



XÁC ĐỊNH HỆ SỐ PHÂN HỦY SINH HỌC CHẤT HỮU CƠ K_{1s} TẠI SÔNG CẦU BÂY SAU KHI TIẾP NHẬN NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ

Trần Đức Hợp^{1*}, Trần Đức Minh Hải², Đinh Viết Cường³

Tóm tắt: Mục tiêu của nghiên cứu này là xác định các hệ số đặc trưng để hiệu chỉnh mô hình chất lượng nước khi tính toán đánh giá và dự báo ô nhiễm nước sông Cầu Bây. Sau khi xả vào sông thoát nước, các chất ô nhiễm hữu cơ trong nước thải đô thị sẽ được phân hủy nhờ các vi khuẩn có trong nước sông và quá trình này được đặc trưng bằng hệ số phân hủy sinh học các chất hữu cơ K_{1s} , phụ thuộc vào nhiệt độ nước, vận tốc dòng chảy sông và các yếu tố hiện trường khác. Trong trường hợp sông Cầu Bây với nguồn bồi cập chính là nước thải đô thị từ các quận Long Biên và huyện Gia Lâm (Hà Nội), hệ số K_{1s} sử dụng trong tính toán quá trình tự làm sạch sông thoát nước là 0,305 ngày⁻¹ (mùa khô) và 0,388 ngày⁻¹ (mùa mưa). Tương tự, hệ số động K_d trong mùa khô và mùa mưa là 3,05 và 3,9.

Từ khóa: Hệ số phân hủy sinh học chất hữu cơ; nước thải; tự làm sạch; sông Cầu Bây; mẫu nước; thông số chất lượng nước.

Determining the organic biodegradable coefficient K_{1s} in Cau Bay river after receiving municipal wastewater

Abstract: The objective of this study was to determine the coefficients used to calibrate the water quality model when calculating and forecasting water pollution in Cau Bay River. After discharging into drainage river, organic pollutants of municipal wastewater are degraded by appearance of bacteria in river water and this process is specified by the organic biodegradable coefficient K_{1s} , depending on on-site temperature, flow velocity and other factors. In the case of Cau Bay river, due to the fact that the main flow receives municipal wastewater from Long Bien and Gia Lam District (Hanoi), the coefficients K_{1s} using in the calculation of river self-purification are 0.305 day⁻¹ (dry season) and 0.388 day⁻¹ (wet season). Similarly, the coefficients K_d in dry and wet season are 3.05 and 3.9 respectively.

Keywords: Organic biodegradable coefficient; wastewater; self-purification; Cau Bay river; Water sampling; Water quality parameter.

Nhận ngày 22/4/2017; sửa xong 22/5/2017; chấp nhận đăng 30/5/2017

Received: April 22, 2017; revised: May 22, 2017; accepted: May 30, 2017



1. Giới thiệu chung

Sông Cầu Bây là con sông đào, chảy từ khu đô thị Việt Hưng, quận Long Biên, qua địa phận huyện Gia Lâm và đổ ra sông Bắc Hưng Hải tại cửa xã Xuân Thụy (xã Kiêu Kỵ, Gia Lâm). Sông có tổng chiều dài 12 km, hiện do Công ty Khai thác Công trình Thuỷ lợi Gia Lâm quản lý. Ước tính thời điểm năm 2016 tổng lượng nước thải chưa qua xử lý của quận Long Biên và huyện Gia Lâm xả vào sông Cầu Bây là 155.900 m³/ngày [1]. Do tiếp nhận lượng lớn nước thải từ các khu đô thị và khu công nghiệp, sông Cầu Bây hiện nay bị ô nhiễm nặng nề. Các chỉ tiêu nhu SS, BOD₅, COD, TN, TP, coliform,... vượt quy định cho phép mức B1 nhiều lần theo [2]. Nước sông không đảm bảo sử dụng cho mục đích tưới tiêu, nuôi trồng thủy sản và ảnh hưởng rõ rệt đến chất lượng nước hệ thống thủy nông Bắc Hưng Hải, nơi tiếp nhận nước từ sông này.

Quy hoạch thoát nước Hà Nội đến năm 2030 và tầm nhìn đến 2050 định ra được một số nhà máy xử lý nước thải (XLNT) tập trung trong khu vực sông Cầu Bây. Đó là các nhà máy XLNT Ngọc Thụy (30.000 m³/ngày), Phúc Đồng (55.000 m³/ngày), An Lạc (53.000 m³/ngày), Đông Dư (45.000 m³/ngày) và Phú Thị (10.000 m³/ngày) [3]. Tuy nhiên cũng có những cơ sở dịch vụ và công trình công cộng nhỏ có nguồn nước thải không thu gom được vào hệ thống thoát nước tập trung. Như vậy, cần thiết phải đánh giá hiện trạng chất lượng nước sông, khả năng tự làm sạch (tiếp nhận nước thải) đồng thời dự báo tình trạng chất lượng nước sông theo các kịch bản phát triển kinh tế xã hội để làm cơ sở đề xuất các giải pháp bảo vệ môi trường nước sông cũng như tổ chức thoát nước và XLNT trong khu vực cho phù hợp.

¹PGS.TS, Khoa Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Xây dựng.

²KS, Khoa Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Xây dựng.

³ThS, Khoa Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Xây dựng.

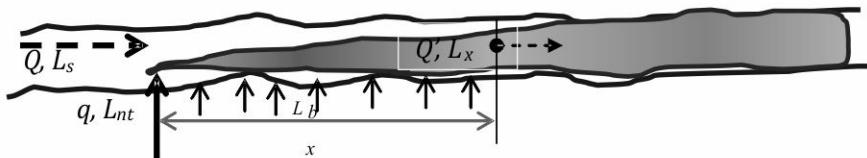
*Tác giả chính. E-mail: hatd@nuce.edu.vn.



Các mô hình tính toán và dự báo ô nhiễm sông nội đô tiếp nhận nước thải đô thị chủ yếu dựa trên quy luật chuyển hóa các chất hữu cơ không bền vững (theo chỉ tiêu BOD_5) đặc trưng bằng hệ số phân hủy sinh học chất hữu cơ K_{ts} trong dòng chảy. Đối với từng sông khác nhau, hệ số K_{ts} sẽ khác nhau, phụ thuộc vào các yếu tố liên quan đến khả năng tự làm sạch của sông: nồng độ BOD_5 ban đầu, nhiệt độ nước, vận tốc dòng chảy, lượng oxy bô cập, hệ vi sinh vật và thực vật thủy sinh trong sông,... [4,5]. Mỗi một sông sẽ có một hệ số K_{ts} riêng và xác định trên cơ sở thực nghiệm tại đó. Như vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là xác định hệ số K_{ts} đặc trưng của sông Cầu Bây để hiệu chỉnh cho các mô hình chất lượng nước khi tính toán, đánh giá và dự báo ô nhiễm nước sông.

2. Quy luật lan truyền chuyển hóa các chất ô nhiễm và phương pháp xác định hệ số phân hủy sinh học chất hữu cơ K_{ts} trong dòng chảy sông sau khi tiếp nhận nước thải

Trong sông tiếp nhận nước thải sinh hoạt, các chất ô nhiễm hữu cơ được oxy hóa bởi các loại vi khuẩn có trong nước sông và quá trình này đặc trưng bằng hệ số phân hủy sinh học chất hữu cơ K_t . Quá trình lan truyền và chuyển hóa các chất ô nhiễm trong dòng sông được thể hiện trên Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ lan truyền ô nhiễm trong dòng chảy sông sau khi tiếp nhận nước thải

Để đánh giá chất lượng nước sông sau khi tiếp nhận nước thải đô thị theo sơ đồ lan truyền và chuyển hóa chất ô nhiễm nêu trên người ta thường đưa hệ số K_t , vào mô hình tính toán [5,6]. Hàm lượng BOD_5 lớn nhất trong dòng hỗn hợp nước sông và nước thải L_t theo thời gian dòng chảy t là [5,7]:

$$L_t = L_s \cdot 10^{-K_{ts}t} + \frac{1}{n}(L_{nt} - L_s) \cdot 10^{-K_{t,hh}t} + L_b \quad (1)$$

trong đó: K_{ts} và $K_{t,hh}$ là các hệ số chuyển hóa chất ô nhiễm hữu cơ theo BOD_5 trong nước sông thoát nước và trong dòng hỗn hợp nước sông và nước thải, ngày⁻¹; n là số lần pha loãng; L_b là lượng chất hữu cơ tính theo nồng độ BOD_5 bổ sung vào dòng chảy.

Hệ số K_t là hằng số tốc độ phản ứng bậc 1 quá trình oxy hóa sinh hóa các chất hữu cơ trong hỗn hợp nước thải và nước sông, nó đặc trưng cho khả năng tự làm sạch các chất hữu cơ dễ oxy hóa sinh hóa (đặc trưng bằng BOD_5) trong nước sông theo các yếu tố nhiệt độ, vận tốc dòng chảy và các yếu tố môi trường khác nên là đại lượng thực nghiệm. Tuy nhiên trong trường hợp coi nước thải xả vào các đoạn sông được xáo trộn hoàn toàn ngay trước điểm nghiên cứu, biểu thức (1) có thể biểu diễn như sau:

$$L_{t,i} = L_{s,i} \cdot 10^{-K_{ts}t_{x,i}} + L_{b,i} \quad (2)$$

trong đó: $L_{t,i}$ là BOD_5 của hỗn hợp nước thải và nước sông cuối đoạn (i-1) – (i), mg/L; $L_{s,i}$ là BOD_5 của hỗn hợp nước thải và nước sông đầu đoạn (i-1) – (i), mg/L; $L_{b,i}$ là BOD_5 bổ sung do các miệng xả phân tán (các ống thoát nước ven sông $D \leq 200$ mm) vào sông, mg/L.

Như vậy mục tiêu của nghiên cứu này là: xác định các hệ số K_{ts} và nồng độ BOD_5 bổ sung phù hợp với đoạn sông theo biểu thức (2) để đưa vào mô hình tính toán tự làm sạch cho từng đoạn sông sau khi tiếp nhận nước thải theo biểu thức (1).

Đối với mô hình chất lượng nước dòng chảy sau khi tiếp nhận nước thải đô thị, BOD_5 ban đầu (L_o) và K_{ts} là hai thông số quan trọng, trong đó BOD_5 cho biết chính xác mức độ ô nhiễm hữu cơ của thuỷ vực và K_{ts} chỉ ra tốc độ phân huỷ của các hợp chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học trong thuỷ vực đó. Việc xác định các hệ số K_{ts} khá phức tạp, nó phụ thuộc vào nồng độ và đặc điểm chất hữu cơ trong nước, nhiệt độ, vận tốc dòng chảy thuỷ vực,... Hệ số K_{ts} của dòng chảy sông có tiếp nhận nước thải được đặc trưng bằng biểu thức [5]:

$$K_{ts} = K_d \times K_g \quad (3)$$

trong đó: K_d là hằng số tốc độ oxy hóa sinh hóa các chất hữu cơ trong hỗn hợp nước sông lấy tại vị trí đầu tiên với điều kiện ủ mẫu 20°C trong phòng thí nghiệm; K_g là hệ số tính đến điều kiện thực tế của dòng chảy (thủy vực) nghiên cứu: vận tốc dòng chảy, nhiệt độ nước, ...

Quá trình phân huỷ sinh học các hợp chất hữu cơ bởi vi sinh vật tuân theo phương trình động học bậc 1 và lượng oxy hòa tan bị tiêu thụ sinh học y , sau thời gian t , mg/L, được xác định như sau:

$$y_t = L_o[1 - \exp(-k_d t)] \text{ hay } y_t = L_o(1 - 10 - K_g t) \quad (4)$$



trong đó: L_0 là BOD_5 ban đầu, mg/L; k , và K_i là hằng số tốc độ phân huỷ sinh học chất hữu cơ theo cơ số e và cơ số thập phân; $k_i = 2,303 K_i$, ngày⁻¹;

Giá trị $L_i \cdot 10^{K_i t}$, chính là L_i , và hàm lượng oxy hòa tan còn lại trong mẫu nước x_i , sau thời gian t sẽ là:

$$x_i = x_0 \cdot y_i = x_0 - L_0 \cdot (1 - 10^{-K_i t}) \quad (5)$$

Như vậy hằng số tốc độ phân huỷ chất hữu cơ trong hỗn hợp nước sông với nước thải ở 20°C trong điều kiện tĩnh (mẫu ủ) được xác định bằng cách theo dõi độ giảm sút (tiêu thụ) oxy hàng ngày, trong khoảng thời gian đủ dài để các hợp chất hữu cơ có khả năng oxi hoá sinh học bị phân hủy gần như hoàn toàn, thông thường là 5 ngày trở lên.

Trên dòng chảy sông từ thời điểm 0 đến vị trí tương ứng thời điểm n , BOD_5 của hỗn hợp nước sông và nước thải thay đổi từ L_0 đến L_n . Nếu chia chiều dài sông tương ứng thời gian dòng chảy t thành n đoạn thì ta sẽ có biểu thức:

$$K_{ls} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{1,t_i} L_{0,t_{i-1}} 10^{-K_{1,t_i} t_i}}{\sum_{i=1}^n L_{0,t_{i-1}} \cdot 10^{-K_{1,t_i} t_i}} \quad (6)$$

trong đó: K_{1,t_i} , ngày⁻¹, là hệ số phân huỷ sinh học chất hữu cơ trên đoạn sông tương ứng thời điểm $i-1$ đến i ; t_i là khoảng thời gian dòng chảy từ thời điểm $i-1$ đến i , ngày; $L_{0,t_{i-1}}$ là BOD_5 đầu đoạn sông thứ i , mg/L.

Từ các biểu thức (3) và (6) có thể xác định được đại lượng K_i của hỗn hợp nước sông và nước thải trên đoạn dòng chảy nghiên cứu.

3. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm để xác định hệ số K_{ls}

Hệ số tự làm sạch của sông Cầu Bây chính là hệ số phân huỷ sinh học chất hữu cơ K_{ls} được xác định trên cơ sở lấy mẫu nước để phân tích nhiệt độ, DO và BOD_5 vào các thời điểm mùa mưa và mùa khô. Mười một (11) điểm lấy mẫu được lựa chọn trên đoạn sông từ Đa Tốn đến Xuân Thụy (huyện Gia Lâm) thể hiện trên Hình 2. Đây là đoạn hạ lưu sông, nơi không có các nguồn thải tập trung đổ vào, có chiều dài 5000 m với kích thước mặt cắt sông ổn định.



Hình 2. Sơ đồ vị trí lấy mẫu trên sông Cầu Bây

Phương pháp lấy mẫu nước sông theo [8].

Hằng số K_i trong điều kiện tĩnh được xác định theo tốc độ tiêu thụ oxy trong điều kiện ủ mẫu nước số 1 (điểm đầu đoạn sông) ở 20°C trong vòng 5 ngày. BOD_5 trong sông dự kiến là 50-80 mg/L nên nước mẫu được pha loãng 20 lần. Quá trình nitrat hóa trong mẫu ủ được ức chế bằng dung dịch alylthioure (ATU) ($C_4H_8N_2S$) 0,05%. Oxy hòa tan (DO) được đo thường xuyên 12h/lần trực tiếp bằng điện cực theo [9].

Chỉ tiêu BOD_5 của các mẫu nước sông phân tích bằng phương pháp pha loãng trong bình BOD theo [10].



4. Kết quả và thảo luận

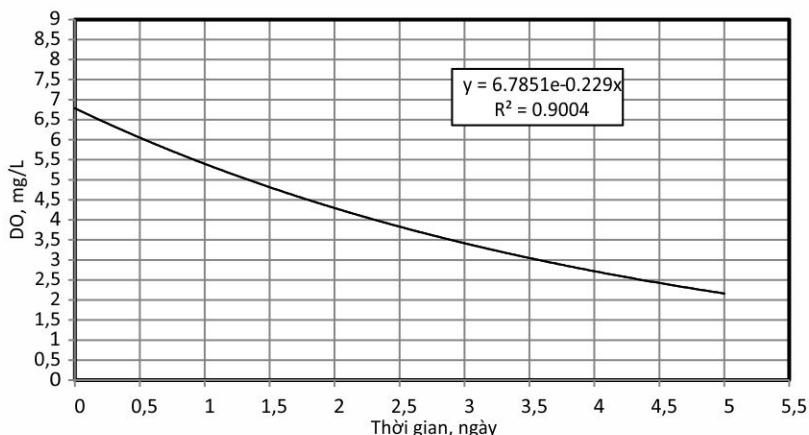
Mẫu nước sông Cầu Bây được lấy vào các thời điểm mùa mưa (tháng 7 và tháng 8 năm 2016) và mùa khô (tháng 2 và 3 năm 2017), tần suất 1 tháng/đợt với độ lặp 2 mẫu (sáng và chiều) trong 1 ngày. Kết quả lấy mẫu và phân tích các mẫu nước sông Cầu Bây theo các chỉ tiêu: nhiệt độ (đo tại chỗ), DO (đo tại chỗ) và BOD₅ (đo tại phòng thí nghiệm) được nêu trong Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả chất lượng nước đoạn sông Cầu Bây cuối năm 2016 và đầu năm 2017

Điểm lấy mẫu	Khoảng cách tính từ điểm 1, m	Số liệu phân tích mùa khô			Số liệu phân tích mùa mưa		
		Nhiệt độ, °C	DO, mg/L	BOD ₅ , mg/L	Nhiệt độ, °C	DO, mg/L	BOD ₅ , mg/L
1	0	22,5	1,5	65±4,5	21,3	2,8	38,3±2,9
2	600	23	1,9	56,5±3,8	21,5	2,8	35,5±2,8
3	1000	22,5	2,1	50,5±3,5	22,3	2,6	32,8±2,8
4	1500	22,7	1,2	45,1±3,5	21,9	2,9	29,1±2,6
5	2000	23,1	1,9	40,3±3,5	21,7	2,9	27,9±2,6
6	2700	23,4	2,2	36,2±2,9	22,2	3,1	26,2±2,6
7	3100	22,8	2,2	35,2±2,9	22,5	3,1	25,2±2,5
8	3600	23	2,5	34,3±2,9	22,1	3,2	24,8±2,4
9	4000	22,5	2,6	33,6±2,7	21,8	2,9	24,5±2,3
10	4500	22,7	2,6	33±2,5	22,1	3,3	24,1±2,2
11	5000	23,5	2,8	32,2±2,5	22,4	3,3	23,9±2,2

Kết quả phân tích các mẫu nước sông cho thấy phần lớn (81% số mẫu) giá trị BOD₅ vượt ngưỡng quy định đối với nguồn nước B2 theo [2]. Sông trong tình trạng thiếu oxy (DO trong sông dao động từ 1,5 đến 3,3 mg/L). Trong các thời điểm lấy mẫu, nhiệt độ nước sông (tầng trên, cách mặt nước 0,4 m) nằm trong khoảng từ 21°C đến 23,5°C. Kết quả quan trắc nước sông Cầu Bây trong khu vực đoạn sông nghiên cứu trong năm 2015 của Trung tâm quan trắc tài nguyên và môi trường Hà Nội cũng cho thấy nước sông trong tình trạng ô nhiễm nặng, mức α-mezosaprobe [11].

Với mục tiêu xác định K , trong điều kiện tĩnh ở 20°C đối với nước sông Cầu Bây trong mùa khô (tháng 2 năm 2017), giá trị DO trong 11 bình oxy tương ứng với thời gian ủ mẫu: 0, 0,5, 1,...,5 ngày được nêu trên Hình 3.



Hình 3. Biểu đồ tiêu thụ oxy trong mẫu nước theo thời gian lưu giữ trong các bình oxy ở 20°C



Phân tích tương quan các giá trị DO còn lại (y), mg/L và thời gian ủ mẫu nước (x), ngày, bằng phần mềm excel, có được biểu thức quan hệ giữa hai đại lượng này là:

$$y = 6,7851e^{-0,229x} \quad \text{với } R^2 = 0,9004 \quad (7)$$

Từ (7), xác định được $K_i = 0,229$ ngày $^{-1}$ hay là $K_d = 0,1$ ngày $^{-1}$.

Hệ số K_{ts} của đoạn sông nghiên cứu sẽ dao động theo mùa khô và mùa mưa. Từ các số liệu phân tích BOD₅ các mẫu nước sông theo các đợt mùa khô và mùa mưa, theo biểu thức (6) có được kết quả tính toán xác định hệ số K_{ts} (theo cơ sở logarit thập phân) và K_d trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tính toán xác định K_{ts} và K_d đoạn sông nghiên cứu về các mùa khô và mưa

TT	Khoảng cách X, m	Mùa khô (tháng 2 - 3 năm 2016)					Mùa mưa (tháng 7 - 8 năm 2015)				
		t, ngày	L_0 , mg/L	L_t , mg/L	K_{ts} , ngày $^{-1}$	K_d	t, ngày	L_0 , mg/L	L_t , mg/L	K_{ts} , ngày $^{-1}$	K_d
1	0-600	0,17	65	56,5	0,548	5,48	0,08	38,3	35,5	0,458	4,58
2	600-1000	0,115	56,5	50,5	0,697	6,97	0,055	35,5	32,8	0,697	6,97
3	1000-1500	0,145	50,5	45,1	0,806	8,06	0,07	32,8	29,1	0,806	8,06
4	1500-2000	0,145	45,1	40,3	0,306	3,06	0,075	29,1	27,9	0,306	3,06
5	2000-2700	0,202	40,3	36,2	0,354	3,55	0,091	27,9	26,2	0,354	3,54
6	2700-3100	0,115	36,2	35,2	0,368	3,68	0,06	26,2	25,2	0,368	3,68
7	3100-3600	0,144	35,2	34,3	0,169	1,7	0,072	25,2	24,8	0,169	1,69
8	3600-4000	0,115	34,3	33,6	0,193	1,93	0,055	24,8	24,5	0,193	1,93
9	4000-4500	0,145	33,6	33	0,196	1,97	0,064	24,5	24,1	0,196	1,96
10	4500-5000	0,145	33	32,2	0,121	1,21	0,075	24,1	23,9	0,121	1,21

Theo Bảng 2 có được tổng thời gian dòng chảy trên đoạn sông nghiên cứu là 1,441 ngày (về mùa khô) và 0,697 ngày (về mùa mưa). Giá trị K_{ts} trung bình về mùa khô là: 0,305 ngày $^{-1}$ và về mùa mưa là: 0,388 ngày $^{-1}$; tương ứng các hệ số K_d về mùa khô là 3,05 và về mùa mưa là 3,88. Từ kết quả tính toán cho thấy:

- Hệ số K, xác định được trong điều kiện tĩnh (phòng thí nghiệm) ở 20°C là 0,1 ngày $^{-1}$, tương tự như các kết quả nghiên cứu trước đây theo [4, 5], cho thấy sông Cầu Bây chủ yếu tiếp nhận nước thải có thành phần tương tự như nước thải sinh hoạt.

- Nhiệt độ nước sông về mùa khô (tháng 2 và tháng 3 năm 2017) và mùa mưa (tháng 7 và tháng 8) dao động không lớn nên yếu tố này không ảnh hưởng đến tốc độ chuyển hóa các chất hữu cơ trong dòng chảy thực của sông.

- Trong mùa khô, khi vận tốc dòng chảy nhỏ, hệ số phân hủy sinh học các chất hữu cơ trong sông Cầu Bây K_{ts} là 0,305 ngày $^{-1}$ và hệ số điều chỉnh thực tế cho đoạn sông K_d là 3,05.

- Trong mùa mưa, khi vận tốc dòng chảy lớn, hệ số phân hủy sinh học các chất hữu cơ trong sông Cầu Bây K_{ts} là 0,388 ngày $^{-1}$ và hệ số điều chỉnh thực tế cho đoạn sông K_d là 3,9.

- Mỗi một dòng chảy sông có một hệ số phân hủy chất hữu cơ đặc trưng. Đối với các sông thoát nước nội thành Hà Nội, các kết quả nghiên cứu giai đoạn 1985 - 1988 cho thấy: khi vận tốc dòng chảy trong sông là $v \leq 0,2$ m/s và nhiệt độ nước sông trung bình là 25°C (ứng với mùa khô) K_{ts} có thể xác định theo biểu thức [7]:

$$K_{ts} = 0,0142 + 0,14 \lg L_0, \text{ ngày}^{-1} \quad (8)$$

- Nước sông ở Chao Phaya có K , khoảng $0,06$ ngày $^{-1} \div 0,1$ ngày $^{-1}$, nước kênh ở Băng Cốc (Thái Lan) $0,07-0,19$ ngày $^{-1}$ (30°C) theo [4]. Khi sử dụng mô hình Phelps-Streeter để tính toán khả năng tự làm sạch sông Cầu đoạn chảy qua thành phố Thái Nguyên, Cái Anh Tú (2014) đã chọn hệ số K_{ts} là $0,1304$ ngày $^{-1}$ [12].

- Như vậy, các giá trị tính toán K_{ts} và K_d xác định được theo Bảng 2 là phù hợp, có thể đưa vào biểu thức (1) và (2) để tính toán quá trình tự làm sạch nước sông Cầu Bây sau khi tiếp nhận nước thải đô thị khu vực quận Long Biên và huyện Gia Lâm (Hà Nội).



4. Kết luận

Sau khi tiếp nhận nước thải, các chất ô nhiễm sẽ được pha loãng và chuyển hóa theo các biểu thức (1) hoặc (2). Phân hủy sinh học các chất hữu cơ đặc trưng bằng hệ số K_{ts} là quá trình chuyển hóa chủ yếu tạo nên khả năng tự làm sạch của dòng chảy sông. Tuy nhiên hệ số này phụ thuộc vào các điều kiện thực tế dòng chảy như: vận tốc dòng chảy, nhiệt độ và các điều kiện môi trường khác. Đối với sông Cầu Bây, dòng chảy chính tiếp nhận các nguồn nước thải sinh hoạt và dịch vụ từ các quận Long Biên và huyện Gia Lâm thành phố Hà Nội, hằng số K_t trong điều kiện tĩnh liên quan đến thành phần hữu cơ trong nước thải, xác định được là $0,1 \text{ ngày}^{-1}$. Các hệ số điều chỉnh thực tế K_d về mùa khô là 3,05 và về mùa mưa là 3,9. Tương ứng, hệ số K_{ts} dùng tính toán tự làm sạch nguồn nước sông Cầu Bây K_{ts} là $0,305 \text{ ngày}^{-1}$ (mùa khô) và $0,388 \text{ ngày}^{-1}$ (mùa mưa).

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này một phần được tài trợ bởi đề tài cấp thành phố của Hà Nội; mã số: 01C-09/01-2016-3.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Thế Lực (2013), *Đánh giá hiện trạng ô nhiễm nước sông Cầu Bây và đề xuất biện pháp giảm thiểu*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Thủy lợi.
2. QCVN 08-MT:2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặn.
3. UBND thành phố Hà Nội (2013), *Quy hoạch thoát nước Thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050*.
4. Vu Quyet Thang (1984), *Evaluation of k_d for BOD in tropical rivers*, Thesis of Master of Science, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
5. Rodzinler I.D (1985), *Dự báo chất lượng nguồn nước sau khi tiếp nhận nước thải*, Nhà xuất bản Xây dựng Leningrad (bản tiếng Nga).
6. Trần Đức Hạ (2015), "Xây dựng mô hình tính toán chất lượng nước sông mương thoát nước đô thị", *Tạp chí Khoa học công nghệ Xây dựng* (ĐHXD), 25:80-85.
7. Trần Đức Hạ (1991), *Mô hình hóa quá trình tự làm sạch chuỗi kênh hồ đô thị trong điều kiện Việt Nam*, Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Xây dựng Leningrad.
8. TCVN 6663-6:2008 (ISO 5667-6:2005), *Chất lượng nước - Lấy mẫu - Phần 6: hướng dẫn lấy mẫu ở sông và suối*.
9. TCVN 7325:2004 (ISO 5814:1990): *Chất lượng nước - Xác định ôxy hòa tan - Phương pháp đầu đo điện hóa, trong 11 bình oxy thể tích 300 mL chứa nước mẫu số 1 pha loãng*.
10. TCVN 6001-1:2008 (ISO 5815-1:2003) *Phần 1: Phương pháp pha loãng và cây cỏ bổ sung allythioure*.
11. Trung tâm quan trắc tài nguyên và môi trường Hà Nội (2015), *Báo cáo kết quả quan trắc môi trường nước mặt Hà Nội năm 2015*.
12. Cái Anh Tú (2014), "Áp dụng hệ số ô nhiễm BOD, COD, SS và mô hình Streeter-Phelps để tính toán thải lượng ô nhiễm một số nguồn thải", *Tạp chí Môi trường*, 11:40-45.