm qua.

Về thực hiện kỹ thuật:

+ Mật độ trồng: 22.050 cây/ha, giảm 750 cây/ha so với mức trung bình các năm gần đây.

+ Ngắt ngọn diệt chổi: 100% diện tích được thực hiện biện pháp ngắt ngọn và sử dụng hóa chất. Đây là khu vực thực hiện và duy trì tốt nhất việc ngắt ngọn diệt chổi trong cả nước.

Năng suất và tỷ lệ lá cấp loại tốt: Năng suất bình quân toàn khu vực đạt 3,48 tấn/ha, tỷ lệ cấp 1+2 đạt 81,2% (mức cao nhất trong 05 năm).

3.2. Đặc điểm chất lượng nguyên liệu thuốc lá khu vực Tây Ninh mùa vụ 2024 - 2025

3.2.1. Đặc điểm lý hóa học các mẫu nguyên liệu đại diện mùa vụ 2024 - 2025

* Theo dõi một số chỉ tiêu vật lý của thuốc lá nguyên liệu khu vực Tây Ninh mùa vụ 2024 - 2025 cho kết quả như ở Bảng 1.

Do thay đổi phương pháp đo độ dày từ năm 2024, chỉ số này có sự chênh lệch nhất định và chỉ dùng để so sánh tương đối so với 04 năm trước. Các chỉ số khác được so sánh với trung bình 05 năm.

Vị bộ lá C (lá trung châu) ở mùa vụ 2024 - 2025 cho thấy, kích thước lá trung bình $54,8 \times 22,0$ cm, độ dày 144,1 μ m, tỷ lệ cọng trong lá 35,0% và trọng lượng lá 7,5 g/lá. So với trung bình của các năm gần đây, chiều dài lá ổn định trong khi chiều rộng tăng nhẹ (0,2 cm), độ dày lá giảm 2,6 μ m, tỷ lệ cọng giảm 0,9% và trọng lượng lá tăng 0,1 g/lá.

Lá vị bộ lá B (lá nách trên) có kích thước lá trung bình $60,3 \times 22,9$ cm, độ dày 185,0 μ m, tỷ lệ cọng trong lá 32,1% và trọng lượng lá 9,4 g/lá. So với trung bình, chiều dài lá tăng 4,1 cm, chiều rộng tăng 0,6 cm, độ dày giảm 0,8 μ m, tỷ lệ cọng giảm 0,8%, trọng lượng lá tăng 0,6 g/lá.

* Phân tích một số thành phần hóa học chính ảnh hưởng đến chất lượng nguyên liệu thuốc lá ở mùa vụ 2024 - 2025 cho kết quả được ghi nhận ở Bảng 2.

Từ năm 2022, Viện Thuốc lá đã thực hiện phân tích thành phần hóa học theo các tiêu chuẩn quốc tế: nicotin (CORESTA 85:2017) và đường khử (CORESTA 38:2010); do đó, hai thành phần này so với giá trị trung bình của 04 năm, số liệu năm 2021 chỉ để tham khảo. Nitor protein và clo vẫn phân tích theo tiêu chuẩn cũ, nên được so sánh trong giai đoạn 05 năm để đảm bảo tính khách quan.

Số liệu Bảng 2 cho thấy:

Nguyên liệu vị bộ lá C có hàm lượng nicotin ở mức khá (1,89%), nitor protein mức trung bình (1,21%), trong khi hàm lượng đường khử và clo ở mức hơi cao (đường khử: 22,8% và clo: 0,96%). So với trung bình các năm thì nguyên liệu vị bộ lá C ở mùa vụ 2024 - 2025

Bảng 1. Một số chỉ tiêu vật lý thuốc lá nguyên liệu khu vực Tây Ninh giai đoạn 2021 - 2025

Mùa vụ	Vị bộ lá trung châu (C)					Vị bộ lá nách trên (B)				
	Dài (cm)	Rộng (cm)	Độ dày (μ m)	Tỷ lệ cọng (%)	Trọng lượng lá (g/lá)	Dài (cm)	Rộng (cm)	Độ dày (μ m)	Tỷ lệ cọng (%)	Trọng lượng lá (g/lá)
2025	54,8	22,0	144,1	35,0	7,5	60,3	22,9	185,0	32,1	9,4
2024	53,5	21,6	86,7	32,9	5,8	56,3	23,4	112,2	30,7	6,3
2023	55,5	20,4	125,1	35,2	8,2	56,2	22,2	177,0	32,2	11,0
2022	54,2	22,9	139	38,8	7,1	52,4	22,0	186,4	32,8	8,6
2021	55,9	22,1	178,5	37,5	8,2	55,7	21,1	195,0	36,8	8,7
TB	54,8	21,8	146,7	35,9	7,4	56,2	22,3	185,8	32,9	8,8
Biến đổi	0,0	0,2	-2,6	-0,9	0,1	4,1	0,6	-0,8	-0,8	0,6

Bảng 2. Một số thành phần hóa học của thuốc lá nguyên liệu khu vực Tây Ninh giai đoạn 2021 - 2025 (ĐVT: %)

Năm	Vị bộ lá trung châu (C)					Vị bộ lá nách trên (B)				
	Nicotin	Nitơ protein	Đường khử	Clo	Đường khử/nicotin	Nicotin	Nitơ protein	Đường khử	Clo	Đường khử/nicotin
2025	1,89	1,21	22,8	0,96	12,2	2,17	1,19	21,1	0,93	9,8
2024	1,86	1,01	18,8	1,37	10,3	2,18	1,02	20,2	0,96	9,6
2023	1,95	1,39	22,0	0,62	11,3	2,44	1,23	23,9	0,66	9,8
2022	2,02	1,54	13,3	1,83	6,6	2,40	1,32	26,3	0,82	10,9
2021	2,60	1,32	15,0	0,87	5,8	2,69	1,28	13,2	0,83	4,9
TB	1,93	1,29	19,2	1,13	10,1	2,30	1,21	22,9	0,84	10,0
Biến đổi	-0,04	-0,08	3,6	-0,17	2,1	-0,13	-0,02	-1,8	0,09	-0,2

có hàm lượng nicotin thấp hơn, nitơ protein biến đổi không nhiều trong khi đường khử tăng và clo giảm.

Nguyên liệu lá vị bộ B cũng có hàm lượng nicotin ở mức khá (2,17%), nitơ protein mức trung bình (1,19%); hàm lượng đường khử và clo ở mức hơi cao (lần lượt là 21,1% và 0,93%). So với trung bình các năm, nguyên liệu vị bộ B mùa vụ 2024 - 2025 có hàm lượng nicotin và đường khử thấp hơn; hàm lượng nitơ protein biến đổi không nhiều, clo ở mức cao hơn 0,09%.

Nhìn chung nguyên liệu mùa vụ năm 2024 - 2025 có hàm lượng nicotin mức khá; hàm lượng clo có biến đổi tuy nhiên vẫn ở mức cao sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến độ cháy của thuốc lá, đồng thời gián tiếp làm giảm độ êm dịu khi hút, hương thơm và vị dễ chịu của sản phẩm.

3.3. Tìm hiểu nguyên nhân ảnh hưởng đến chất lượng nguyên liệu thuốc lá mùa vụ 2024 - 2025 tại Tây Ninh và xác định giải pháp khắc phục

3.3.1. Về tính chất vật lý

Nguyên liệu thuốc lá khu vực Tây Ninh mùa vụ 2024 - 2025 có độ dày lá và tỷ lệ cọng trong lá giảm nhẹ, trọng lượng lá tăng. Một số nguyên nhân chính gây nên diễn biến này được xác định như sau:

- Giai đoạn cây tăng cường sinh trưởng và quang hợp để tạo năng suất: Từ tháng 12/2024 đến tháng 2/2025 có điều kiện thuận lợi cho sinh trưởng với nhiệt độ trung bình 26,6 - 27,8°C, số giờ nắng cao (155 - 253 giờ/tháng). Dù thời tiết khô hạn, việc chủ động tưới nước đã tối ưu hóa các quá trình phát triển diện tích lá cũng như quang hợp và tích lũy chất khô trong lá.

- Giai đoạn thu hoạch: Thời điểm tháng 3 - 4/2025, có nhiệt độ trung bình 29,1°C, độ ẩm trung bình 76,0%, tổng lượng mưa 87,1 mm; tổng số giờ nắng 497,0 giờ.

Điều kiện thời tiết thuận lợi cho quá trình chín sinh lý của lá thuốc và sấy sơ chế thuốc lá vàng, nhờ nền nhiệt cao, độ ẩm thích hợp và ánh nắng ổn định.

Như vậy: Điều kiện thời tiết mùa vụ 2024 - 2025 khá thuận lợi cho mùa vụ trồng cây thuốc lá tại khu vực Tây Ninh. Giai đoạn cây tăng cường quang hợp để tạo năng suất có nền nhiệt, số giờ nắng ở mức cao, chủ động nước tưới giúp quá trình quang hợp và tích lũy chất khô của cây rất thuận. Giai đoạn thu hoạch điều kiện thời tiết thuận lợi cho quá trình chín sinh lý của lá thuốc và sấy sơ chế thuốc lá vàng. Chính vì vậy năng suất tại khu vực đạt cao nhất so với các khu vực khác (đạt 3,48 tấn/ha).

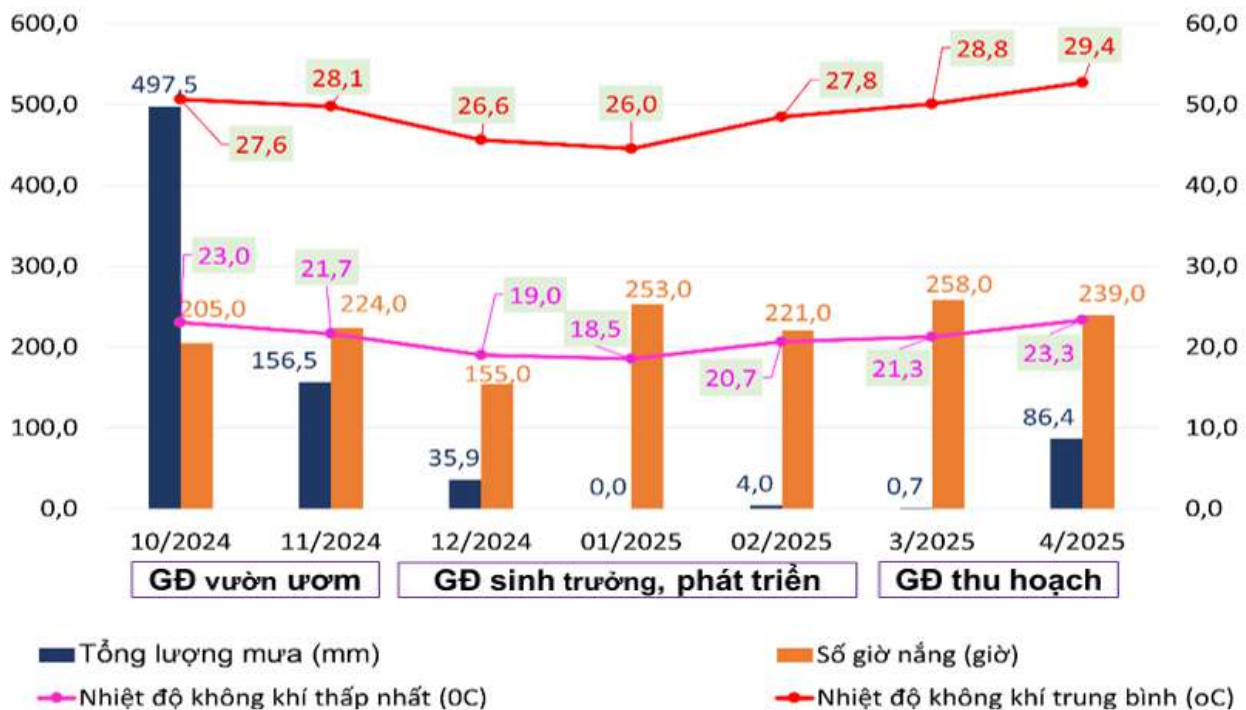
3.3.2. Về tính chất hóa học

Quá trình tổng hợp và tích lũy các thành phần hóa học trong cây thuốc lá phụ thuộc trước hết vào giống, sau đó là điều kiện đất đai, khí hậu và các kỹ thuật canh tác như mật độ trồng, mức bón phân và các biện pháp ngắt ngọn, diệt chồi cũng như quá trình sấy sơ chế.

Mùa vụ 2024 - 2025 tại Tây Ninh, hàm lượng nicotin dao động 1,89 - 2,17%, phù hợp tiêu chuẩn thuốc lá vàng sấy, tuy nhiên, so với trung bình các năm, nicotin có xu hướng giảm nhẹ. Nguyên nhân chính là do giai đoạn sinh trưởng và hái sấy có điều kiện thời tiết rất thuận lợi cùng với việc tưới nước chủ động đã tối ưu hóa quá trình sinh trưởng và tích lũy chất khô để tạo năng suất cao nhưng lại làm pha loãng nicotin trong mô lá.

Hàm lượng đường khử vị bộ lá C tăng, đạt 22,8% (tăng 3,6%); vị bộ lá B giảm, đạt 21,1% (giảm 1,8%). Sự biến động vị bộ lá C thể hiện quá trình tích lũy cacbohydrat mạnh trong giai đoạn cuối sinh trưởng nhờ nền nhiệt, ánh sáng và ẩm độ thích hợp; ngược lại, vị bộ lá B thu hoạch muộn và gặp nắng nóng

Thời tiết khu vực Tây Ninh mùa vụ 2024 - 2025



Biểu đồ thời tiết khu vực Tây Ninh mùa vụ 2024 - 2025

nên hô hấp tăng, làm đường khử giảm. Tuy nhiên, tỷ lệ đường khử/nicotin ở mức cao (12,2 và 9,8), vượt ngưỡng tối ưu (5,0 - 10,0), gây cảm giác hút gắt, giảm độ êm dịu. Một trong các nguyên nhân làm mất cân đối tỷ lệ đường/nicotin được xác định là mức cung cấp nước tưới vượt ngưỡng tối ưu nên tuy làm tăng năng suất nhưng cũng làm tăng hàm lượng đường khử và giảm nhẹ hàm lượng nicotin.

Hàm lượng clo mặc dù giảm so với trung bình nhiều năm (còn 0,96% và 0,93%), nhưng vẫn ở mức cao. Clo cao làm giảm độ cháy và ảnh hưởng xấu đến hương vị khi hút. Nguyên nhân chủ yếu là do nguồn nước tưới và phân bón kali chứa clo (KCl) vẫn được sử dụng phổ biến tại địa phương. Một số vùng đất khả năng rửa trôi kém, làm tích tụ ion Cl⁻ trong đất, dẫn tới hấp thu clo của cây tăng cao.

Hàm lượng nitor protein duy trì ở mức trung bình (1,19 - 1,21%) và ổn định so với các năm trước. Điều này cho thấy quy trình bón phân đạm đã tương đối hợp lý, không gây dư đạm (làm tăng vị gắt, giảm hương thơm của thuốc lá vàng sấy).

4. KẾT LUẬN

Nguyên liệu thuốc lá sản xuất tại vùng trồng Tây Ninh mùa vụ 2024 - 2025 có năng suất cao và chất lượng khá tốt, nhờ điều kiện tự nhiên thuận lợi, việc sử dụng giống K326 phù hợp và thực hiện tốt quy trình

kỹ thuật trong việc trồng - chăm sóc - hái sấy. Các chỉ tiêu lý học cho thấy lá có kích thước lớn, tỷ lệ cọng giảm, trọng lượng lá tăng, phản ánh quá trình sinh trưởng và tích lũy vật chất diễn ra thuận lợi. Mặc dù độ dày lá giảm nhẹ (2,6 µm ở vị bộ lá C và 0,8 µm ở vị bộ lá B) so với trung bình nhiều năm, nhưng đây là hệ quả của việc tăng kích thước lá, không ảnh hưởng lớn đến chất lượng tổng thể. Tuy vậy, nguyên liệu thuốc lá tại vùng trồng Tây Ninh vẫn tồn tại một số đặc điểm bất lợi về chất lượng như:

Tỷ lệ đường khử/nicotin cao hơn mức tối ưu, làm giảm độ cân bằng của sản phẩm thuốc lá điếu.

Hàm lượng clo tuy giảm nhưng vẫn ở mức cao (0,93 - 0,96%), có thể gây ảnh hưởng xấu đến độ cháy và cảm quan khi hút.

Để tiếp tục ổn định và nâng cao chất lượng nguyên liệu trong các vụ tiếp theo thì cần tập trung thực hiện một số giải pháp kỹ thuật sau:

- Điều chỉnh dinh dưỡng hợp lý: Kiểm soát tốt chất lượng phân bón cho thuốc lá hạn chế sử dụng phân hỗn hợp mà dinh dưỡng Kali có KCl, tăng bổ sung Ca và Mg để cân bằng dinh dưỡng, ổn định tỷ lệ đường/nicotin và giảm hấp thu ion Cl⁻.

- Thực hiện luân canh cây trồng phù hợp, không trồng thuốc lá trên các chân đất mà các vụ trước sử dụng phân bón KCl ❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Khoa học và Công nghệ, 2003. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7251:2003: Thuốc lá và sản phẩm thuốc lá. Xác định hàm lượng clo bằng phương pháp kết tủa clorua hòa tan.
2. Bộ Khoa học và Công nghệ, 2003. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7253:2003: Thuốc lá và sản phẩm thuốc lá. Xác định hàm lượng nitơ protein bằng phương pháp kết tủa.
3. Bộ Khoa học và Công nghệ, 2007. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 3652:2007 (ISO 534:2005): Giấy và các tông – Xác định độ dày, tỷ trọng và thể tích riêng.
4. CORESTA 38:2010: Thuốc lá và sản phẩm thuốc lá. Xác định hàm lượng đường khử bằng phương pháp phân tích dòng liên tục.
5. CORESTA 85:2017: Thuốc lá và sản phẩm thuốc lá. Xác định hàm lượng alkaloid bằng phương pháp đo phổ.

Ngày nhận bài: 6/8/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 19/8/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 10/9/2025

Người phản biện: TS. Tào Ngọc Tuấn - Chuyên gia độc lập

Thông tin tác giả:

ĐẶNG NGỌC THUY

Viện Thuốc lá - Tổng công ty Thuốc lá Việt Nam

QUALITY CHARACTERISTICS OF TOBACCO RAW MATERIALS IN TAY NINH GROWING AREA IN THE 2024 - 2025 CROP SEASON

DANG NGOC THUY

The Tobacco Institute One Member Company Limited,
Vietnam Tobacco Corporation

ABSTRACT

The results of research and evaluation of the quality of raw tobacco in the 2024 - 2025 crop in Tay Ninh show that: The yield of dried leaves is the highest in the past 5 years, reaching 3.48 tons/ha and the percentage of good-grade leaves (grade 1+2) is 81.2%. The raw materials have improved physical properties, the proportion of stems has decreased and the leaf weight has increased. Nicotine content is relatively stable, reducing sugars have increased, while chlorine content remains high. In general, the quality of raw tobacco in the 2024 - 2025 crop in Tay Ninh is quite good, thanks to the synchronous application of technical processes and proactive irrigation water. However, it is necessary to overcome the disadvantages of the chemical composition of raw materials, specifically, having solutions to control and reduce chlorine residues in the soil and balance the ratio of reducing sugars/nicotine.

Keywords: tobacco raw materials, quality changes, nicotine, reducing sugars, chlorine, Tay Ninh.

Nhà máy điện rác đầu tiên do doanh nghiệp Việt làm chủ đầu tư đi vào hoạt động

Mới đây, Tập đoàn AMACCAO cùng Công ty Cổ phần Công nghệ Môi trường Xanh Seraphin đã tổ chức Lễ khánh thành Nhà máy điện rác Seraphin.

Dự án Nhà máy điện rác Seraphin khởi công vào tháng 3/2022, đến 1/5/2025 nhà máy bắt đầu tiếp nhận và xử lý rác cho thành phố. Như vậy, công trình được triển khai trong vòng 3 năm 2 tháng. Tiến độ này được đánh giá là nhanh so với các dự án điện rác tương tự trên thế giới thường mất 5 - 8 năm để hoàn thành.

Nhà máy điện rác Seraphin sử dụng công nghệ đốt rác phát điện hiện đại Martin của CHLB Đức, đạt công suất xử lý 2.250 tấn rác mỗi ngày, xấp xỉ một phần ba lượng rác thải sinh hoạt hàng ngày của thành phố. Mỗi giờ, nhà máy điện rác Seraphin có khả năng tạo ra 37 MW điện sạch. Đáng chú ý, các chỉ số phát thải đều

được kiểm soát nghiêm ngặt theo tiêu chuẩn châu Âu EU2010. Các sản phẩm phụ của quá trình xử lý như tro xỉ sẽ được tái chế để sản xuất bê tông đúc sẵn và gạch không nung phục vụ ngành xây dựng.

Với một đô thị hơn 8 triệu dân, mỗi ngày Hà Nội phải đối mặt với áp lực xử lý hơn 7.600 tấn rác sinh hoạt. Phương pháp chôn lấp truyền thống, vốn tiềm ẩn nhiều nguy cơ ô nhiễm, cần được thay thế bằng công nghệ hiện đại, thân thiện với môi trường. Do vậy, Hà Nội sẽ tiếp tục hướng tới chấm dứt hoàn toàn việc chôn lấp rác, thay thế bằng các công nghệ tiên tiến như đốt phát điện, tái chế và tái sử dụng. Đồng thời, Hà Nội cũng sẽ đẩy mạnh phân loại rác tại nguồn, gắn liền với hệ thống thu gom, vận chuyển và xử lý thông minh.

MINH THU

TIỀM NĂNG VÀ TÍNH CHẤT CỦA SINH KHỐI THÂN CÂY CHUỐI CHO SẢN XUẤT CÁC SẢN PHẨM SINH HỌC HỮU ÍCH

LÊ QUANG DIỄN, NGUYỄN THỊ MINH PHƯƠNG, NGÔ VĂN HỮU

TÓM TẮT:

Thân cây Chuối sau thu hoạch quả, là một dạng phế phụ phẩm nông nghiệp có tiềm năng sinh khối ước tính 150-160 tấn/ha, độ khô trung bình khoảng 2,8-3,0%. Trong đó phần thân cây chiếm 25-30% sinh khối của cả cây chuối. Thành phần hóa học cơ bản của thân cây từ 03 giống Chuối La Ba, Cavendish và Chuối Tiêu trồng ở các vùng chuyên canh khác nhau, đã được xác định, bao gồm các thành phần chính là cellulose và pentosane, chiếm khoảng 50% sinh khối. Các giống chuối khác nhau đều có thành phần hóa học cơ bản tương đương nhau. Thân cây chuối là dạng vật liệu có thể chế biến hóa học thành các sản phẩm hữu ích. Nấu xút kết hợp với tẩy trắng bằng các tác nhân thân thiện môi trường như oxi, ozon và dioxit clo cho cellulose tẩy trắng có độ trắng 86-87% ISO, hiệu suất khoảng 20%, phù hợp làm nguyên liệu cho chế tạo cellulose, dẫn xuất và vật liệu khác từ cellulose. Kỹ thuật chế biến chuối thành các sản phẩm hữu ích khả thi phát triển công nghệ ở quy mô bán công nghiệp, nâng cao hiệu quả kinh tế và môi trường của nông nghiệp bền vững.

Từ khóa: Chuối, phế phụ phẩm nông nghiệp, Cellulose.

1. MỞ ĐẦU

Theo Bộ Nông nghiệp và Môi trường, cả nước hiện có hơn 160.000 ha trồng chuối, với sản lượng khoảng 3 triệu tấn/năm. Chuối là loại trái cây cho thu hoạch quanh năm, và đã trở thành sản phẩm xuất khẩu thế mạnh của ngành rau quả nước ta.

Ngoài các hộ cá thể nhỏ lẻ ra, chuối chủ yếu được trồng tập trung tại các trang trại, vùng đất chuyên canh của các doanh nghiệp, ứng dụng công nghệ cao, để sản xuất chuối hàng hóa, phục vụ nhu cầu trong nước và xuất khẩu. Năm 2024 Việt Nam đã chiếm vị trí số 1 về cung cấp chuối cho thị trường Trung Quốc. Sản lượng, giá trị còn tiếp tục tăng trưởng đều trong những năm tới, nhờ ứng dụng hiệu quả giống và kỹ thuật canh tác, bảo quản trái cây, cũng như tiếp thị và xúc tiến thương mại.

Nhiều doanh nghiệp sở hữu diện tích trồng chuối lớn, có doanh thu lớn, như Công ty CP Nông nghiệp U&I (khoảng 1500 ha), Hoàng Anh Gia Lai Group (khoảng 7000 ha), Tập đoàn Công nghiệp Cao su Việt Nam (khoảng 2000 ha), ...

Với sự hình thành nhiều vùng chuyên canh chuối, như khu vực Đồng Nai, đứng đầu cả nước về diện tích trồng chuối; Lào Cai, Phú Thọ, Hưng Yên, Hà Nội, ..., đã

phát sinh nhiều vấn đề lớn mang tầm vĩ mô về phế phụ phẩm chuối sau thu hoạch, như thân cây, lá cây, gốc cây, phế phụ phẩm sinh khối khác, với khối lượng lớn hơn nhiều lần so với sản phẩm chuối quả.

Với hơn 30 giống chuối khác nhau, cho trái cây khác nhau về hình dạng, màu sắc, kích thước và hương vị riêng, hay đặc trưng của vùng miền, chỉ thích hợp trồng ở một số vùng nhất định để giữ độ ngon nguyên bản, thì sinh khối của chúng cũng có sự khác biệt nhất định. Vì vậy, việc xử lý, tận dụng phế phụ phẩm chuối sau thu hoạch cũng là vấn đề đáng quan tâm.

Những năm gần đây, nghiên cứu sử dụng phế phụ phẩm cây chuối sau thu hoạch, đã thu hút sự chú ý trên thế giới và tại Việt Nam, như một số nghiên cứu và đề xuất sử dụng phế phụ phẩm chuối sau thu hoạch làm nguyên liệu sản xuất nhiên liệu sinh học và than hoạt tính [1,2], chế tạo cellulose từ thân cây và lá cây chuối [3-9], nanocellulose từ thân cây chuối [5] hay dẫn xuất sinh học từ thân cây chuối [10,11], cho thấy mối quan tâm được tập trung vào phần sinh khối lớn nhất là thân cây chuối.

Mặc dù việc tái chế và sử dụng phụ phẩm nông nghiệp để tạo ra các sản phẩm có giá trị thương mại và tạo ra doanh thu không phải là một lĩnh vực mới, nhưng

việc tối đa hóa sử dụng các nguồn tài nguyên sẵn có dồi dào để giảm phát thải chất thải rắn và tạo ra giá trị gia tăng vẫn được coi là rất quan trọng [2].

Các phụ phẩm chuối như thân, lá, cụm hoa và vỏ là nguyên liệu thô tốt cho các ngành công nghiệp thực phẩm và phi thực phẩm, với nhiều ứng dụng tiềm năng, như thực phẩm trực tiếp cho con người, thực phẩm bổ sung của thức ăn chăn nuôi, nhiên liệu tái tạo, xơ sợi tự nhiên, phân bón và chất hấp thụ xử lý ô nhiễm môi trường, ...

Tại Việt Nam, chỉ một khối lượng rất nhỏ phế phụ phẩm cây chuối được tận dụng, như thực phẩm bổ sung trong thức ăn chăn nuôi, tách sợi tự nhiên (xơ chuối) làm hàng dệt thủ công, mỹ nghệ, phân bón hữu cơ, nhưng quy mô nhỏ lẻ, bán thủ công, không giải quyết được những vấn đề tổng thể và quy mô lớn. Phần sinh khối còn lại của chuối sau thu hoạch chủ yếu vứt bỏ tự phân hủy.

Việc sử dụng phụ phẩm chuối có thể mang lại những tác động tích cực đến việc bảo vệ môi trường và phát triển các loại thực phẩm có giá trị gia tăng cho con người. Tuy nhiên, để có thể tiếp cận phế phụ phẩm sinh khối của cây chuối sau thu hoạch như một nguồn nguyên liệu thô cho mục đích chế biến ở quy mô công nghiệp, cần phải làm rõ tiềm năng khả thi tiếp cận và tính chất cơ bản của sinh khối, xây dựng các quy trình phù hợp khả thi cho việc thu gom, vận chuyển, tồn trữ và chế biến phụ phẩm chuối. Việc tạo ra giá trị từ các phế phụ phẩm chuối được cho là một cách để đảm bảo nền nông nghiệp sinh thái và hệ thống thực phẩm bền vững, có lợi cho môi trường cho các thế hệ tương lai.

Trong nghiên cứu này, 3 loại thân cây chuối của 3 giống chuối được trồng ở các vùng miền khác nhau, đã được xác định tiềm năng sinh khối và thành phần hóa học cơ bản, định hướng cho phát triển công nghệ kỹ thuật ít phát thải sử dụng thân cây chuối làm nguyên liệu sản xuất vật liệu trên nền xơ sợi ở quy mô công nghiệp.

2. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên vật liệu

Thân cây chuối được lấy mẫu bao gồm: Chuối La Ba trồng tại Lâm Đồng; Chuối Cavendish trang trại Minh Tân, Dầu Tiếng, TP. Hồ Chí Minh và giống Chuối Tiêu trồng tại Duy Tiên, Hưng Yên. Các cây chuối lấy mẫu được trồng tại vườn trên diện tích khoảng 500 m².

Từ số cây vừa thu hoạch, chọn ngẫu nhiên 10 cây ở các vị trí khác nhau, chặt và chia thành các phần sinh khối, bao gồm thân cây (có cả lõi buồng chuối), lá và ngọn (có phần cuống của buồng chuối còn lại), rồi cân để xác định khối lượng từng phần.

Để phân tích độ ẩm và thành phần hóa học cơ bản của thân cây, cắt lấy 5 khoanh dày 20 cm ở các vị trí khác nhau, cách nhau 15-20 cm, bỏ lõi, rồi dùng dao thái nhỏ thành các lát mỏng 5-10 mm, phơi khô ở điều kiện tự nhiên, cân để xác định khối lượng. Nguyên liệu thân cây chuối khô được nghiền bằng máy nghiền, rồi sàng chọn lấy phần qua lỗ sàng 0,5 mm và trên sàng 0,25 mm, và sử dụng cho nghiên cứu.

Hóa chất sử dụng là dạng tinh khiết, xuất xứ Sigma Aldrich, Trung Quốc.

2.2. Thực nghiệm

Thành phần hóa học cơ bản của nguyên liệu được phân tích theo các phương pháp tiêu chuẩn hóa TAPPI.

Chế thử cellulose từ nguyên liệu thân cây chuối, được thực hiện với 100g nguyên liệu, theo phương pháp nhiều công đoạn, bao gồm nấu xút với mức sử dụng NaOH 25% so với khối lượng nguyên liệu, ở 145°C trong 90 phút, tỉ lệ rắn/lỏng là 1/6. Bột cellulose sau nấu lần lượt được xử lý ở 90°C trong dung dịch NaOH với mức sử dụng 0,5% so với khối lượng bột, cấp oxi ở áp suất 5,5 atm trong 60 phút. Sau khi rửa, bột cellulose tiếp tục được tẩy trắng bằng ozon và dioxit clo theo sơ đồ nhiều công đoạn kế tiếp nhau A-Z-EOP-D.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Thành phần sinh khối của cây chuối

Qua khảo sát, mật độ trồng chuối tại các khu vực khác nhau: Đối với Chuối La Ba, mật độ trồng 1500-1800 cây/ha; Chuối Cavendish được trồng với mật độ 1900-2100 cây/ha, còn đối với Chuối tiêu xanh và Chuối tiêu hồng, mật độ trồng 2400-2500 cây/ha.

Xác định khối lượng cây chuối tươi (Bảng 1) cho thấy, khối lượng thân cây chuối tươi giống La Ba thấp hơn so với 02 giống chuối còn lại là Cavendish và Chuối Tiêu, có khối lượng tương đương nhau (62-64 kg/cây).

Bảng 1. Khối lượng trung bình của thân cây chuối

TT	Giống chuối	Khối lượng trung bình thân cây (kg)
1	La Ba	56±0,8
2	Cavendish	62±1,2
3	Tiêu xanh	64±0,9

Xác định khối lượng toàn cây chuối cho thấy, phần gốc chuối (thân thật) chiếm trung bình 5-10%; phần lá và ngọn 25-30% và thân cây kéo dài (thân giả) chiếm 55-60%.

Trung bình, phế phụ phẩm chuối sau thu hoạch chiếm khoảng 150-160 tấn/ha. Bằng cách lấy ngẫu nhiên các phần khác nhau của cây chuối và xác định độ ẩm có thể thấy, độ ẩm trung bình 2,8-3,0%. Cây chuối

Bảng 2. Thành phần hóa học cơ bản của thân cây chuối

TT	Thành phần	Hàm lượng (%)			Phương pháp xác định (TAPPI)
		La Ba	Cavendish	Tiêu xanh	
1	Cellulose	40,37±1,03	43,84±1,24	41,73±1,53	T17 wd-70
2	Lignin	14,26±0,35	11,06±0,78	12,37±0,68	T222
3	Pentosan	9,02±0,54	9,87±0,58	8,85±0,73	T223
4	Độ tro	13,51±0,74	14,39±0,84	15,65±0,96	T211 om-93
5	Các chất trích ly trong etanol	5,31±0,27	4,92±0,56	6,47±0,32	T204 cm-07
6	Các chất khác	17,53±1,31	15,92±1,28	16,85±1,46	-

để khô gió rất lâu khô, trong quá trình mất nước lại diễn ra phân hủy sinh học phức tạp, khó duy trì được chất lượng sinh khối. Nếu để phân hủy, mỗi hecta chuối sau thu hoạch hình thành một lượng lớn nước ô nhiễm do thân cây phân rã, để có thể làm phân bón hữu cơ cho đất, vậy nhưng quá trình phân hủy kéo dài gây mùi, ô nhiễm môi trường, ảnh hưởng nghiêm trọng và gây khó khăn cho canh tác tiếp theo. Lượng phế phẩm chuối được tận dụng cho các mục đích khác nhau không đáng kể, là vấn đề lớn của sản xuất nông nghiệp bền vững.

Trong số các phần sinh khối của cây chuối, thân cây kéo dài trên mặt đất (còn gọi là thân giả), là phần sinh khối tương đối đồng nhất, thu gom cũng như vận chuyển và tồn trữ đơn giản hơn, nên khả thi để tận dụng số lượng lớn cho chế biến thành các sản phẩm khác nhau.

Cũng kết quả của nhóm nghiên cứu cho thấy, riêng phần thân cây có độ khô trung bình 23-25%. Như vậy, mỗi hecta chuối sau thu hoạch chỉ có thể thu được khoảng 2,0-2,5 tấn nguyên liệu khô.

3.2. Thành phần hóa học cơ bản của thân cây chuối

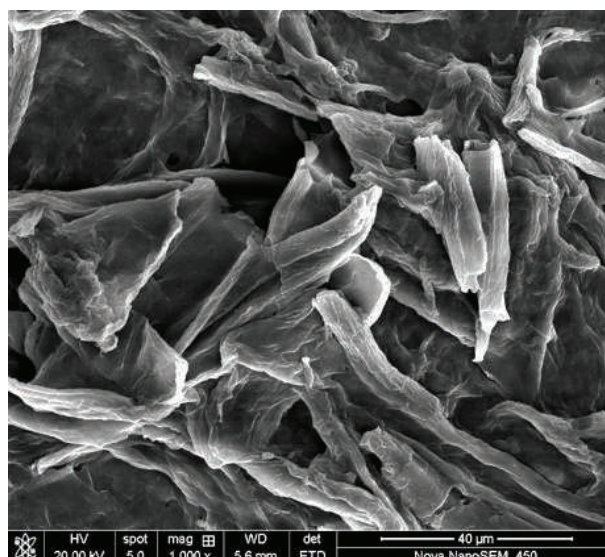
Thành phần hóa học cơ bản của thân cây chuối khô được xác định (Bảng 2) cho thấy không có sự khác biệt nhiều về hàm lượng các thành phần/nhóm hợp chất của thân cây chuối các giống và điều kiện lập địa khác nhau.

So với một số dạng phế phụ phẩm nông nghiệp khác, như rơm rạ [12] và bã mía [13], hàm lượng các thành phần xơ sợi (cellulose và pentosane) của thân cây chuối chỉ khoảng 50-51%, thấp hơn 10-12% so với rơm rạ và bã mía, độ tro cao gần gấp 3 lần. Độ tro cao

của sinh khối thân cây chuối trồng tại Việt Nam có thể được giải thích bằng phương pháp chăm sóc, sử dụng nhiều phân bón vô cơ. Điểm đặc biệt, là thân cây Chuối có hàm lượng lignin rất thấp, chỉ xấp xỉ bằng 50% so với 02 loại phế phụ phẩm lignocellulose nêu trên, mặc dù là cây sinh trưởng dài ngày hơn.

Như đã biết, tuy là cây ngắn ngày, nhưng chiều dài xơ sợi cellulose của thân cây chuối tương đối cao, trong khoảng 10-40 mm [14], gấp vài lần so với xơ sợi cellulose của các loại cây gỗ nguyên liệu giấy. Vì vậy, có thể dự đoán quá trình chế biến thân cây chuối để thu được cellulose và dẫn xuất, phương pháp nấu kiềm là thích hợp với mức sử dụng hóa chất thấp, đồng thời cần xử lý tăng cường (axit hóa) để tách các chất vô cơ.

Xác định hàm lượng các chất tan trong nước lạnh và nước nóng của thân cây chuối cho thấy, hàm lượng



Hình 1: Ảnh SEM của cellulose tẩy trắng độ phóng đại 1000 lần

Bảng 3. Kết quả chế thử cellulose từ thân cây chuối

TT	Công đoạn	Thông số	Kết quả
1	Nấu xút	Hiệu suất bột cellulose	20,5±1,5%
2	Tách loại lignin bằng oxi trong môi trường kiềm	Hiệu suất bột cellulose	88,5±1,5%
		Trị số Kappa của bột	14,5±0,5 đv
4	A (Xử lý bằng H ₂ SO ₄)	Hiệu suất	85,6±0,6 %
5	Z (Ozon hóa)	Hiệu suất	93,5±1,5 %
		Trị số Kappa của bột	11,5±0,5 đv
7	EOP (Xử lý bằng NaOH, O ₂ và H ₂ O ₂)	Hiệu suất	92,0±1,0 %
8	D (Xử lý bằng ClO ₂)	Hiệu suất	94,0±1,0 %
		Độ trắng của cellulose	79±1,0 % ISO
		Độ nhớt của cellulose	408±7 ml/g
		Hàm lượng α-cellulose	86,5±0,5 %

của nhóm hợp chất này tương cao, trong khoảng 32-35 %. Tức là, chỉ cần tiến hành xử lý nguyên liệu ở nhiệt độ sôi của nước, cũng sẽ có tới >30% các hợp chất hòa tan trong nước, phản ánh khả năng dễ phân hủy sinh học của Chuối và là tính chất thuận lợi cho quá trình chế biến.

3.3. Chế tạo và đặc trưng cellulose

Kết quả chế tạo cellulose từ thân cây chuối (Bảng 3) cho thấy có thể thu được celulose hiệu suất khoảng 20% so với nguyên liệu, có độ trắng xấp xỉ 80% ISO, hàm lượng α-cellulose khoảng 86-87%. Đặc trưng này của cellulose cho thấy có thể hoàn thiện và phát triển kỹ thuật chế tạo vật liệu xơ sợi phù hợp cho nhiều ứng dụng, đồng thời cellulose có những tính chất tương đương cellulose từ gỗ, phù hợp cho những ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực vật liệu thân thiện môi trường.

Phân tích ảnh SEM của cellulose có thể thấy, các xơ sợi cellulose không đồng đều về kích thước, có sự kết khối, minh chứng cho sự hình thành các xơ sợi kích thước lớn trong vách tế bào ban đầu của thân cây, dễ

dàng tách bằng phương pháp cơ học. Bề mặt xơ sợi tương đối nhẵn, chứng tỏ còn ít tạp chất và xơ sợi vụn.

4. KẾT LUẬN

Phế phụ phẩm chuối sau thu hoạch có khối lượng trung bình 150-160 tấn/ha. Khối lượng trung bình phần thân cây khoảng 2,0-2,5 tấn khô gió/ha.

Thân cây chuối phế phụ phẩm từ các giống cây khác nhau, sinh trưởng các vùng khác nhau, có thành phần hóa học cơ bản tương đương.

Có thể áp dụng phương pháp nấu kiềm để chế tạo cellulose chất lượng cao từ thân cây chuối, với hiệu suất khoảng 20% so với nguyên liệu, độ trắng 86-87% ISO.

Các kết quả nghiên cứu là những đóng góp khoa học để phát triển công nghệ chế biến toàn bộ sinh khối phế phụ phẩm trồng Chuối thành các sản phẩm giá trị gia tăng, hướng tới nông nghiệp bền vững. Để tận dụng hiệu quả, thân cây chuối cần sử dụng dạng tươi, ép nước làm phân bón hữu cơ, thân cây chứa xơ sợi có thể tận dụng cho sản xuất bao bì cho trái cây❖

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Bách khoa Hà Nội (HUST) trong đề tài mã số 2024-TĐ-011

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1.Gupta, G., Baranwal, M., Saxena, S. et al, Utilization of banana waste as a resource material for biofuels and other value-added products, Biomass Conversion and Biorefinery, 13, 12717–12736 (2023).
- 2.Zou et al, The Valorization of Banana By-Products: Nutritional Composition, Bioactivities, Applications, and Future Development, Foods, 11, 3170 (2022).
- 3.Vinay Kumar, et al., Potential of banana based cellulose materials for advanced applications: A review on properties and technical challenges, Carbohydrate Polymer,6, 100366 (2023).

4. Nguyen Thi Thuy Van, et al., Cellulose from the banana stem: optimization of extraction by response surface methodology (RSM) and characterization, Heliyon, 8(12), e11845 (2022).
5. D. H. Nguyen, et al., Preparation and isolation of the cellulose nanocrystals from banana leaves by chemical treatments, Vietnam J. Sci. Technol., 62 (6), 1077–1088 (2024).
6. Ardila A., A.N. et al, Enhanced Cellulose Extraction from Banana Pseudostem Waste: A Comparative Analysis Using Chemical Methods Assisted by Conventional and Focused Ultrasound, Polymers 16, 2785 (2024).
7. Thandavamoorthy, R. et al, Antimicrobial, function, and crystalline analysis on the cellulose fibre extracted from the banana tree trunks. Sci Rep 13, 15301 (2023).
8. Pereira NRL, et al., Bio-packaging based on cellulose acetate from banana pseudostem and containing Butia catarinensis extracts, Int J Biol Macromol., 1(194), 32-41 (2022).
9. Rosa E. A., Extraction and Characterization of Cellulose Obtained from Banana Plant Pseudostem, Extraction and Characterization of Cellulose Obtained from Banana Plant Pseudostem, Clean Tech., 5, 1028–1043 (2023).
10. Shaikh, H.M. et al., Synthesis and Characterization of Cellulose Triacetate Obtained from Date Palm (Phoenix dactylifera L.) Trunk Mesh-Derived Cellulose, Molecules, 27, 1434 (2022).
11. Azelia, W.C. et al, Preparation and characterization of cellulose acetate film reinforced with cellulose nanofibril, Polymers, 13(17), 2990–3007 (2021).
12. Nguyễn Thị Minh Phương, Lê Quang Diễn, Đoàn Thái Hòa, Nguyễn Tử Kim, Nguyễn Thị Trịnh, Thành phần hóa học cơ bản và tính chất lý học của rơm rạ một số giống lúa sử dụng cho sản xuất etanol sinh học, Tạp chí Hóa học, T51, số 6(ABC), 810-823 (2013).
13. Nguyen Hoang Chung, Le Quang Dien, Nanocellulose Preparation from Sugarcane Bagasse and Its Application for Paper Sizing, Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, 42(1), 27-37 (2023).
14. Tesfay, A.G., Welegebreal, H.G, Optimization of banana fiber treatment parameters for improved textile performance, Discov Mater, 5, 101 (2025).

Ngày nhận bài: 4/8/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 15/8/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 6/9/2025

Người phản biện: TS. Lương Chí Hiếu - Hiệp hội Giấy và Bột giấy Việt Nam

Thông tin tác giả:

LÊ QUANG DIỄN¹, NGUYỄN THỊ MINH PHƯƠNG¹, NGÔ VĂN HỮU²

¹**Đại học Bách Khoa Hà Nội**

²**Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulô**

POTENTIAL AND PROPERTIES OF BANANA PSEUDOSTEM BIOMASS FOR PRODUCTION OF AVAILABLE BIOPRODUCTS

LE QUANG DIEN¹, NGUYEN THI MINH PHUONG¹, NGO VAN HUU²

¹Hanoi University of Science and Technology

²Institute of Paper and Cellulose Industry

ABSTRACT

Postharvested banana stem is a type of agricultural residues with an estimated biomass potential of 150-160 tons per hectare. Its biomass has an average dryness of about 2.8-3.0 %. The mass of stem accounts for 25-30% of the total banana tree biomass. The basic chemical composition of the stem from 03 varieties of *Musa acuminata*, *Lavendish* and *Musa paradisica* grown in different arable lands has been determined. It showed the main components were cellulose and pentosan, their content was about 50 % of biomass. Different varieties of Banana have similar basic chemical compositions. Banana stem is a type of material that can be chemically processed into useful products. Soda cooking combined with bleaching by environmentally friendly agents such as oxygen, ozone and chlorine dioxide riched the bleached cellulose with a whiteness of 86-87% ISO, yield of about 20% w/w oven dry banana stem, which is suitable as a raw material for producing cellulose, its derivatives and other materials. The technique of processing banana stem into useful products is feasible for developing technology on a semi-industrial scale, improving the economic and environmental efficiency of sustainable agriculture.

Keywords: Banana, Agricultural residues, Cellulose.

CHẾ TẠO VÀ ĐẶC TRƯNG MICROCELLULOSE VÀ NANOCELLULOSE TỪ BÔNG GIỐNG LAI VN35KS

LÊ QUANG DIỄN, CHU PHƯƠNG THẢO, PHAN THỊ LAN

TÓM TẮT:

Bài báo này trình bày kết quả chế tạo cellulose vi tinh thể và nanocellulose từ bông giống lai VN35KS, sử dụng phương pháp thủy phân giới hạn bằng axit nồng độ thấp H_2SO_4 . Các yếu tố về nồng độ axit, thời gian thủy phân, nhiệt độ thủy phân được điều chỉnh để khảo sát hiệu suất tạo cellulose vi tinh thể, tối ưu hóa quá trình chế tạo cellulose vi tinh thể. Kết quả cho thấy thành phần hóa học của bông chiếm tới 97% cellulose. Hiệu suất cellulose vi tinh thể và nanocellulose tương ứng 89-90% và 78-80%. Cellulose vi tinh thể chế tạo được có chiều dài 44-164 μm , đường kính khoảng 9-15 μm trong khi nanocellulose có đường kính từ 50-100nm. Kết quả cho thấy bông là một trong những nguyên liệu tiềm năng để tổng hợp cellulose vi tinh thể cũng như nanocellulose với hiệu suất cao. Phương pháp thủy phân axit ở nhiệt độ cao được áp dụng có chi phí thấp, cho phép tạo ra cellulose vi tinh thể và nanocellulose có kích thước chiều dài lớn và đường kính phù hợp cho các ứng dụng về gia cường cơ tính cho các vật liệu sử dụng trong in 3D và các công nghệ thực phẩm, chất phụ gia dược phẩm.

Từ khóa: Cellulose vi tinh thể, Nanocellulose, bông.

1. MỞ ĐẦU

Microcellulose và nanocellulose đã chứng minh được tiềm năng lớn trong nhiều ngành công nghiệp khác nhau [1,5]. Trong công nghiệp sản xuất giấy, microcellulose được sử dụng làm chất độn và chất tăng cường, giúp cải thiện chất lượng sản phẩm giấy. Mặc dù đã được sản xuất ở quy mô công nghiệp, nhưng những năm gần đây, microcellulose lại thu hút nhiều nghiên cứu, nhằm tối ưu hóa quá trình và đánh giá khả năng thay thế các tác nhân thủy phân và ứng dụng [7-10]. Trong những lĩnh vực công nghiệp khác, nanocellulose được đánh giá có tiềm năng lớn sử dụng để sản xuất những loại vật liệu có tính chất cơ học vượt trội. Đặc biệt trong y học, nanocellulose có thể được sử dụng trong các ứng dụng như làm tá dược, băng gạc y tế, hoặc màng sinh học.

Việc nghiên cứu và ứng dụng những thành tựu này không chỉ có ý nghĩa khoa học quan trọng, mà còn có thể mang lại những lợi ích thiết thực cho các ngành công nghiệp sản xuất trong nước. Điều này sẽ mở ra một hướng đi mới trong việc sử dụng hiệu quả các nguồn tài nguyên sẵn có và phát triển những sản phẩm có chất lượng cao, góp phần củng cố vị thế của Việt Nam trên bản đồ khoa học và công nghệ thế giới.

Về phương pháp chế tạo, quá trình chế tạo nanocellulose bao gồm 02 công đoạn chính [1]: chế tạo cellulose tẩy trắng từ vật liệu lignocellulose và chuyển hóa cellulose thu được thành nanocellulose dạng xơ sợi (NCF) hay dạng tinh thể (CNC). Công đoạn đầu tiên về cơ bản có thể áp dụng như quá trình sản xuất cellulose làm bột giấy hoặc cho sản xuất cellulose tan. Công đoạn 2 được các nhà nghiên cứu tập trung nhiều trong

những năm gần đây, sử dụng các nguồn nguyên liệu đa dạng, theo các phương pháp khác nhau, như cơ học (nghiền), thủy phân bằng axit đậm đặc, oxi hóa TEMPO, hay cacboxy hóa,..., đã được tổng kết trong các công bố và ấn phẩm được công bố [2,3].

Từ bột giấy sunfat gỗ cứng tẩy trắng, nanocellulose đường kính xơ sợi <100 nm đã được chế tạo thành công, sử dụng phương pháp thủy phân giới hạn bằng axit sunfuric loãng có bổ sung hydropeoxit, với hiệu suất 60-62% so với khối lượng của bột giấy [4]. Có thể áp dụng phương pháp khả thi này để chế tạo nanocellulose từ bông, tận dụng nguồn nguyên liệu tại chỗ có tiềm năng và thể mạnh, cũng là hướng phát triển công nghệ sản xuất nanocellulose tiềm năng.

2. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên vật liệu

Mẫu bông nguyên liệu sử dụng cho nghiên cứu là bông thu hoạch từ giống bông lai VN35KS trang trại thực nghiệm của Viện Nghiên cứu Bông và Phát triển nông nghiệp Nha Hồ, Khánh Hòa. Bông thô được làm sạch thủ công bằng cách loại bỏ các thành phần lẫn trong bông như mảnh lá, cành nhánh cây còn lại. Bông được bảo quản trong túi kín và sử dụng cho nghiên cứu.

Thành phần hóa học cơ bản của Bông được xác định theo các phương pháp tiêu chuẩn hóa TAPPI.

Hóa chất sử dụng là hóa chất dạng tinh khiết, xuất xứ Việt Nam, Trung Quốc, Sigma Aldrich.

2.2. Phương pháp thực nghiệm

2.2.1. Làm sạch bông

Cân 250 g bông và cho vào nồi nấu, bổ sung NaOH và H_2SO_4 với mức dùng tương ứng là 5% và 2% so với

khối lượng bông, bổ sung nước để đạt tỉ dịch 1:20. Gia nhiệt trên bếp điện đến 100°C và giữ trong 1 giờ. Sau đó tiến hành lọc rửa bông, làm khô và cắt nhỏ sợi bông tới kích thước 1-2 cm, sấy ở nhiệt độ 105±2°C trong 24h để thu bông khô và sử dụng cho nghiên cứu.

2.2.2. Chế tạo microcellulose

Cân 10 g bông đã biết độ ẩm, cho vào bình tam giác 500 ml, bổ sung dung dịch H₂SO₄ với nồng độ khác nhau dưới dạng dung dịch nước sao cho tỉ dịch đạt 1:10. Khuấy trộn đều hỗn hợp rồi đặt vào bể ổn nhiệt trong 30-120 phút. Sau đó lọc rửa hỗn hợp nhiều lần bằng nước cất nóng đến phản ứng trung hòa của nước lọc (tách hết axit), sấy ở 105±2°C trong 3 giờ để xác định hiệu suất và phân tích tính chất của microcellulose.

2.2.3. Chế tạo nanocellulose

Cân 40 g bông khô tuyệt đối, cho vào nồi phản ứng inox dung tích 1L. Bổ sung dung dịch H₂SO₄ và H₂O₂ và nước cất, sao cho nồng độ H₂SO₄ và H₂O₂ đạt tương ứng là 0,5% và 0,25%, tỉ lệ (rắn: lỏng) đạt (1:8). Lắp nồi phản ứng vào bể gia nhiệt glycerin đã được đun nóng đến nhiệt độ 70°C. Tiến hành gia nhiệt đến nhiệt độ tối đa trong khoảng 130-150°C, bảo ôn ở nhiệt độ tối đa trong 2,5 giờ. Sau đó tiến hành lọc rửa, làm sạch bột bằng dung dịch NaOH và H₂O₂ ở 80°C trong 60 phút, rửa lại bằng nước, làm khô và nghiền bằng máy nghiền multicutter (500 mL, công suất 350 W, 2500 v/phút) trong 2 phút để thu gel nanocellulose. Để xác định hiệu suất, gel nanocellulose được lắc đều, rồi lấy mẫu và ly tâm trên máy ly tâm với tốc độ 10.000 vòng/phút, gạn nước, sấy và xác định khối lượng, quy đổi ra khối lượng gel nanocellulose thu được đối với mỗi mẫu.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Thành phần hóa học cơ bản của bông

Phân tích thành phần hóa học cơ bản của bông (Bảng 1) có thể thấy, cellulose chiếm tới gần 97%. Vẫn có một lượng lignin rất nhỏ và độ tro chiếm tới 1,58% do bông vẫn còn lẫn các vết của cuống bông cũng như

Bảng 1. Thành phần hóa học cơ bản của bông từ giống lai VN35KS

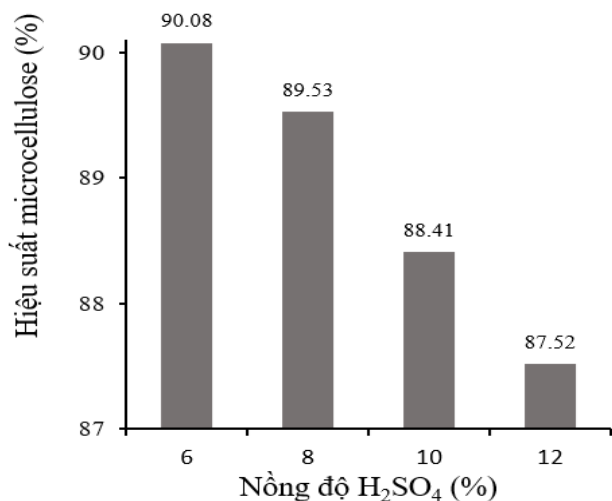
TT	Thành phần	Hàm lượng (%)
1	Cellulose	96,68 ±0,81
2	Lignin	0,04±0,03
3	Độ tro	1,58±0,12
4	Hàm lượng các chất trích ly bằng etanol	0,85±0,07
5	Các chất khác	0,82±0,06

các tạp chất khác chưa thể làm sạch được. Độ trắng của bông đạt 88,4% ISO cũng cho thấy phương pháp làm sạch bông khả thi và hiệu quả, để sử dụng bông cho mục đích kỹ thuật.

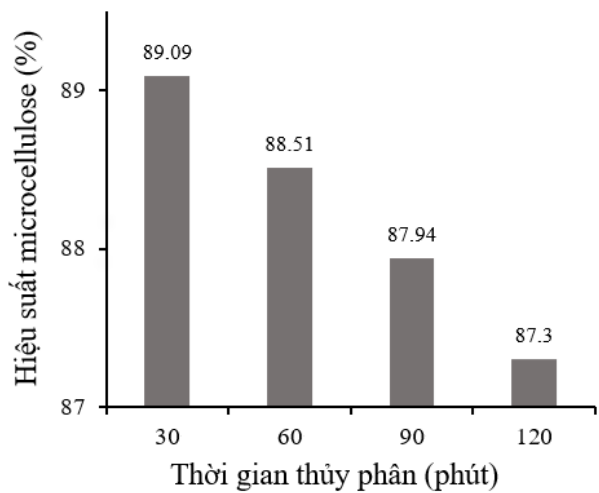
3.2. Chế tạo microcellulose (MCC)

Một loạt thực nghiệm thủy phân bông bằng dung dịch axit sunfuric nồng độ 6-12% đã được thực hiện cho thấy, mặc dù cellulose của bông có bậc trùng hợp cao, nhưng với nồng độ axit 6%, cellulose đã bị phân hủy rõ rệt, dễ dàng chuyển thành dạng bột khi nghiền sau sấy khô, đồng thời hiệu suất giảm khoảng 10% so với khối lượng ban đầu. Với nồng độ axit cao hơn, cellulose tuy vẫn giữ được hình dạng xơ sợi, nhưng quan sát kích thước nhỏ dần, xơ sợi mịn hơn và hiệu suất cũng giảm dần. Trong khoảng nồng độ axit nêu trên, mức độ phân hủy của cellulose rất hạn chế, chỉ mất khoảng 13% khối lượng. Có thể chọn nồng độ axit 10% thích hợp, là mức nồng độ axit tương đương điều kiện đang được áp dụng ở quy mô công nghiệp trong sản xuất MCC từ cellulose của gỗ. (Hình 1)

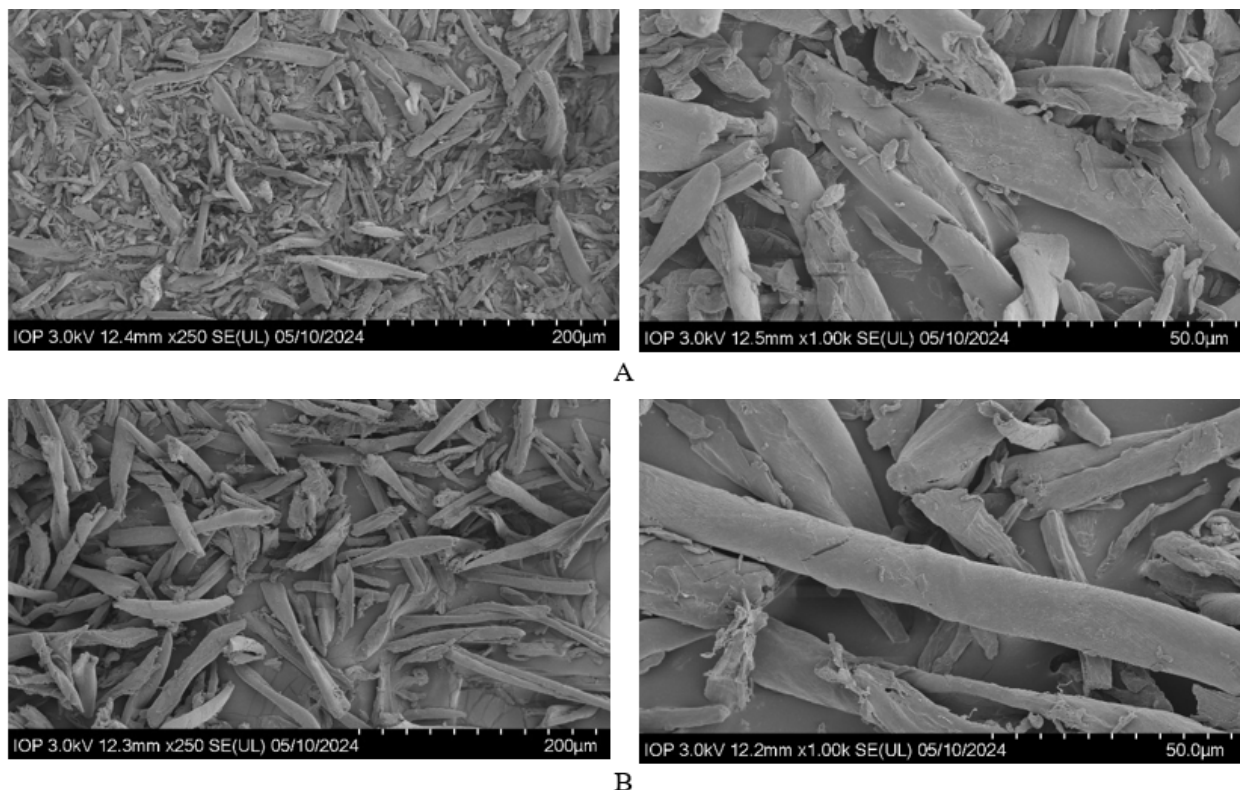
Khảo sát ảnh hưởng của thời gian thủy phân bằng axit sunfuric 10% (Hình 2), đến hiệu suất và khả năng chuyển hóa của cellulose có thể thấy, với thời gian thủy phân 30 phút, cellulose đã bị phân hủy, dễ dàng chuyển hóa thành dạng bột, vụn đã bị phân hủy và hòa tan. Xơ sợi microcellulose nhẵn hơn và đồng đều hơn, nhưng



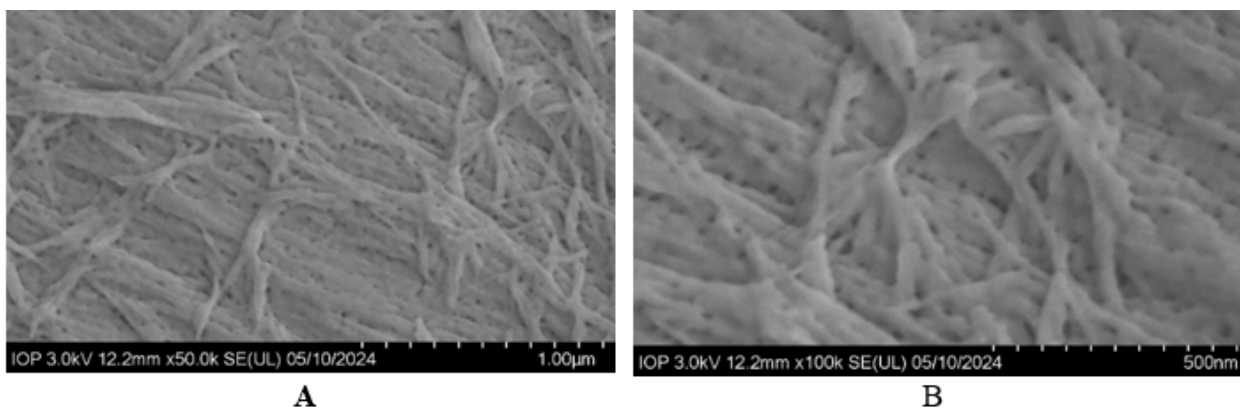
Hình 1: Ảnh hưởng của nồng độ axit sunfuric đến hiệu suất microcellulose từ bông



Hình 2: Ảnh hưởng của thời gian thủy phân đến hiệu suất microcellulose từ bông



Hình 3: Ảnh SEM của bông (A) và microcellulose (B), độ phóng đại 250 lần và 1000 lần



Hình 4: SEM của nanocellulose độ phóng đại 50.000 (A) lần và 100.000 lần (B)

kích thước còn tương đối lớn. Hiệu suất của MCC tương đương với thủy phân bằng axit sunfuric nồng độ 6% trong 150 phút. Với thời gian 120 phút, hiệu suất MCC tương đương với thủy phân bằng axit sunfuric nồng độ 12% trong 150 phút. Vì vậy, có thể thấy điều kiện công nghệ thích hợp để thủy phân cellulose là thủy phân bằng axit sunfuric nồng độ 10-12% trong 120 phút. (Hình 3)

Chiều dài xơ sợi MCC trong khoảng 44-164 μm , đường kính xơ sợi trong khoảng 9-15 μm . Điều kiện công nghệ này đã xác định “mềm” hơn, cho hiệu suất cao hơn so với sử dụng axit photphoric [6].

3.3. Chế tạo nanocellulose

Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ thủy phân giới hạn bằng dung dịch H_2SO_4 ở các mức nhiệt độ 130°C, 140°C và 150°C cho thấy, với thời gian thủy phân 2,5 giờ, hiệu

suất nanocellulose thu được chênh lệch nhau không nhiều, tương ứng là 79,34 %; 75,83 % và 72,87%. Điều này cho thấy cellulose của bông ít bị đường hóa hơn so với cellulose từ bột giấy sunfat (ở 150°C hiệu suất chỉ đạt xấp xỉ 60%). Tuy nhiên nhiệt độ 130-140°C chưa đủ để phân sợi cellulose, các xơ sợi còn kết bó, chưa đồng đều. Nhiệt độ 150°C là phù hợp hơn để thu được nanocellulose. Ảnh SEM của nanocellulose (Hình 4) cho thấy, các xơ sợi nanocellulose có đường kính <100 nm. Từ nanocellulose gel đã thu được bột nanocellulose bằng phương pháp sấy phun, sẵn sàng sử dụng cho nghiên cứu ứng dụng.

4. KẾT LUẬN

Cellulose vi tinh thể và nanocellulose đã được chế tạo thành công thông qua phương pháp thủy phân axit

nhẹ. Quá trình chế tạo đã được tối ưu tham số thông qua việc quan sát sự thay đổi hiệu suất chế tạo cellulose vi tinh thể và nanocellulose theo thời gian thủy phân, để thu được sản phẩm cellulose tinh khiết theo mục đích sử dụng.

Cellulose vi tinh thể và nanocellulose có kích thước

dài khá lớn và đường kính tương ứng nằm trong khoảng 9-15 μm và 50-100 nm, phù hợp cho các ứng dụng gia cường cơ tính cho các vật liệu như in 3D hoặc ứng dụng làm phụ gia cho thực phẩm và dược phẩm, nâng cao giá trị của bông bằng phương pháp đơn giản có chi phí thấp❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trache D et al, Nanocellulose: From Fundamentals to Advanced Applications. Front. Chem. 8:392 (2020).
2. Trache, D., Nanocellulose as a promising sustainable material for biomedical applications, AIMS Mater. Sci., 5, 201–205 (2018).
3. Le Quang Dien et al, Nanocellulose fabrication from Oryza sativa L. rice straw using combined treatment by hydrogen peroxide and dilute sulfuric acid solution, Energy Sources, Part A: Rec., Utiliz., and Environ. Effects, 46(1), 1458-1467 (2024).
4. Lê Quang Diễn và cộng sự, Chế tạo nanocellulose từ bột giấy sunfat gỗ cứng áp dụng thủy phân giới hạn bằng axit sunfuric bổ sung hydroperoxit, Tạp chí Công thương KH&CN, 44, 18-21 (2021).
5. Ebuka C. Emenike et al, Advances in the extraction, classification, modification, emerging and advanced applications of crystalline cellulose: A review, Carbohydrate Polymer Technologies and Applications, 6, 100337 (2023).
6. Wensheng Hou et al, Preparation and characterization of microcrystalline cellulose from waste cotton fabrics by using phosphotungstic acid, International Journal of Biological Macromolecules, 123, 363-368 (2019).
7. Phạm Thị Lê Chi, Nguyễn Ngọc An, Chế tạo và biến tính cellulose vi tinh thể (MCC) từ bông gòn, Tạp chí phát triển khoa học và công nghệ-Khoa học tự nhiên, 6(3), 2287-2296 (2022).
8. Singhal, S. et al, Extraction and characterization of microcrystalline cellulose from cotton fabric waste using different mineral acids, Chem. Pap., 79, 3773–3784 (2025).
9. Tan, W. Y et al, Generation of microcrystalline cellulose from cotton waste and its properties, BioResources 18(3), 4884-4896 (2023).
10. Kazemi Karchangi, Z., and Behrooz, R., Preparation of microcrystalline cellulose using cotton yarn waste from the textile industry and evaluation of its characteristics, BioResources 18(1), 1115-1127 (2023).

Ngày nhận bài: 4/8/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 15/8/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 6/9/2025

Người phản biện: TS. Cao Văn Sơn

Thông tin tác giả:

LÊ QUANG DIỄN¹, CHU PHƯƠNG THẢO¹, PHAN THỊ LAN²

¹Đại học Bách Khoa Hà Nội

²Học viện Công nghệ bưu chính viễn thông

PREPARTION AND CHARACTERIZATION OF MICROCELLULOSE AND NANOCELLULOSE FROM HYBRID VN35KS VARIETY COTTON

LE QUANG DIEN¹, CHU PHUONG THAO¹, PHAN THI LAN²

¹Hanoi University of Science and Technology

²Posts and Telecommunications Institute Technology

ABSTRACT

This paper presents several results from the preparation of MCC and nanocellulose derived from the hybrid VN35KS variety cotton using a mild acid hydrolysis method with low-concentration H₂SO₄ and H₂O₂. Parameters such as acid concentration and hydrolysis time, hydrolysis temperature were adjusted to evaluate the yield and optimize the production process of MCC. The results show that the chemical composition of the cotton comprises up to 97% cellulose, making it one of the richest sources of cellulose. The yields of MCC and nanocellulose obtained were approximately 89–90% and 78-79%, respectively. The synthesized MCC had a length ranging from 44 to 164 μm and a diameter of about 9–15 μm , while the nanocellulose had diameters in the range of 50–100 nm. These findings suggest that cotton is a highly promising raw material for producing MCC and nanocellulose with high yields. The high-temperature acid hydrolysis method applied here is low cost, effectively produces MCC and nanocellulose with long fiber lengths and diameters suitable for reinforcing mechanical strength in materials used in 3D printing, food technologies, and pharmaceutical excipient applications.

Keywords: Microcrystalline cellulose, Nanocellulose, Cotton.

TINH CHẾ CELLULOSE TỪ BỘT GIẤY SUNFAT GỖ CỨNG THƯƠNG PHẨM VÀ ỨNG DỤNG CHO TỔNG HỢP CELLULOSE ACETATE

LÊ QUANG DIỄN, NGÔ VĂN HỮU, THÁI ĐÌNH CƯỜNG

TÓM TẮT:

Trong nghiên cứu này, bột giấy sunfat gỗ cứng tẩy trắng thương phẩm được xử lý với dung dịch NaOH nồng độ 4-12% trong 120-180 phút, để thu được cellulose tinh khiết hiệu suất 91-92%, có hàm lượng α -cellulose tối đa 95,5%, độ tro 0,095%, định hướng ứng dụng cho chế tạo microcellulose làm phụ gia thực phẩm, tá dược, và tổng hợp các dẫn xuất tan của cellulose. Tổng hợp thử nghiệm cellulose acetate từ cellulose tinh chế, thu được sản phẩm có độ thế 2,86 và hiệu suất 148,6% so với cellulose tinh chế. Đặc trưng của cellulose và cellulose acetate đã được phân tích bằng các phương pháp SEM, XRD, FTIR.

Từ khóa: Cellulose, Cellulose acetate, Microcellulose.

1. MỞ ĐẦU

Ngày nay, trong bối cảnh tăng cường sử dụng nguồn nguyên liệu tái tạo cho sản xuất các sản phẩm thiết yếu, vật liệu phân hủy sinh học, vật liệu thân thiện môi trường, thì cellulose - một polyme sinh học phổ biến nhất trên trái đất, là thành phần chính của vách tế bào thực vật đa dạng trên lục địa và dưới đại dương, đã trở thành tâm điểm của các xu hướng công nghệ xanh cho phát triển bền vững [1].

Bên cạnh công dụng làm bột giấy, đã từ lâu cellulose là nguồn nguyên liệu không thể thay thế cho sản xuất các loại vật liệu, hàng hóa tiêu dùng và hàng hóa đặc chủng trên nền dẫn xuất của nó [2], ứng dụng giá trị cao của cellulose còn giữ vai trò quan trọng trong lĩnh vực dược phẩm, thực phẩm, mỹ phẩm [4]; vật liệu mới, vật liệu composite, vật liệu nano [3,5], xử lý nước [6].

Trong sản xuất dược phẩm, cellulose được bào chế làm tá dược nhờ khả năng dính và trơn, làm chất ổn định trong các nhũ dịch và hỗn dịch [7]. Theo hãng thông tin Precedence Research, chỉ riêng thị trường microcellulose (MCC) và dẫn xuất, chủ yếu ứng dụng trong lĩnh vực thực phẩm và mỹ phẩm, đã đạt khoảng 1,49 tỉ USD trong năm 2025 và có thể đạt mức 2,75 tỉ vào năm 2034. Vì vậy, sản xuất cellulose tinh khiết là lĩnh vực hấp dẫn cả về mặt kinh tế, lẫn về chủ động đáp ứng nhu cầu và đảm bảo an ninh cho lĩnh vực chăm sóc và bảo vệ sức khỏe của mỗi quốc gia [8].

Việt Nam có tiềm năng trữ lượng gỗ nguyên liệu rất lớn, và một số nguồn sinh khối phi gỗ đa dạng cho sản xuất cellulose. Tuy nhiên, có thể thấy, nguồn nguyên liệu gỗ là phù hợp hơn cả, nhờ sự ổn định, tập trung của vùng cây trồng và kỹ thuật sản xuất cellulose, vốn được hình thành là ngành công nghiệp giấy, ngành công nghiệp đầu tiên của Việt Nam từ những năm đầu thế kỷ XX.

Mặc dù hiện nay sản xuất cellulose tẩy trắng làm bột giấy, được sản xuất tại 2 nhà máy của Công ty CP Giấy An Hòa và Tổng công ty Giấy Việt Nam, áp dụng công nghệ kỹ thuật tân tiến, nhưng cellulose tẩy trắng chỉ phù hợp cho sản xuất giấy in, giấy viết, giấy tissue, còn chưa đáp ứng được nhu cầu trong nước, và không đáp ứng yêu cầu làm nguyên liệu cho sản xuất vật liệu và hóa chất dẫn xuất từ cellulose. Trong khi đó, tại Trung Quốc, Lào, cellulose tinh khiết đã được sản xuất thương mại cho ứng dụng trong các lĩnh vực ngoài ngành công nghiệp giấy, cho thấy các nguồn nguyên liệu gỗ ở Việt Nam khả thi để sử dụng cho sản xuất cellulose dùng cho các mục đích nêu trên. Phát triển công nghệ của lĩnh vực này, sẽ góp phần tận dụng hiệu quả hơn nguồn gỗ nguyên liệu cho sản xuất bột giấy, vốn đang dư thừa, đồng thời nâng cao giá trị sản xuất kinh doanh của công nghiệp chế biến, chủ động được nguồn hóa chất và phụ gia trên nền cellulose, cho những lĩnh vực thực phẩm, dược phẩm, và các sản phẩm tiêu dùng đa dạng khác. Hơn nữa, với công nghệ kỹ thuật hiện đại đang được áp dụng [3] hay những phương pháp tiên tiến [9] đã được phát triển và khả thi để ứng dụng, sẽ thuận lợi hơn để kế thừa và áp dụng đối với cellulose từ gỗ cứng của Việt Nam. Vấn đề còn lại cần nghiên cứu, là tối ưu hóa các quá trình công nghệ, kỹ thuật đối với mỗi nguồn vật liệu cellulose cụ thể, để đạt được các tính chất và khả năng chuyển hóa thành các sản phẩm mục tiêu.

Một số nghiên cứu sử dụng nguồn nguyên liệu là cellulose tẩy trắng sản xuất tại Việt Nam cho chế tạo các sản phẩm tương đương đã được công bố, như carboxymethylcellulose (CMC) và hydeoxyethylmethylcellulose (HEMC) ứng dụng làm chất làm đặc cho sơn latex, tổng hợp nanocellulose

acetate ứng dụng cho khử mặn nước [12]. Cellulose đã được làm giàu để nâng cao hàm lượng α -cellulose, nhưng các nghiên cứu chưa phản ánh đầy đủ và chi tiết quá trình tinh chế cellulose.

Nghiên cứu này tập trung cho quá trình tinh chế cellulose tẩy trắng thương phẩm, nhằm mục đích xác định được các điều kiện công nghệ thích hợp tinh chế cellulose đạt yêu cầu chất lượng làm nguyên liệu cho sản xuất microcellulose và dẫn xuất của cellulose, định hướng ứng dụng trong lĩnh vực thực phẩm, dược phẩm và tổng hợp vật liệu.

2. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên vật liệu

Nguyên liệu sử dụng là cellulose tẩy trắng (bột giấy sunfat tẩy trắng) thương phẩm của Công ty CP Giấy An Hòa, có độ trắng 84,6% ISO, độ bền kéo: 3,84 kN/m, độ bền xé 523 mN, hàm lượng α -cellulose 73,61%.

Hóa chất sử dụng là dạng tinh khiết, xuất xứ Sigma Aldrich, Trung Quốc.

2.2. Phương pháp thực nghiệm

2.2.1. Tinh chế cellulose

5g bột cellulose khô tuyệt đối được cho vào cốc sứ. Bổ sung dung dịch NaOH và giữ hỗn hợp ở nhiệt độ ổn định trong thời gian nhất định. Nồng độ NaOH và thời gian xử lý được điều chỉnh tùy theo mục tiêu của từng thực nghiệm. Sau đó tiến hành lọc, rửa bột nhiều lần đến pH của nước rửa trung tính, vắt nước và sấy mẫu cellulose sau tinh chế ở nhiệt độ $105^{\circ}\text{C} \pm 3$ trong vòng 3,0 và xác định khối lượng.

2.2.2. Tổng hợp cellulose acetate [12]

Cân 20g cellulose đã tinh chế, cho vào bình tam giác, bổ sung 20 ml axit axetic cho thấm đều, sau đó giữ ở nhiệt độ 50°C trong 1 giờ. Tiếp sau đó, bổ sung hỗn hợp axetyl hóa bao gồm 60 ml anhydric axetic, 120 ml axit axetic và 1,1 ml g axit sunfuric 98%, rồi giữ hỗn hợp ở 30°C tới khi thu được huyền phù tan đồng nhất. Sau đó, chuyển dung dịch sang cốc chứa 250 ml nước đá. Lọc rửa cellulose acetate kết tủa, sấy ở $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ trong 3 giờ và xác định khối lượng, phân tích đặc trưng sản phẩm.

2.2.3. Đặc trưng sản phẩm

Độ thể của cellulose acetate được phân tích theo phương pháp chuẩn độ;

Đặc trưng của cellulose và cellulose acetate được phân tích bằng SEM trên máy hiển vi điện tử quét SEM (FEI Nova NanoSEM 450, USA); Phổ FTIR trên máy Nicolet iS50 FT-IR và phổ XRD trên máy X'pert Pro MPD.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

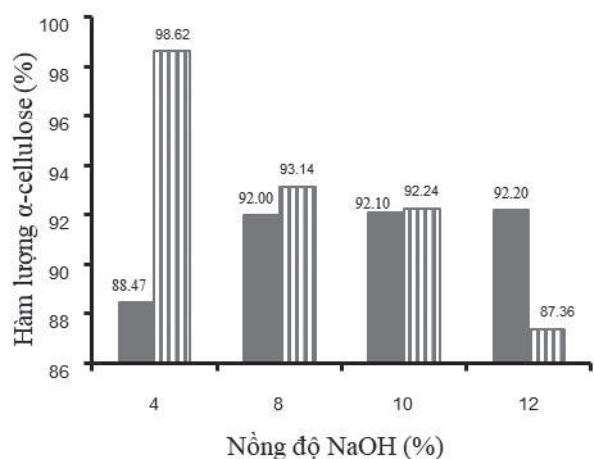
3.1. Chế tạo và đặc trưng cellulose độ tinh khiết cao

Ngoài thành phần chính là cellulose, bột cellulose tẩy trắng còn chứa hemicellulose (xylan) và các chất vô cơ, các chất trích ly, là những "tạp chất" chưa được tách loại hết trong quá trình nấu bột giấy và tẩy trắng. Mục

đích của tinh chế cellulose là nâng cao độ tinh khiết của cellulose, để thu được cellulose có bậc trùng hợp cao và độ bền cơ học cao khi sử dụng cho sản xuất vật liệu, tá được, phụ gia hay các dẫn xuất tan.

Phương pháp tinh chế phổ biến ở quy mô công nghiệp hiện nay, là xử lý bột cellulose bằng dung dịch NaOH ở điều kiện thường và ở nhiệt độ cao. Chỉ tiêu chất lượng của cellulose được đặc trưng bằng hàm lượng α -cellulose.

Kết quả xử lý bột cellulose tẩy trắng bằng dung dịch NaOH nồng độ 4-18% ở nhiệt độ $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ và thời gian xử lý 120 phút (Hình 1) cho thấy, chỉ với nồng độ NaOH 4%, hàm lượng α -cellulose của cellulose đã tăng đáng kể, từ 73,71% lên 88,97%, đạt ngưỡng giá trị ổn định khoảng trên 92% với nồng độ kiềm trong khoảng 8-12%. Hiệu suất cellulose bị giảm mạnh khi nồng độ kiềm cao hơn 10%. Có thể thấy, nồng độ kiềm 8-10% là thích hợp để đạt hàm lượng α -cellulose ở mức khoảng 92%, với hiệu suất cellulose duy trì ở mức 92-93% so với khối lượng ban đầu. Với tính chất như vậy, cellulose đạt yêu cầu sử dụng cho tổng hợp microcellulose hoặc các dẫn xuất tan.

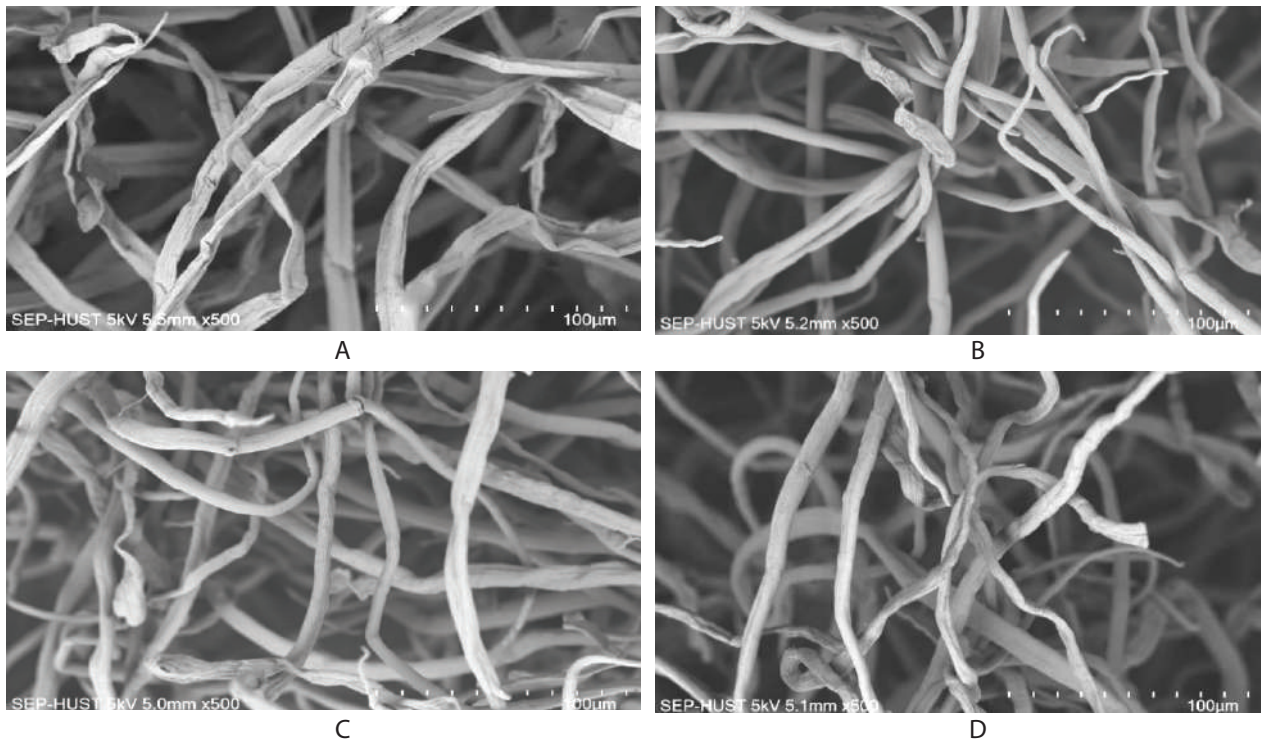


Hình 1: Ảnh hưởng của nồng độ NaOH đến hiệu suất và tính chất của cellulose tinh chế

Phân tích SEM của các mẫu cellulose sau tinh chế (Hình 2) có thể thấy rõ, xơ sợi cellulose sau tinh chế nhẵn và săn hơn, chứng tỏ các xơ sợi nhỏ và phần hemicellulose có cấu trúc vô định hình đã bị phân hủy và hòa tan trong dung dịch kiềm [12].

Sự phân hủy và hòa tan các cấu trúc vô định hình của cellulose, cũng được chứng minh bằng kết quả xác định độ kết tinh của cellulose qua phân tích phổ XRD của cellulose (Hình 3). Cellulose tinh chế có độ kết tinh 81,63% cao hơn nhiều so với cellulose ban đầu là 68,71%.

Bằng cách kéo dài thời gian xử lý kiềm, hàm lượng α -cellulose của cellulose tinh chế cũng tăng, tương ứng là 95,43% và 95,73% khi xử lý kiềm với thời gian tương ứng 180 và 240 phút. Từ đó cho thấy, có thể chế tạo được cellulose có độ tinh khiết cao nhất xấp xỉ 95,5%



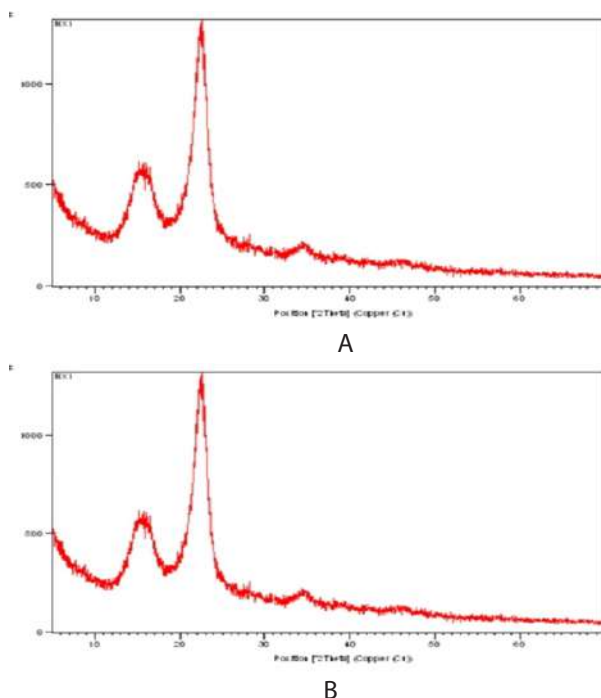
Hình 2: Ảnh SEM của cellulose tẩy trắng (A) và cellulose tinh chế bằng NaOH 4%(B), 8%(C), 10%(D)

với thời gian xử lý khoảng 180 phút. Cellulose tinh chế có độ tro thấp, trong khoảng 0,093-0,095%.

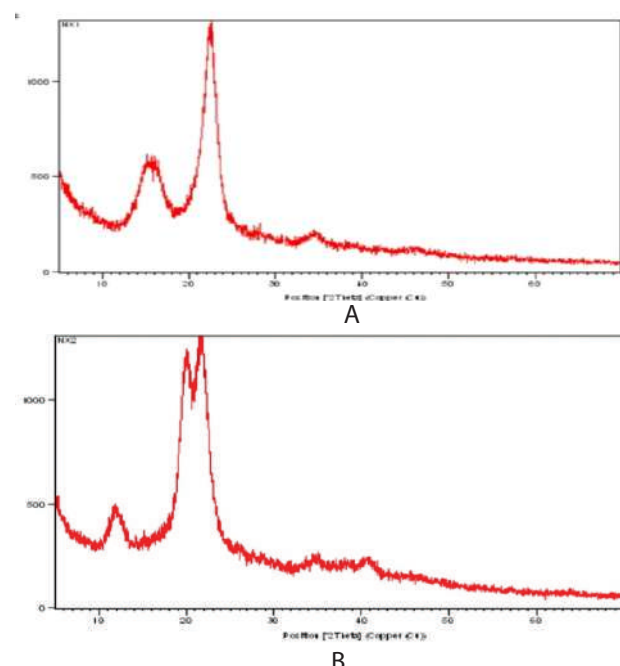
3.2. Tổng hợp cellulose acetate

Cellulose acetate tổng hợp được có độ thể 2,86 và hiệu suất 148,6% so với khối lượng cellulose tinh chế. Phân tích phổ FTIR (Hình 4) có thể thấy, cellulose acetate có các nhóm chức đặc trưng [11,13]. Ở khoảng phổ 4000 – 3000 cm^{-1} là dao động cộng hóa trị của

nhóm OH ở liên kết nội phân tử và giữa các phân tử. Khoảng phổ từ 3000 – 2000 cm^{-1} , là dao động cộng hóa trị của các liên kết trong các nhóm CH và CH_2 . Ở khoảng phổ 1600 – 1800 cm^{-1} là các dao động đặc trưng của liên kết C = O trong nhóm este. Trong khoảng phổ thấp hơn, đỉnh tại 1214 cm^{-1} đặc trưng cho sự có mặt của liên kết trong nhóm C – CH_3 . Đỉnh tại 1031 cm^{-1} đặc trưng cho liên kết trong nhóm C – O – C. Khoảng phổ từ 1000 – 500 cm^{-1} , là dao động cộng hóa trị của các nhóm CH_2 và



Hình 3: Phổ XRD của cellulose tẩy trắng (A) và cellulose tinh chế (B)



Hình 4: Phổ FTIR của cellulose tinh chế (A) và cellulose acetate (B)

CH. So sánh với phổ của cellulose tinh chế, thì trên phổ của cellulose acetate đã xuất hiện thêm 2 dải hấp thụ mới ở 1735 và 1212 cm^{-1} là dao động đặc trưng cho liên kết C = O trong nhóm este và nhóm C – CH₃. Đây là các phổ đặc trưng cho thấy sản phẩm thu được là cellulose acetate.

4. KẾT LUẬN

Từ nguyên liệu là bột giấy sunfat tẩy trắng gỗ

cứng thương phẩm, có thể chế tạo được cellulose tinh khiết hiệu suất 91-92% so với khối lượng, có hàm lượng α -cellulose đạt xấp xỉ 95,5% và độ tro xấp xỉ 0,1%, phù hợp cho tổng hợp các loại sản phẩm dẫn xuất của cellulose có độ tinh khiết cao.

Các kết quả nghiên cứu là những đóng góp khoa học để phát triển công nghệ sản xuất các sản phẩm giá trị từ cellulose dẫn xuất từ gỗ cứng nguyên liệu giấy của Việt Nam ❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Razaq S. Abolore, et al., Green and sustainable pretreatment methods for cellulose extraction from lignocellulosic biomass and its applications: A review, Carbohydrate Polymer Technologies and Applications, 7, 100396 (2024)
2. Elina Marinho, Cellulose: A comprehensive review of its properties and applications, Sustainable Chemistry for the Environment, 11, 100283 (2025).
3. Rafael de Avila Delucis et al, Cellulose and its Derivatives: Properties and Applications/ Polysaccharides: Properties and Applications, Scrivener Publishing LLC (2021).
4. Seddiqi, H., et al, Cellulose and its derivatives: towards biomedical applications, Cellulose, 28,1893–1931 (2021).
5. Khadija El Bourakadi et al, A review on natural cellulose fiber applications: Empowering industry with sustainable solutions, International Journal of Biological Macromolecules, 281 (2), 135773 (2024).
6. Anita Etale et al, Cellulose: A Review of Water Interactions, Applications in Composites, and Water Treatment, Chem. Rev, 123, 2016-2048 (2023)
7. Garg, T., Arora, S. & Pahwa, R, Cellulose and its derivatives: Structure, modification, and application in controlled drug delivery, Future J Pharmaceutical Sciences, 11, 76 (2025).
8. Neha Chandel et al, The versatile world of cellulose-based materials in healthcare: From production to applications, Industrial Crops and Products, 201, 116929 (2023).
9. Magalhães, S, et al, Eco-Friendly Methods for Extraction and Modification of Cellulose: An Overview, Polymers, 15, 3138 (2023).
9. Nguyễn Thị Hằng và cộng sự, Nghiên cứu tổng hợp hydroxyetyl metyl cellulose từ bột giấy gỗ cứng tẩy trắng, Tạp chí KH&CN Công thương, 44, (2021).
10. Chung NH, Van Binh N, Dien LQ. Preparation of nanocellulose acetate from bleached hardwood pulp and its application for seawater desalination. Vietnam J Chem 58(3):281-286 (2020).
12. El Oudiani, A, et al., Crystal transition from cellulose I to cellulose II in NaOH treated Agave americana L. fibre, Carbohydr. Polym. 86(3), 1221-1229 (2011).
13. Jonas Wolfs et al, Determination of the degree of substitution of cellulose esters via ATR-FTIR spectroscopy, J. Polymer science, 61(21), 2697-2707 (2023).

Ngày nhận bài: 28/8/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 12/9/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 28/9/2025

Người phản biện: TS. Lương Chí Hiếu - Hiệp hội Giấy và Bột giấy Việt Nam

Thông tin tác giả:

LÊ QUANG DIỄN¹, THÁI ĐÌNH CƯỜNG¹, NGÔ VĂN HỮU²

¹Đại học Bách Khoa Hà Nội

²Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulô

CELLULOSE PURIFICATION FROM COMMERCIAL HARDWOOD KRAFT PULP AND APPLICATION FOR SYNTHESIS OF CELLULOSE ACETATE

LE QUANG DIEN¹, THAI DINH CUONG¹, NGO VAN HUU²

¹Hanoi University of Science and Technology

²Institute of Paper and Cellulose Industry

ABSTRACT

In this study, the commercial bleached hardwood kraft pulp was treated by sodium hydroxide solution with concentration of 4-12 % for 120-180 minutes to obtain purified cellulose with a yield of 91-92 %, a maximum α -cellulose content of 95.5 %, ash content of 0.095 %, oriented to the application of microcellulose as food and pharmaceutical additives and synthesis of dissolving cellulose derivatives. Experimental synthesis of cellulose acetate from purified cellulose yielded a product with a substituent of 2.86, yield of 148.6 % w/w of oven dry purified cellulose. The characteristics of cellulose and cellulose acetate were analyzed by SEM, XRD, FTIR methods.

Keywords: Banana, Agricultural residues, Cellulose.

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HỆ THỐNG THIẾT BỊ ĐO RUNG ĐỘNG VÀ TÍNH TOÁN CÂN BẰNG ĐỘNG CHO CHI TIẾT QUAY

ThS. NGUYỄN PHƯƠNG HÙNG, KS. NGUYỄN HỒNG LONG

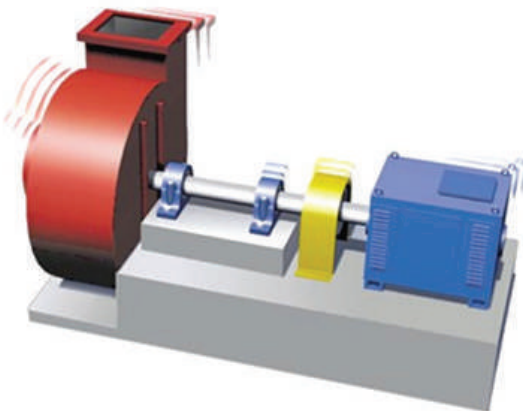
TÓM TẮT:

Trong khuôn khổ của bài báo này, các tác giả trình bày quá trình xây dựng hệ thống đo rung động và tính toán cân bằng động cho các thiết bị quay trong các nhà máy điện, xi măng, hóa chất, sắt thép, bột giấy... Hệ thống bao gồm thiết bị ghi số liệu của hãng National Instruments (Hoa Kỳ) và phần mềm tính toán phân tích do nhóm tác giả phát triển

Từ khóa: Thiết bị đo rung động, cân bằng động, thiết bị quay.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tất cả các máy móc, thiết bị khi hoạt động đều phát sinh rung động, đó là kết quả của lực tác động qua lại giữa các bộ phận trong máy và lực tác động từ bên ngoài. Những rung động đó được truyền qua các chi tiết của máy ra bên ngoài và là đặc trưng riêng của thiết bị.



Công tác đo và phân tích rung động cho máy móc thiết bị là công cụ đặc biệt hiệu quả trong việc phát hiện sớm và dự báo các hư hỏng có thể xảy ra. Đặc biệt với những thiết bị quay, việc phân tích rung động còn giúp cho công tác phân tích động lực học và cân bằng động được chính xác và nhanh chóng.

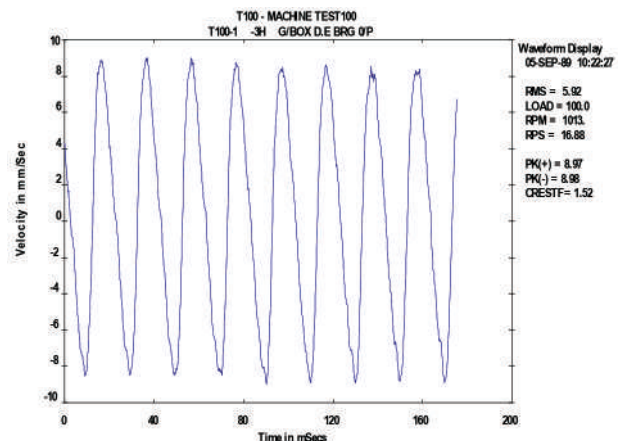
2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP TRIỂN KHAI

2.1. Rung động máy, phương pháp và thiết bị đo

Khi máy móc, thiết bị làm việc, rung động từ bên trong được truyền ra ngoài và thể hiện bằng các đại lượng như chuyển vị, vận tốc và gia tốc. Trong đó, đại

lượng dễ hình dung nhất là chuyển vị, tuy nhiên, với những chuyển vị rất nhỏ, mắt thường không nhìn thấy, có thể cảm nhận bằng xúc giác, thính giác và đó chính là vận tốc, gia tốc.

Hầu hết các máy móc thiết bị đều làm việc theo chu trình lặp đi lặp lại, do đó các rung động phát sinh đều có dạng tuần hoàn, chu kỳ lặp đi lặp lại. (Hình 1)



Hình 1: Biểu đồ vận tốc rung động của một điểm đo tại hộp giảm tốc

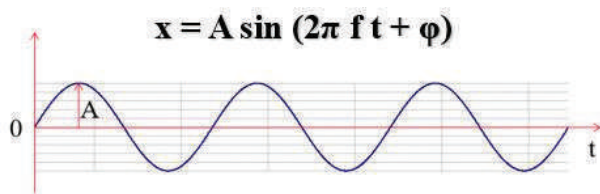
Các đại lượng chính của rung động bao gồm:

Biên độ: đặc trưng cho mức độ và là thông số thể hiện tình trạng của thiết bị

Tần số: tần suất rung động trong một đơn vị thời gian

Pha: thời điểm rung động đạt cực đại tính theo một mốc thời gian chuẩn

Có thể lấy ví dụ cụ thể: Dao động điều hòa là hình thức đơn giản nhất của rung động, trong đó, các đại lượng chính được thể hiện rất rõ ràng.



Hình 2: Dao động điều hòa

Trong đó:

A: biên độ

f : tần số (đơn vị: Hertz – Hz là số chu kỳ dao động thực hiện trong 1 giây)

φ: pha (đơn vị tính bằng độ)

Trong rung động máy, biên độ có các dạng đơn vị sau:

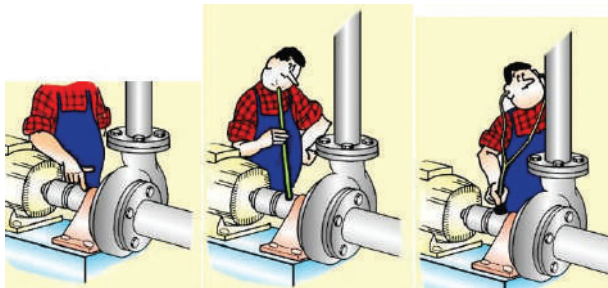
+ Chuyển vị: đo độ dịch chuyển, đơn vị đo: μm (micromet) hoặc mils (mili-inches)

+ Vận tốc: đo tốc độ dịch chuyển, đơn vị đo: mm/s hoặc ips (inch per second)

+ Gia tốc: đo lực tác động, đơn vị đo m/s² hoặc g (gia tốc rơi tự do ~ 9,81 m/s²). (Hình 2)

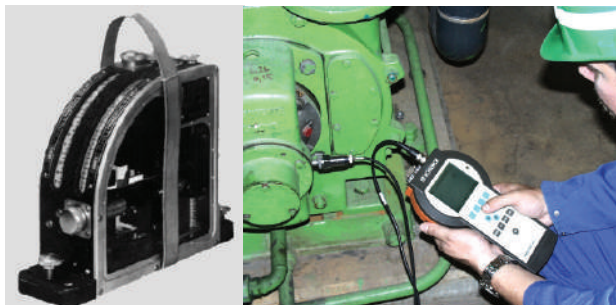
Phương pháp đo và thiết bị đo:

Trước đây, phương pháp đo rung động máy thường dùng trực giác, thường không chính xác, phụ thuộc nhiều vào kỹ năng và kinh nghiệm của người đo. (Hình 3)



Hình 3: Các phương pháp đo rung động theo trực giác

Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, các thiết bị đo ngày càng được tối ưu để cho ra kết quả chính xác và ổn định chỉ trong một khoảng thời gian đo ngắn. (Hình 4)

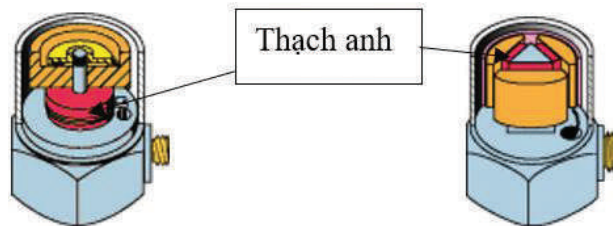


Hình 4: Các thiết bị đo rung động chuyên dụng

Nguyên tắc làm việc chính của các thiết bị đo hiện nay là xử lý tín hiệu điện được truyền về từ các cảm biến. Điện áp, dòng điện trong cảm biến được sinh ra từ chuyển động cơ học của đối tượng đo.

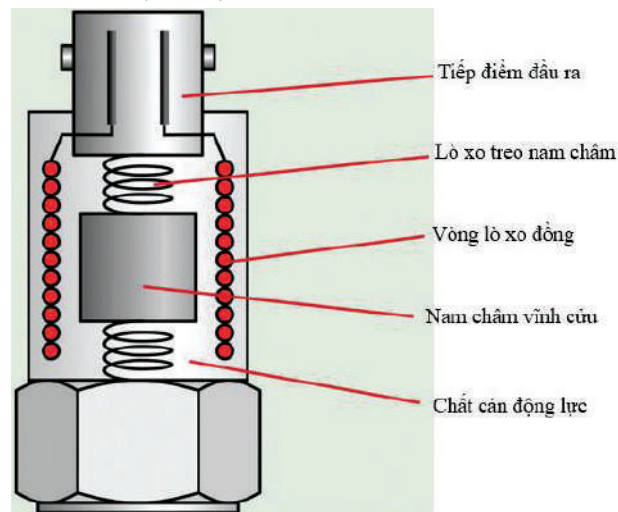
+ Cảm biến đo gia tốc: sử dụng tinh thể thạch anh để

biến đổi lực nén thành điện tích và sau đó dùng mạch tích phân để biến điện tích thành điện áp. (Hình 5)



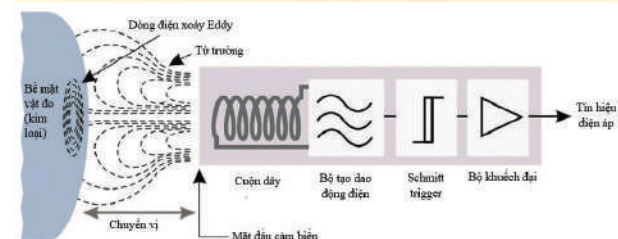
Hình 5: Cảm biến gia tốc, loại nén (trái) và loại cắt (phải)

+ Cảm biến vận tốc: sử dụng nam châm vĩnh cửu đặt trong vòng dây lò xo bằng đồng. Khi cảm biến bị rung, chuyển động của nam châm trong cuộn dây sẽ sinh ra dòng điện có điện áp tỉ lệ với vận tốc dịch chuyển của nam châm. (Hình 6)



Hình 6: cảm biến vận tốc

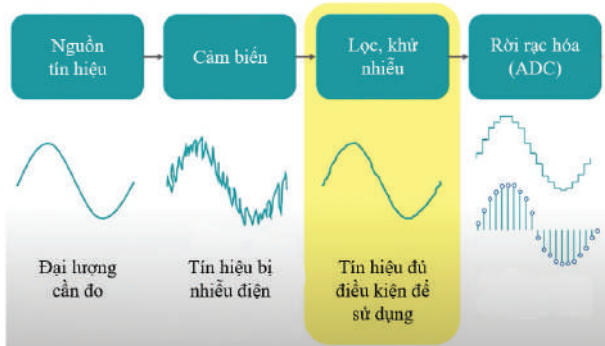
+ Cảm biến chuyển vị không tiếp xúc: sử dụng nguyên lý dòng điện xoáy Eddy để xác định khoảng cách giữa đầu cảm biến với bề mặt đo bằng kim loại. (Hình 7)



Hình 7: Nguyên lý làm việc của cảm biến dịch chuyển không tiếp xúc

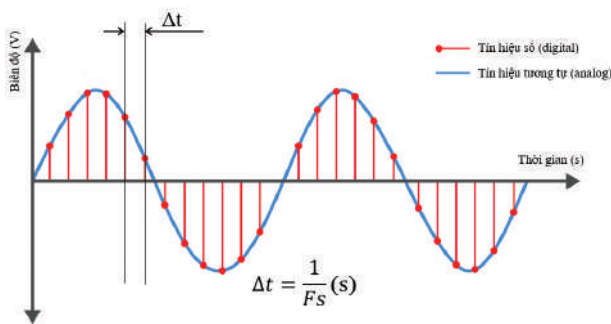
2.2. Xử lý tín hiệu số, thiết bị NI-9230

Tín hiệu rung động từ các cảm biến thường là tín hiệu điện áp tương tự (Analog) biến đổi tùy theo các đơn vị đo như gia tốc, vận tốc, chuyển vị. Để lưu trữ, xử lý và phân tích các tín hiệu đó, cần sử dụng bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự thành tín hiệu số (digital), gọi là ADC – Analog to Digital Converter. Quy trình thực hiện của ADC như Hình 8.



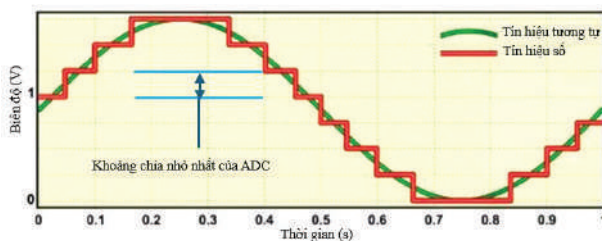
Hình 8: Quy trình thực hiện rời rạc hóa tín hiệu tương tự

Đoạn tín hiệu tương tự được rời rạc hóa thành các điểm cách đều nhau, khoảng cách về thời gian giữa hai điểm là Δt (giây - s). Tần số lấy mẫu F_s được tính bằng $1 / \Delta t$, đơn vị là (Hz), Hình 9.



Hình 9: Độ phân giải theo thời gian, tần số lấy mẫu

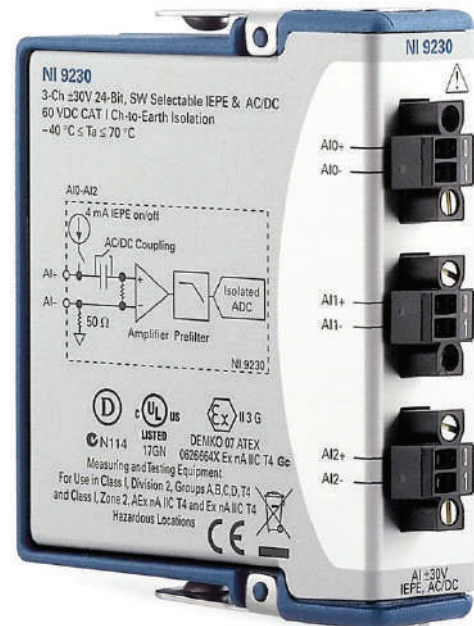
Với các tín hiệu rung động máy, tần số lấy mẫu có thể lên tới 100 kHz.



Hình 10 a: Độ phân giải theo biên độ của ADC

Giá trị của biên độ cũng được rời rạc hóa thành các mức khác nhau, chênh lệch độ lớn giữa 2 mức sát nhau được gọi là khoảng chia nhỏ nhất. Thông thường, độ phân giải của biên độ, độ phân giải dọc, được tính theo bit.

Khoảng chia nhỏ nhất = dải đo / $2^{\text{độ phân giải dọc}}$

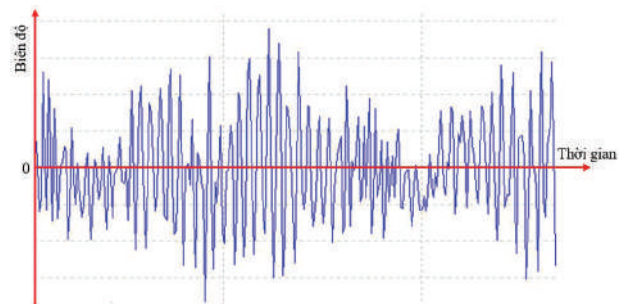


Hình 10 b: Thiết bị NI-9230

Theo đó, với thiết bị có dải đo $\pm 10V$ và độ phân giải 16bit, khoảng chia nhỏ nhất sẽ là:

$$\frac{10 - (-10)}{2^{16}} \approx 0.0003 \text{ V}$$

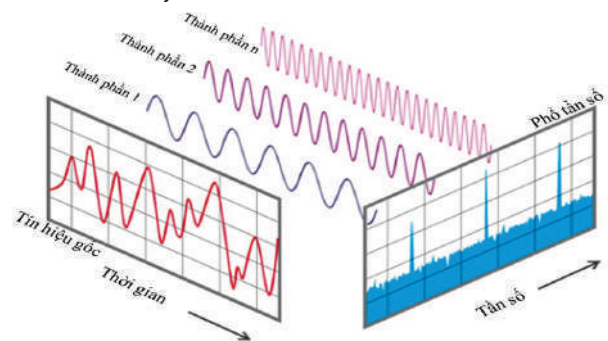
Áp dụng các nguyên tắc trên, thiết bị NI -9230 của National Instruments (Hoa Kỳ) được thiết kế để sử dụng riêng cho công tác đo rung động và âm thanh.



Hình 11: Tín hiệu rung động trên miền thời gian

Các đặc tính kỹ thuật chính:

- + Số kênh đo: 03
- + Nguồn cấp cho cảm biến: 24V – 4mA
- + Tần số lấy mẫu: 1024 – 12800 Hz



Hình 12: Biến đổi Fourier tín hiệu thời gian sang miền tần số

- + độ phân giải: 24bit
- + dải đo: ± 30 V
- + giao tiếp: USB 2.0
- + Chế độ lọc: AC/DC

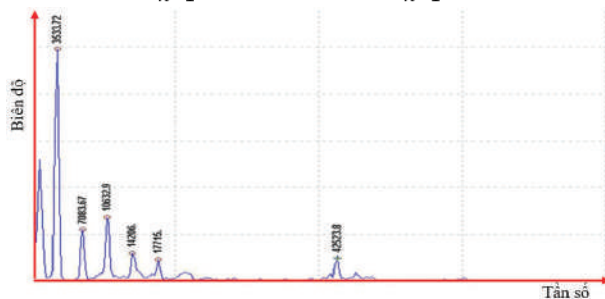
2.3. Phép biến đổi Fourier và tín hiệu trên miền tần số

Tín hiệu rung động máy sau khi được lấy mẫu và chuyển đổi thành tín hiệu số sẽ có dạng thể hiện như sau: (Hình 11)

Theo lý thuyết của Fourier (1768-1830), nhà toán học Pháp, bất kỳ một tín hiệu rung động có dạng tuần hoàn đều có thể được phân tích thành tổng của các dao động điều hòa có biên độ và tần số khác nhau. (Hình 12)

Công thức của phép biến đổi Fourier

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(2\pi ftn) - \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(2\pi ftn)$$



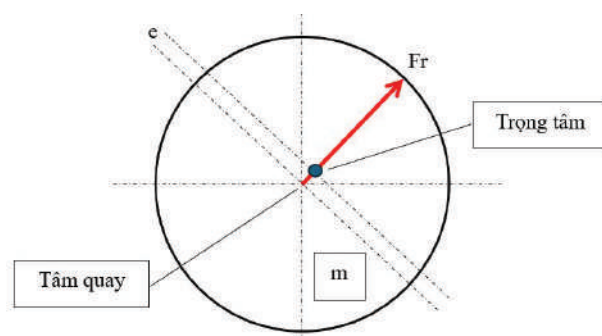
Hình 13: Phổ tần số của tín hiệu hình 11

Nếu đoạn tín hiệu số có dạng $x[n]$ với $n = 1 \dots N$, Trong đó:

+ N là số điểm lấy mẫu hay còn gọi là độ dài đoạn tín hiệu

+ f_s là tần số lấy mẫu (Hz).

Với tín hiệu số, phổ tần số sẽ có dạng:



$$x_n = X_0 + \sum_{n=1}^N X_n \cos(2\pi \times n \times df) + \sum_{n=1}^N X_n \sin(2\pi \times n \times df)$$

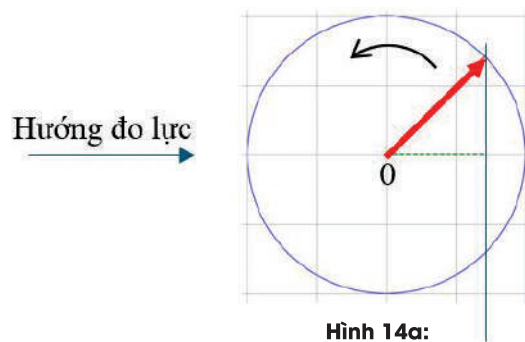
Trong đó: $df = \frac{f_s}{N}$ là độ phân giải tần số

Các điểm có tọa độ ($n \times df, X_n$) trên hệ trục biên độ, tần số sẽ tạo nên đồ thị gọi là phổ tần số, (Hình 13).

Vật quay bị mất cân bằng khi làm việc sẽ sinh ra lực ly tâm có giá trị bằng:

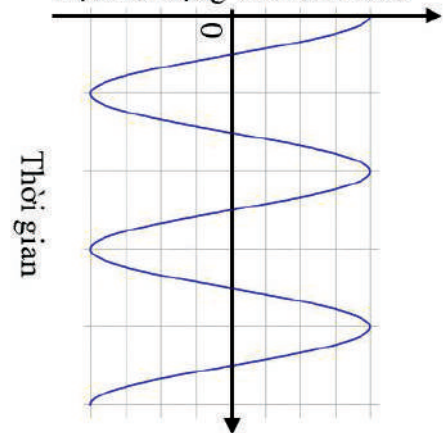
$$F_r = m \times (2\pi f)^2 \times e$$

Trong đó:

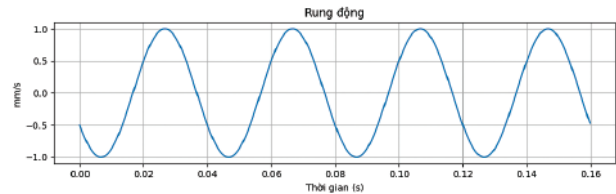


Hình 14a:

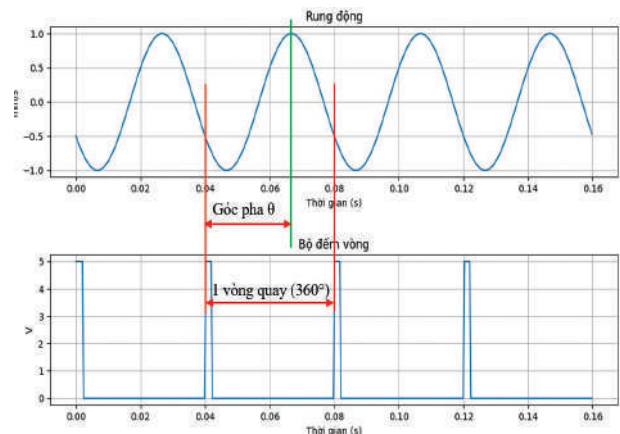
Lực tác động vào cảm biến



Hình 14b: Rung động ghi nhận được do lực ly tâm



Hình 15: Rung động ghi nhận được do lực ly tâm



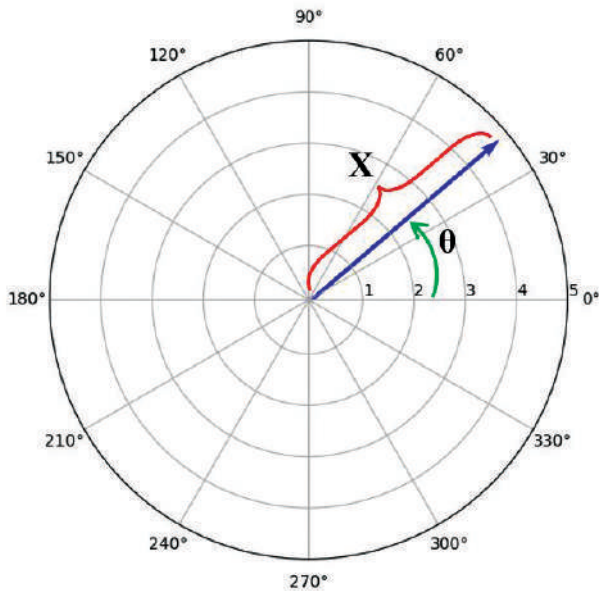
Hình 16: Tín hiệu đo đồng thời rung động và tốc độ

+ m: khối lượng vật quay

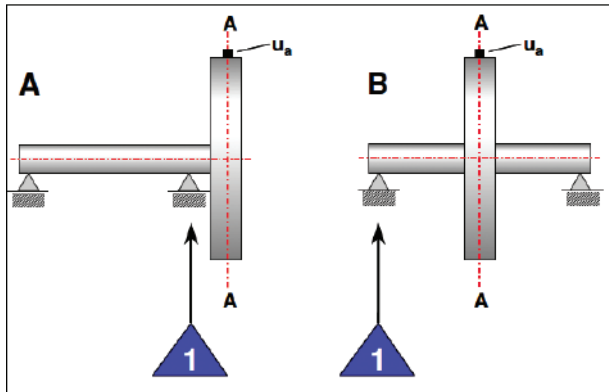
+ e: độ lệch tâm, khoảng cách giữa trọng tâm và tâm quay (Hình 14a)

Rung động do lực ly tâm gây ra được ghi lại bằng cảm biến sẽ có dạng hàm sin: (Hình 14b, Hình 15)

Với hiện tượng mất cân bằng, lực ly tâm luôn có tần số bằng với tần số quay của chi tiết. Do đó, khi tín hiệu



Hình 17: Biểu diễn dao động điều hòa trên tọa độ cực
rung động được kết hợp cùng thông tin của tín hiệu đo



Hình 18: Mất cân bằng 1 mặt phẳng

xung tốc độ của bộ đếm vòng (1 xung/vòng quay), ta có thể xác định được thời điểm tín hiệu rung động đạt cực đại so với gốc thời gian bắt đầu của xung tốc độ, đó chính là góc pha của rung động. (Hình 16)

Từ thông số biên độ và góc pha đã xác định ở hình 16, có thể biểu diễn dao động trên tọa độ cực bằng một vector có độ dài bằng biên độ dao động X và góc pha θ , Hình 17

Vector dao động điều hòa ký hiệu là: $\vec{X}$ (Hình 17)

Bài toán cân bằng động:

Mục đích của công tác cân bằng động là hiệu chỉnh lại vị trí trọng tâm vật quay để giảm lực ly tâm đến mức thấp nhất có thể. Với các dạng vật quay có dạng mỏng, chiều dày nhỏ hơn nhiều lần đường kính, việc cân bằng thực hiện theo phương pháp 1 mặt phẳng.

• Bài toán cân bằng 1 mặt phẳng (Hình 18)

Bằng phép đo rung động kết hợp xung tốc độ, có thể xác định vector $\vec{O}$, đây là vector đại diện cho rung động sinh ra từ lực ly tâm do khối lượng mất cân bằng ban đầu. Mục tiêu của bài toán là tính ra một khối lượng

hiệu chỉnh để sinh ra lực ly tâm khác có khả năng triệt tiêu vector rung động $\vec{O}$, tức là tạo một vector có độ lớn bằng đúng và có hướng ngược lại với vector $\vec{O}$.

Để giải quyết bài toán, cần gắn một khối lượng thử có khối lượng m_t tại một vị trí bất kỳ trên rotor, vị trí đó được coi là điểm gốc 0° . Khi thiết bị vận hành trở lại, rung động do lực ly tâm mới sẽ là: $\vec{O} + \vec{T}$, tổng vector của rung động do mất cân bằng ban đầu $\vec{O}$ và rung động do lực ly tâm từ khối lượng thử $\vec{T}$. Vector $\vec{O} + \vec{T}$ được xác định bằng cách đo rung động kết hợp xung tốc độ.

Dựa vào công thức trên, ta có thể xác định được vector ảnh hưởng của khối lượng thử như sau:

$$\vec{T} = \vec{O} + \vec{T} - \vec{O}$$

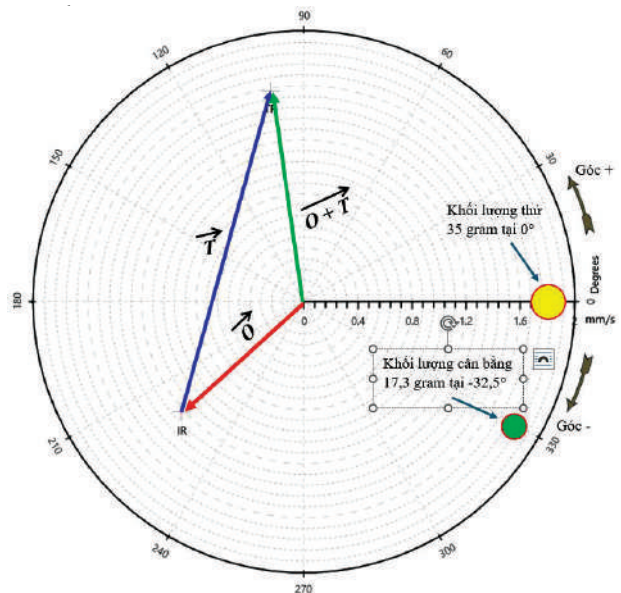
Xác định $\vec{K}$, hệ số ảnh hưởng của khối lượng thử lên giá trị độ rung và góc pha mất cân bằng:

$$\vec{K} = \frac{\vec{T}}{m_t}$$

Khi đó giá trị của khối lượng hiệu chuẩn cân bằng được tính bằng:

$$\vec{CW} = \frac{-\vec{O}}{\vec{K}}$$

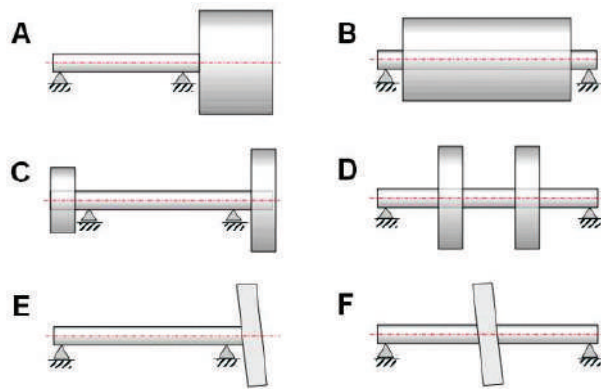
Trong trường hợp khối lượng thử được gỡ đi, khối lượng và vị trí của miếng cân bằng cần tính toán là $\vec{CW}$. Trong trường hợp khối lượng thử không được gỡ đi, khối lượng và vị trí của miếng cân bằng cần tính toán là:



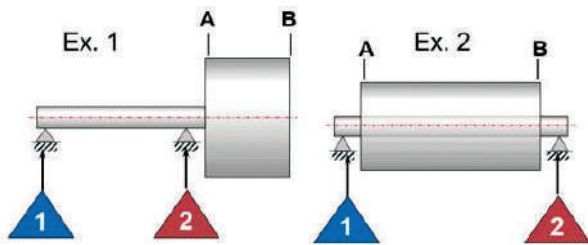
Hình 19: Ví dụ biểu đồ cân bằng 1 mặt phẳng của ví dụ trên

VD: Rung động do mất cân bằng ban đầu:

$$\vec{O} = 1,22 \frac{mm}{s} \angle 222^\circ$$



Hình 20a: Các dạng mất cân bằng 2 mặt phẳng



Hình 20b: Sơ đồ bài toán cân bằng 2 mặt phẳng

Khối lượng thử: $\vec{m}_t = 35 \text{ gram} \angle 0^\circ$

Rung động sau khi có mặt khối lượng thử:

$$\vec{O} + \vec{T} = 1,58 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \angle 99^\circ$$

Vector ảnh hưởng của khối lượng thử:

$$\vec{T} = \vec{O} + \vec{T} - \vec{O} = 1,58 \angle 99^\circ - 1,22 \angle 222^\circ = 2,46674 \angle 74,5^\circ$$

Hệ số ảnh hưởng của khối lượng thử:

$$\vec{K} = \frac{\vec{T}}{\vec{m}_t} = \frac{2,46674 \angle 74,5^\circ}{35 \angle 0^\circ} = 0,07054 \angle 74,5^\circ$$

Với lựa chọn gỡ khối lượng thử, khối lượng cân bằng:

$$\vec{CW} = \frac{-\vec{O}}{\vec{K}} = \frac{-1,22 \angle 222^\circ}{0,07054 \angle 74,5^\circ} = 17,3 \text{ gram} \angle -32,5^\circ$$

Bài toán cân bằng 2 mặt phẳng (Hình 20a, b)

Tương tự như cân bằng 1 mặt phẳng, bằng phép đo rung động kết hợp xung tốc độ, có thể xác định 2 vector $\vec{O}_A$ và $\vec{O}_B$, đây là 2 vector đại diện cho rung động do lực ly tâm từ khối lượng mất cân bằng ban đầu ở 2 mặt phẳng sinh ra. Mục tiêu của bài toán là tính ra hai khối lượng hiệu chỉnh ở hai mặt phẳng A và B để sinh ra một lực ly tâm khác có khả năng triệt tiêu các vector $\vec{O}_A$ và $\vec{O}_B$, tức là tạo ra các vector có độ lớn tương đương và có hướng ngược lại với các vector $\vec{O}_A$ và $\vec{O}_B$.

Quy trình thực hiện gồm các bước sau:

B1: Xác định các vector rung động ban đầu tại gối 1 là $\vec{O}_A$ và gối 2 là $\vec{O}_B$

B2: Gắn khối lượng thử $\vec{m}_{tA}$ vào mặt A tại vị trí 0° . Xác định lại các vector rung động mới tại các gối 1 và 2 dưới tác dụng của khối lượng thử tại mặt A, ta được các

vector $\vec{V}_{1A}$ và $\vec{V}_{2A}$

B3: Tháo bỏ khối lượng thử $\vec{m}_{tA}$ ở mặt A rồi gắn khối lượng thử $\vec{m}_{tB}$ ở mặt B tại vị trí 0° . Xác định lại các vector rung động mới tại các gối 1 và 2 dưới tác dụng của khối lượng thử tại mặt B, ta được các vector $\vec{V}_{1B}$ và $\vec{V}_{2B}$

B4: Tính toán các hệ số ảnh hưởng: với bài toán 2 mặt phẳng, hệ số ảnh hưởng có dạng ma trận 2×2 :

$$\begin{bmatrix} \vec{K}_{11} & \vec{K}_{12} \\ \vec{K}_{21} & \vec{K}_{22} \end{bmatrix}$$

Trong đó: $\vec{K}_{11}$ là hệ số ảnh hưởng của khối lượng thử mặt A lên gối 1

$\vec{K}_{12}$ là hệ số ảnh hưởng của khối lượng thử mặt A lên gối 2

$\vec{K}_{21}$ là hệ số ảnh hưởng của khối lượng thử mặt B lên gối 1

$\vec{K}_{22}$ là hệ số ảnh hưởng của khối lượng thử mặt B lên gối 2

$$\vec{K}_{21} = \frac{\vec{V}_{1B} - \vec{O}_A}{\vec{m}_{tB}} \quad \vec{K}_{22} = \frac{\vec{V}_{2B} - \vec{O}_B}{\vec{m}_{tB}}$$

B5: Tính toán khối lượng bù: $\vec{CW}_A$ và $\vec{CW}_B$ thỏa mãn

$$\begin{bmatrix} -\vec{O}_A \\ -\vec{O}_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{K}_{11} & \vec{K}_{21} \\ \vec{K}_{12} & \vec{K}_{22} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} \vec{CW}_A \\ \vec{CW}_B \end{bmatrix}$$

Giải phương trình trên và ta có:

$$\vec{CW}_A = \frac{\vec{K}_{22} \times \vec{O}_A - \vec{K}_{21} \times \vec{O}_B}{\vec{K}_{21} \times \vec{K}_{12} - \vec{K}_{11} \times \vec{K}_{22}}$$

$$\vec{CW}_B = \frac{\vec{K}_{11} \times \vec{O}_B - \vec{K}_{12} \times \vec{O}_A}{\vec{K}_{21} \times \vec{K}_{12} - \vec{K}_{11} \times \vec{K}_{22}}$$

- VD:

+ Rung động do mất cân bằng ban đầu:

$$\vec{O}_A = 1,421 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \angle 197,6^\circ \quad \vec{O}_B = 2,696 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \angle 33,4^\circ$$

+ Khối lượng thử tại mặt A: A: $\vec{m}_{tA} = 5,1 \text{ kg} \angle 40^\circ$

+ Rung động đo được sau tác dụng của khối lượng thử tại A:

$$\text{Tại gối 1: } \vec{V}_{1A} = 0,746 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \angle 209,4^\circ$$

$$\text{Tại gối 2: } \vec{V}_{2A} = 2,712 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \angle 31,6^\circ$$

+ Khối lượng thử tại mặt B: B: $\vec{m}_{tB} = 5,1 \text{ kg} \angle 40^\circ$

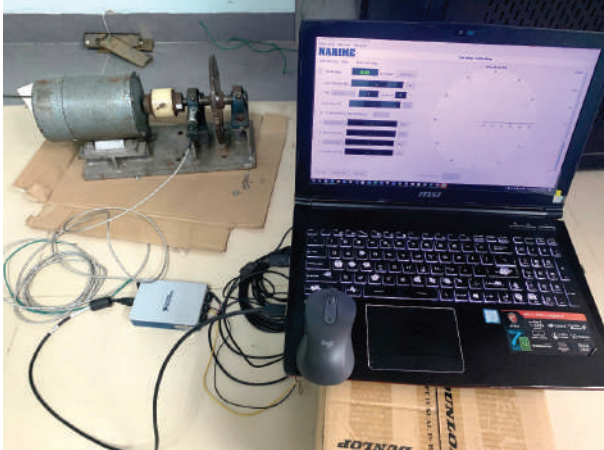
+ Rung động đo được sau tác dụng của khối lượng thử tại B:

$$\text{Tại gối 1: } \vec{V}_{1B} = 1,542 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \angle 195,3^\circ$$

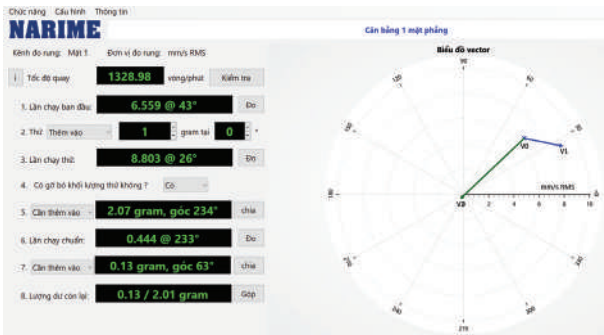
$$\text{Tại gối 2: } \vec{V}_{2B} = 1,937 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \angle 11^\circ$$

+ Tính toán các hệ số ảnh hưởng:

$$\overline{K_{11}} = \frac{\overline{V_{1A}} - \overline{O_A}}{\overline{V_{1A}} - \overline{O_A}} = \frac{0,7464209,4^\circ - 1,4214197,6^\circ}{0,7464209,4^\circ - 1,4214197,6^\circ} = 0,13874 \ 5,1$$



Hình 21: Mô hình thí nghiệm



Hình 21: Kết quả tính toán cân bằng mô hình bằng phần mềm

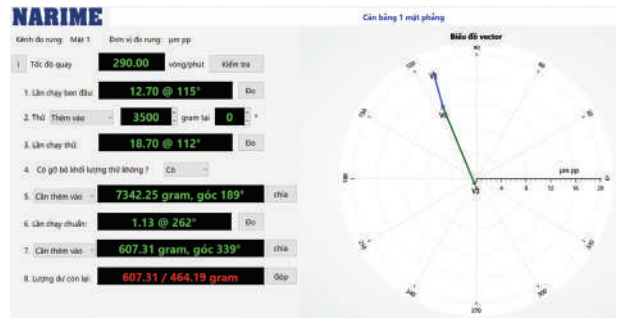
+ Kết quả các khối lượng cuối:

$$\overline{CW_A} = \frac{0,2294252,6^\circ \times 1,4214197,6^\circ - 0,02644 \ 170,3^\circ \times 2,696433,4^\circ}{0,02644 \ 170,3^\circ \times 0,01694 \ 313,2^\circ - 0,13874 \ 5,1 \times 0,2294252,6^\circ} = 11,22 \text{ kg } \pm 1,4^\circ$$

$$\overline{CW_B} = \frac{0,13874 \ 5,1 \times 2,696433,4^\circ - 0,01694 \ 313,2^\circ \times 1,4214197,6^\circ}{0,02644 \ 170,3^\circ \times 0,01694 \ 313,2^\circ - 0,13874 \ 5,1 \times 0,2294252,6^\circ} = 11,96 \text{ kg } \pm 316,9^\circ$$



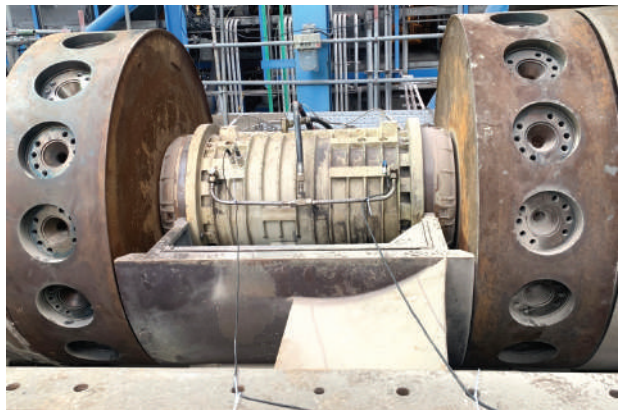
Mô hình thí nghiệm



Kết quả đo trên phần mềm

3. CÁC KẾT QUẢ ÁP DỤNG THỰC TẾ

Thí nghiệm với mô hình cân bằng động: (Hình 21, 22)
Áp dụng thực tế, cân bằng cánh bơm tuần hoàn tại xưởng:



1. Chạy lần đầu

3.300 @ 309°
3.500 @ 332°

Đo

2. Thử tại mặt 1

Thêm vào 850 tại 0

3. Chạy với đối trọng thử tại mặt 1

3.700 @ 291°
5.222 @ 307°

Đo

Gỡ đối trọng thử tại mặt 1

☒

5. Thử tại mặt 2

Thêm vào 850 tại 0

5. Chạy với đối trọng thử tại mặt 2

4.417 @ 329°
3.900 @ 342°

Đo

Gỡ đối trọng thử tại mặt 2

☒

7. Kết quả tính toán

Thêm 851.75 gram tại 233°
Thêm 1145.56 gram tại 133°

Chia
Chia

8. Bước chạy kiểm tra

0.090 @ 290°
0.140 @ 300°

Đo

9. Kết quả tính toán tính chính

Mặt 1: 60.00 tại 86°
Mặt 2: 99.00 tại 167°

Chia
Chia

Kết quả tính toán cân bằng 2 mặt phẳng

Ngày nhận bài: 17/7/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 15/8/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 5/9/2025

Người phản biện: TS PHAN ĐĂNG LONG

Thông tin tác giả:

ThS. NGUYỄN PHƯƠNG HÙNG, KS. NGUYỄN HỒNG LONG

RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF A VIBRATION MEASUREMENT SYSTEM AND DYNAMIC BALANCING CALCULATION FOR ROTATING COMPONENTS

NGUYEN PHUONG HUNG, NGUYEN HONG LONG

Narime

ABSTRACT

Within the scope of this paper, the authors present the development of a vibration measurement system and dynamic balancing calculation for rotating equipment in power plants, cement, chemical, steel, and pulp industries. The system consists of data acquisition hardware from National Instruments (USA) and analysis/calculation software developed by the authors.

Keywords: Dynamic balancing, two-plane balancing, rotating machinery, unbalance problem, digital signal processing

Đại học Hà Nội tổ chức Hội nghị quốc gia lần thứ I về "Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong công nghiệp"

Hội thảo được tổ chức nhằm thúc đẩy việc triển khai Chiến lược quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) vào lĩnh vực sản xuất công nghiệp. Đồng thời, tạo cơ hội gặp gỡ, kết nối giữa các nhà quản lý, chuyên gia, doanh nghiệp và nhà nghiên cứu trong lĩnh vực AI và công nghiệp. Hỗ trợ đào tạo và nâng cao nhận thức về AI trong sản xuất công nghiệp.

Phát biểu tại hội thảo, PGS.TS. Phạm Văn Đông - Phó Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội nhấn mạnh, ngày 22/12/2024 Bộ chính trị ban hành Nghị quyết 57-NQ/TW về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia. Ngày 26/1/2021 Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 127/QĐ-TTg về "Chiến lược quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng trí tuệ nhân tạo đến năm 2030".

Trong chiến lược đã đưa ra mục tiêu: "Đẩy mạnh nghiên cứu, phát triển, ứng dụng và đưa trí tuệ nhân tạo trở thành lĩnh vực công nghệ quan trọng của Việt Nam trong cuộc CMCN 4.0", góp phần phát triển kinh tế - xã hội và từng bước đưa Việt Nam trở thành điểm sáng về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong khu vực và thế giới.

Các tham luận và phiên thảo luận tại hội thảo tập trung vào nhiều chủ đề quan trọng như ứng dụng AI trong tự động hóa và robot công nghiệp, ứng dụng AI trong sản xuất thông minh và kiểm soát chất lượng, đào tạo AI trong lĩnh vực công nghiệp, cũng như các mô hình và giải pháp AI tiêu biểu đang được triển khai...

MT

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH TÁCH ĐẾN MÀU SẮC CỦA LIGNIN THU HỒI

HOÀNG VĂN PHONG, BÙI HỮU THƯỜNG, HOÀNG THỊ TÁM,
ĐOÀN THỊ BÍCH NGỌC, LƯU QUỐC THÀNH, TRẦN VĂN VŨ

TÓM TẮT:

Mặc dù lignin là polymer tự nhiên phổ biến thứ hai và có tiềm năng ứng dụng lớn, việc thương mại hóa các hóa chất và vật liệu từ lignin vẫn gặp hạn chế. Nguyên nhân chính là do các phân tích hiện hành thường chỉ tập trung vào thành phần hóa học và hình thái, trong khi bỏ qua các đặc tính quang học như màu sắc. Màu sắc là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến khả năng ứng dụng của lignin trong các lĩnh vực giá trị cao như mỹ phẩm, chất phủ và keo sinh học. Hiện tại chưa có phương pháp chuẩn hóa nào để phân tích màu lignin được công bố rộng rãi. Do đó, nghiên cứu này nhằm mục đích định lượng các tính chất màu sắc của lignin thông qua không gian màu CIE L*a*b* và xác định mối tương quan giữa màu sắc sản phẩm với các điều kiện vận hành của quy trình thu hồi. Dịch đen từ Phân xưởng Bột - Nhà máy giấy - Tổng công ty Giấy Việt Nam được sử dụng trong quá trình kết tủa bằng CO₂ trong bình phản ứng 4 lít, khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ (62-82°C) và pH (9,5-10,5). Màu sắc được định lượng dựa trên không gian màu CIE L*a*b*. Kết quả thực nghiệm cho thấy nhiệt độ và pH là hai yếu tố quyết định: nhiệt độ tăng làm sẫm màu lignin, trong khi giảm pH giúp gia tăng độ sáng. Điều kiện tối ưu về độ sáng ($\Delta E^* \approx 80,25$) đạt được tại 62°C và pH=10. Nghiên cứu khẳng định khả năng kiểm soát màu sắc lignin thông qua điều chỉnh quy trình công nghệ.

Từ khóa: lignin, màu sắc, quá trình thu hồi

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lignin là polymer vòng thơm phổ biến nhất (18-35% sinh khối), phân bố quanh thành tế bào và liên kết cộng hóa trị với hemicellulose. Theo Fougere và cộng sự (2016) [6] cùng Zeng, Y và cộng sự (2014) [19], Lignin tạo liên kết với polysaccharit tạo độ bền, độ cứng cho gỗ; đồng thời có tính kỵ nước theo Achyuthan và cộng sự (2010)[1]. Dựa trên nghiên cứu của Ciesielski, P.N và cộng sự (2014) [4] cùng Siddiqui, H và cộng sự (2017)[17], cấu trúc lignin được tạo thành từ ba đơn vị: p-hydroxyphenyl (H), guaiacyl (G) và syringyl (S). Causin (2010) [3] ghi nhận sự khác biệt đáng kể về thành phần giữa các loài: gỗ mềm chủ yếu chứa đơn vị G và H, gỗ cứng chứa G và S, trong khi lignin từ phế phụ phẩm nông nghiệp chứa cả ba. Hiện lignin chủ yếu được thu hồi từ các nhà máy sản xuất bột giấy hóa học và lọc sinh học.

Theo báo cáo phân tích toàn cầu (2014-2025), sản lượng các sản phẩm từ lignin đạt khoảng 100 triệu tấn/năm. Thị trường đang tăng trưởng ổn định nhờ nhu cầu về sản phẩm bền vững, với định giá năm 2024 dao động từ khoảng 695 triệu đến 1,08 tỷ USD và dự kiến đạt 1,33 tỷ USD vào năm 2029. Các công nghệ thu hồi hiện đại như LignoBoost đang ngày càng được tích hợp vào các nhà máy bột giấy sunphát. Về địa lý, khu vực châu Á-Thái Bình Dương chiếm thị phần lớn nhất (hơn

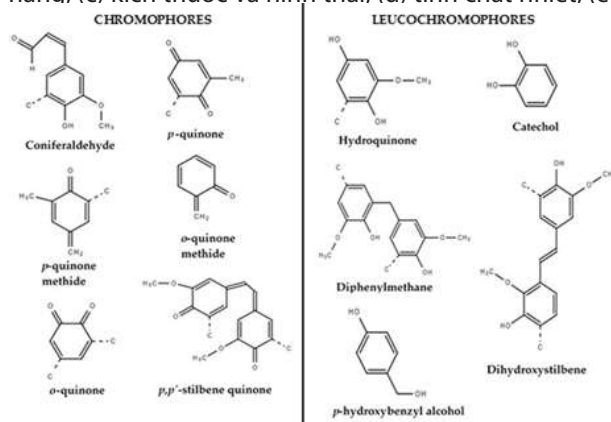
45%), dẫn đầu là Trung Quốc, tiếp theo là Bắc Mỹ (24%) và châu Âu (20%). Lignin được ứng dụng đa dạng trong xây dựng, nhựa và keo, trong đó chất phân tán chiếm tỷ trọng thị trường lớn nhất.

Theo Vishtal, A.G và Kraslawski, A (2011) [21], dù màu sắc hạn chế tiềm năng ứng dụng của lignin, yếu tố này thường bị bỏ qua trong các phương pháp phân tích chuẩn. Pan, X và Saddler, J.N [15] nhấn mạnh rằng màu tối của lignin gây trở ngại cho sản phẩm cuối, ví dụ làm chuyển màu bột polyurethane từ vàng sang nâu. Về giải pháp khử màu, Lin, S.Y (1980) [13] đã đề xuất quy trình hóa học chặn nhóm chức tự do và oxy hóa trong khi Saritha và cộng sự (2010) [16] đề cập đến phương pháp sinh học sử dụng nấm. Smit và cộng sự (2017) [18] khẳng định việc đổi màu bằng sắc tố không hiệu quả về chi phí, thúc đẩy nhu cầu nghiên cứu lignin màu sáng.

Gần đây, Zhang và cộng sự (2017) [20] phát hiện phân đoạn bằng methanol cũng làm thay đổi màu sắc, do các hoạt động sản xuất tác động trực tiếp đến nhóm chức. Các nghiên cứu của Lachenal và cộng sự (2005, 2009) [12] cùng Voiron và cộng sự (2006) [22] đã báo cáo về sự hình thành sắc tố trong quá trình nghiền bột giấy. Ngoài ra, Azadfallah và cộng sự (2008) [2] xác định màu vàng của giấy giàu lignin là do các nhóm mang màu như catechol, ketone thơm và coniferaldehyde (Hình 1).

Voiron, S và cộng sự (2006) [22] đã phân tích các nhóm màu trong bột giấy sau khi nấu bằng phương pháp sunphát, chỉ ra rằng khả năng tẩy trắng chịu ảnh hưởng lớn từ lignin (đặc biệt là dạng quinon gây màu đỏ), trong khi sắc tố từ carbohydrate dễ bị phân hủy bởi hóa chất oxy hóa. Dyer (2004) [5] xác định các sắc tố chính gốc lignin gồm carbonyl, phenolic liên hợp, quinoid, phức hợp kim loại và các leucochromophore (sắc tố tiềm năng chuyển hóa khi bị oxy hóa). Hình 2 minh họa các cấu trúc này. Việc định lượng chính xác gặp khó khăn do cấu trúc phức tạp, sự đa dạng của các nhóm chức trong lignin và tác động chưa rõ ràng của tạp chất vô cơ lên độ sáng.

Hiện nay, các nhà khoa học đang nỗ lực phát triển tiêu chuẩn ISO cho 7 nhóm tính chất của lignin: (a) thành phần chung (lignin, đường, tro...); (b) nhóm chức nãno; (c) kích thước và hình thái; (d) tính chất nhiệt; (e)



Hình 1. Một số sắc tố và bạch sắc tố từ lignin

đặc điểm cấu trúc; (f) khả năng xử lý an toàn; và (g) các đặc điểm khác bao gồm màu sắc và độc tính

Các phương pháp chuẩn hóa hiện hành của ISO [7-10] và TAPPI [11] (đo độ trắng toàn phổ hoặc độ sáng ở 457 nm) không phù hợp để áp dụng trực tiếp cho lignin do không tập trung vào dải màu đỏ. Hiện tại, chưa có phương pháp chuẩn nào để phân tích màu lignin được đề xuất trong tài liệu, ngoại trừ các kết quả sơ bộ đã được nhóm tác giả công bố tại Hội nghị Tinh chế Gỗ sinh học Bắc Âu lần thứ 7.

Nghiên cứu này tập trung vào màu sắc lignin – yếu tố then chốt quyết định khả năng thương mại hóa các sản phẩm và vật liệu sinh học. Mục tiêu cụ thể là thiết lập cơ sở tương quan giữa các sắc tố và đặc tính lignin, nhằm phục vụ việc phát triển một phương pháp phân tích đơn giản, nhanh chóng, chính xác và hiệu quả về chi phí trong tương lai

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

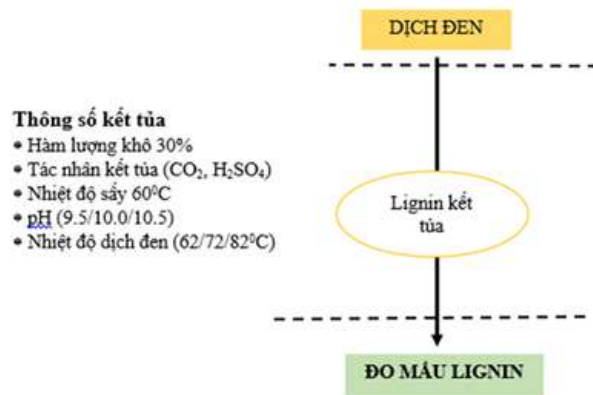
2.1. Vật liệu nghiên cứu

Mẫu dịch đen gỗ cứng từ Phân xưởng Bột - Nhà máy giấy - Tổng công ty Giấy Việt Nam – xã Phù Ninh – tỉnh

Phú Thọ, sau chưng bốc giai đoạn 3 với hàm lượng chất rắn 42 % sau đó pha loãng để sử dụng trong thí nghiệm ở hàm lượng chất rắn 30%, pH = 13,1.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

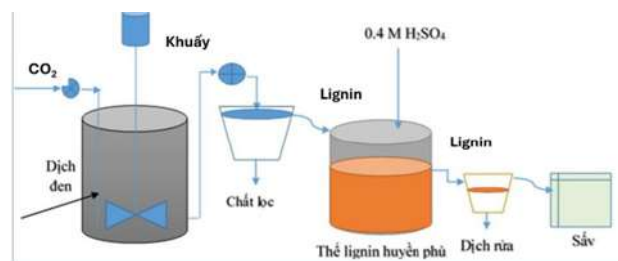
Quy trình kết tủa lignin (Hình 2) được thực hiện theo



Hình 2. Các mẫu và thông số được đánh giá để phân tích đặc tính lignin.

thiết kế thí nghiệm 32 gồm 9 thí nghiệm, với các thông số biến đổi khác nhau, cho phép so sánh trực tiếp các đặc tính của sản phẩm thu được.

Quy trình thu hồi bột lignin



Hình 3. Sơ đồ quá trình kết tủa dịch đen ở quy mô phòng thí nghiệm bằng cách sử dụng khí CO₂.

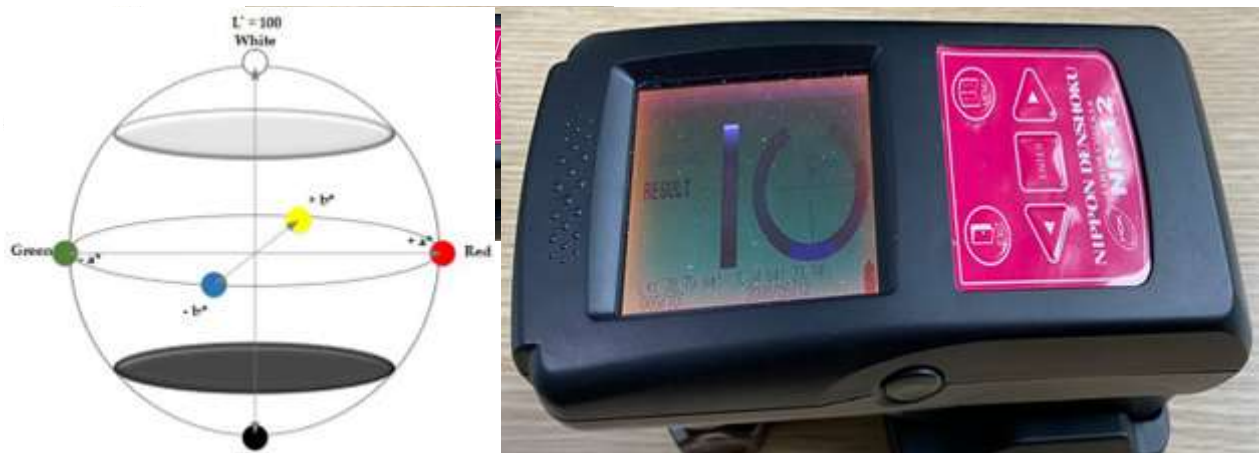
Thí nghiệm diễn ra trong bình kín cách nhiệt 4 lít, được gia nhiệt có điều khiển qua vỏ ngoài. Khí CO₂ nạp từ đầu phun ở đáy bình (Hình 3) với lưu lượng 1lit/phút.

Quy trình bắt đầu bằng việc nạp 2 lít dịch đen (Hàm lượng chất rắn 30%) vào bình, gia nhiệt đến nhiệt độ yêu cầu rồi sục khí CO₂ (1 lít/phút) đến pH mong muốn. Sau đó, hỗn hợp kết tủa được làm nguội xuống 55°C, lọc và rửa 2 lần bằng dung dịch H₂SO₄ 0,4N. Cuối cùng, bánh lọc lignin được sấy ở 60°C trong 24 giờ, sử dụng xác định màu sắc lignin.

Lấy 1g lignin cho vào 100ml nước cất 2 lần, thêm nước đến vạch 100 mL. Tiến hành hiệu chuẩn màu trắng sau đó hiệu chuẩn mẫu đen rồi tiến hành đo theo thang màu CIE Lab*. Kết quả cuối cùng bao gồm việc tính toán độ sai lệch giữa màu của mẫu đo và màu tham chiếu.

Đánh giá màu sắc dịch đen bằng phương pháp so màu

Các phép đo màu được thực hiện 3 lần bằng máy quang phổ HunterLab ColorFlex EZ (cấu hình 45°/0°), sử dụng nguồn sáng chuẩn CIE D65 (Áo, 2007). Kết quả



Hình 4. Minh họa không gian màu CIE L*a*b*.

được xác định theo hệ tọa độ màu CIE L*a*b* (Hình 4; Áo, 2008) và ghi nhận dưới dạng giá trị trung bình cùng độ lệch chuẩn. (Hình 4)

Trong không gian màu, tọa độ L* biểu thị độ sáng, biến thiên từ 0 (đen) đến 100 (trắng). Hai tọa độ sắc độ là a* và b*: trục a* biến thiên từ màu xanh lá cây (-a*) đến đỏ (+a*), trục b* biến thiên từ màu xanh lam (-b*) đến vàng (+b*).

Độ sai lệch màu sắc giữa mẫu đo và mẫu chuẩn được định lượng bằng công thức CIEDE2000 (ΔE_{00}) trình bày tại Phương trình (1). Theo tiêu chuẩn ISO và Sharma et al. (2005), phương trình này bao gồm bước chuyển đổi trung gian sang tọa độ L*C*h để khắc phục sự không đồng đều của không gian màu CIE L*a*b*. Các hệ số trọng số tham số cũng được áp dụng để hiệu chỉnh ảnh hưởng của điều kiện quan sát thực nghiệm

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

Trong đó: ΔL là sai khác về độ sáng

Δa^* là sự sai khác trong giải màu đỏ/xanh lá cây

Δb^* là sự sai khác trong giải màu vàng/xanh ra trời

Thêm vào đó, chỉ số BI đối với tất cả mẫu lignin được xác định thông qua phương trình (2):

$$BI = 100 \times \left(\frac{X - 0.31}{0.17} \right) \quad (2)$$

Trong đó:

$$X = \frac{(a^* + 1.75L^*)a^*}{(5.645L^* + a^* - 3.012b^*)} \quad (3)$$

- Xử lý số liệu: Số liệu thí nghiệm được xử lý bằng phần mềm Statistic 25

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự thay đổi màu sắc lignin

Quá trình kết tủa lignin có thể đạt được bằng cách điều chỉnh pH và lực ion. các phân tử lignin mang điện tích âm vì các nhóm hydroxyl (-OH) và carboxyl (-COOH) trên cấu trúc lignin bị phân ly tạo thành các nhóm mang điện tích âm (như -O⁻ và -COO⁻). Quá trình này làm cho lignin hòa tan trong môi trường kiềm và là cơ sở của phương pháp tách chiết lignin trong công nghiệp sản xuất giấy. Các biến số này bao gồm độ pH, nhiệt độ (°C), hàm lượng chất khô (%), sự hiện diện của quá trình lọc sơ bộ (có/không), cường độ rửa (L dịch rửa trên mỗi kg lignin) và nhiệt độ sấy (°C). Một trường hợp kết tủa tham chiếu đã được xác định và sự thay đổi màu sắc do biến đổi được so sánh với các trường hợp này. Kết quả cho trong Bảng 1 với chế độ kết tủa.

Phân tích hồi quy đa biến: Phân tích hồi quy là một công nghệ để tính toán một mối quan hệ toán

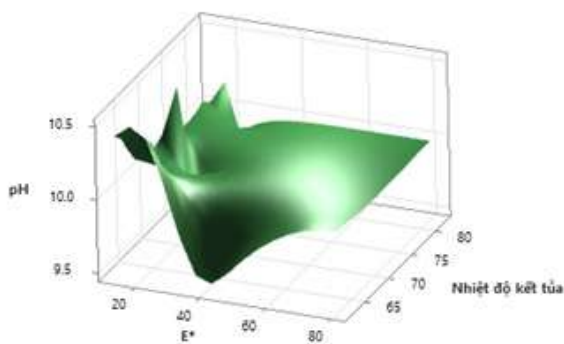
Bảng 1. Màu sắc lignin với các chế độ kết tủa khác nhau

Thí nghiệm	L*	a*	b*	h*	C	ΔE^*
CT1	35,69 ± 0.17	9,07 ± 0.01	16,88 ± 0.07	61,74	19,16	40,5
CT2	18,32 ± 0.15	6,06 ± 0.05	6,15 ± 0.07	45,42	8,63	20,25
CT3	17,23 ± 0.12	6,79 ± 0.02	6,25 ± 0.03	42,62	9,22	19,34
CT4	76,79 ± 0.29	3,04 ± 0.03	23,14 ± 0.01	82,51	23,33	80,25
CT5	15,7 ± 0.12	6,21 ± 0.02	0,98 ± 0.03	8,96	6,28	16,91
CT6	12,8 ± 0.1	2,77 ± 0.09	1,45 ± 0.06	27,63	3,12	13,17
CT7	16,99 ± 0.13	8 ± 0.07	1,96 ± 0.05	13,76	8,21	18,88
CT8	15,54 ± 0.18	8,16 ± 0.06	2,07 ± 0.04	14,23	8,41	17,67
CT9	15,86 ± 0.21	8,22 ± 0.08	1,93 ± 0.06	13,92	8,29	16,99

học giữa một số biến độc lập và biến phụ thuộc, phần mềm xử lý số liệu đã được sử dụng trong nghiên cứu này để thực hiện phân tích hồi quy tuyến tính nó liên quan sự tính toán một mối quan hệ giữa các thông số độc lập và phụ thuộc. Kết quả của phương trình được miêu tả dưới đây về mối quan hệ giữ mẫu sắc E^* với pH và nhiệt độ kết tủa.

$$E^* = 224 - (8.8) \text{ pH} - (1.502) \text{ nhiệt độ kết tủa}$$

Như minh họa trong Hình 5, có sự biến thiên lớn về màu sắc của lignin, dù là lignin kết tủa từ dịch đen hay lignin thu được từ các quy trình khác. Cụ thể hơn, các không gian màu dựa trên nguyên liệu đầu vào chồng lên nhau như thể hiện, trong đó 9 mẫu lignin được biểu diễn trên đồ thị, dữ liệu khác nhau chủ yếu ở chiều a^* , có nghĩa là lignin thể hiện mức độ đỏ thấp hơn. Lignin tham chiếu là lignin thương mại có giá trị CIE $L^*a^*b^*$ là (29; 12; 17). Giá trị ΔE tính toán được cho tất cả các mẫu



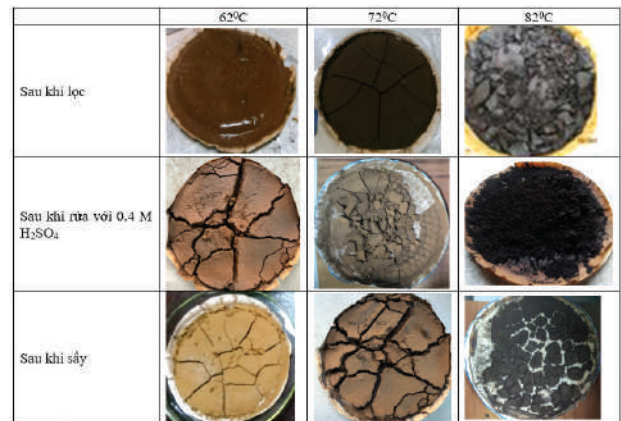
Hình 5. Sự thay đổi màu sắc của lignin tùy thuộc vào pH và nhiệt độ dịch đen.

nằm trong khoảng từ 1,4 đến 36,6 điều này có nghĩa là mỗi lignin có một màu có thể phân biệt được vì mắt người có thể phân biệt màu sắc khi ΔE cao hơn 1. Sự thay đổi màu sắc cũng đã được đánh giá theo chỉ số hóa nâu, dao động từ -107 đến 7969. Khoảng 3% trong số 9 mẫu có giá trị âm, điều này cho thấy rằng chỉ số nhìn chung không phù hợp với tất cả các loại lignin.

3.2. Ảnh hưởng của kết tủa và nhiệt độ sấy đến màu sắc lignin

Việc thay đổi nhiệt độ kết tủa lignin trong phạm vi nhiệt độ kết tủa thành công (62-82°C) có hai tác động chính như thể hiện trong Hình 6. Thứ nhất, sự khác biệt màu sắc rõ rệt được quan sát thấy khi tăng nhiệt độ kết tủa. Màu của bánh kết tủa thu được sau khi lọc sẫm nhất ở 82°C và xu hướng này vẫn duy trì ngay cả sau khi rửa bằng dung dịch H_2SO_4 0,4 M. Quan sát tương tự cũng được thực hiện sau khi bánh kết tủa. Cụ thể, đối với dịch đen A, lignin khô được kết tủa ở 62°C có giá trị tham chiếu CIE $L^*a^*b^*$ lần lượt là 43; 14; 26, và ΔE lần lượt là 7,6 và 5,6 khi so sánh với 72°C. Sự thay đổi màu sắc có thể được quy cho sự thay đổi của các sắc tố hiện có, sự hình thành các sắc tố mới hoặc sự thay đổi

trong thành phần sắc tố. Công trình gần đây của Li và cộng sự, (2017)[14] về sự thay đổi tính chất quang học của quá trình thủy phân lignin bằng enzyme cũng đã xác



Hình 6. Độ tương phản màu lignin khi kết tủa ở các mức nhiệt độ khác nhau là 62, 72 và 82°C.

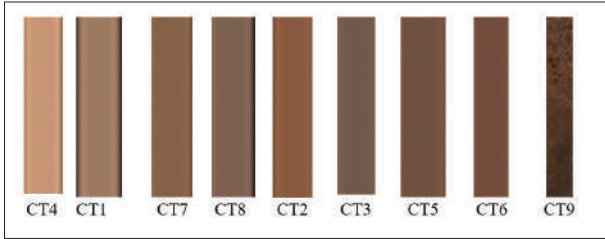
nhận rằng có mối tương quan tích cực giữa màu sắc của lignin và nhiệt độ tăng. Những thay đổi này có thể là do sự thay đổi cấu trúc lignin, hoặc do sự phân mảnh của các phân tử và do đó là các sắc tố. Bất kỳ thay đổi nào trong số đó cũng làm thay đổi tỷ lệ sắc tố và cuối cùng là màu sắc quan sát được. Điều này là do các phản ứng ngưng tụ được biết là làm tăng khả năng hình thành cấu trúc liên hợp. (Hình 6)

Dựa trên các quan sát trực quan và xác nhận với các giá trị CIE $L^*a^*b^*$, có thể thấy rằng nhiệt độ là một thông số quan trọng ảnh hưởng đến màu sắc của lignin tại thời điểm kết tủa cũng như các bước sấy.

3.3. Ảnh hưởng của tác nhân kết tủa và độ pH lên màu lignin

Nghiên cứu này đã khảo sát hai tác nhân kết tủa khác nhau, cụ thể là axit cacbonic (CO_2), axit sunphuric (H_2SO_4). Trên thế giới, khí CO_2 là tác nhân axit hóa được sử dụng trong hầu hết các quy trình kết tủa lignin thương mại gần đây. Mặc dù tất cả axit đều làm giảm độ pH của dịch đen bằng cách trung hòa các nhóm hydroxyl. Do đó, sự proton hóa các nhóm tích điện trên các phân tử lignin xảy ra và điều này gây ra sự kết tủa. Sự khác biệt về màu sắc được cho là một phần do sự khác biệt về nồng độ axit và do hằng số phân ly axit của chúng, được biểu thị bằng pKa của chúng ở 25°C. Việc sục CO_2 vào dịch đen dẫn đến sự hình thành axit cacbonic, một axit yếu (với hai giá trị pK là 6,4 và 10,3), yếu hơn đáng kể so với axit mạnh H_2SO_4 (pKa = -3 và pKa=2). Tiếp xúc với điều kiện axit nhẹ dẫn đến sự phân cắt một số liên kết (phân hủy axit và thủy phân), và Santos và cộng sự, (2013) đã chứng minh rằng tốc độ của các phản ứng đối với axit H_2SO_4 cao. Ngoài ra, người ta cũng báo cáo rằng các đường phản ứng chủ yếu khác nhau đối với cả hai loại axit. Một yếu tố góp phần khác là sự khác biệt về lực ion do SO_4^{2-} thể hiện. Điều này có nghĩa là lignin kết tủa

sẽ có thành phần hóa học khác nhau.



Hình 7. Màu sắc được đo của 9 mẫu lignin được sắp xếp theo thứ tự độ sáng giảm dần

Việc giảm pH kết tủa dẫn đến tăng hiệu suất kết tủa dịch đen được nghiên cứu, nghĩa là nhiều phân tử lignin tích điện âm được proton hóa và kết tủa hơn. Do đó, có thể suy ra rằng sự gia tăng độ sáng của lignin khi pH giảm là do sự khác biệt về tỷ lệ tương đối của các nhóm liên hợp được kết tủa. Dự kiến các nhóm này sẽ bao gồm hầu hết các phân tử sắc tố lignin hòa tan như quinone methide, quinone, catechol, hydroquinone và cinamyl aldehyde.

3.4 Tương quan giữa các đặc tính màu của lignin với điều kiện kết tủa

Mối tương quan giữa những thay đổi quan sát được đối với các loại lignin khác nhau và các yếu tố có ảnh hưởng mạnh nhất đã được phát triển nhằm chứng minh quá trình thu hồi lignin có thể được theo dõi và kiểm soát bằng cách đo màu. Mối tương quan giữa tất cả các điều kiện khác nhau với màu sắc được minh họa

trong bảng 2. Quá trình kết tủa lignin bằng axit trong bước rửa có tác động đáng kể nhất đến màu sắc của lignin, cụ thể là chỉ số (a^*) và chỉ số (b^*) của các mẫu. Tác động này rõ rệt hơn so với khi rửa bằng lọc chân không. Điều này có thể được giải thích bằng động học phản ứng nhanh hơn. Trong quá trình rửa ở độ pH thường nằm trong khoảng từ 1- 4, quá trình proton hóa lignin xảy ra và natri liên kết được thay thế. So với lignin chưa rửa, thì lignin sau rửa có độ sáng hơn do lignin được pha loãng, điều này giải thích tại sao có tác động đáng kể đến độ sáng (L^*) của mẫu thu được. Hiệu quả rửa và màu sắc thu được sẽ phụ thuộc vào một mức độ nào đó, vào hình dạng, độ dốc độ xấp và sự phân bố của kích thước lỗ rỗng. Hàm lượng chất rắn và tác nhân kết tủa cũng có thể có mối tương quan.

4. KẾT LUẬN

Màu sắc của lignin rất quan trọng đối với việc sử dụng chúng trong một số ứng dụng có giá trị cao như keo sinh học, sơn phủ, chất chống oxy hóa, mỹ phẩm, phụ gia chống nắng để hấp thụ tia UV. Nghiên cứu này cung cấp đánh giá đầu tiên về sự biến đổi màu sắc của lignin và cũng bị ảnh hưởng bởi các điều kiện thu hồi lignin. Nghiên cứu cho thấy với pH = 10 và nhiệt độ kết tủa 62°C cho chỉ số $E^* = 80,25$. Qua đó cho thấy cách các nhà sản xuất lignin có thể điều chỉnh quy trình để nhằm mục tiêu vào ứng dụng lignin nhất định với các đặc tính chức năng cụ thể ❖

Lời cảm ơn

Bài báo này là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài độc lập cấp Bộ “Nghiên cứu công nghệ thu hồi lignin từ dịch đen trong sản xuất bột giấy, ứng dụng tạo keo Lignin Phenol Formaldehyde (LPF) để sản xuất ván gỗ dán chịu ẩm.” Quyết định số 1701/QĐ-BNN-KHCN ngày 28/4/2023 của Bộ trưởng Bộ NN&PTNT. Tác giả xin cảm ơn Bộ Nông nghiệp và Môi trường đã tài trợ kinh phí cho nghiên cứu này. Tác giả xin chân thành cảm ơn các Chuyên gia phản biện và Ban biên tập đã có các góp ý quý báu để bài báo có chất lượng tốt hơn, đáp ứng được yêu cầu của Tạp chí.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Achyuthan, K.E.; Achyuthan, A.M.; Adams, P.D.; Dirk, S.M.; Harper, J.C.; Simmons, B.A.; Singh, A.K, (2010). Supramolecular Self-Assembled Chaos: Polyphenolic Lignin's Barrier to Cost-Effective Lignocellulosic Biofuels.
- Azadfallah, M.; Mirshokraei, S.A.; Latibari, A.J, (2008). Photodegradation of Acidolysis Lignin from BCMP.
- Causin, V, (2010). Polymers on the crime scene: How can analytical chemistry help to exploit the information from these mute witnesses
- Ciesielski, P.N.; Resch, M.G.; Hewetson, B.; Killgore, J.P.; Curtin, A.; Anderson, N.; Chiaramonti, A.N.; Hurley, D.C.; Sanders, A.; Himmel, M.E.; et al, (2014). Engineering plant cell walls: Tuning lignin monomer composition for deconstructable biofuel feedstocks or resilient biomaterials.
- Dyer, T. J. (2004). Elucidating the formation and chemistry of chromophores during kraft pulping (Doctoral dissertation, Institute of Paper Science and Technology, Georgia Institute of Technology).
- Fougere, D.; Nanda, S.; Clarke, K.; Kozinski, J.A.; Li, K, (2016). Effect of acidic pretreatment on the chemistry and distribution of lignin in aspen wood and wheat straw substrates.
- International Organization for Standardization. Paper and Board-Determination of CIE Whiteness, D65/10 Degrees (Outdoor Daylight); International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2017.
- International Organization for Standardization (ISO). Colorimetry-Part 2: CIE Standard Illuminants; CIE International Commission on Illumination: Vienna, Austria, 2007.
- International Organization for Standardization (ISO). Colorimetry-Part 4: CIE 1976 $L^*a^*b^*$ Colour Space; CIE International Commission on Illumination: Vienna, Austria, 2008.
- International Organization for Standardization (ISO). Colorimetry-Part 6: CIEDE2000 Colour-Difference Formula; CIE International Commission on Illumination: Vienna, Austria, 2014.

- Technical Association of the Pulp and Paper Industry. CIE Whiteness and Tint of Paper and Paperboard (45/0 Geometry, C/2 Illuminant/Observer); Technical Association of the Pulp and Paper Industry: Peachtree Corners, GA, USA, 2010
- Lachenal, D.; Chirat, C.; Benattar, N.; Hamzeh, Y.; Marlin, N.; Mateo, C.; Brochier, B. (2005). Influence of pulp colour on bleachability. Ways to improve the bleaching response of alkaline pulp.
- Lin, S.Y. Process for Reduction of Lignin Color. U.S. Patent 4184845 A, 22 January 1980
- Li, N.; Chen, Y.; Yu, H.; Xiong, F.; Yu, W.; Bao, M.; Wu, Z.; Huang, C.; Rao, F.; Li, J.; et al. (2017). Evaluation of optical properties and chemical structure changes in enzymatic hydrolysis lignin during heat treatment.
- Pan, X.; Saddler, J.N. (2013). Effect of replacing polyol by organosolv and kraft lignin on the property and structure of rigid polyurethane foam.
- Saritha, V., Maruthi, Y. A., & Mukkanti, K. (2010). Potential fungi for bioremediation of industrial effluents. *BioResources*, 5(1).
- Siddiqui, H., Mahmood, N., Yuan, Z., Crapulli, F., Dessbesell, L., Rizkalla, A., ... & Xu, C. (2017). Sustainable bio-based phenol-formaldehyde resoles using hydrolytically depolymerized kraft lignin. *Molecules*, 22(11), 1850.
- Smit, A.T.; van der Laan, R.R.; Huijgen, W.J.J. (2017). Production of High-Purity Light-Coloured Lignin. WO2017099592 A1, 15 June 2017.
- Zeng, Y., Zhao, S., Yang, S., & Ding, S. Y. (2014). Lignin plays a negative role in the biochemical process for producing lignocellulosic biofuels. *Current opinion in biotechnology*, 27, 38-45.
- Zhang, H.; Bai, Y.; Yu, B.; Liu, X.; Chen, F. (2017). A practicable process for lignin color reduction: Fractionation of lignin using methanol/water as solvent.
- Vishtal, A., & Kraslawski, A. (2011). Challenges in industrial applications of technical lignins. *BioResources*, 6(3).
- Voiron, S.; Kuligowski, C.; Lachenal, D. (2006). Contribution of various coloured groups in pulp to bleachability problems. *Cellul. Chem. Technol.*

Ngày nhận bài: 2/8/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 24/8/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 7/9/2025

Người phản biện: ThS. Ngô Văn Hữu – *Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulô*

Thông tin tác giả:

**HOÀNG VĂN PHONG, BÙI HỮU THƯỜNG, HOÀNG THỊ TÁM, ĐOÀN THỊ BÍCH NGỌC,
LƯU QUỐC THÀNH, TRẦN VĂN VŨ**
Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE SEPARATION PROCESS ON THE COLOR OF RECOVERED LIGNIN

**HOANG VAN PHONG¹, BUI HUU THUONG¹, HOANG THI TAM¹,
DOAN THI BICH NGOC¹, HOANG THI TAM¹,
LUU QUOC THANH¹, TRAN VAN VU¹**

¹Research Institute of Forest Industry

ABSTRACT

Although lignin is the second most abundant natural polymer and possesses significant application potential, the commercialization of lignin-based chemicals and materials remains limited. The primary reason is that current analyses typically focus solely on chemical composition and morphology, while neglecting optical properties such as color. Color is a crucial factor influencing the applicability of lignin in high-value sectors such as cosmetics, coatings, and bio-adhesives. Currently, no standardized method for lignin color analysis has been widely published. Therefore, this study aims to quantify the color properties of lignin using the CIE L*a*b* color space and determine the correlation between product color and the operating conditions of the recovery process. Black liquor from the Pulp Workshop - Paper Mill - Vietnam Paper Corporation was utilized in a CO₂ precipitation process within a 4-liter reactor to investigate the effects of temperature (62-82°C) and pH (9.5-10.5). Color was quantified based on the CIE L*a*b* color space. Experimental results indicate that temperature and pH are two decisive factors: increasing temperature darkens the lignin, while decreasing pH enhances brightness. The optimal condition for brightness ($\Delta E^* \approx 80.25$) was achieved at 62°C and pH 10. The study confirms the feasibility of controlling lignin color by adjusting technological process parameters.

Keywords: *lignin, color; recovery process.*

MỘT SỐ ĐỀ XUẤT NỘI ĐỊA HÓA THIẾT BỊ NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN TẠI VIỆT NAM

TS. TRẦN VĂN DŨNG, ThS. NGUYỄN TRƯỜNG QUANG, TS. PHAN ĐĂNG PHONG,
ThS. NGUYỄN XUÂN THÁI

TÓM TẮT:

Quyết định số 768/QĐ-TTg ngày 15/4/2025 của Thủ tướng Chính phủ Phê duyệt điều chỉnh quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050, đặt mục tiêu vận hành thương mại tổ máy điện hạt nhân đầu tiên vào năm 2035 và sẽ từng bước mở rộng công suất đến năm 2050. Tuy nhiên, phần lớn thiết bị và hệ thống trong nhà máy điện hạt nhân đầu tiên vẫn sẽ phải nhập khẩu từ nước ngoài. Điều này dẫn tới sự phụ thuộc lớn vào các nhà thầu nước ngoài về cả chi phí, tiến độ và an toàn công nghệ. Do đó vấn đề nội địa hoá thiết bị trong nhà máy điện hạt nhân trở thành yêu cầu thiết yếu. Bài báo này phân tích những nguyên nhân và đề xuất các cơ chế, chính sách để nội địa hóa thiết bị nhà máy điện hạt nhân, một lĩnh vực có dung lượng thị trường rất lớn trong những năm tới.

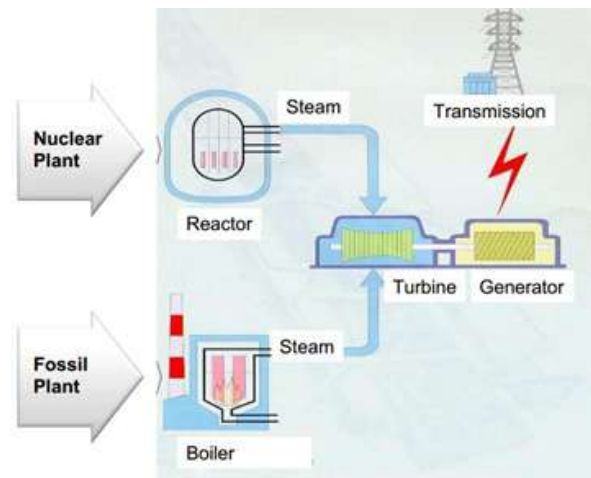
Từ Khoá: Nội địa hoá, thiết bị, điện hạt nhân.

1. TỔNG QUAN VỀ THIẾT BỊ NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN

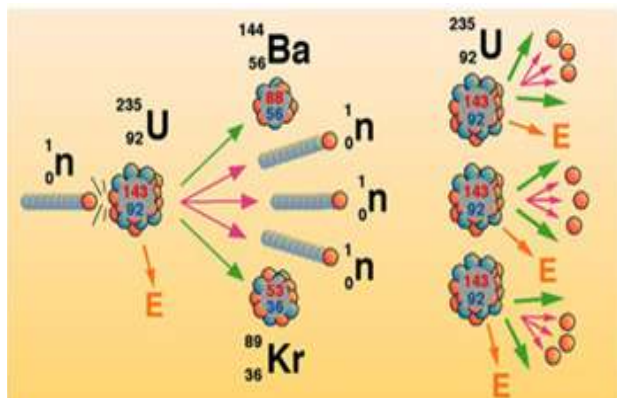
Các nhà máy điện hạt nhân về bản chất là nhà máy nhiệt điện. Trong đó, nếu tại các nhà máy nhiệt điện đốt than, nhiệt được sinh ra bởi lò đốt than thì tại nhà máy điện hạt nhân, nhiệt được sinh ra bởi lò phản ứng phân hạch (Hình 1).

Hình 2 mô tả chuỗi phản ứng phân hạch cung cấp nhiệt trong lò phản ứng tại nhà máy điện hạt nhân. Khi 01 hạt nhân của đồng vị ^{235}U hấp thụ 01 neutron nhiệt, hạt nhân bị phân hạch thành các đồng vị phóng xạ khác, đồng thời phát ra 03 neutron và sinh nhiệt. Quá trình hấp thụ neutron và phân hạch tiếp tục lặp lại tạo thành phản ứng dây chuyền. Như vậy, khi kiểm soát được số lượng phản ứng phân hạch trong lò phản ứng bằng cách kiểm soát số lượng neutron tự do, ta kiểm soát được công suất sinh nhiệt của lò phản ứng. Trong lò phản ứng, chất được dùng để kiểm soát số lượng neutron tự do gọi là chất điều tiết, chất dùng để loại bỏ nhiệt ở lõi lò phản ứng được gọi là chất tải nhiệt, nhiên liệu cho phản ứng phân hạch phổ biến là uranium ^{235}U , sau đó là plutonium, hoặc thorium.

Có nhiều kiểu lò phản ứng khác nhau, được phân biệt dựa vào chất điều tiết, chất tải nhiệt, và nhiên liệu phân hạch. Hiện trên thế giới lò phản ứng áp lực - nước nhẹ PWR (Pressurized Water Reactor) được sử dụng phổ biến nhất (chiếm khoảng 66% trong tổng số lò phản ứng trên thế giới). Gọi là lò phản ứng áp lực vì lò phản ứng và vòng tuần hoàn chính của nhà máy giữ ở áp suất cao (~ 16 Mpa) để giữ chất tải nhiệt không bay hơi. Lò



Hình 1. So sánh nhà máy điện hạt nhân và nhà máy điện than



Hình 2. Chuỗi phản ứng phân hạch trong lò phản ứng hạt nhân

sử dụng nước nhẹ làm chất tải nhiệt và làm chất điều tiết, nên còn được gọi là lò phản ứng nước nhẹ. Sơ đồ một nhà máy điện dùng lò phản ứng PWR được mô tả như ở Hình 3.

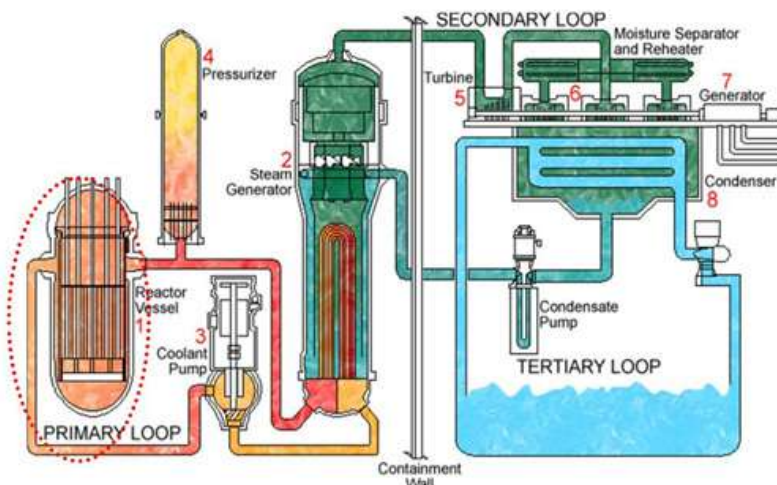
Do tính phổ biến cùng các ưu điểm khác như công nghệ đã được chứng minh (Proven Technology) ổn định, an toàn... của nhà máy điện PWR, trong phạm vi của bài viết này, nhóm tác giả chủ yếu đề cập tới vấn đề xoay quanh nội địa hóa thiết bị nhà máy điện PWR. Nhà máy điện PWR cũng đã được chọn lựa thực hiện tại Nhà máy Điện hạt nhân Ninh Thuận 1 trước khi dự án bị tạm dừng vào năm 2016.

Trong nhà máy điện hạt nhân PWR (Hình 3), nhiệt lượng sinh ra từ lò phản ứng (1) được chất tải nhiệt đưa tới ống truyền nhiệt chữ U tại (2) bình sinh hơi nhờ bơm làm mát (3). Tại bình sinh hơi (2), nước ở vỏ bình sinh hơi nhận nhiệt từ chất tải nhiệt trong ống truyền nhiệt chữ U, do ở áp suất thấp hơn nhiều (~7 Mpa) nên nước hóa hơi. Hơi nước sinh ra được dẫn đến tuốc bin hơi cao áp (5) và hạ áp (6) để quay máy phát điện (7). Hơi nước sau khi đi qua tuốc bin được ngưng tụ lại tại bình ngưng hơi (8) nhờ hệ thống làm mát chính. Nước gom lại tại bình ngưng hơi (8) sau khi qua xử lý được bơm quay lại bình sinh hơi (2). Ta có thể phân chia thiết bị của hệ thống trên ra làm 02 loại hệ thống thiết bị chính và phụ như sau:

- Hệ thống thiết bị cơ bản (chính) của nhà máy: nguồn sinh nhiệt (lò phản ứng) cấp cho bình sinh hơi, hơi sinh ra dẫn tới tuốc bin hơi dẫn động máy phát điện, hơi nước tiếp tục tới bình ngưng hơi, ngưng thành nước rồi được bơm quay lại bình sinh hơi tiếp tục một chu trình mới.

- Hệ thống thiết bị phụ để hỗ trợ cho các thiết bị cơ bản của nhà máy như hệ thống cấp nhiên liệu cho lò phản ứng, các hệ thống điều hòa, thông hơi, làm mát, gia nhiệt... phục vụ cho hệ thống thiết bị cơ bản của nhà máy.

Bài viết đi sâu vào phân tích và đánh giá khả năng nội địa hóa của các hệ thống chính và phụ ở mục 2 dưới.



Hình 3 Sơ đồ nhà máy điện hạt nhân PWR điển hình

2. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG NỘI ĐỊA HOÁ ĐỐI VỚI THIẾT BỊ NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN.

2.1. Sự cần thiết đối với nội địa hóa thiết bị nhà máy điện hạt nhân

- Tại Quyết định số 768/QĐ-TTg, Chính phủ đã chính thức đưa điện hạt nhân trở lại chiến lược phát triển năng lượng quốc gia. Với lộ trình này thì chi phí đầu tư ước tính khoảng 60÷80 tỷ USD (tùy thuộc vào lựa chọn công nghệ, địa điểm triển khai và tỷ lệ nội địa hoá).

- Việc nội địa hoá các thiết bị trong nhà máy điện hạt nhân không chỉ giúp giảm chi phí đầu tư ban đầu mà còn nâng cao năng lực công nghiệp trong nước, tạo ra cơ hội việc làm cho lao động chất lượng cao và nâng cao năng lực công nghệ quốc gia. Ngoài ra, việc phát triển các nhà sản xuất nội địa sẽ giúp đảm bảo tính linh hoạt trong việc bảo trì, sửa chữa và thay thế các linh kiện trong suốt vòng đời của nhà máy điện hạt nhân. Ngành công nghiệp điện hạt nhân yêu cầu các thiết bị đạt tiêu chuẩn rất cao về độ chính xác, độ bền và hoạt động trong điều kiện khắc nghiệt. Do đó, việc nội địa hoá các thiết bị này không phải là một nhiệm vụ đơn giản mà đòi hỏi sự phối hợp chặt chẽ giữa các cơ quan nhà nước, các công ty công nghiệp, các viện nghiên cứu và các tổ chức đào tạo.

2.2. Các yếu tố cần thiết để thực hiện nội địa hoá

- Phát triển năng lực công nghiệp quốc gia. Để nội địa hoá các thiết bị, cần phải xây dựng một nền tảng công nghiệp vững mạnh. Điều này đòi hỏi sự đầu tư vào các nhà máy sản xuất linh kiện, thiết bị điện tử, chế tạo cơ khí, vật liệu đặc biệt, và công nghệ tự động hóa. Các doanh nghiệp Việt Nam cần có cơ sở hạ tầng công nghệ tiên tiến, quy trình sản xuất nghiêm ngặt và đội ngũ kỹ sư, chuyên gia có trình độ cao.

- Đào tạo và phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao. Ngành điện hạt nhân đòi hỏi một đội ngũ kỹ sư và chuyên gia am hiểu về công nghệ hạt nhân, cơ khí, điện tử, tự động hóa, cũng như các vấn đề an toàn. Do đó, việc phát triển các chương trình đào tạo và hợp tác với

các tổ chức quốc tế để chuyển giao công nghệ và kiến thức là vô cùng quan trọng.

- Hợp tác với các đối tác quốc tế. Để nhanh chóng đạt được năng lực nội địa hoá, việc hợp tác với các công ty, tổ chức quốc tế có kinh nghiệm trong lĩnh vực điện hạt nhân là một yếu tố cần thiết. Điều này không chỉ giúp tiếp cận công nghệ tiên tiến mà còn hỗ trợ trong việc xây dựng các quy trình, tiêu chuẩn sản xuất đáp ứng yêu cầu khắt khe của ngành.

- Nghiên cứu và phát triển (R&D). Các dự án nghiên cứu và phát triển nhằm tạo ra các vật liệu mới, thiết

bị và công nghệ phù hợp với điều kiện Việt Nam là rất quan trọng. Cần có sự đầu tư mạnh mẽ vào lĩnh vực nghiên cứu khoa học và công nghệ để phát triển các giải pháp phù hợp với nhu cầu thực tế.

- Xây dựng hệ thống tiêu chuẩn và kiểm tra chất lượng. Để đảm bảo chất lượng của các thiết bị nội địa hoá, cần thiết phải xây dựng hệ thống tiêu chuẩn quốc gia và các cơ sở kiểm tra chất lượng đạt chuẩn quốc tế. Việc này không chỉ đảm bảo sự an toàn cho nhà máy điện hạt nhân mà còn giúp tăng cường lòng tin của người dân và các đối tác quốc tế.

2.3. Đánh giá khả năng nội địa hóa thiết bị trong nhà máy điện hạt nhân

Quá trình nội địa hóa nhà máy điện hạt nhân có thể được thực hiện tương tự như đã thực hiện với quá trình nội địa hóa nhà máy nhiệt điện đốt than, nhưng với quy mô lớn hơn, đòi hỏi nhiều hơn về cả về chi phí, nhân lực, thiết bị... cũng như cơ chế chính sách hỗ trợ. Quá trình tự chủ nên bắt đầu từ các hệ thống thiết bị phụ trợ của nhà máy, sau đó có thể tiến tới nội địa hóa từng phần, hoặc toàn phần các thiết bị chính của nhà máy.

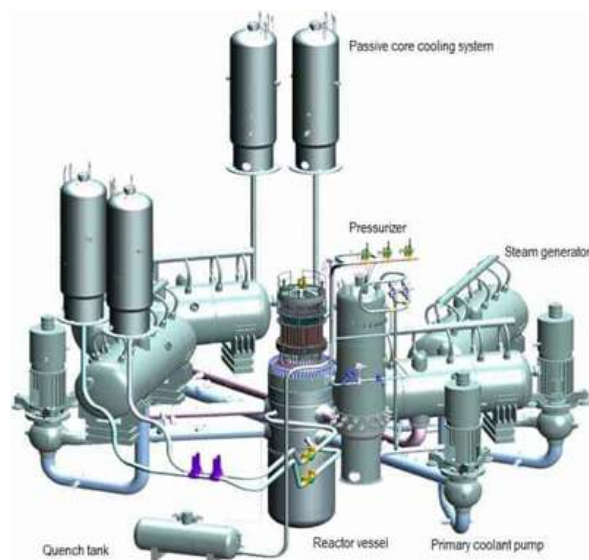
Như đã trình bày ở mục 1, hệ thống thiết bị của nhà máy điện hạt nhân có thể chia thành (1) hệ thống thiết bị chính của nhà máy và (2) các thiết bị phụ trợ cho các hệ thống thiết bị chính đó.

2.3.1 Thiết bị chính (khó nội địa hoá trong ngắn hạn)

a. Vòng tuần hoàn chính

Vòng tuần hoàn chính được biểu diễn màu đỏ và cam ở Hình 3. Hình 4 dưới mô tả vòng tuần hoàn chính của một nhà máy điện PWR điển hình (WWER1200 – liên bang Nga). Hệ thống gồm: lò phản ứng (1), bình sinh hơi (2); bơm làm mát (3); bình điều áp (4) và các đường ống dẫn kết nối.

Các thiết bị thuộc vòng tuần hoàn chính đều thuộc dạng siêu trường, siêu trọng. Như vỏ lò phản ứng (1)



Hình 4. Một hệ thống tuần hoàn chính điển hình (WWER1200)

có chiều cao lên tới 14 m, đường kính lò lên tới 4,5 m, trọng lượng lên tới 340 tấn. Tương tự, bình sinh hơi có đường kính lên tới 4 m, dài 14 m, khối lượng lên tới 694 tấn, hoặc như bơm tuần hoàn chính có chiều cao lên tới 10 m, đường kính bơm trên 2m, lưu lượng đạt tới 21.500 m³/h.

Xét trường hợp chế tạo vỏ lò phản ứng (1), được chế tạo từ thép hợp kim thấp (15Cr2NiMo), để chịu được áp suất và nhiệt độ cao, chống ăn mòn trong môi trường bức xạ. Vỏ lò có kết cấu hình trụ, được rèn từ khối thép lớn để đảm tính đồng nhất và độ bền cơ học cao, các mối hàn để ghép nối được hạn chế tối đa (Hình 5). Thiết bị đòi hỏi gia công chính xác cao để lắp đặt các thanh nhiên liệu cũng như các thiết bị khác của lò. Hoạt động chế tạo các thiết bị vòng tuần hoàn chính như vỏ lò phản ứng (1) cần nhiều máy cái lớn, độ gia công chính xác cao, công nghệ hàn tiên tiến để bảo đảm tính toàn vẹn cho vỏ lò có chiều dày vật liệu lớn (lên tới 200 mm).

Hiện tại các cơ sở chế tạo cơ khí tại Việt Nam không có các trang thiết bị phù hợp để chế tạo các thiết bị của vòng tuần hoàn chính. Xét dài hơi về lộ trình tự chủ thiết bị nhà máy điện hạt nhân, nếu chế tạo các thiết bị của vòng tuần hoàn chính cần phải đầu tư cơ sở vật chất rất lớn, chi phí cao cho từ công nghệ luyện kim, công nghệ gia công chế tạo, công nghệ hàn...

b. Hệ thống tuốc bin máy phát

Hệ thống tuốc bin máy phát tại nhà máy điện hạt nhân cũng tương tự như hệ thống tuốc bin máy phát tại các nhà máy nhiệt điện đốt than. Hiện tại các cơ sở trong nước chưa thể chế tạo hoàn chỉnh được tuốc bin hơi công suất lớn cho các nhà máy nhiệt điện nhưng đã có tham gia các hoạt động đại tu và bảo trì sửa chữa các tuốc bin hơi tại các nhà máy nhiệt điện cũng như gia công, chế tạo các phụ tùng thay thế theo thiết kế của nước ngoài. Hoạt động nội địa hóa tuốc bin nước có thể thực hiện được với điều kiện hợp tác và chuyển giao công nghệ từ các nhà thầu quốc tế kết hợp với hoạt động nghiên cứu phát triển tại các viện nghiên cứu, và các trường đại học.

Hiện tại, các cơ sở chế tạo động cơ điện trong nước đã chế tạo được các máy phát điện công nghiệp lên tới hàng ngàn kVA, hầu hết là các công ty liên doanh hoặc các công ty có vốn FDI đặt tại Việt Nam, công suất còn khá nhỏ so với công suất của một tổ máy phát điện (lên tới trên 1000 MW), hoạt động nội địa hóa máy phát điện của nhà máy điện hạt nhân trong giai đoạn hiện tại là không thực tế.

c. Các hệ thống thiết bị phụ trợ vòng tuần hoàn chính

Có nhiều hệ thống phụ trợ vòng tuần hoàn chính để đảm bảo cho hệ thống làm việc an toàn, tin cậy (hệ thống làm kín trên trục, hệ thống kiểm soát thể tích và áp suất...) điều chỉnh, kiểm soát lò phản ứng (hệ thống thanh điều khiển lò, hệ thống giám sát điều khiển...) hoặc đảm bảo an toàn trong trường hợp gặp sự cố (hệ thống phun Bo khẩn cấp, hệ thống phun hơi nước nhà



Hình 5. Máy rèn thủy lực 13000 tấn tại Doosan - Hàn Quốc, chuyên dùng để gia công thiết bị chính nhà máy điện hạt nhân

lò...). Đặc điểm chung của các hệ thống thiết bị này là được thiết kế với độ tin cậy cao và có các tính năng dự phòng để đối phó với các tình huống bất thường. Các thiết bị phụ trợ hệ thống tuần hoàn chính có khả năng nhiệm xạ từ chất tải nhiệt. Các cơ sở trong nước hiện tại có đủ khả năng tham gia cung cấp từng phần hoặc trọn gói các hệ thống thiết bị này.

Đánh giá: Tỷ lệ nội địa hóa thiết bị chính hiện tại khoảng 0÷10%, chủ yếu dưới dạng gia công cơ khí.

2.3.2. Thiết bị phụ trợ (Balance of Plant – BOP): có khả năng nội địa hóa cao hơn nếu được chuyển giao thiết kế.

a. Các hệ thống thiết bị phụ trợ vòng thứ cấp

Các hệ thống thiết bị phụ trợ vòng thứ cấp nên được ưu tiên trong chương trình nội địa hóa thiết bị nhà máy điện hạt nhân, do các hệ thống thiết bị phụ trợ ở vòng thứ cấp tại nhà máy điện hạt nhân nói chung tương tự như các hệ thống thiết bị ở vòng thứ cấp của nhà máy nhiệt điện than, ở quy mô và yêu cầu cao hơn. Các cơ sở trong nước đã làm chủ công nghệ và chế tạo, cung cấp được nhiều hệ thống thiết bị phụ cho các nhà máy nhiệt điện than như hệ thống xử lý nước cấp, hệ thống làm mát bình ngưng hơi... tại các nhà máy Thái Bình 1, Vũng Áng 2; Nghi Sơn 2... Việc các đơn vị trong nước tiếp tục làm chủ công nghệ chế tạo hệ thống phụ trợ kể trên là hoàn toàn thực hiện được. Do tính đặc thù của nhà máy điện hạt nhân, có những yêu cầu chuyên biệt nên bước đầu cần tới sự hỗ trợ, chuyển giao từ các nhà thầu nước ngoài.

Đánh giá: Các thiết bị phụ có thể nội địa hóa từ 30÷50%, với điều kiện có thiết kế chi tiết, giám sát kỹ thuật từ đối tác công nghệ.

2.3.3 Các hệ thống thiết bị khác của nhà máy: có khả năng nội địa hóa cao hơn nếu được chuyển giao thiết kế.

Cũng như các dạng nhà máy sản xuất điện khác, nhà máy điện hạt nhân cũng cần các thiết bị như máy biến áp chính, thiết bị đóng cắt, biến áp tự dòng... để kết nối với hệ thống lưới điện bên ngoài, cũng như phục vụ

nhu cầu sử dụng của nhà máy. Hiện tại Việt Nam là quốc gia có thế mạnh trong sản xuất máy biến áp, Tổng công ty Thiết bị điện Đông Anh (EEMC) là một trong những nhà sản xuất tiêu biểu tại Việt Nam đã sản xuất được máy biến áp tới 500 kV, và cung cấp một phần đáng kể các máy biến áp 110 kV và 220 kV dùng cho lưới điện Việt Nam.

Thiết bị tổ hợp thông tin liên lạc để đảm bảo kết nối tới các nhân viên, các khu vực trong nhà máy cũng như tới các cộng đồng quanh khu vực nhà máy như loa, điện đàm, đài phát thanh,... cũng có thể cung cấp từ các nhà thầu trong nước.

Đánh giá: Các thiết bị phụ có thể nội địa hóa từ 30÷50%, với điều kiện có thiết kế chi tiết, giám sát kỹ thuật từ đối tác công nghệ.

2.4. Nhận xét chung

Việt Nam có tiềm năng nội địa hóa phần lớn thiết bị phụ trợ, để thực hiện cần:

- Lộ trình dài hạn (10÷20 năm).

- Đầu tư vào vật liệu, công nghệ cao, kiểm định theo tiêu chuẩn quốc tế.

- Chính sách chuyển giao công nghệ bắt buộc trong hợp đồng EPC.

- Tổng tỷ lệ nội địa hóa khả thi giai đoạn đầu (dự án đầu tiên): 15÷30% tổng giá trị thiết bị và dịch vụ, nếu có chiến lược phối hợp tốt giữa Chính phủ – nhà thầu EPC – doanh nghiệp nội địa.

3. LỘ TRÌNH NỘI ĐỊA HOÁ THIẾT BỊ NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN TẠI VIỆT NAM.

Để xây dựng lộ trình nội địa hóa thiết bị nhà máy điện hạt nhân ở Việt Nam, nhóm nghiên cứu đã đầu tư nhiều năm nghiên cứu, học tập kinh nghiệm nội địa hóa thiết bị nhà máy điện hạt nhân của Nga, Nhật Bản, Hàn Quốc,... Trong bài báo này, chúng tôi chỉ trình bày một ví dụ điển hình thành công là Hàn Quốc.

- Nhà máy điện hạt nhân đầu tiên của Hàn Quốc là Kori 1 xây dựng năm 1971, theo hình thức chìa khóa trao tay do Tập đoàn Westinghouse – Hoa Kỳ thực hiện. Westinghouse chịu trách nhiệm toàn bộ về thiết kế, xây dựng đến bàn giao nhà máy. Các nhà thầu nội địa của Hàn Quốc gần như không đóng vai trò gì nhiều. Nhà máy vận hành thương mại từ năm 1978 và tới năm 2017 đã đóng cửa vĩnh viễn.

- Trong các dự án nhà máy điện hạt nhân kế tiếp, nhà thầu trong nước của Hàn Quốc bắt đầu tích cực tham gia hơn. Các kỹ sư và chuyên gia Hàn Quốc được cử đi đào tạo ở nước ngoài và tham gia vào dự án với vai trò là đối tác phụ hoặc học việc. Mục tiêu chính là tiếp thu công nghệ, quy trình quản lý và xây dựng năng lực nội địa. Trong các dự án Kori Unit 3 và 4 (khởi công lần lượt năm 1979; 1980, vận hành năm 1985; 1986), các nhà thầu nội địa Hàn Quốc đã có sự tham gia sâu rộng hơn. Nhà thầu chính vẫn từ nước ngoài (Framatome, Pháp - Unit 3; Westinghouse - Unit 4), Các nhà thầu

nội địa Hàn Quốc đảm nhận nhà thầu phụ quan trọng, tham gia vào nhiều công đoạn xây dựng, lắp đặt thiết bị và tích lũy được nhiều kinh nghiệm quý báu. Kori Unit 3 và 4 được xem là bước ngoặt quan trọng trong quá trình nội địa hóa nghiệp điện hạt nhân của Hàn Quốc, tạo tiền đề cho việc tự chủ sau này.

- Nhà máy điện hạt nhân tự chủ đầu tiên của Hàn Quốc là Ulchin 3 xây dựng năm 1993, dùng kiểu lò OPR1000 do KSNP thiết kế; nhà máy vận hành thương mại vào năm 1998, có công suất phát điện là 997 MWe. Tháng 12 năm 2009, Hàn Quốc đã đạt được thỏa thuận xuất khẩu nhà máy điện hạt nhân sang UAE, với kiểu lò phản ứng APR1400, có công suất nhiệt là 4000 MWt, công suất điện là 1400 MWe. Nhà máy Barakah vận hành thương mại từ tháng 4/2024

Đánh giá: Hàn Quốc bắt đầu với nhà máy điện hạt nhân đầu tiên vào năm 1971 và hoàn thành công cuộc tự chủ vào năm 1998, mất gần 30 năm. Tất nhiên, Hàn Quốc ở các năm cuối ở thế kỷ trước với Việt Nam hiện tại, mỗi hoàn cảnh có những thuận lợi và khó khăn riêng, nhưng quá trình nội địa hóa nhà máy điện hạt nhân ở Việt Nam ít nhất cũng cần khoảng thời gian và lộ trình tương tự để đạt được những thành công trong tự chủ năng lượng hạt nhân.

Từ kinh nghiệm của hình mẫu Hàn Quốc, chúng tôi đề xuất lộ trình nội địa hóa thiết bị nhà máy điện hạt nhân tại Việt Nam chia làm 3 giai đoạn như sau.

a. Giai đoạn 1: Chuẩn bị nền tảng (2025÷2030)

Mục tiêu: xây dựng năng lực kỹ thuật – pháp lý – nhân lực, lựa chọn lĩnh vực tham gia.

Nội dung chính:

- Rà soát năng lực doanh nghiệp cơ khí, điện, tự động hóa: Xác định nhóm doanh nghiệp đủ khả năng tham gia nội địa hóa từng phần.

- Đào tạo nhân lực kỹ sư hạt nhân, kiểm định, an toàn: Kết hợp với IAEA và đối tác (Nga, Nhật Bản, Hàn Quốc...).

- Hoàn thiện khung pháp lý, tiêu chuẩn nội địa hóa: Áp dụng tiêu chuẩn IAEA, ASME, IEC; xây dựng bộ tiêu chí đánh giá nội địa hóa.

- Chuyển giao thiết kế phần phụ trợ: Từ nhà thầu EPC trong dự án nhà máy đầu tiên.

- Tỷ lệ nội địa hóa mục tiêu: 10÷–20%, chủ yếu thiết bị BOP và xây dựng.

b. Giai đoạn 2: Tham gia sản xuất thiết bị phụ (2030÷2040).

Mục tiêu: Tăng tỷ trọng giá trị sản xuất trong nước ở hạng mục thiết bị phi hạt nhân.

Nội dung chính:

- Chế tạo tủ điện, thiết bị cơ khí, kết cấu thép... thông qua chuyển giao thiết kế và giám sát kỹ thuật.

- Sản xuất đường ống, thiết bị đường ống, HVAC: Áp dụng theo tiêu chuẩn quốc tế.

- Tham gia lắp ráp, đấu nối hệ thống I&C cấp thấp: Dưới sự giám sát của tổng thầu quốc tế.

- Xây dựng hệ thống kiểm định – thử nghiệm đạt chuẩn quốc tế: Thành lập trung tâm kiểm định độc lập dùng cho thiết bị hạt nhân.

- Tỷ lệ nội địa hóa mục tiêu: 30÷40%, gồm thiết bị phụ trợ & kết cấu xây dựng

c) Giai đoạn 3: Làm chủ từng phần thiết bị chính (2040÷2050)

Mục tiêu: Từng bước tham gia vào chuỗi cung ứng thiết bị chính, có chọn lọc.

Nội dung chính:

- Chế tạo cụm cơ khí phụ trợ của bình sinh hơi, bộ trao đổi nhiệt: Gia công theo bản vẽ tiêu chuẩn cao, với chuyển giao từng bước.

- Tham gia sản xuất module phụ trợ trong SMR (Reactor Module Housing): Hướng đến lò phản ứng mô-đun nhỏ (SMR), dễ tiêu chuẩn hóa hơn.

- Làm chủ hệ thống điều khiển cấp thấp và bảo trì hệ thống an toàn: Cùng với đào tạo kỹ sư lập trình, vận hành.

- Tiến tới tham gia chuỗi cung ứng khu vực ASEAN: Gắn kết với mạng lưới hạt nhân của IAEA và các đối tác khu vực.

- Tỷ lệ nội địa hóa mục tiêu: 50÷60%, trong đó có 5÷10% thiết bị bán quan trọng thuộc vùng rìa hạt nhân.

4. ĐỀ XUẤT KẾ HOẠCH TỔ CHỨC, CƠ CHẾ ĐẶC THÙ TỔ CHỨC THỰC HIỆN.

4.1. Kế hoạch tổ chức, thực hiện

Bộ Công Thương thành lập Tiểu ban về phát triển công nghiệp điện hạt nhân (gọi tắt là Tiểu ban), do Tổng cục trưởng Tổng cục Năng lượng làm Trưởng Tiểu ban, thành phần tiểu ban gồm lãnh đạo các bộ, cơ quan: Bộ Công Thương, Bộ Xây dựng, Bộ Khoa học Công nghệ. Tiểu ban thành lập Tổ giúp việc bao gồm các lãnh đạo cấp Vụ, các chuyên viên có kinh nghiệm trong Bộ Công Thương, Bộ Xây dựng, Bộ Khoa học Công nghệ, Viện Nghiên cứu Cơ khí... để giúp việc Tiểu ban;

Bộ Công Thương yêu cầu các đơn vị viết báo cáo nghiên cứu khả thi xây dựng các dự án Nhà máy Điện hạt nhân Ninh Thuận 1, Ninh Thuận 2 phối hợp với Tiểu ban để xây dựng nội dung về phát triển ngành công nghiệp điện hạt nhân trong báo cáo nghiên cứu khả thi;

Bộ Công Thương giao Tiểu ban khảo sát, đánh giá năng lực các nhà thầu trong nước, lên kế hoạch về phạm vi và tiến độ thực hiện công việc của các doanh nghiệp trong từng dự án cụ thể;

Bộ Công Thương giao Tiểu ban làm việc với các nhà thầu hoặc nhà thầu tiềm năng, với các đơn vị thiết kế, chế tạo trong nước để triển khai lộ trình nội địa hóa. Xác định lộ trình cụ thể cho công tác triển khai một số hạng công việc như đào tạo nguồn nhân lực, chuẩn bị đầu tư, đầu tư... đảm bảo tiến độ yêu cầu của dự án.

4.2. Cơ chế chính sách đề xuất

Thành lập Tiểu ban về phát triển công nghiệp điện hạt nhân do một thứ trưởng Bộ Công Thương hoặc

Tổng cục trưởng Tổng cục Năng lượng làm trưởng tiểu ban, thành phần tiểu ban phải bao gồm lãnh đạo các bộ, cơ quan: Bộ Công Thương, Bộ Xây dựng, Bộ Khoa học Công nghệ và Viện Nghiên cứu Cơ khí;

Tất cả các dự án nhà máy điện hạt nhân thực hiện tại Việt Nam đều phải tuân thủ lộ trình thực hiện của Đề án phát triển công nghiệp điện hạt nhân. Việc chuyển giao công nghệ của các nhà thầu khác nhau phải có tính kế thừa, liên tục và nhất quán. Tỷ lệ phần công việc do các doanh nghiệp Việt Nam tham gia vào quá trình xây dựng nhà máy điện hạt nhân được qui định theo thứ tự được xây dựng của các dự án và phải được đưa vào như một nội dung của báo cáo nghiên cứu khả thi dự án;

Các dự án đầu tư để chế tạo các sản phẩm cung cấp cho dự án nhà máy điện hạt nhân được thực hiện các cơ chế hỗ trợ theo Quyết định số 10/2009-TTg ngày 16/01/2009 của Thủ tướng Chính phủ;

Cho phép áp dụng mức thuế nhập khẩu bằng không đối với các vật tư, thiết bị nhập khẩu để sản xuất các hạng mục thiết bị chế tạo trong nước.

Kinh phí cho Tiểu ban hoạt động được cấp từ ngân sách nhà nước cho hoạt động chuẩn bị dự án Nhà máy Điện hạt nhân Ninh Thuận.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

Nội địa hoá các thiết bị trong nhà máy điện hạt nhân tại Việt Nam là một mục tiêu khả thi và quan trọng

để đảm bảo sự phát triển bền vững của ngành công nghiệp điện hạt nhân trong tương lai. Để đạt được mục tiêu này, cần phải có một chiến lược dài hạn, đầu tư vào nghiên cứu và phát triển, đào tạo nguồn nhân lực và xây dựng cơ sở hạ tầng công nghiệp hiện đại. Chúng tôi tin rằng với sự hỗ trợ của Chính phủ, sự hợp tác chặt chẽ giữa các doanh nghiệp và tổ chức nghiên cứu, cùng với sự quyết tâm của tất cả các bên, Việt Nam hoàn toàn có thể trở thành quốc gia có khả năng tự sản xuất và cung cấp các thiết bị cho ngành điện hạt nhân, đóng góp vào sự phát triển năng lượng sạch và an toàn trong khu vực và thế giới.

5.2. Kiến nghị

- *Thứ nhất*, nhóm tác giả đề xuất được phối hợp với các đối tác tiềm năng từ liên bang Nga, Hàn Quốc... để xây dựng chương trình nội địa hóa thiết bị nhà máy điện hạt nhân tại Việt Nam. Narime sẽ là đơn vị chính yếu trong việc kết hợp với các đơn vị trong và ngoài nước triển khai chương trình nội địa hóa này.

- *Thứ hai*, tạo điều kiện cho Viện tiếp tục tham gia các đề tài, dự án khoa học và công nghệ, chương trình, nhiệm vụ xây dựng cơ chế chính sách để phát triển điện hạt nhân trong thời gian tới.

- *Thứ ba*, tạo điều kiện cho các kỹ sư, thạc sĩ... của Viện tham gia các chương trình đào tạo nguồn nhân lực do Bộ Công Thương, quốc gia và quốc tế tổ chức để nâng cao trình độ nguồn nhân lực, sẵn sàng tham gia công tác nội địa hóa, bảo dưỡng, sửa chữa thiết bị nhà máy điện hạt nhân ❖

Ngày nhận bài: 15/7/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 18/8/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 28/8/2025

Người phản biện: PGS.TS. Lê Thu Quý - Giám đốc Phòng Thí nghiệm trọng điểm Công nghệ Hàn và Xử lý bề mặt

Thông tin tác giả:

TS. TRẦN VĂN DŨNG, ThS. NGUYỄN TRƯỜNG QUANG, TS. PHAN ĐĂNG PHONG, ThS. NGUYỄN XUÂN THÁI
Viện Nghiên cứu Cơ khí

SOME PROPOSALS FOR LOCALIZATION OF NUCLEAR POWER PLANT EQUIPMENT IN VIETNAM

TS. TRAN VAN DUNG ThS. NGUYEN TRUONG QUANG,

TS. PHAN DANG PHONG, ThS. NGUYEN XUAN THAI

National Research Institute of Mechanical Engineering

ABSTRACT

The paper presents a research on the equipment of Nuclear Power Plant (NPP) of the Pressurized Water Reactor (PWR) type and proposes a localization roadmap for the NPPs equipment for Vietnam. The paper is divided into 04 main sections: Section 1 presents an overview of the equipment in a PWR NPP, in which including (1) The basic equipment system (reactor, steam generator, turbine, generator, condenser) and (2) The auxiliary equipment of the plant; Section 2 evaluates Vietnam's capability to implement equipment NPP localization; Section 3 proposes a localization roadmap based on the experience of Republic of Korea; and finally, Section 4 is the details the proposed plan and policy mechanisms for realizing localization.

Keywords: Narime; Localizations; NPP

VƯỢT KHÓ, TĂNG TỐC TỪ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

6 tháng đầu năm 2025, Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - VINACOMIN đã hoàn thành vượt mức các chỉ tiêu, đặc biệt là doanh thu và năng suất lao động.

VÂN ANH

Trong bối cảnh nhiều thách thức, Viện đã tận dụng tốt lợi thế nghiên cứu – chế tạo – ứng dụng để tạo bước tiến rõ rệt. Tinh thần chủ động và đổi mới đang được phát huy mạnh mẽ trong giai đoạn nước rút cuối năm.

TĂNG HIỆU QUẢ TỪ CÁC NHIỆM VỤ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ TRỌNG TÂM

Hoạt động khoa học công nghệ tiếp tục là nền tảng cốt lõi giúp Viện Cơ khí Năng lượng Mỏ - Vinacomin giữ vững vị thế đầu ngành cơ khí trong Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV). Trong 6 tháng đầu năm, Viện đã triển khai đồng thời các nhiệm vụ chuyển tiếp và được giao mới, với tổng kinh phí gần 36,3 tỷ đồng, trong đó riêng 12 đề tài chuyển tiếp từ các năm trước đã hoàn tất đúng tiến độ. Bên cạnh việc hoàn thiện nghiệm thu cấp cơ sở cho 5 nhiệm vụ với kinh phí 13,08 tỷ đồng, Viện còn được Hội đồng Khoa học Công nghệ (KHCHN) cấp trên nghiệm thu 5 đề tài với tổng kinh phí 14,3 tỷ đồng, trong đó có 4 đề tài xếp loại khá. Đáng chú ý, 5 đề tài cũng đã được Tập đoàn công nhận kết quả.

Để phục vụ cho các hoạt động nghiên cứu trong dài hạn, Viện đã trình Tập đoàn phê duyệt 3 dự án đầu tư lớn nhằm nâng cấp hạ tầng nghiên cứu – thử nghiệm, trong đó dự án xây dựng Trung tâm bảo trì, hỗ trợ vận hành thiết bị tự động hóa DCS/SCADA đã được TKV phê duyệt, dự kiến triển khai từ 2025 đến 2026. Các phòng thí nghiệm chuyên ngành như đánh giá an toàn kết cấu hàn, thử nghiệm tời trục mỏ cũng đang hoàn thiện thủ tục để triển khai. Bà Nguyễn Thu Hiền – Viện trưởng cho biết: “Chúng tôi kiên trì xây dựng định hướng KHCHN đến năm 2030, trong đó ưu tiên phát triển các sản phẩm cơ điện tử, giải pháp tự động hóa phù hợp với điều kiện sản xuất thực tế trong ngành than – khoáng”.

TĂNG TRƯỞNG ẨM TƯỢNG, TẬP TRUNG CÁC SẢN PHẨM THỂ MẠNH

6 tháng đầu năm 2025, Viện đã ký được tổng giá trị hợp đồng lên tới 250 tỷ đồng (bao gồm cả hợp đồng chuyển tiếp từ năm 2024). Doanh thu đạt 156,9 tỷ đồng, tương đương 69,7% kế hoạch TKV giao và 51,5% kế

hoạch điều hành tăng trưởng theo Quyết định 1019/QĐ-TKV. Đáng chú ý, doanh thu tăng 160,7% so với cùng kỳ, phản ánh sự phục hồi mạnh mẽ của hoạt động sản xuất và dịch vụ.

Các sản phẩm truyền thống tiếp tục là trụ cột đóng góp doanh thu, đặc biệt là mảng chế tạo thiết bị đạt 33,7 tỷ đồng, bằng 945% so với cùng kỳ; phụ tùng đạt 46,6 tỷ đồng; dịch vụ tư vấn – kiểm định, thử nghiệm đạt 53,7 tỷ đồng, tăng gần gấp đôi so với cùng kỳ. Trong khi đó, công tác sửa chữa và phục hồi thiết bị cũng đạt doanh thu 21,4 tỷ đồng. Song song với đó, Viện duy trì nguồn thu từ cho thuê nhà xưởng, nâng tổng doanh thu lên gần 157 tỷ đồng.

Về đầu tư, Viện đã ký hợp đồng triển khai dự án đầu tư duy trì sản xuất năm 2025, với giá trị hơn 846 triệu đồng, thời gian thực hiện 90 ngày. Các hạng mục sửa chữa tài sản cố định, cải tạo nhà xưởng, hệ thống điện – nước – PCCC được duy trì thường xuyên nhằm đảm bảo an toàn lao động và chất lượng môi trường làm việc.

Dù lao động giảm nhẹ, năng suất và thu nhập vẫn được duy trì tích cực. Lao động bình quân 6 tháng đạt 271 người (98,2% so với kế hoạch), trong đó lương bình quân toàn Viện đạt hơn 19 triệu đồng/người/tháng – cao hơn 13% so với kế hoạch điều hành. Viện trưởng Nguyễn Thu Hiền chia sẻ: “Viện tập trung nâng cao năng suất thông qua cải tiến quy trình, điều tiết hợp lý nguồn lực lao động và từng bước áp dụng công nghệ vào sản xuất – kiểm soát chất lượng”.

6 tháng cuối năm, Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ đặt mục tiêu doanh thu đạt ít nhất 147 tỷ đồng để hoàn thành kế hoạch phấn đấu 304,3 tỷ đồng cả năm 2025. Viện sẽ tiếp tục thúc đẩy nghiệm thu đề tài KHCHN, tích cực đấu thầu và báo giá sản phẩm truyền thống, đồng thời chủ động mở rộng thị trường ngoài TKV, đặc biệt trong các lĩnh vực thép, điện, xi măng, chế biến khoáng sản. “Chúng tôi xác định đây là giai đoạn then chốt để không chỉ hoàn thành nhiệm vụ, mà còn khẳng định vai trò tiên phong trong cơ khí công nghiệp” - Viện trưởng Nguyễn Thu Hiền nhấn mạnh ❖

SINH VIÊN HaUI BỨT PHÁ VỚI 640 ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU TRONG NĂM HỌC 2024 - 2025

Từ những ngày đầu đặt nền móng cho công tác giám định, kiểm nghiệm hàng hóa xuất nhập khẩu, suốt 68 năm bền bỉ khẳng định vai trò “người bảo chứng chất lượng” quốc gia, Vinacontrol nay vươn mình mạnh mẽ trong kỷ nguyên hội nhập và phát triển bền vững.

MINH HẰNG

Nghiên cứu khoa học (NCKH) không chỉ là sân chơi học thuật mà còn là môi trường rèn luyện tư duy phản biện, năng lực giải quyết vấn đề và tinh thần sáng tạo. Tại Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội (HaUI), hoạt động này đã trở thành dấu ấn rõ nét, minh chứng cho triết lý đào tạo gắn học với hành, lý thuyết với thực tiễn.

Trong năm học 2024-2025, sinh viên HaUI đăng ký 640 đề tài NCKH - con số cao nhất trong lịch sử Nhà trường. Sau nghiệm thu cấp Trường, có 57 giải Nhất, 97 giải Nhì, 110 giải Ba và 352 giải Khuyến khích. Những kết quả này phản ánh một phong trào NCKH lan tỏa, được Nhà trường xây dựng thành hệ sinh thái hỗ trợ toàn diện.

CƠ SỞ VẬT CHẤT VÀ NGUỒN LỰC CON NGƯỜI - NỀN TẢNG CHO NGHIÊN CỨU

HaUI định hướng phát triển thành đại học ứng dụng theo hướng công nghệ và chú trọng đầu tư cơ sở vật chất cho đào tạo và NCKH. Ba cơ sở trên diện tích gần 50 ha, hơn 300 giảng đường cùng gần 200 phòng thí nghiệm, xưởng thực hành hiện đại tạo điều kiện để sinh viên trực tiếp thử nghiệm và hiện thực hóa ý tưởng ngay trong trường.

Thư viện số với gần 400.000 đầu sách, không gian thảo luận, hệ thống tra cứu thông minh cùng ký túc xá, khu thể thao, y tế... hình thành một “hệ sinh thái” giúp sinh viên yên tâm học tập và nghiên cứu. Đội ngũ hơn 500 giảng viên PGS, TS là nguồn lực then chốt; các thầy cô không chỉ truyền dạy kiến thức mà còn trực tiếp

hướng dẫn sinh viên từ ý tưởng đến viết báo cáo, công bố kết quả. Nhiều đề tài đoạt giải cấp Trường, cấp Bộ hoặc đăng trên tạp chí quốc tế đều có sự đồng hành sát sao của giảng viên hướng dẫn.

Sự hỗ trợ chuyên môn, góp ý kiên trì của giảng viên là “chìa khóa” khơi dậy đam mê nghiên cứu, giúp sinh viên dám thử nghiệm, đặt câu hỏi mới và tiến sâu vào các vấn đề khoa học phức tạp. Từ ý tưởng sơ khởi, qua quá trình nghiên cứu, nhiều đề tài đã được hoàn thiện và chuyển thành sản phẩm hoặc phương án ứng dụng thực tiễn.

SỐ LƯỢNG TĂNG, CHẤT LƯỢNG CẢI THIỆN

Số liệu cho thấy phong trào NCKH của sinh viên HaUI tăng đều: 427 đề tài (2021-2022) lên 585 đề tài (2023-2024) và 640 đề tài (2024-2025). Sự gia tăng không chỉ ở lượng mà còn ở chiều sâu: các đề tài đa dạng hơn về lĩnh vực, phong phú về ý tưởng và chuyên sâu hơn về phương pháp nghiên cứu.

Nhiều công trình sinh viên được đăng trên tạp chí quốc tế (Q1-Q3). Trong năm học vừa qua, 7 đề tài của HaUI được chọn dự thi Giải thưởng Sinh viên NCKH cấp Bộ, đạt 1 giải Nhì, 2 giải Ba và 3 giải Khuyến khích, minh chứng cho năng lực nghiên cứu và kỹ năng viết, công bố khoa học của sinh viên.

Đặc biệt, một số đề tài đã tiến gần đến ứng dụng và thương mại hóa. Ví dụ: đề tài “Ứng dụng kết hợp thuật toán MUSIC và kỹ thuật Adaptive Beamforming cải thiện chất lượng âm thanh cho cuộc gọi trực tuyến”



PGS. TS. Lê Hồng Quân - Bí thư Đảng ủy - Chủ tịch Hội đồng trường và PGS.TS. Phạm Văn Đông - Phó Hiệu trưởng nhà trường khen thưởng cho sinh viên đạt giải thưởng Olympic, Giải Procon và Giải SVNCKH cấp Bộ

được doanh nghiệp phần mềm đánh giá cao về triển vọng thương mại; đề tài “Nghiên cứu khảo sát điều kiện sinh tổng hợp axit Hyaluronic từ vi sinh vật” mở hướng ứng dụng trong mỹ phẩm, dược phẩm; nghiên cứu “Xây dựng giải thuật điều khiển thích nghi robot Delta” tạo tiền đề hợp tác với doanh nghiệp trong tự động hóa và sản xuất thông minh.

Bên cạnh NCKH, sinh viên HaUI còn đạt thành tích ở nhiều cuộc thi: giải Nhất Olympic Cơ học toàn quốc, hai giải Nhì Procon Việt Nam, các dự án khởi nghiệp tham gia cuộc thi do Bộ GD&ĐT tổ chức. Năm 2024, dự án “Công nghệ tách chiết tinh dầu và viên than nén từ vỏ cam, bưởi” lọt TOP 80 toàn quốc và giành giải Nhì ở lĩnh vực Nông - Lâm - Ngư nghiệp. Những thành quả này phản ánh năng lực sáng tạo và hiệu quả định hướng của Nhà trường.

HỆ THỐNG HỖ TRỢ VÀ CHUỖI GIÁ TRỊ NCKH

Để phong trào NCKH sinh viên bền vững, HaUI triển khai chính sách hỗ trợ đồng bộ: cấp kinh phí, mở lớp tập huấn kỹ năng NCKH, hỗ trợ đăng ký sở hữu trí tuệ, khen thưởng công trình xuất sắc và kết nối doanh nghiệp, viện nghiên cứu. Nhà trường định hướng NCKH như một “chuỗi giá trị hoàn chỉnh”: hình thành ý tưởng → triển khai nghiên cứu → công bố khoa học → khởi nghiệp → ứng dụng vào sản xuất và đời sống.

Mỗi mắt xích đều có sự đồng hành của giảng viên, trung tâm nghiên cứu và đối tác doanh nghiệp, giúp sinh viên tiếp cận quy trình đưa sản phẩm từ phòng lab ra thị trường.

Việc biên tập, xuất bản công trình tiêu biểu vào Tập san NCKH sinh viên (đến nay đã có 14 tập), cùng việc giới thiệu một số công trình tới tạp chí chuyên ngành trong nước và quốc tế là minh chứng cho đầu tư nghiêm túc vào hoạt động học thuật và nâng cao uy tín nghiên cứu của Nhà trường.

Có thể nói, NCKH sinh viên tại HaUI đã vượt ra khỏi hoạt động phong trào, trở thành một phần không thể tách rời trong triết lý giáo dục: học đi đôi với nghiên cứu, đào tạo gắn với đổi mới sáng tạo và nhu cầu thực tiễn. Khi được định hướng đúng, hỗ trợ toàn diện và khích lệ kịp thời, sinh viên hoàn toàn có thể làm chủ các đề tài khoa học có giá trị, hội nhập với tiêu chuẩn khu vực và quốc tế.

Với 640 đề tài trong năm học 2024 - 2025, HaUI không chỉ bứt phá về số lượng mà còn khẳng định bản lĩnh học thuật, tinh thần sáng tạo và khát vọng ứng dụng. Đây là thành quả từ sự đồng hành tận tâm của Nhà trường, nền tảng để HaUI tiếp tục khẳng định vị thế là một trong những đại học ứng dụng tiên phong trong nghiên cứu khoa học sinh viên tại Việt Nam ❖

Australia ban hành tiêu chuẩn kỹ thuật AI cho khu vực chính phủ, thúc đẩy đổi mới sáng tạo có trách nhiệm

Chính phủ Australia vừa công bố bộ tiêu chuẩn kỹ thuật về trí tuệ nhân tạo (AI) áp dụng cho khu vực công, đồng thời ra mắt nền tảng GovAI nhằm thúc đẩy hợp tác liên cơ quan. Đây được xem là bước đi quan trọng trong chiến lược chuyển đổi số, giúp vừa khai thác tiềm năng AI, vừa bảo đảm an toàn, minh bạch và niềm tin của xã hội.

Cơ quan Chuyển đổi số Australia (Digital Transformation Agency – DTA) đã chính thức ban hành Tiêu chuẩn kỹ thuật về trí tuệ nhân tạo cho Chính phủ, có hiệu lực từ ngày 31/7. Tiêu chuẩn này đặt ra các yêu cầu kỹ thuật đối với hệ thống AI trong toàn bộ vòng đời, từ thiết kế, phát triển, triển khai, giám sát đến ngừng vận hành.

Theo DTA, tiêu chuẩn áp dụng cho các hệ thống AI do cơ quan nhà nước tự xây dựng, các giải pháp mua từ khu vực tư nhân, cũng như các mô hình AI đã được huấn luyện sẵn và các dịch vụ AI được quản lý. Mục tiêu là tạo một khung kỹ thuật thống nhất, giúp các cơ quan chính phủ tự tin thử nghiệm và triển khai AI trong khi vẫn bảo đảm tuân thủ quy định và các chuẩn mực đạo đức.

Bà Lucy Poole, Tổng giám đốc phụ trách chiến lược số, chính sách và hiệu quả hoạt động của DTA, cho biết Australia hướng tới việc trở thành quốc gia dẫn đầu toàn cầu trong ứng dụng AI an toàn và có trách nhiệm, nhưng không vì thế mà kìm hãm đổi mới sáng tạo. “Tiêu chuẩn được xây dựng với niềm tin của công chúng là ưu tiên

hàng đầu,” bà Poole nhấn mạnh.

Tiêu chuẩn kỹ thuật AI được phát triển dựa trên quá trình nghiên cứu sâu rộng các thông lệ quốc tế và trong nước, đồng thời có sự tham vấn với Dịch vụ công Australia. Theo DTA, tiêu chuẩn này không nhằm tạo thêm thủ tục hành chính, mà giúp các cơ quan lồng ghép các thực hành AI có trách nhiệm vào các khuôn khổ hiện có về quản trị, quản lý rủi ro và triển khai dịch vụ công.

Một điểm nổi bật của tiêu chuẩn là cách tiếp cận theo vòng đời của hệ thống AI, gồm ba giai đoạn: Khám phá (Discover), Vận hành (Operate) và Ngừng sử dụng (Retire).

Song song với việc ban hành tiêu chuẩn, Bộ trưởng Dịch vụ Chính phủ Australia Katy Gallagher đã ra mắt nền tảng GovAI, nhằm thúc đẩy việc ứng dụng AI theo hướng hợp tác giữa các cơ quan. GovAI cung cấp môi trường thử nghiệm để công chức kiểm tra các quy trình, công cụ và chương trình đào tạo liên quan đến AI, qua đó giúp nhận diện các cơ hội nâng cao năng suất và chất lượng dịch vụ công.

Theo bà Gallagher, trong bối cảnh AI ngày càng trở thành một phần của môi trường làm việc hiện đại, khu vực công cần đủ năng lực để khai thác cơ hội mà công nghệ này mang lại, đồng thời vẫn duy trì được niềm tin của xã hội.

Theo <https://www.globalgovernmentforum.com/>

Chính sách phát triển nhiên liệu sinh học của Ấn Độ

Ấn Độ là một trong những quốc gia điển hình thành công trong việc phát triển nhiên liệu sinh học, đặc biệt là ethanol, khi vừa hỗ trợ nông dân, vừa đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia. Với mục tiêu xăng sinh học E20 hoàn thành sớm hơn 5 năm, Ấn Độ đã chứng minh hiệu quả của những chính sách đồng bộ và quyết liệt.

Theo ông Muhammad Iqbal, Giám đốc Marketing Khu vực châu Á - Thái Bình Dương của Công ty Novonosis (Ấn Độ), tháng 7/2025, Ấn Độ đã tuyên bố hoàn thành mục tiêu xăng sinh học E20, sớm 5 năm so với kế hoạch.

Theo ông Iqbal, vào tháng 6/2018, Ấn Độ chính thức tái khởi động Chính sách quốc gia về nhiên liệu sinh học, đặt mục tiêu nâng tỷ lệ pha trộn ethanol trong xăng lên 20% (E20) vào năm 2030. Thế nhưng, chỉ trong vòng 8 năm, quốc gia này đã đạt thành công ngoạn mục.

Động lực chính của chính sách ethanol tại Ấn Độ là hỗ trợ nông dân. Quốc gia này có tới 65% dân số làm nông nghiệp, trong đó 86% là nông hộ nhỏ với diện tích đất canh tác dưới 1 ha. Thực trạng dư thừa đường và gạo nhiều năm khiến giá nông sản giảm sâu, ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống người trồng trọt. Chính sách bắt buộc pha trộn ethanol ra đời nhằm ổn định đầu ra nông sản và cải thiện thu nhập cho nông hộ.

Việc tận dụng mía, gạo dư thừa hoặc sắp hỏng, cùng với ngô, để sản xuất ethanol đã mang lại giải pháp kép: Vừa giải quyết tồn kho, vừa gia tăng giá trị nông sản. Cùng với đó, Ấn Độ vốn là quốc gia nhập khẩu dầu thô lớn thứ ba thế giới, phụ thuộc nhiều vào nguồn năng

lượng từ bên ngoài. Bởi vậy, phát triển ethanol không chỉ là lựa chọn, mà là con đường tất yếu để giảm nhập khẩu, tăng cường tự chủ năng lượng và hỗ trợ nông dân.

Để triển khai chính sách, Chính phủ Ấn Độ ban hành cơ chế định giá ethanol hấp dẫn, tính toán dựa trên giá thị trường nguyên liệu để đảm bảo lợi nhuận cho nhà sản xuất. Ethanol được miễn thuế và bán ngang giá với xăng truyền thống, trở thành lựa chọn đáng cân nhắc cho các công ty dầu khí. Đồng thời, Chương trình hỗ trợ lãi suất ra đời từ năm 2018 giúp giảm gánh nặng vốn vay, còn các hợp đồng mua hàng dài hạn bảo đảm đầu ra ổn định cho nhà đầu tư.

Nhờ chính sách quyết liệt, hơn 100 nhà máy ethanol mới được xây dựng, chủ yếu sử dụng ngũ cốc hoặc hỗn hợp nguyên liệu kép. Sản lượng ethanol phục vụ cho nhiên liệu tăng mạnh, chiếm tới 75% tổng sản lượng, thay thế dần ethanol cho công nghiệp và đồ uống.

Chỉ trong vòng 8 năm, tỷ lệ pha trộn ethanol từ dưới 5% (xăng E5) đã tăng lên 20% (xăng E20). Đây được xem là bước tiến vượt bậc, mang lại những lợi ích thiết thực. Nông dân được cải thiện thu nhập khi khoảng 4,5 tỷ USD được bơm thêm cho họ vào năm 2025. Giá ngô từ 16 INR/kg năm 2022-2023 đã tăng lên 26 INR/kg; giá mía và gạo cũng ổn định hơn. Song song với đó, từ năm 2014 đến tháng 7/2024, Ấn Độ đã tiết kiệm khoảng 16 tỷ USD nhờ tỷ lệ pha trộn ethanol liên tục tăng cao.

Theo Cartoq

Đề xuất 4 tiêu chí công nhận khu công nghệ số tập trung

Bộ Khoa học và Công nghệ đang lấy ý kiến cho dự thảo Nghị định quy định về khu công nghệ số tập trung. Dự thảo này thay thế các quy định tại Nghị định 154/2013/NĐ-CP vốn không còn phù hợp với thực tiễn phát triển công nghiệp công nghệ số và hệ thống pháp luật hiện hành.

Theo đó, dự thảo quy định rõ điều kiện thành lập, mở rộng và tiêu chí công nhận khu công nghệ số tập trung, đảm bảo thống nhất với Luật Công nghiệp công nghệ số cũng như các quy hoạch, chiến lược phát triển kinh tế số và đổi mới sáng tạo.

Điều kiện thành lập khu công nghệ số tập trung bao gồm: Phù hợp chính sách, chiến lược, quy hoạch quốc gia và địa phương; Có quy mô diện tích đất tối thiểu 10 ha (hoặc từ 2 ha nếu chỉ tập trung sản xuất phần mềm, nội dung số và dịch vụ công nghệ số); Đáp ứng yêu cầu về chức năng, nhiệm vụ; quy hoạch phân khu chức năng hợp lý; Đảm bảo tỷ lệ lấp đầy tối thiểu 60% diện tích đất phân khu chức năng; Có hạ tầng kỹ

thuật – xã hội đồng bộ, kết nối thuận lợi; đáp ứng yêu cầu quốc phòng, an ninh.

Điều kiện mở rộng tùy theo mở rộng liên kế hay tách biệt, phải đáp ứng tương ứng các yêu cầu trên, kèm theo điều kiện hạ tầng cơ bản hoàn chỉnh và tỷ lệ lấp đầy tối thiểu 70%.

Dự thảo cũng đề xuất 4 tiêu chí công nhận khu công nghệ số tập trung: Hoạt động phù hợp với chức năng, nhiệm vụ đã quy định; Có ít nhất 2.000 lao động chuyên môn về công nghệ số, chiếm tối thiểu 60% tổng số lao động (hoặc tối thiểu 1.000 lao động đối với khu chuyên phần mềm, nội dung số và dịch vụ công nghệ số); Đáp ứng quy mô diện tích theo quy định; Có tổ chức phân khu chức năng phù hợp.

Dự thảo Nghị định hướng tới việc tạo hành lang pháp lý đồng bộ, phù hợp thực tiễn, góp phần thúc đẩy hình thành và phát triển các khu công nghệ số tập trung, qua đó hỗ trợ ngành công nghiệp công nghệ số phát triển mạnh mẽ hơn.

Chính sách thu hút chuyên gia khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số

Ngày 19/9/2025, Chính phủ ban hành Nghị định số 249/2025/NĐ-CP quy định cơ chế, chính sách thu hút chuyên gia trong các lĩnh vực khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số. Đây là văn bản quan trọng, tạo hành lang pháp lý mới nhằm thu hút, trọng dụng đội ngũ chuyên gia trong và ngoài nước, góp phần phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước.

Nghị định quy định một cách toàn diện các nội dung: tiêu chí và quy trình tuyển chọn chuyên gia; quyền, nghĩa vụ, trách nhiệm; chính sách đãi ngộ, khen thưởng; chính sách dành cho gia đình chuyên gia; cũng như cơ chế khuyến khích đối với cơ quan, tổ chức, cá nhân để cử chuyên gia.

Đối tượng áp dụng bao gồm: cá nhân là người Việt Nam định cư ở nước ngoài, người nước ngoài đáp ứng tiêu chí chuyên gia theo quy định; các cơ quan, tổ chức của Đảng, Nhà nước, Mặt trận Tổ quốc, tổ chức chính trị - xã hội, lực lượng vũ trang, doanh nghiệp chủ trì chương trình, dự án khoa học – công nghệ; cùng các đơn vị, cá nhân có liên quan.

Tiêu chí tuyển chọn chuyên gia được xây dựng theo hướng vừa chặt chẽ, vừa mở rộng, khuyến khích thu hút nhân tài. Chuyên gia phải có kiến thức, kinh nghiệm nghiên cứu trong lĩnh vực khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo hoặc chuyển đổi số, có đóng góp thực chất cho sự phát triển quốc gia, có lý lịch rõ ràng và đạo đức tốt. Nghị định cũng quy định cụ thể nhiều tiêu chí lựa chọn như: là tác giả sáng chế đã được ứng dụng; sở hữu công trình khoa học xuất sắc đạt giải thưởng quốc tế; có bằng tiến sĩ từ các trường đại học hàng đầu thế

giới với tối thiểu 5 năm nghiên cứu, giảng dạy; hoặc có nhiều công bố khoa học uy tín. Trường hợp đặc biệt, cơ quan có thẩm quyền vẫn có thể tuyển chọn dựa trên nhu cầu thực tế và chịu trách nhiệm về quyết định đó.

Quyền và nghĩa vụ của chuyên gia được xác định rõ ràng: có quyền quyết định các vấn đề kỹ thuật, chủ động bố trí nguồn lực, được sử dụng kinh phí để tiếp cận công nghệ, sản phẩm, bí quyết từ nước ngoài; được hỗ trợ trao đổi học thuật quốc tế. Đồng thời, chuyên gia có trách nhiệm tuân thủ pháp luật Việt Nam, bảo mật thông tin, giữ gìn đạo đức nghề nghiệp và chịu trách nhiệm nếu gây tổn thất hoặc vi phạm hợp đồng.

Chính sách đãi ngộ đối với chuyên gia và gia đình rất đa dạng: lương, thưởng, hỗ trợ chỗ ở, phương tiện đi lại, gói chăm sóc sức khỏe, hỗ trợ học phí cho con dưới 18 tuổi, nghỉ dưỡng hàng năm, vé máy bay khứ hồi, cùng các chế độ phúc lợi khác. Chuyên gia còn được tôn vinh, ghi nhận đóng góp, được gặp gỡ lãnh đạo cấp cao, tham gia diễn đàn, và có thể được xem xét ưu tiên nhập quốc tịch Việt Nam hoặc tiếp nhận làm công chức, viên chức trong các cơ quan của Đảng và Nhà nước.

Đối với cơ quan, tổ chức để cử chuyên gia, sau 12 tháng nếu chuyên gia hoàn thành tốt nhiệm vụ, đơn vị để cử được thưởng một tháng lương theo hợp đồng lao động của chuyên gia.

Nghị định số 249/2025/NĐ-CP có hiệu lực từ ngày 19/9/2025, kỳ vọng sẽ trở thành bước đột phá trong việc xây dựng chính sách đãi ngộ, trọng dụng nhân tài, góp phần đưa khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số trở thành động lực quan trọng của phát triển đất nước trong giai đoạn mới.

