

TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU NGUY CƠ CHẤT Ô NHIỄM XÂM NHẬP VÀO ỐNG CẤP NƯỚC

Phạm Thị Minh Lành^{1,3}, Vũ Thị Vân Anh², Phạm Hà Hải³

Tóm tắt: Ô nhiễm nước cấp không chỉ do nguồn nước khai thác mà còn có thể phát sinh trên hệ thống phân phối nước, các chất ô nhiễm tồn tại bên ngoài môi trường đất có thể đi vào môi trường nước bên trong qua các điểm vỡ trên thành ống. Ngay cả khi khoảng cách giữa các đường ống cấp và thoát nước được đặt theo quy định, thì nguy cơ chất ô nhiễm trong dòng chảy rò rỉ từ mạng lưới thoát nước sang ống cấp nước vẫn có thể xảy ra khi tồn tại điểm vỡ và áp suất âm trong ống cấp nước. Tổng hợp các kết quả công bố trước đây, phân tích và đánh giá dựa trên ba yếu tố nguy cơ ống vỡ, áp suất âm xuất hiện trong pha âm của hiện tượng nước va và nguồn ô nhiễm từ cống thoát nước, từ đó đề xuất hướng tiếp cận nghiên cứu nguy cơ ống cấp nước bị chất ô nhiễm xâm nhập là nội dung bài báo sẽ trình bày.

Từ khóa: Ô nhiễm nước cấp, cống thoát nước thải, ống cấp nước, áp và âm, chất ô nhiễm, dòng chảy rò rỉ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước sạch là một trong những nhu cầu cơ bản nhất của cuộc sống con người. Tuy nhiên, vấn đề cung cấp nước không đảm bảo chất lượng đến người dân vẫn đang diễn ra và chưa có biện pháp kiểm soát hiệu quả. Từ năm 1974-2001, các dịch bệnh do nguồn nước uống đã xảy ra từ Bắc Mỹ đến Tây Âu, mặc dù những nước này có nền kinh tế giàu có và công nghệ xử lý hiện đại. Nổi bật như sự cố ô nhiễm nước uống ở Chicago-Mỹ năm 1933 làm cho 1409 người mắc bệnh lỵ trong đó 98 người đã tử vong; tại Walkerton, Canada năm 2000 có 2300 người bị viêm dạ dày trong đó 7 người tử vong do uống phải nước bị ô nhiễm, tiêu tốn 64,5 triệu đô la của chính phủ, người dân phải sử dụng nước đóng chai trong 6 tháng sau đó vì mất niềm tin vào chất lượng nước cấp (Hrudey *et al.*, 2003). Qua đây cho thấy luôn tồn tại nguy cơ xảy ra ô nhiễm trong hệ thống phân phối nước (HTPPN) và ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe người tiêu thụ.

2. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VỀ CHẤT Ô NHIỄM XÂM NHẬP VÀO ỐNG CẤP NƯỚC

Thực trạng cho thấy nước sạch bị ô nhiễm có

thể xuất hiện tại bất kỳ vị trí nào trên hệ thống phân phối và không được dự báo trước, tuy nhiên nguyên nhân gây ô nhiễm thì có thể phân thành hai loại chính, một là tác động bên ngoài vào hệ thống, hai là bản thân bên trong đường ống sinh ra. Trên các hệ thống với nhiều điểm kết nối, chuyên hướng và các trạm bơm cục bộ, ở những vị trí này rất dễ xảy ra sự cố làm cho nguồn nước không sạch ở bên ngoài có thể xâm nhập hệ thống (Payment *et al.*, 1991). Nước từ hệ thống thoát nước hoặc nước ngầm bị ô nhiễm có thể được hấp thụ vào hệ thống ống dẫn nước sạch. Áp suất thấp trong ống kết hợp với lưu lượng dòng chảy nhỏ cũng tạo điều kiện cho vi sinh vật gây bệnh vào hệ thống. Chưa nói đến sự cố các đường ống bị hỏng trong quá trình xây dựng, đây là lợi thế cho rất nhiều vi khuẩn vào hệ thống. Ngoài ra nếu đường ống phân phối không được sửa chữa và bảo dưỡng định kỳ, hàm lượng Clo dư trong nước sẽ thực hiện phản ứng oxy hóa khử tạo ra một lượng cận nhất định gây lắng đọng trong hệ thống đường ống làm cho nước bị ô nhiễm (Yamini and Lence, 2010).

Thu thập các số liệu liên quan tới sự kiện ô nhiễm nước uống, tác giả Lindley đã thống kê được các nguyên nhân dẫn đến ô nhiễm như Bảng 1. Kết quả nghiên cứu cho thấy ô nhiễm xảy ra nhiều nhất tại các điểm nút kết nối và xi phông chảy ngược (53,1%), bên cạnh đó, nguyên nhân chủ yếu dẫn đến

¹Khoa Kỹ thuật Xây dựng, ĐH Bách Khoa Tp. Hồ Chí Minh

²Khoa Khí tượng Thủy văn, ĐH Tài Nguyên và Môi Trường

³Khoa Kỹ thuật Đô thị, ĐH Kiến Trúc Tp. Hồ Chí Minh

chất lượng nước trong ống không đảm bảo là do nguồn ô nhiễm bên ngoài xâm nhập vào. Tác giả đưa ra hai điều kiện để nguồn ô nhiễm có thể đi vào trong ống cấp nước là do sự dao động áp suất và xuất hiện con đường xâm nhập (Lindley and Buchberger, 2001). Đồng thời, tác giả cũng mô phỏng các dữ liệu thủy lực mạng lưới để ước lượng vị trí xuất hiện áp lực thấp. Phân tích các điều kiện của ống và các dữ liệu trong quá khứ để đề xuất các khu vực có khả năng xuất hiện vỡ ống cao từ đó xác

định nguồn gây ô nhiễm (ống thoát nước hay bể tự hoại bị vỡ) ở những vị trí này. Nghiên cứu đã ước lượng về mặt không gian các khu vực có khả năng xuất hiện ô nhiễm từ các dữ liệu thu thập được nhưng chưa đi sâu phân tích các điều kiện cụ thể tại một điểm ô nhiễm như khu vực ống có khả năng ảnh hưởng bởi nguồn ô nhiễm, khoảng cách nguồn ô nhiễm đến điểm vỡ, đặc điểm dòng chảy ô nhiễm ở trong đất.

Bảng 1. Những hỏng hóc trên đường ống cấp nước gây bùng phát dịch bệnh ở Mỹ từ năm 1971 đến 1998 (Lindley and Buchberger, 2001)

Nguyên nhân gây ô nhiễm	Số lượng sự kiện	%	Con đường xâm nhập	Áp lực bất lợi	Nguồn chất ô nhiễm
Tại nút và xi phong chảy ngược	60	53,1	x	x	x
Khoảng cách giữa đường ống nước cấp và nước thải	1	0,9	x	x	x
Nứt bề ống nước	10	8,8	x	x	x
Ô nhiễm trong bể chứa	15	13,3	x		x
Ô nhiễm trong quá trình xây dựng/sửa chữa	6	5,3	x		x
Ô nhiễm từ ống cấp nước trong nhà	8	7,1			x
Ăn mòn kim loại	13	11,5			x
Tổng	113	100			

Khác với nghiên cứu mang tính định lượng của tác giả Lindley tác giả Boyd tiếp cận theo phương pháp định tính đã tiến hành thí nghiệm để mô phỏng sự xâm nhập trong điều kiện thủy lực thay đổi (Boyd *et al.*, 2004). Thí nghiệm gồm một đường ống có hai điểm vỡ đường kính khác nhau và đặt trong môi trường có chứa chất ô nhiễm, kết quả thí nghiệm cho thấy khi xuất hiện giá trị áp lực âm lớn dù chỉ trong thời gian một giây thì chất ô nhiễm vẫn đi vào môi trường nước bên trong và với những ống có đường kính lớn hơn thì lưu lượng chất ô nhiễm đi vào nhiều hơn. Kết quả nghiên cứu cho thấy một chất ô nhiễm tồn tại bên ngoài ống cấp nước sẽ xâm nhập vào môi trường nước qua điểm vỡ khi áp suất thấp/âm xuất hiện trên đường ống, vậy nguy cơ nước trong ống bị ô nhiễm sẽ được đánh giá theo ba yếu tố này.

2. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU NGUỒN Ô NHIỄM

Tác giả Karim (Karim, Abbaszadegan and Lechevallier, 2003) đã khẳng định ô nhiễm phân của động vật máu nóng luôn tồn tại ngay bên ngoài đường ống. Nghiên cứu tiến hành thí

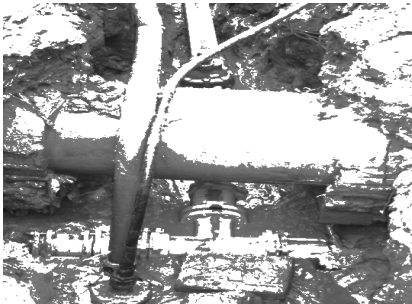
th nghiệm 66 mẫu đất và nước ngay sát đường ống phân phối nước, lấy tại 8 vị trí của 6 bang ở nước Mỹ. Kết quả cho thấy nửa số mẫu thu được đều có sự hiện diện của vi khuẩn coliform và coliform phân; Bacillus tìm thấy trong hầu hết các mẫu; 56% mẫu dương tính với virus (chủ yếu là enterovirus-chủng vắc xin của sốt bại liệt), virus rối loạn tiêu hóa và viêm gan A cũng được phát hiện. Mặc dù tiêu chuẩn đã quy định về khoảng cách giữa đường ống cấp nước và các công trình khác (móng công trình, ống thoát nước, hố ga,...) nhưng trong điều kiện cống thoát nước bị vỡ, các vi sinh vật có thể di chuyển một quãng đường dài trong khoảng thời gian ngắn và trở thành nguồn lây nhiễm sang những đường ống cấp nước đi qua khu vực này.

Các chất ô nhiễm có thể tồn tại trong khí quyển, môi trường không khí, từ dòng chất thải sinh ra do hoạt động của sinh hoạt hoặc sản xuất của con người. Sau khi thấm vào đất với một nồng độ nhất định sẽ lưu lại trên bề mặt hạt đất (khi gặp dòng chảy thích hợp các vi sinh vật sẽ tách ra và tiếp tục di chuyển trong môi trường đất); hoặc nếu

gặp tầng nước ngầm sẽ phát tán nhanh theo dòng chảy và có khả năng tồn tại rất lâu bên trong dòng chảy (Besner, Prévost and Regli, 2010). Như vậy, nguồn ô nhiễm được phát sinh tự nhiên do ống thoát nước bị vỡ, mực nước ngầm nằm cao hơn điểm ô nhiễm trong đất, hoặc các dòng chảy ô nhiễm từ trên mặt đất đi xuống (Besner, Prévost and Regli, 2010). Ngoài ra còn một nguồn gây ô nhiễm khác hay được đề cập tới trong thời gian gần đây đó là hành động gây ô nhiễm có chủ ý của con người (Payment *et al.*, 1991) (gây nứt vỡ đường ống, làm hỏng các mối nối trên mạng phân phối,...), đóng ngắt mạng lưới làm gián đoạn quá trình cung cấp nước hoặc đưa các chất ô nhiễm hữu cơ vào mạng lưới.

Trong nhiều năm các rò rỉ từ hệ thống thoát nước đã bị bỏ qua trong quá trình vận hành thực tế, có nhiều nghiên cứu về dòng chảy rò rỉ từ cống thoát nước nhưng kết quả lại không công bố rộng rãi, vậy nên nguồn tài liệu tham khảo về vấn đề

không nhiều. Các kết quả công bố tập trung vào 3 vấn đề chính sau: (1) Khẳng định dòng chảy rò rỉ từ hệ thống thoát nước có chứa các chất ô nhiễm và gây nguy cơ ô nhiễm nguồn nước ngầm; (2) Xác định phương trình biên dòng thấm; (3) Mô phỏng diện tích lưới thấm. Sau một thời gian làm việc, ống thoát nước bị hư hại và sinh ra dòng thấm rò rỉ ra ngoài môi trường đất (Wolf *et al.*, 2004), vị trí hư hại có thể trên thành ống dẫn hoặc tại các điểm đầu nối (Reynolds and Barrett, 2003) nhưng nhìn chung đều chứa các chất ô nhiễm có khả năng làm ô nhiễm nguồn nước ngầm trong khu vực, đặc biệt là những ống dẫn nước thải công nghiệp. Trong trường hợp mực nước ngầm cao, dòng thấm này nhanh chóng đi qua các lỗ rỗng và phát tán ra xung quanh, trong quá trình di chuyển dòng thấm bị giảm vận tốc do ma sát với hạt đất và giảm lưu lượng do thể tích lỗ rỗng giữa các hạt đất, hình thành nên biên thấm (Harr, 1990).



Hình 1. Ống cấp nước đi dưới cống thoát nước ở đô thị Tp. Hồ Chí Minh

Theo quy định hiện hành, khoảng cách tối thiểu giữa ống cấp nước và thoát nước đô thị là 0,5-1m, tuy nhiên ngoài thực tế khi cải tạo, mở rộng mạng lưới cấp nước vẫn có trường hợp phải luồn ngay phía dưới ống thoát nước và không đảm bảo khoảng cách như quy định như Hình 1. Khi nước trong cống thoát nước rò rỉ ra ngoài thì khoảng cách này có an toàn và đảm bảo các chất ô nhiễm trong nước thải không xâm nhập vào đường ống cấp nước, đây là vấn đề cần xem xét trong quá trình quản lí. Hệ thống thoát nước trong các đô thị Việt

Nam chủ yếu là hệ thống chung giữa thoát nước mưa, thoát nước thải nên thành phần ô nhiễm không chỉ là chất bẩn từ nước thải sinh hoạt, nước mưa mà còn có một phần chất thải rắn từ bề mặt đô thị bị trôi xuống cống. Khả năng ô nhiễm từ hệ thống thoát nước có thể xếp thành 3 loại: virus, vi khuẩn, động vật đơn bào được tóm tắt như Bảng 2. Các chất ô nhiễm trong nước thải đưa đến hậu quả bệnh tật có khả năng ảnh hưởng trực tiếp đến tính mạng con người (Thảo, 2010).

Bảng 2. Các chất ô nhiễm trong nước thải đô thị (Reynolds and Barrett, 2003)

	Chất ô nhiễm	Gây bệnh
Virus	Astrovirus; Calicivirus	Tiêu chảy
	Poliavirus	Bại liệt
	Coxsackievirues; Echoviruses	Nhiều bệnh
	Hepatitis A virus	Viêm gan

	Hepatitis E virus	Sinh ra virus viêm gan
	Norwalk-Like viruses	Tiêu chảy
	Rotavirus nhóm A, B	Tiêu chảy
Vi khuẩn	Campylobacter jejuni	Tiêu chảy
	Enterohaemorrhagic	Viêm đại tràng xuất huyết
	Escherichia coli	Tiêu chảy
	Salmonellae	Tiêu chảy, sốt thương hàn
	Shigellae	Mụn cơm
	Vibrio cholerae	Tả
Động vật đơn bào	Các loại cryptosporidium	Nhiễm ký sinh trùng crypto
	Entamoeba histolytica	Lỵ Amip
	Giardia lamblia	Nhiễm Giardia

3. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU ỚNG CẤP NƯỚC BỊ VỠ

Đa số các đường ống cấp nước trong đô thị đều được đặt dưới mặt đường hoặc vỉa hè nên khi xảy ra vỡ như Hình 2, một lượng nước đáng kể di

chuyển ra khỏi đường ống mà không được phát hiện kịp thời. Mỗi ngày, các công ty cấp nước đều ghi nhận các sự cố vỡ trên tuyến ống đặc biệt là các tuyến ống dịch vụ và vẫn tốn thêm chi phí để rà tìm điểm vỡ trên các tuyến ống cấp I, II.



Hình 2. Một số hình ảnh vỡ ống cấp nước trên mạng lưới

Bỏ qua những sai sót trên sản phẩm cũng như quy trình thi công thì nguyên nhân dẫn đến vỡ trong quá trình làm việc là do ăn mòn từ môi trường đất bên ngoài cũng như môi trường nước trong ống. Chiều sâu vết ăn mòn được xác định theo biến đại diện là thời gian ống làm việc (Sadiq, R.; Rajani, B. B.; Kleiner, 2004) Bên cạnh đó đặc điểm cơ học của vật liệu; lỗi do nhà sản xuất; kỹ thuật thi công sai; vị trí đặt ống cũng có ảnh hưởng nhất định tới giá trị này (Seica, Packer and Asce, 2004).. Tuy nhiên, tuổi thọ ống dẫn không chỉ giảm do ăn mòn của môi trường mà bản thân vật liệu ống cũng thay đổi khả năng chịu lực dưới tác dụng của tải trọng phát sinh từ môi trường ống làm việc như thiên tai, động đất hoặc các sự kiện ngẫu nhiên và dao động của giá trị áp suất bên trong dẫn (Rezaei, Ryan and Stoianov, 2015). Ngoài ra các đại lượng đặc trưng để phân loại năng lực làm việc của ống dẫn còn có đường

kính, chiều dài, vật liệu và khu vực đặt ống (Bubbis, 1948).

Để xác định được tỉ lệ ăn mòn trên các ống thực tế rất khó để thực hiện nên các nghiên cứu hiện nay mới dừng ở hai vật liệu là ống gang và ống thép. Bên cạnh đó, đa số các đường ống cấp nước được chôn dưới mặt đất nên chi phí lấy mẫu sẽ rất tốn kém, các mẫu ống thường chỉ khảo sát trên một tuyến đường như vậy tính chất đại diện của mẫu nghiên cứu chưa cao. Vậy nên kết luận về vỡ ống do ăn mòn hay không phải do ăn mòn cần phải được nghiên cứu nhiều hơn trong tương lai. Thông số đại diện cho ăn mòn là độ tuổi ống dẫn đã được chứng minh là có mối tương quan giữa tuổi ống và khả năng xuất hiện vỡ, không những thế những ống vỡ sớm thì tuổi thọ ống dẫn sẽ ngắn hơn những ống vỡ muộn hơn. Đường kính ống dẫn, áp suất làm việc yếu tố vật liệu ống, môi trường làm việc và vị trí đặt ống quan trọng hơn là độ tuổi khi xem xét khả năng vỡ.

4. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU ÁP SUẤT ÂM TRÊN ỚNG CẤP NƯỚC

Áp suất âm thường xuất hiện trong pha âm của hiện tượng nước va trên ống cấp nước. Trong quá trình vận hành HTPPN, hiện tượng nước va trên đường ống thường xuất hiện do bơm bị ngắt điện đột ngột hoặc đóng mở van trên đường ống (Jung et al., 2007). Trong mạng lưới cấp nước, số lượng van trên đường ống lớn hơn rất nhiều so với số lượng trạm bơm, vì vậy quản lý được hiện tượng nước va lan truyền trên mạng do đóng van tương đối phức tạp (Mays, 1999). Bên cạnh đó, hiện tượng đóng mở bơm gây ra nước va có cường độ lớn nên thường được kiểm soát rất chặt chẽ, nhưng nước va do đóng van thường nhỏ hơn nên đôi khi bị bỏ qua trong quá trình vận hành mạng lưới. Tuy nhiên, ảnh hưởng của nước va do đóng van bao trùm rộng hơn vì dòng chảy lan truyền trên hệ thống đường ống, còn với trường hợp ngắt bơm chỉ ảnh hưởng trong khu vực đầu mạng lưới. Vậy nên cần nghiên cứu nhiều hơn về khả năng xuất hiện nước va âm do đóng van trên đường ống.

Các nghiên cứu điển hình về nước va trong thời gian từ năm 1977 đến năm 2015. Mô hình toán đã được sử dụng để mô phỏng hiện tượng nước va trong hệ thống đường ống đơn giản bằng các phương pháp khác nhau, như phương pháp hình học, phương pháp đặc trưng hoặc bằng phương pháp số. Tác giả Wylie đã tính toán nước va trong ống đơn giản bằng phương pháp đặc trưng và phương pháp hình học (Wylie and Streeter, 1977). Sử dụng ngôn ngữ lập trình FORTRAN tác giả đã đưa ra một số ví dụ trên ống có đường kính thay đổi hoặc không đổi, rẽ nhánh hoặc ống thẳng. Nội dung tài liệu đưa ra có tính thực tiễn cao và dễ dàng áp dụng để phát triển lập trình cho các mạng lưới đường ống phức tạp hơn.

Nghiên cứu của Dídida Covas đã đánh giá mức độ ảnh hưởng của hệ số tổn thất qua van, tính chất vật lý của nước, hệ số tổn thất trên thành ống tới độ lớn của áp va qua mô hình toán và mô hình thí nghiệm (Dídida Covas; et al., 2005). Thử nghiệm cho thấy các thông số cơ học của vật liệu ống khi làm việc trong hệ thống ống dẫn chỉ mang tính tương đối, yếu tố ảnh hưởng nhiều hơn tới áp va là vị trí của ống trên mạng lưới cũng như lịch sử thay đổi ứng suất và biến dạng của đường ống. Tuy nhiên, kết quả chưa được kiểm chứng trên HTPPN thực tế cũng như đánh giá cụ thể khu vực ảnh

hưởng của áp va trên toàn hệ thống. Nhưng khi xét tới các hệ số nhám thành ống, tính chất cơ học của vật liệu, tính chất vật lý của nước đều ảnh hưởng nhiều tới hiện tượng áp va trong ống có áp sẽ làm cho bài toán nước va phức tạp hơn và khó giải quyết bằng ngôn ngữ lập trình đơn giản. Đặc biệt là trong các nghiên cứu chỉ xét đến độ lớn áp va pha dương bỏ qua giá trị áp va âm và không quan tâm tới độ lớn cũng như những ảnh hưởng do áp va âm gây ra.

M. A. Bouaziz (Bouaziz et al., 2014) đánh giá tác động của áp va tới thành ống dẫn khi đóng van trên ba đoạn ống nối tiếp trong trường hợp có bơm và không có bơm, so sánh kết quả cho thấy trong trường hợp có bơm giá trị áp va dương tăng từ 30% đến 40% và có khả năng phá hủy cấu trúc ống dẫn. Tiếp nối nghiên cứu của M. A. Bouaziz, tác giả M. Dallali et al (Dallali et al., 2015) xác định khoảng cách ảnh hưởng của nước va trên ống dài nối giữa bể chứa nước và van. Bằng ngôn ngữ lập trình, tác giả đã mô phỏng ra quá trình lan truyền sóng áp va do đóng van theo chiều dài ống, từ đó xác định độ lớn của áp va tác dụng lên thành ống dẫn để đánh giá độ bền ống. Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp đặc trưng để tính toán tuy nhiên trường hợp mô phỏng mới dừng lại trên một đoạn ống dài, chưa xét tới các tổn thất cục bộ nếu có liên kết vòng hoặc phân nhánh với các ống khác. Để khắc phục nhược điểm này, các ngôn ngữ lập trình đã được sử dụng để đưa ra kết quả hoàn chỉnh hơn cho các hệ thống ống dẫn phân nhánh phức tạp.

Phương pháp tính toán nước va bằng hình học cho kết quả đầy đủ và dễ theo dõi hơn nhưng chỉ phù hợp với những đường ống dài và không phân nhánh vì khối lượng tính toán lớn và bài toán trở nên phức tạp khi đưa thêm các điều kiện biên. Trong các phương pháp xác định áp va trên ống dẫn thì phương pháp đặc trưng được sử dụng phổ biến trong thời gian gần đây. Giải các phương trình vi phân bằng cách chia lưới phần tử hữu hạn trên đoạn ống xảy ra hiện tượng nước va đã đơn giản hóa bài toán bằng các bước thực hiện đơn giản, tuy nhiên độ chính xác của kết quả đạt được phụ thuộc vào số lượng mắt lưới được chia. Để khắc phục nhược điểm này, cần sử dụng ngôn ngữ lập trình để đưa ra kết quả hoàn chỉnh hơn cho các hệ thống ống dẫn phân nhánh phức tạp.

Các nghiên cứu trên cho thấy nước va pha âm đã bị bỏ qua khi tính toán hiện tượng nước va, tuy

nhiên để đề phòng nguy cơ ô nhiễm nước trên mạng lưới đường ống cấp nước thì vấn đề này cần phải xem xét cụ thể hơn.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Có điểm vỡ trên thành ống cấp nước và áp va âm xuất hiện thì khả năng nước trong ống bị ô nhiễm cũng không xảy ra nếu không tồn tại nguồn ô nhiễm bên ngoài đường ống. Như vậy, nguy cơ

chất ô nhiễm xâm nhập vào HTPPN được đánh giá theo khả năng xuất hiện của cả ba yếu tố cùng lúc đó là (1) Điểm vỡ trên thành ống dẫn; (2) áp lực âm trong ống cấp nước; (3) Tồn tại nguồn ô nhiễm bên ngoài đường ống. Đây cũng là cơ sở để dự báo nguy cơ và có biện pháp giảm thiểu nguy cơ ô nhiễm nước sạch đảm bảo an toàn sức khỏe cho người sử dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Besner, M., Prévost, M. and Regli, S. (2010) 'Assessing the public health risk of microbial intrusion events in distribution systems: Conceptual model, available data, and challenges', 5. doi: 10.1016/j.watres.2010.10.035.
- Bouaziz, M. a., Guidara, M. a., Schmitt, C., Hadj-Taïeb, E. and Azari, Z. (2014) 'Water hammer effects on a gray cast iron water network after adding pumps', Engineering Failure Analysis. Elsevier Ltd, 44, pp. 1–16. doi: 10.1016/j.engfailanal.2014.04.023.
- Boyd, G. R., Asce, M., Wang, H., Britton, M. D., Howie, D. C., Asce, M., Wood, D. J., Funk, J. E. and Friedman, M. J. (2004) 'Intrusion within a Simulated Water Distribution System due to Hydraulic Transients. II: Volumetric Method and Comparison of Results', Environmental Engineering, 130(July), pp. 778–783.
- Bubbis, N. S. (1948) 'Maintenance and Operating Problems of Winnipeg', Journal American Water Works Association, 41(5), pp. 429–436.
- Dallali, M., Guidara, M. a., Bouaziz, M. a., Schmitt, C., Haj-Taïeb, E. and Azari, Z. (2015) 'Accuracy and security analysis of transient flows in relatively long pipelines', Engineering Failure Analysis. Elsevier Ltd, 51, pp. 69–82. doi: 10.1016/j.engfailanal.2015.03.001.
- Dídia Covas; Ivan Stoianov; João F.Mano; Helena Ramos; Graham Nigel; and Cedo Maksimovic (2005) 'The dynamic effect of pipe-wall viscoelasticity in hydraulic transients. Part II—experimental analysis and creep characterization', Journal of Hydraulic Research, 43, pp. 56–70. doi: 10.1080/00221686.2004.9641221.
- Harr, M. E. (1990) Groundwater and Seepage. New York: Dover publications, inc. New York.
- Hrudey, S. E., Payment, P., Huck, P. M., Gillham, R. W. and Hrudey, E. J. (2003) 'A fatal waterborne disease epidemic in Walkerton, Ontario: comparison with other waterborne outbreaks in the developed world', Water science and technology, 2, pp. 7–14.
- Jung, B. S., Karney, B. W., Boulos, P. F. and Wood, D. J. (2007) 'The need for comprehensive transient analysis of distribution systems', Journal of American Water Works Association, 99(1), pp. 112–123.
- Karim, B. Y. M. R., Abbaszadegan, M. and Lechevallier, M. (2003) 'pressure', (90835).
- Lindley, T. R. and Buchberger, S. G. (2001) 'Assessing intrusion susceptibility in distribution systems', Journal / American Water Works Association, 94(6), pp. 66–69.
- Mays, L. W. (1999) *Water Distribution Systems Handbook*. Edited by L. W. Mays. Arizona: McGraw-Hill.
- Payment, P., Richardson, L., Siemiatycki, J., Dewar, R., Edwardes, M. and Franco, E. (1991) 'A Randomized Trial to Evaluate the Risk of Gastrointestinal Disease due to Consumption of Drinking Water Meeting Current Microbiological Standards', American Journal of Public Health, 81, pp. 703–708.
- Reynolds, J. H. and Barrett, M. H. (2003) 'A review of effects of sewer leakage on groundwater quality', Water and Environment Journal. Blackwell Publishing Ltd, 17(1), pp. 34–39. doi: 10.1111/j.1747-6593.2003.tb00428.x.

- Rezaei, H., Ryan, B. and Stoianov, I. (2015) '*Pipe failure analysis and impact of dynamic hydraulic conditions in water supply networks*', Procedia Engineering, Elsevier B.V., 119(1), pp. 253–262. doi: 10.1016/j.proeng.2015.08.883.
- Sadiq, R.; Rajani, B. B.; Kleiner, Y. (2004) '*Probabilistic risk analysis of corrosion associated failures in cast iron water mains*', NRC Publications Archive (NPARC), 86(Reliability Engineering and System Safety), pp. 1–10.
- Seica, M. V, Packer, J. A. and Asce, F. (2004) '*Mechanical Properties and Strength of Aged Cast Iron Water Pipes*', (February), pp. 69–77.
- Thảo, P. T. P. (2010) *Nghiên cứu, đánh giá các chủng virus Rota lưu hành tại Việt Nam từ năm 1998 đến nay*. Đại học Quốc gia Hà Nội. Available at: [http://hus.vnu.edu.vn/files/ChuaPhanLoai/LuanVanThacSi-ChuaPhanLoai\(378\).pdf](http://hus.vnu.edu.vn/files/ChuaPhanLoai/LuanVanThacSi-ChuaPhanLoai(378).pdf).
- Wolf, L., Held, I., Eiswirth, M. and Hötzl, H. (2004) 'Impact of leaky sewers on groundwater quality', Acta Hydrochimica et Hydrobiologica, 32(4–5), pp. 361–373. doi: 10.1002/aheh.200400538.
- Wylie, E. B. and Streeter, V. L. (1977) *Fluid Transients*. Shepherdstown, WV, U.S.A: McGraw-Hill.
- Yamini, H. and Lence, B. (2010) '*Probability of Failure Analysis due to Internal Corrosion in Cast-Iron Pipes*', Journal of Infrastructure Systems. American Society of Civil Engineers, 16(1), pp. 73–80. doi: 10.1061/(ASCE)1076-0342(2010)16:1(73).

Abstract:

RESEARCH REVIEW EVALUATION OF THE POTENTIAL CONTAMINANT INTRUSION INTO THE WATER SUPPLY PIPE

Water contamination is not only caused by water resources but also by the water distribution system, contaminants that exist in the soil environment intrusion into the water environment through crack on the pipe wall. Even if the distance between sewer pipes and water supply pipes is installed to follow the standard, the risk of cross-contamination by contaminant in the leaking flow from the sewage network to the water supply can still occur when the wall pipe have a defect and negative pressure vaule in the pipe. Combined previous research results, analysis and assessing based on three risk factors pipe failure, negative pressure in the water hammer negative phrase and contaminant source from the waste water pipe, this paper will propose the solutions to evaluate the risk of contaminant instrusion into water supply pipes is the content of this article.

Keywords: Contamination of water supply, sewer pipes, water supply pipes, negative pressure surge, contaminants, leakage.

Ngày nhận bài: 25/11/2017

Ngày chấp nhận đăng: 05/1/2018