

Lựa chọn giải pháp xử lý nước thải chi phí thấp cho các đô thị nhỏ ở Việt Nam

Selection of low-cost wastewater treatment solutions for small urban areas in Vietnam

Phạm văn Doanh

Tóm tắt

Hiện nay, tại Việt Nam đã có một số dự án đầu tư xây dựng các công trình thoát nước và xử lý nước thải, nhưng các dự án chủ yếu được thực hiện tại các đô thị lớn. Tại các đô thị nhỏ, và các đô thị miền núi vấn đề xử lý nước thải (XLNT) vẫn chưa được quan tâm đúng mức. Hầu hết nước thải đều chưa được xử lý trước khi xả vào các nguồn tiếp nhận[1]. Tại những nơi này cơ sở hạ tầng còn yếu kém, nguồn vốn đầu tư còn hạn chế, trình độ nguồn nhân lực chưa cao. Do đó việc lựa chọn một giải pháp công nghệ xử lý nước thải phù hợp với những nơi này là một điều rất quan trọng.

Từ những vấn đề thực tế đó, yêu cầu có một mô hình xử lý nước thải phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội của các đô thị nhỏ, đô thị miền núi nước ta là một vấn đề cần phải làm ngay. Trong khuôn khổ bài viết này, tác giả sẽ trình bày một số cách tiếp cận để giải quyết vấn đề xử lý nước thải (XLNT) với chi phí thấp tại các đô thị nhỏ ở Việt Nam.

Từ khóa: Công nghệ XLNT, Nước thải đô thị

Abstract

Currently, in Vietnam, there are several investment projects to build drainage and wastewater treatment facilities, but projects are mainly built-in big cities.

In small urban areas and mountainous urban areas, the problem of wastewater treatment is still not paid attention to. Most wastewater is untreated before being discharged into receiving sources. In these areas, the infrastructure is still poor, the amount of money for construction is still low, and the level of human resources is not high.

Therefore, the selection of a suitable wastewater treatment technology solution is very important.

From these practical issues, it is important to request a model of wastewater treatment suitable to the natural, economic, and social conditions of our small cities and mountainous cities. In this article, I will present some approaches to solving the problem of low-cost wastewater treatment in small urban areas in Vietnam.

Key words: Wastewater treatment technology, Municipal wastewater

ThS. Phạm Văn Doanh

Bộ môn Thoát nước, Khoa Kỹ thuật hạ tầng và môi trường đô thị
ĐT: 0989335098

Email: doanhdhkt@gmail.com

Ngày nhận bài: 22/5/2020

Ngày sửa bài: 12/5/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

Chữ viết tắt: Xử lý nước thải(XLNT), Nhu cầu oxy sinh học(BOD₅), Tổng nitơ(TN), công nghệ bể xử lý theo mẻ(SBR), công nghệ mương oxy hóa tuần hoàn (OD), công nghệ lọc sinh học nhỏ giọt (TF).

1. Đặt vấn đề

Tại Việt Nam, nhiều đô thị nhỏ chưa có hệ thống thoát nước riêng. Tất cả nước thải đều được thu gom chung cùng với nước mưa rồi xả ra các sông, hồ hay lưu vực nước gần nhất, hoặc tự thấm. Những hệ thống này đã được xây dựng cách đây khá lâu, rất ít được sửa chữa, duy tu, bảo dưỡng nên đã xuống cấp nhiều; việc xây dựng bổ sung được thực hiện một cách chắp vá, không theo quy hoạch lâu dài, không đáp ứng được yêu cầu phát triển đô thị.

Nguồn nhân lực làm việc trong lĩnh vực thu gom và XLNT còn thiếu về số lượng và yếu về chuyên môn. Ngay tại các thành phố lớn thì nguồn nhân lực cũng chưa được đảm bảo. Phần lớn nhân viên làm việc tại các nhà máy XLNT hoặc các công ty quản lý vận hành hệ thống thoát nước đều làm trái ngành hoặc không được đào tạo bài bản.

Nước thải đô thị tại Việt Nam nhìn chung có BOD₅ thấp, tỷ lệ BOD₅: TN thấp nên hầu hết các công nghệ xử lý nước thải(XLNT) đang áp dụng tại Việt Nam làm việc không đạt được hiệu quả như mong đợi[2].

Chính vì vậy việc xây dựng mạng lưới thoát nước và XLNT cho các loại đô thị nhỏ ở Việt Nam là rất cần thiết. Để lựa chọn công nghệ XLNT phù hợp cho các đô thị nhỏ với chi phí phù hợp, cần dựa vào các cơ sở sau: Điều kiện tự nhiên của đô thị, điều kiện kinh tế, điều kiện xã hội, hiện trạng thoát nước tại đô thị đó...

2. Một số phương pháp xử lý nước thải có thể áp dụng.

a) Xử lý nước thải bằng phương pháp cơ học

Xử lý cơ học là dùng các công trình như: song chắn rác, bể lắng cát, bể tách dầu mỡ, bể lọc, bể tuyển nổi, lọc màng... để loại bỏ các tạp chất không tan trong nước thải.

b) Xử lý nước thải bằng phương pháp hóa học

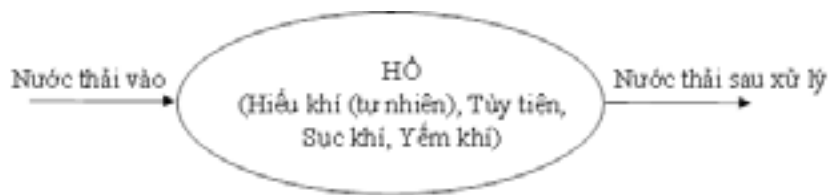
Xử lý hóa học là dùng các hóa chất: oxy hóa khử, chất keo tụ, chất ozon hóa... để loại bỏ các tạp chất có trong nước thải.

c) Xử lý nước thải bằng phương pháp vật lý

Xử lý vật lý là dùng các phương pháp như: bay hơi, hấp phụ, trích ly, trao đổi ion... để loại bỏ các tạp chất có trong nước thải.

d) Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học trong điều kiện nhân tạo

Xử lý sinh học nước thải thực chất là lợi dụng sự sống và hoạt động của các vi sinh vật để thực hiện các dạng phân hủy khác nhau. Sự phân hủy chất hữu cơ thường kèm theo sự thoát khí dưới tác dụng của các enzyme do vi khuẩn tiết ra. Có các phương pháp cơ bản khi xử lý sinh học nước thải là: Xử lý sinh học trong điều kiện tự nhiên (cánh đồng tưới,



Hình 1. Sơ đồ mô tả công nghệ hồ



Hình 2. Hình ảnh hồ sinh học và bãi lọc trồng cây



Hình 3. Hình ảnh bãi lọc ngập nước

bãi lọc, hồ sinh học...), xử lý sinh học hiếu khí trong điều kiện nhân tạo (bể aeroten, bể biophin...), xử lý sinh học kỵ khí trong điều kiện nhân tạo (bể tự hoại, bể UASB...).

3. Lựa chọn mô hình xử lý nước thải cho các đô thị nhỏ, đô thị miền núi Việt Nam

Khi lựa chọn công nghệ XLNT cho một khu đô thị, cơ sở để lựa chọn công nghệ XLNT gồm các yếu tố sau:

- Công suất nhà máy xử lý nước thải.
- Mức độ xử lý nước thải cần thiết.
- Đặc điểm của vùng và từng loại đô thị.
- Điều kiện kinh tế xã hội.
- Quỹ đất xây dựng.
- Vai trò và sự chấp nhận của cộng đồng.
- Hiệu quả xử lý nước thải.
- Trình độ tiên tiến của công nghệ.
- Các chỉ tiêu kinh tế.
- Sự an toàn và thân thiện với môi trường.

4. Các mô hình xử lý nước thải có thể áp dụng

Các đô thị loại nhỏ, đô thị miền núi nước ta đa phần là các đô thị mới, quy mô nhỏ, dân số phân bố không đều, xử lý nước thải phân tán hoặc bán tập trung. Do đó, công suất của các nhà máy XLNT đa phần là nhỏ và vừa. Dựa vào các tiêu chí và cơ sở lựa chọn đã nêu ở trên, có thể đưa ra một số mô hình xử lý nước thải phù hợp như sau:

a) Xử lý sinh học nước thải bằng hồ sinh học

Hồ ổn định sinh học nước thải với chi phí thấp, dễ vận hành quản lý, hiệu suất xử lý sinh học cao. Hiện nay ở Việt Nam có 11 nhà máy áp dụng công nghệ Hồ sinh học chiếm 10% công suất XLNT [1] [2]. Tuy nhiên, mô hình này chiếm nhiều diện tích sử dụng đất. Trong điều kiện đất đai không hạn chế và công suất không lớn (<20.000 m³/ngày) có thể sử dụng hệ thống các hồ sinh học ổn định nước thải. Để giảm diện tích đất sử dụng có thể dùng hồ sinh học làm thoáng

nhân tạo, xử lý sơ bộ kết hợp hồ làm thoáng nhân tạo...

Nước thải được xử lý trong hồ sinh học là nước thải có tải trọng hữu cơ thấp [5]. Nước thải được xử lý trong hồ dưới cơ chế hoạt động của các vi sinh vật hoàn toàn tự nhiên, không cần bổ sung nguồn năng lượng bên ngoài như sục khí, bổ sung các chất khác... Trong một số trường hợp để nhằm nâng cao hiệu suất của hồ sinh học người ta có thể bố trí thêm máy thổi khí để làm thoáng. Xử lý nước thải bằng hồ sinh học có ưu điểm là tốn ít chi phí vận hành, nhưng lại tốn diện tích sử dụng đất. Vì vậy hồ sinh học chỉ phù hợp với những nơi có quỹ đất lớn, nguồn nước thải có tải trọng hữu cơ thấp, chất lượng nước thải đầu ra không đòi hỏi cao.

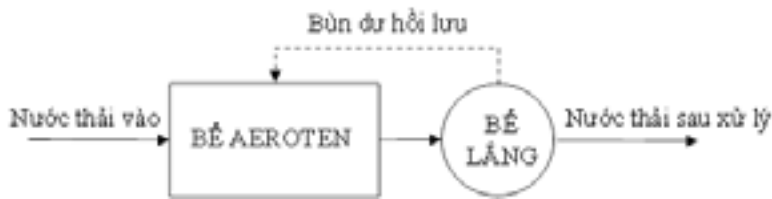
b) Xử lý sinh học nước thải với bãi lọc ngập nước

Bãi lọc ngập nước là hệ sinh thái ngập nước với mực nước nông hoặc xấp xỉ bề mặt đất và được cấy trồng các loại thực vật trong điều kiện đất ẩm. Có thể thiết kế kết hợp sử dụng các mục đích giải trí, kết hợp thành các công viên sinh thái. Bãi lọc ngập nước thường sử dụng để xử lý nước thải sinh hoạt cho các đô thị nhỏ, hoặc khu ngoại thành các thành phố lớn (công suất xử lý dưới 5.000 m³/ngày). Tại Việt Nam số nhà máy áp dụng công nghệ này chiếm 1% công suất XLNT.

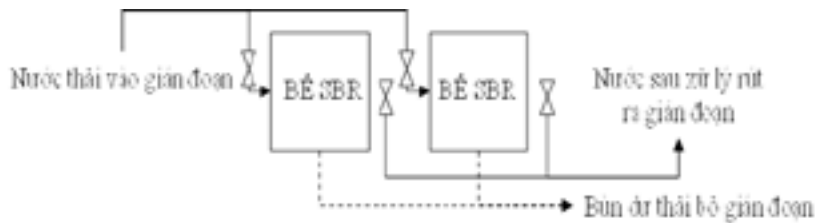
Bãi lọc ngập nước có chiều sâu lớp nước từ 1-2(m), phổ biến là 1,5(m) [6]. Nước thải được xử lý trong hồ sinh học là nước thải có tải trọng hữu cơ thấp. Nước thải được xử lý trong hồ dưới cơ chế hoạt động của các cây thủy sinh được lựa chọn. Cây thường có sinh khối thấp, tiêu thụ dinh dưỡng nhiều, phù hợp với cảnh quan thì càng tốt. Không cần bổ sung nguồn năng lượng bên ngoài như sục khí, bổ sung các chất khác. Xử lý nước thải bằng bãi lọc ngập nước có ưu điểm là tốn ít chi phí vận hành, nhưng lại tốn diện tích sử dụng đất. Vì vậy hồ sinh học chỉ phù hợp với những nơi có quỹ đất lớn, nguồn nước thải có tải trọng hữu cơ thấp.

c) Xử lý sinh học nước thải với bể Aeroten truyền thống

Hệ thống Aeroten truyền thống thường được áp dụng rộng rãi với các đô thị và nó được khuyến khích dùng cho



Hình 4. Sơ đồ mô tả công nghệ bể Aeroten truyền thống



Hình 5. Sơ đồ mô tả công nghệ SBR

hầu hết các nhà máy XLNT áp dụng xử lý sinh học. Vì đây là công nghệ XLNT có thể xử lý được hầu hết các loại nước thải đô thị, điều kiện vận hành đáp ứng được các yêu cầu tại Việt Nam. Trong bể aeroten sinh khối tồn tại ở dạng bông lơ lửng (bùn) bao gồm quần thể các vi sinh vật, đơn bào, các dạng nấm và nấm men cùng các vi sinh vật cao cấp hơn. Hệ vi sinh vật này tồn tại trong điều kiện hiếu khí (aerobic) được gọi là bùn hoạt tính nhờ năng lực tổng hợp (tiêu thụ) thức ăn là chất hữu cơ (BOD) trong nước cao [5].

Tuy nhiên công nghệ XLNT loại này có nhược điểm là tốn nhiều năng lượng cho quá trình duy trì hoạt động của các vi sinh vật, sinh ra bùn dư nhiều, nên quá trình xử lý bùn cũng rất tốn kém.

Tại Việt Nam số nhà máy áp dụng công nghệ này là 9 nhà máy chiếm 31% công suất XLNT.

d) Xử lý sinh học nước thải với công nghệ bể xử lý theo mẻ (SBR)

Khi lưu lượng dòng chảy nhỏ hoặc dòng chảy gián đoạn, thường lựa chọn Aeroten hoạt động gián đoạn theo mẻ (SBR). Công nghệ SBR có giá thành thấp, chiếm ít diện tích so với công nghệ bùn hoạt tính truyền thống. Công nghệ SBR có thể áp dụng xử lý hầu hết các loại nước thải. Nguyên lý hoạt động của bể là theo các chu kỳ, trung bình một chu kỳ có thời gian hoạt động 4-6 giờ. Một chu kỳ bao gồm các quá trình (nạp nước vào, sục khí, lắng, xả). Tất cả đều diễn ra trong 1 bể vì vậy so với công nghệ bùn hoạt tính truyền thống thì công nghệ SBR tiết kiệm được phần xây dựng các bể lắng.

Nếu tính các dự án xử lý nước thải đang vận hành, đang thi công, đã được phê duyệt tại Việt Nam thì tỷ lệ ứng dụng công nghệ tính theo công suất là: 16 nhà máy áp dụng công nghệ SBR chiếm 50% công suất

e) Xử lý sinh học nước thải bằng kênh ôxy hóa (OD)

Kênh ôxy hóa là cải tiến của bể Aeroten khuấy trộn hoàn chỉnh, làm thoáng kéo dài với bùn hoạt tính lơ lửng chuyển động tuần hoàn trong kênh. Kênh ôxy hóa có hiệu quả xử lý BOD₅, nitơ, photpho cao, quản lý đơn giản, ít bị ảnh hưởng khi có sự thay đổi về thành phần và lưu lượng nước thải đầu vào, nên thường được áp dụng để xử lý nước thải có biên độ dao động lớn về chất lượng và lưu lượng giữa các giờ trong ngày. Thường áp dụng cho các nhà máy XLNT công suất đến 1.000 m³/ngày.

Nếu tính các dự án xử lý nước thải đang vận hành, đang thi công, đã được phê duyệt tại Việt Nam

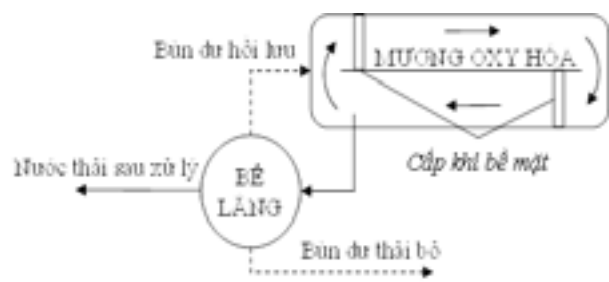
thì tỷ lệ sử dụng công nghệ này là: 10 nhà máy áp dụng công nghệ OD chiếm 7% công suất[1].

f) Xử lý sinh học nước thải với bể lọc sinh học (TF)

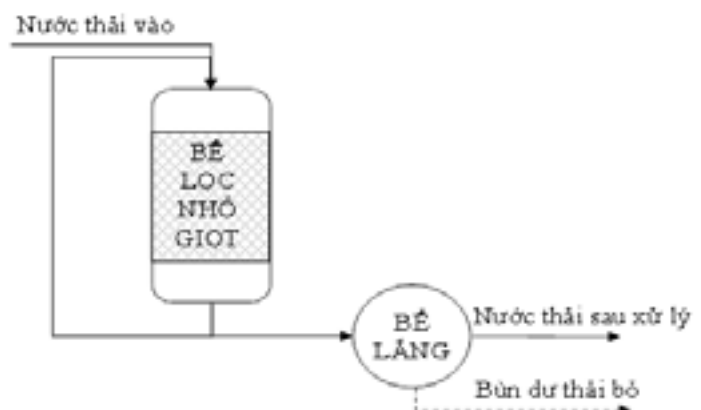
Hiện nay, tại Việt Nam số nhà máy áp dụng công nghệ TF chiếm 2% công suất[1]. Có 2 loại bể lọc sinh học: bể lọc sinh học nhỏ giọt và bể lọc sinh học cao tải. Công nghệ bể lọc sinh học có chi phí thấp, dễ vận hành, lượng bùn dư phát sinh không nhiều. Tuy nhiên công nghệ này kiểm soát mùi không được tốt nên cũng cần phải làm xa khu dân cư, vì vậy nó phù hợp với đô thị miền núi, hoặc các đô thị có quỹ đất đủ lớn để thực hiện việc cách ly.

5. Kết luận

Qua nội dung bài viết có thể thấy việc sử dụng công nghệ XLNT phù hợp với đô thị loại nhỏ tại Việt Nam là vấn đề cần được quan tâm. Hiện nay có rất nhiều công nghệ XLNT áp dụng tại Việt Nam, tuy nhiên lựa chọn công nghệ nào thì cũng cần quan tâm đến yếu tố giá thành, điều kiện xã hội phù hợp và quy trình vận hành đơn giản, đảm bảo chất lượng XLNT đạt yêu cầu. Đối với khu đô thị nhỏ hoặc các đô thị miền núi nếu có quỹ đất nhiều có thể áp dụng công nghệ Hồ sinh học hoặc bãi lọc sinh học ngập nước, công nghệ bể lọc sinh học nhỏ giọt (TF). Ngược lại các đô thị mà không còn nhiều quỹ đất có thể sử dụng công nghệ SBR hoặc công nghệ kênh mương Oxy hóa tuần hoàn./.



Hình 6. Sơ đồ mô tả công nghệ OD



Hình 7. Sơ đồ mô tả công nghệ TF

Tài liệu tham khảo

1. Đánh giá hoạt động quản lý nước thải đô thị tại Việt Nam 2013.
2. Gamuda Engineering, Báo cáo nghiên cứu Nhà máy XLNT, 2008, pp. 25-35, 100-150.
3. Nippon Koei Consultant - Japan, Thiết kế cơ sở Nhà máy XLNT Bấy Mẫu, 2011, pp. 30-39.
4. Thủ tướng Chính phủ / UBND thành phố Hà Nội, Quy hoạch thoát nước thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn 2050, Thủ tướng chính phủ phê duyệt tại quyết định số 725/TTg ngày 10/5/2013, Hà Nội, 2013, pp. 7.38-7.44.
5. De Kreuk MK, Pronk M, van Loosdrecht MCM. Formation of aerobic granules and conversion processes in an aerobic granular sludge reactor at moderate and low temperatures. *Water Res* 2005;39:4476-84.
6. EPA - Water Environmental Federation, Design of Municipal Wastewater Treatment Plant, vol. II, USA: Water Environmental Federation, 2009, pp. 11.38-11.39, 13.4-13.25, 15.4-15.104.
7. Gunnar Demoulin, "Largest SBR Facility for Full BNR in Malaysia," Sapienza Università Di Roma, 2008.

Xác định khả năng chịu lực của tiết diện thép tạo hình nguội...

(tiếp theo trang 66)

$$\lambda_{d1} = 0,673 \left(\frac{M_{ynet}}{M_y} \right)^3 = 0,673 \times \left(\frac{12,218}{12,245} \right)^3 = 0,669$$

$$\lambda_{d2} = 0,673 \left[1,7 \left(\frac{M_y}{M_{ynet}} \right)^{2,7} - 0,7 \right]$$

$$= 0,673 \times \left[1,7 \times \left(\frac{12,245}{12,218} \right)^{2,7} - 0,7 \right] = 0,679$$

Vì $\lambda_{d1} > \lambda_{d2} = 0,679$ nên M_{nd} được xác định như sau:

$$M_{nd} = \left[1 - 0,22 \left(\frac{M_{crd}}{M_y} \right)^{0,5} \right] \left(\frac{M_{crd}}{M_y} \right)^{0,5} P_y$$

$$= \left[1 - 0,22 \left(\frac{9,037}{12,245} \right)^{0,5} \right] \left(\frac{9,037}{12,245} \right)^{0,5} \times 12,245$$

$$= 8,531 (\text{kNm})$$

Mô men chịu uốn danh nghĩa của tiết diện C20015 có khoét lỗ:

$$M_n = \min (M_{ynet}, M_{nl}, M_{nd})$$

$$= \min (12,218 \text{kNm}; 7,987 \text{kNm}; 8,531 \text{kNm}) = 7,987 (\text{kNm})$$

Tiết diện C20015 có khoét lỗ bị phá hoại do mất ổn định cục bộ.

Với tiết diện nguyên, mô men chịu uốn danh nghĩa của

tiết diện được xác định dựa theo bài báo của Pham [5] có giá trị như sau:

$$M_n = \min (M_y, M_{nl}, M_{nd})$$

$$= \min (12,245 \text{kNm}; 9,874 \text{kNm}; 8,908 \text{kNm}) = 8,908 (\text{kNm})$$

Tiết diện nguyên C20015 bị phá hoại do mất ổn định méo tiết diện.

Nhận xét: Khi có lỗ khoét, khả năng chịu uốn cục bộ giảm từ 9,874kNm xuống 7,987kNm, còn khả năng chịu uốn do mất ổn định méo tiết diện giảm từ 8,908kNm xuống 8,531kNm. Trong khi tiết diện nguyên C20015 bị phá hoại do mất ổn định méo tiết diện, thì C20015 có khoét lỗ bị phá hoại do mất ổn định cục bộ.

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày cách xác định khả năng chịu lực của tiết diện thép tạo hình nguội có khoét lỗ sử dụng phương pháp Cường độ trực tiếp (DSM) theo Tiêu chuẩn AISI S100-16. Một mô đun phần mềm hỗ trợ cho phép phân tích mất ổn định tuyến tính của tiết diện thép tạo hình nguội có khoét lỗ phát triển Viện thép và kim loại Mỹ đã được giới thiệu và sử dụng trong báo cáo. Dựa trên các lý thuyết và phần mềm trình bày trên, các ví dụ tính toán cho tiết diện thép chữ C tạo hình nguội có lỗ khoét được đưa ra với trường hợp chịu nén hoặc chịu uốn, sau đó được so sánh với khả năng chịu lực của tiết diện nguyên. Các kết quả so sánh cho thấy khả năng chịu lực của tiết diện có lỗ khoét đã bị giảm đi so với tiết diện nguyên, đồng thời hai loại tiết diện có thể xảy ra cùng một dạng phá hoại như trong ví dụ chịu nén hoặc bị phá hoại bởi hai dạng khác nhau như trong ví dụ chịu uốn./.

Tài liệu tham khảo

1. R.A. Ortiz-Colberg, "The load carrying capacity of perforated cold-formed steel columns," Cornell University, Ithaca, NY, 1981.
2. American Iron and Steel Institute, North American Specification for the Design of Cold-formed Steel Structural Members. Washington DC: American Iron and Steel Institute, 2016.
3. Z. Li and B.W. Schafer, Buckling analysis of cold-formed steel members with general boundary conditions using CUFSM: Conventional and constrained finite strip methods. Saint Louis, Missouri, USA, 2010.
4. V.V. Nguyen, G.J. Hancock, and C.H. Pham, "Development of the Thin-Wall-2 for Buckling Analysis of Thin-Walled Sections Under Generalised Loading," in Proceeding of 8th International Conference on Advances in Steel Structures, 2015.
5. P.N. Hieu and V.Q. Anh, "Tính toán cấu kiện thép tạo hình nguội chịu nén và uốn bằng phương pháp DSM theo tiêu chuẩn AS/NZS 4600:2018," Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng, no. 4, p. 9, 2020.
6. C.D. Moen, "Direct Strength design for cold-formed steel members with perforations," Johns Hopkins University, Baltimore, 2008.
7. C.D. Moen and B.W. Schafer, "Experiments on cold-formed steel columns with holes," Thin-Walled Structures, vol. 46, no. 10, pp. 1164-1182, 2008.
8. C.D. Moen and B. W. Schafer, "Elastic buckling of cold-formed steel columns and beams with holes," Engineering Structures, vol. 31, no. 12, pp. 2812-2824, 2009.
9. AISI, "Development of CUFSM Hole Module and Design Tables for the Cold-formed Steel Cross-sections with Typical Web Holes in AISI D100," 2020.
10. AISI, "Development of CUFSM Hole Module and Design Tables for the Cold-formed Steel Cross-sections with Typical Web Holes in AISI D100," 2021.