KỸ THUẬT CƠ KHÍ PHỤC VỤ QUỐC PHÒNG TRONG THỜI ĐẠI CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

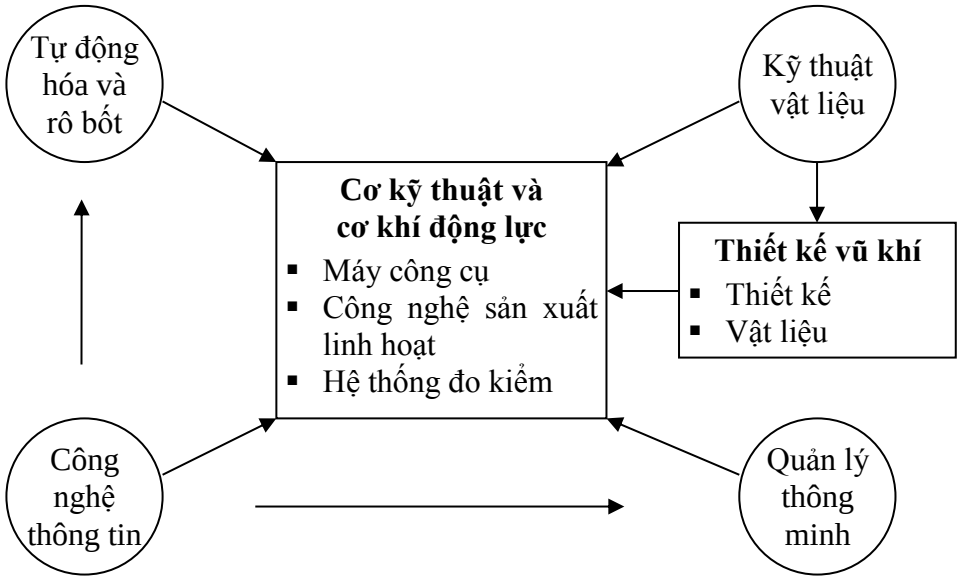
Vũ Mạnh Tuấn*, Nguyễn Đức Thành

Tóm tắt: *Bài báo giới thiệu các công cụ, phương pháp và hệ thống kết hợp với nhau trong cuộc cách mạng công nghiệp (CMCN) 4.0 trong lĩnh vực cơ kỹ thuật và cơ khí động lực, hai chuyên ngành quan trọng trong Viện Tên lửa để phục vụ quốc phòng. Bài báo tập trung vào các quy trình liên quan đến thiết kế, quy trình chế thử và đo kiểm các sản phẩm quốc phòng. Từ việc phân tích các thay đổi cần phải có, kết hợp với các kết quả đã đạt được trong thời gian vừa qua khi Viện Tên lửa tham gia thiết kế, chế thử và thử nghiệm một số loại vũ khí trang bị, một số cơ hội và thách thức trong giai đoạn tới được đưa ra.*

Từ khóa: Cơ kỹ thuật; Cơ khí động lực; Cách mạng công nghiệp 4.0.

1. GIỚI THIỆU

Cuộc cách mạng công nghiệp (CMCN) 4.0 đang diễn ra hiện này được đặc trưng bởi mục tiêu tùy biến theo đám đông đối với các sản phẩm tạo ra, tức là đáp ứng nhu cầu và mong muốn của từng khách hàng trên quy mô lớn thông qua tích hợp số sử dụng rộng rãi các khái niệm như Internet vạn vật, dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo, nhà máy thông minh, chế tạo dựa trên đám mây. Tuy nhiên, CMCN 4.0 thường tập trung nhiều vào các khía cạnh của công nghệ thông tin (CNTT) mà ít nhắc đến các hoạt động trong lĩnh vực thiết kế sản phẩm, quá trình sản xuất và các hệ thống đo kiểm. Đó chính là các hoạt động làm cho sản phẩm tạo ra có các đặc trưng mà người bán và người mua đều mong muốn [1].



Hình 1. *Liên hệ giữa công nghệ cơ khí động lực và các lĩnh vực khác trong thiết kế và chế tạo sản phẩm phục vụ quốc phòng với CMCN 4.0.*

Trong lĩnh vực quốc phòng, đặc biệt trong việc nghiên cứu, thiết kế, chế tạo và thử nghiệm các sản phẩm vũ khí, ứng dụng CMCN 4.0 trong ngành cơ khí động lực có thể mang tới tiềm năng rất lớn để phát triển nhất là đối với các vấn đề quản trị công nghệ, quản trị sản xuất, và tăng cường chất lượng cũng như độ tin cậy của sản phẩm [2]. Hình 1 mô tả mối liên hệ giữa công nghệ cơ khí động lực và các lĩnh vực khác trong thiết kế

và chế tạo sản phẩm phục vụ quốc phòng với CMCN 4.0. Trong đó, các tính năng của vũ khí được phản ánh trong thiết kế, vật liệu sử dụng và chất lượng của công nghệ sản xuất. Mỗi chủng loại sản phẩm có thể được chế tạo bởi các công nghệ đặc thù sử dụng các công cụ và quy trình thích hợp. Việc phát triển của ngành cơ khí động lực được hỗ trợ bởi CNTT, tự động hóa và rô bốt, và quản lý thông minh để sử dụng có hiệu quả, linh hoạt và sáng tạo các công cụ và công nghệ.

Các công cụ và hệ thống dựa trên các thành tựu mới nhất của CNTT hỗ trợ và nâng cao hiệu quả của lĩnh vực cơ kỹ thuật và cơ khí động lực. Định hướng phát triển của ngành trong thời kỳ tới sẽ tập trung vào việc chuyển đổi từ ý tưởng thành thiết kế và tạo mẫu đáp ứng yêu cầu trực tiếp từ người lính. Cụ thể, bài báo xem xét ba lĩnh vực liên quan trực tiếp đến sự phát triển trong tương lai của cơ khí động lực phục vụ quốc phòng trong cuộc CMCN 4.0: thiết kế sản phẩm, quy trình chế tạo và hệ thống đo kiểm. Một số cơ hội và thách thức đặ ra đối với Viện Tên lửa cũng được chỉ ra.

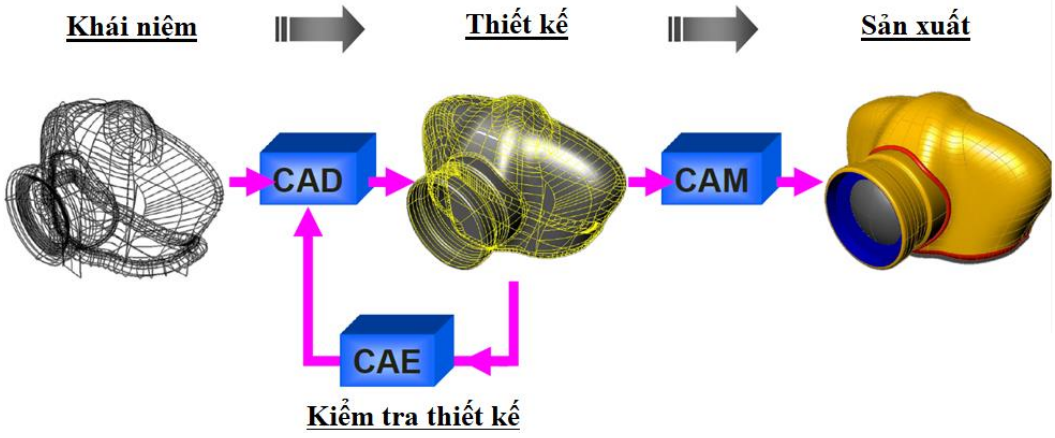
2. CMCN 4.0 ỨNG DỤNG TRONG LĨNH VỰC KỸ THUẬT CƠ KHÍ

2.1. Thay đổi trong lĩnh vực kỹ thuật cơ khí

2.1.1. Thiết kế sản phẩm

Mỗi chủng loại tên lửa hoặc khí cụ bay có điều khiển đều có các đặc thù riêng. Mặc dù rất khó để dự đoán các nhu cầu và đòi hỏi trong tương lai của vũ khí sử dụng trên chiến trường, tuy nhiên, nếu có thể xác định sớm nhiệm vụ chiến kĩ thuật và nhanh chóng đưa ra mẫu thiết kế vũ khí có khả năng đáp ứng yêu cầu, sẽ dễ dàng hơn cho việc được chấp nhận và sẵn sàng đưa vào trang bị. Ngày nay, các cán bộ nghiên cứu sử dụng nhiều công cụ CNTT để hỗ trợ quá trình thiết kế hướng tới mục tiêu này như các công nghệ được hỗ trợ bởi máy tính tích hợp, kỹ thuật dựa trên nền tảng tri thức, thiết kế và tạo mẫu sản phẩm sử dụng thực tại ảo.

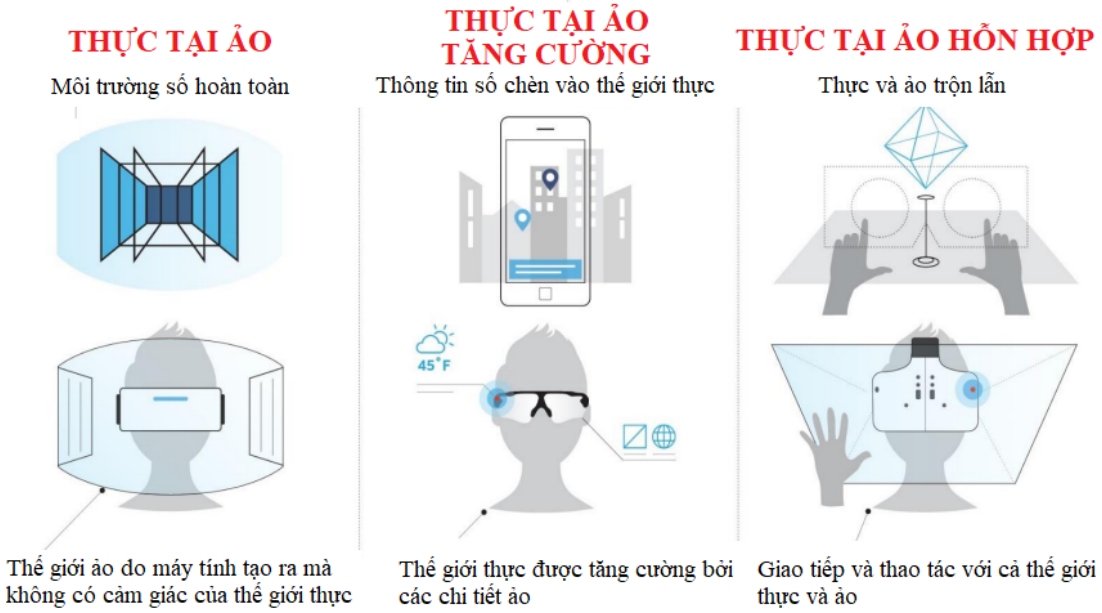
Các phần mềm CAD/CAM/CAE tích hợp được sử dụng rộng rãi trong thiết kế và chế tạo. Cộng với các kỹ thuật dựa trên nền tảng tri thức cho phép biểu diễn tri thức, ví dụ, thông qua các mô tả sản phẩm, sự phụ thuộc giữa các thành phần và các phương thức sử dụng. Điều đó dẫn đến các mô hình 3D thông minh có khả năng thay đổi và thích ứng với dữ liệu đầu vào.



Hình 2. *Tích hợp các hệ thống CAD/CAM/CAE.*

Các hệ thống máy tính hỗ trợ được sử dụng trong mọi giai đoạn của phát triển và chế

tạo sản phẩm từ nhận diện khái niệm sản phẩm xuyên suốt quá trình thiết kế, tạo mẫu và kiểm tra cho tới việc chuẩn bị các chương trình cho máy CNC. Việc chế tạo các hệ thống như vậy nhấn mạnh tới sự tích hợp của các quá trình này như mô tả trên hình 2. Quá trình tích hợp đảm bảo sự trao đổi dữ liệu có hiệu quả giữa các bộ phận liên quan đến phát triển và chế tạo sản phẩm. Với sự hỗ trợ của lưu trữ trên đám mây, mọi dữ liệu và phần mềm chuyên dụng có thể được chia sẻ và truy cập từ mọi thiết bị kết nối Internet.



Hình 3. *Khái niệm về các dạng thực tại ảo.*

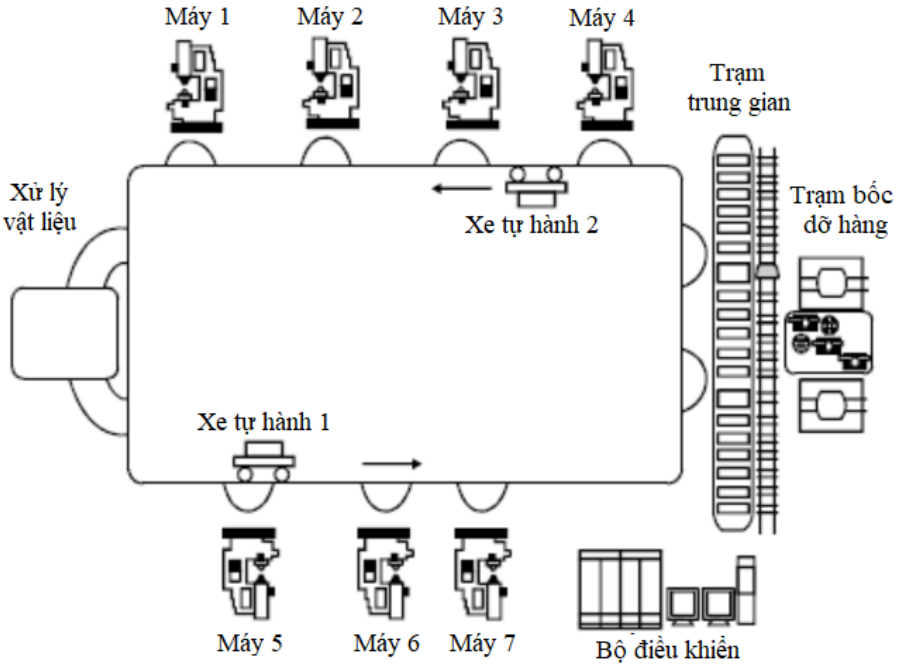
Một phần trong quá trình thiết kế và chuẩn bị chế tạo sản phẩm là tạo mẫu để kiểm tra. Mẫu cho phép kiểm tra thiết kế, tính năng kỹ thuật và giải pháp công nghệ trước khi sản phẩm đi vào sản xuất loạt. Ví dụ, việc chế tạo các chi tiết nhựa thường yêu cầu tạo khuôn, tuy nhiên, giá thành của khuôn rất đắt và người thiết kế không biết khuôn tạo ra ở giai đoạn này có đáp ứng yêu cầu hay không; nếu phải làm lại khuôn do cần chỉnh sửa thiết kế sẽ gây tốn kém rất lớn. Ngày nay, để giảm giá thành và nhanh chóng tạo mẫu, các mẫu sản phẩm dạng số dưới dạng mô hình 3D hoặc mô hình sử dụng trong thực tại ảo được sử dụng. Các mẫu là sự kết hợp của mô hình số và mô hình vật lý với dữ liệu thật được thu nhận qua các cảm biến. Điều này đảm bảo mô hình số phản ánh chính xác các đặc trưng của đối tượng thật. Ví dụ, khi chế tạo một mẫu động cơ nhiên liệu rắn cho tên lửa, mẫu thiết kế có thể được mô phỏng để sử dụng với các điều kiện khó kiểm tra trong thực tế như hiện tượng nổ do sự cố hay sự mài mòn quá mức của các loa phụt. Một trong các dạng phổ biến tạo mô hình số của sản phẩm là các mô hình được xây dựng trong không gian ảo cho phép người thiết kế hoặc thậm chí cả người sử dụng sử dụng thử thông qua tương tác với mô hình ngay trong giai đoạn thiết kế (hình 3).

2.1.2. Quy trình chế tạo

Ngày nay, việc sử dụng rỗng rãi các công nghệ chế tạo in 3D cho phép tạo ra các sản phẩm có hình dạng phức tạp mà không cần các thiết bị phức tạp. Mặc dù hiện nay công nghệ in 3D còn nhiều hạn chế như độ chính xác, hiệu quả và độ cứng của sản phẩm, nó có ứng dụng to lớn trong lĩnh vực tạo mẫu sản phẩm và nhanh chóng chế tạo các công cụ

công nghệ. Ứng dụng rộng rãi nhất là các chi tiết sử dụng loại vật liệu nhựa dẻo nóng như ABS, PC hay PLA. Gần đây, việc sử dụng các vật liệu phức hợp như chi tiết nhựa có lớp phủ kim loại để bảo vệ hoặc trang trí, và thậm chí các bộ phận bằng kim loại đã được chế tạo thông qua công nghệ in 3D.

Sự phát triển của các hệ thống sản xuất hiện đại đang hướng tới hệ thống sản xuất thông minh, ở đó, con người điều khiển được thay thế bởi máy móc với các CNTT gắn với trí tuệ nhân tạo. Một máy CNC sử dụng thông tin về trạng thái hiện tại của sản phẩm cộng với tri thức về quá trình công nghệ cần sử dụng và các quy tắc chế tạo được cài đặt trong phần mềm cho phép điều khiển con đường di chuyển của tay máy và bù lại ảnh hưởng của các yếu tố không mong muốn tới quá trình chế tạo và chất lượng của sản phẩm. Điều khiển thông minh trong các máy công cụ ngày nay có tính đến khả năng dự báo trạng thái của thiết bị trong thời gian thực, với các luật điều khiển dựa trên mạng nơ ron nhân tạo, logic mờ. Điều đó cho phép máy móc vận hành chính xác dưới sự tác động của các điều kiện bất định và các dữ liệu đầu vào mơ hồ. Theo hướng này, các hệ thống sản xuất thông minh có đặc tính tự trị và tính mở [3].



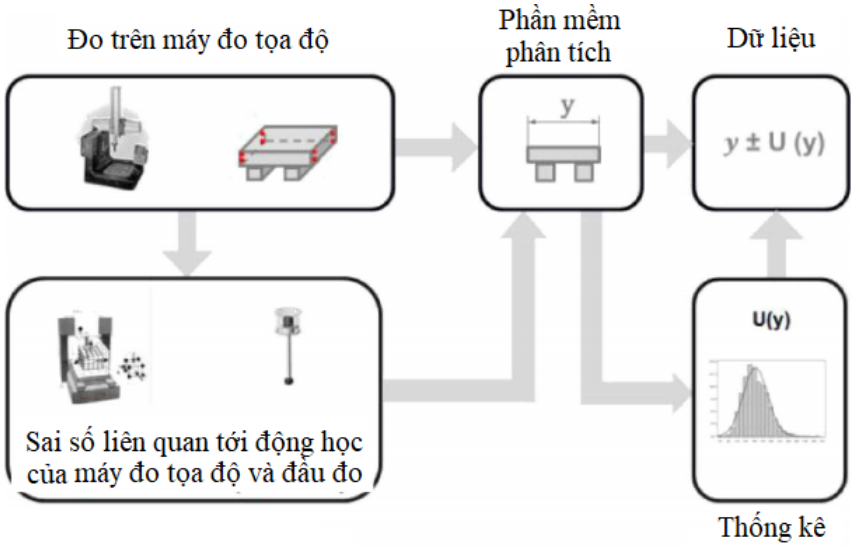
Hình 4. *Kiến trúc một hệ thống sản xuất linh hoạt.*

Cơ sở của các hệ thống sản xuất ứng dụng các thành tựu của CMCN 4.0 là các hệ thống sản xuất có thể cấu hình lại, trong đó, bằng việc thay đổi nhanh chóng các cụm khối chức năng, có thể nhanh chóng thay đổi cấu trúc của dây chuyền sản xuất và thích nghi tức thời đáp ứng sự thay đổi yêu cầu đối với sản phẩm tạo ra. Kiến trúc của một hệ thống như vậy được minh họa trên hình 4 trong đó một tập hợp các máy công cụ đa năng được kết nối với một hệ thống xử lý vật liệu và được điều khiển bởi máy tính và con người.

2.1.3. Hệ thống đo kiểm

Sự thay đổi trong các hệ thống đo lường kiểm tra trong thời đại CMCN 4.0 được thể hiện ở hai lĩnh vực: thay đổi từ kiểm soát sau chế tạo thành kiểm soát trong quá trình chế tạo, và phát triển các phương pháp xác định độ chính xác của phép đo trong thời gian thực.

Đo lường trong quá trình cho phép tích hợp quá trình đo đạc vào quá trình chế tạo. Điều đó yêu cầu kiểm soát các tham số nhất định của quá trình chế tạo và thực hiện đo ngay trong quá trình tạo ra đối tượng và phân tích tự động kết quả nhằm hướng tới khả năng can thiệp trong thời gian thực vào sản phẩm tạo ra. Để đảm bảo yêu cầu đo lường trong quá trình cần sự hiểu biết chi tiết và quá trình chế tạo, đặc biệt là ảnh hưởng của nhiều tham số khác nhau tới kết quả và chất lượng đầu ra. Giải pháp được lựa chọn ngày nay là các hệ thống quét sử dụng ánh sáng đặt trên các tay máy có thể di chuyển được cho phép đưa đầu đo tới các vị trí khó với tới; một giải pháp khác là các trạm tự động chuyên dung sử dụng máy đo tọa độ và hệ thống nhận dạng hình ảnh để xác định và đo đối tượng.



Hình 5. *Sơ đồ máy ảo mô phỏng để đánh giá độ chính xác của phép đo.*

Để tích hợp thành công các công cụ đo lường vào quy trình chế tạo, cần đánh giá được độ chính xác của phép đo trong thời gian thực. Một trong các phương pháp đang được phát triển là phương pháp mô phỏng để đánh giá độ chính xác của phép đo. Giải pháp thông dụng nhất là đo nhiều lần và tiến hành hiệu chuẩn; Tuy nhiên, việc ứng dụng trong đo lường thời gian thực để kiểm soát trong quá trình chế tạo gặp khó khăn do mất nhiều thời gian. Để khắc phục hạn chế này, phương pháp sử dụng mô hình ảo của hệ thống đo để xác định và phân tích sai số. Một ví dụ về hệ thống như vậy được chỉ ra trên hình 5, trong đó, động học của thiết bị và các sai số của đầu đo được xác định là nguồn sai số chủ yếu. Động học của thiết bị được đánh giá thông qua các mẫu vật liệu tiêu chuẩn và hiệu chuẩn trước, sau đó, bằng cách đánh giá trị đo được và giá trị hiệu chuẩn, có thể xác định sai số dưới dạng thống kê.

2.2. Cơ hội và thách thức đối với Viện Tên lửa trong lĩnh vực

CMCN 4.0 có tác động quan trọng đối với lĩnh vực cơ kỹ thuật và cơ khí động lực trong hiện tại và tương lai. Tập trung vào lĩnh vực chuyên môn sâu tại Viện Tên lửa, CMCN 4.0 sẽ mang lại nhiều cơ hội để phát triển trong việc thiết kế, chế tạo mẫu và thử nghiệm các loại vũ khí tên lửa và khí cụ bay có điều khiển. Cụ thể, trong thời gian tới, Viện Tên lửa tận dụng các cơ hội bao gồm: *một là,* CMCN 4.0 cho phép Viện tiếp cận thông tin, tiếp cận tri thức, tiếp cận các kỹ thuật và công nghệ tiên tiến trong hoạt động

nghiên cứu; *hai là,* CMCN 4.0 với những đột phá về công nghệ mới giúp giảm mạnh chi phí và thời gian thiết kế, chế thử và ứng dụng rộng rãi hơn công nghệ in 3D nhằm thay thế dần công nghệ cắt gọt, tạo khuôn mẫu trong chế thử chi tiết cơ khí và hệ thống động lực cho thiết bị bay; *ba là,* CMCN 4.0 là cơ hội để Viện "đi tắt đón đầu" phát triển mạnh lĩnh vực cơ khí; *bốn là,* các cán bộ nghiên cứu chuyên ngành trong Viện có trình độ cơ bản tốt, có tố chất ham học hỏi và nhanh nhạy, dễ thích ứng với cái mới, cho nên rất dễ dàng thích ứng với những cơ hội, công nghệ mới đến từ CMCN 4.0, từ đó, nâng cao trình độ, sáng tạo và nắm bắt công nghệ tiên tiến để ứng dụng; *năm là,* với việc tiếp cận nhanh nhạy và ứng dụng linh hoạt những thành tựu của CMCN 4.0, lĩnh vực cơ khí và cơ khí động lực trong Viện sẽ có nhiều cơ hội hơn trong việc nâng cao trình độ thiết kế và chế thử, tăng năng suất, rút ngắn thời gian đưa sản phẩm nghiên cứu ra thử nghiệm và sản xuất loạt nhỏ, đảm bảo tốt hơn chất lượng, thông qua đó, làm thay đổi tư duy, phương thức quản lý trong tiếp cận xây dựng các đề tài nhiệm vụ đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của Quân đội.

Bên cạnh cơ hội, CMCN 4.0 cũng mang lại nhiều thách thức cho Viện trong lĩnh vực cơ khí và cơ khí động lực, đó là: *thứ nhất,* trong cuộc CMCN 4.0, các cán bộ trong Viện cần nhận thức được khó khăn trong tương lai khi nhiều công việc thủ công sẽ được tự động hóa thay thế bằng rô bốt, máy móc tự động. Việc hình thành, phát triển lực lượng cán bộ nghiên cứu trong ngành sẽ khó khăn hơn; ví dụ, xu thế hiện nay chọn ngành đào tạo vào Học viện Kỹ thuật quân sự và các trường kỹ thuật là ưu tiên các ngành công nghệ cao, các ngành cơ khí, đạn, vũ khí, hay động cơ tên lửa có ít người học hơn, mức điểm đầu vào thấp hơn, hầu như không có học sinh giỏi các thành phố lớn tham gia. Điều đó sẽ dẫn đến thách thức lớn đối với công tác đào tạo nguồn nhân lực ngành trong Viện; *thứ hai,* Viện có lực lượng cán bộ nghiên cứu không lớn, ngành nghề nhiều, thiếu năng lực cạnh tranh, nhiều khi còn bị động với các xu thế phát triển mới, chưa sẵn sàng chuyển hướng mô hình tổ chức quản lý mới trong điều kiện áp lực cạnh tranh mở đề tài, xây dựng nhiệm vụ định hướng sản phẩm mục tiêu có nhiều khó khăn trước áp lực về nguồn lực đầu tư, năng lực tổ chức thực hiện để chuyển đổi, đổi mới sáng tạo, đột phá; *thứ ba,* CMCN 4.0 với những công nghệ mới, như công nghệ in 3D đã và đang làm thay đổi công nghệ cắt gọt, tạo khuôn truyền thống. Công nghệ này cho phép chúng ta đặt hàng sản phẩm với kiểu dáng tùy chỉnh, có thể sản xuất với tốc độ nhanh hơn và trên thế giới công nghệ này đang có những chuyển biến ngày càng mạnh mẽ, không chỉ giới hạn trong việc sản xuất các sản phẩm từ vật liệu nhựa, giờ đây, vật liệu kim loại cũng đang được ứng dụng công nghệ này. Việc nắm bắt làm chủ và ứng dụng rộng rãi công nghệ như vậy là điều kiện cần thiết để đổi mới lĩnh vực cơ khí; *thứ tư*, từ khâu thiết kế đến chế thử và thử nghiệm trong ngành cơ khí trong CMCN 4.0 cần phải có khả năng kết nối sâu, nhận biết, thu thập và trao đổi dữ liệu. Internet vạn vật, dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo hay thực tại ảo đang được coi là những công nghệ then chốt, nhưng chưa được triển khai ứng dụng trong Viện.

3. KẾT LUẬN

CMCN 4.0 mở ra cơ hội mới với các công cụ số hóa, máy tính hóa, rô bốt hóa, Internet vạn vật, dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo, và nhà máy ảo. Mặc dù vậy, cơ sở của CMCN 4.0 nằm chính trong lĩnh vực sản xuất, trong đó có các phương pháp và hệ thống phục vụ thiết kế, chế tạo và đo kiểm sản phẩm. Đây vừa là cơ hội, vừa là thách thức với

Viện Tên lửa trong nhiệm vụ tham mưu, thiết kế, chế thử và thử nghiệm trong lĩnh vực tên lửa và khí cụ bay có điều khiển. Lĩnh vực liên quan đến tên lửa phụ thuộc rất nhiều vào các kiến thức và kinh nghiệm của các ngành cơ kỹ thuật và cơ khí động lực, không chỉ về kỹ thuật mà còn cả về công nghệ. Việc làm chủ và ứng dụng các thành tựu của CMCN 4.0 trong Viện Tên lửa mở ra cơ hội lớn trong việc xây dựng các sản phẩm mục tiêu phục vụ quốc phòng và kinh tế xã hội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Lu Y., "*Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues*", Journal of Industrial Information Integration, 6, p. 1–10, 2017.

[2]. Alcacer V., Cruz-Machado V., "*Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems*", Engineering Science and Technology, an International Journal, 22, 899–919, 2019.

[3]. "*Mô hình nhà máy thông minh tiêu chuẩn Mỹ tại Việt Nam*", site: https://ifactory.com.vn/mo-hinh-nha-may-thong-minh-tieu-chuan-my-tai-viet-nam/, truy cập 28/08/2020.

ABSTRACT

MECHANICAL ENGINEERING IN DEFENCE WITH INDUSTRY 4.0

The paper introduces tools, methods and systems in combination with information technologies in mechanical engineering and vehicle-energy engineering, two major and important specilized research fields in Missile Institute, in the era of industrial revolution 4.0. From the knowledges and experiences gained in design, prototype and experiment weapon-relted producs, some opportunities and challenges are presented to Missile Institute in the next period of development.

Keywords: Mechanical engineering; Vehicle and energy engineering; Industrial revolution 4.0.

Nhận bài ngày 23 tháng 8 năm 2020
Hoàn thiện ngày 22 tháng 9 năm 2020
Chấp nhận đăng ngày 24 tháng 9 năm 2020

Địa chỉ: Viện Tên lửa/Viện KH-CN quân sự.
*Email: vutuankeio@gmail.com.