

XỬ LÝ NƯỚC RÁC

1. ĐẶC TRƯNG Ô NHIỄM VÀ GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ TỔNG THỂ

Đến Tòa soạn 5-3-2004

LÊ VĂN CÁT

Viện Hóa học - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

SUMMARY

The investigation of leachate pollution in four different site in North Vietnam shows COD and phosphorus contents are not high, leachate is heavily polluted by nitrogen compounds. The concentration of all concerning parameters varies in wide range of low in raining phase and high in dry season. An appropriate treatment technology has to consists of anoxic unit as predenitrification step or similar version to utilise the COD from the leachate source. The SBR technology may be applied to overcome the large variation of the pollution degree and flow rate characteristics.

I - ĐẶT VẤN ĐỀ

Thiết kế xây dựng một hệ thống nước thải ngoài yếu tố công suất còn cần tới đặc trưng ô nhiễm và các điều kiện tự nhiên xung quanh của hệ sẽ hoạt động. Các số liệu này cần có tính đại diện cao bởi lẽ nó là các thông số công nghệ đầu tay dùng trong tính toán thiết kế kỹ thuật.

Ngoài các đặc điểm chung về đặc trưng ô nhiễm của nước thải, nước rác có những yếu tố đặc thù có liên quan trực tiếp tới công nghệ xử lý do:

- Chịu sự tác động mạnh của điều kiện thời tiết, khí hậu, tập quán và mức sinh hoạt của cộng đồng thải rác.

- Nước rác thuộc loại đã được xử lý “dở dang” do các quá trình phân hủy yếm khí trong quá trình chôn lấp, vì vậy những thành phần dễ phân hủy (chất hữu cơ) hầu như bị cạn kiệt trong thành phần nước rác, các chất khó phân hủy được tập trung với mức độ càng cao khi quá trình phân hủy tự nhiên càng sâu.

Trên cơ sở các số liệu đại diện về độ ô nhiễm có thể xác lập được sơ đồ công nghệ xử lý thích hợp bao gồm các tiêu chí như tổ hợp các

quá trình đơn lẻ, hiệu quả của từng quá trình và các yếu tố thành phần ảnh hưởng lên từng quá trình riêng lẻ cũng như tổ hợp của cả hệ thống.

Với mục đích xây dựng qui trình công nghệ xử lý có khả năng áp dụng được cho nhiều địa phương cho nên trước mắt các đặc trưng ô nhiễm của nước rác được nghiên cứu thuộc vùng miền bắc, nơi có thời tiết nóng lạnh khá rõ ràng. Song song với việc nghiên cứu ô nhiễm, các nghiên cứu về công nghệ xử lý đơn lẻ như: keo tụ, oxi hóa hóa học, xử lý vi sinh yếm khí, hiếu khí, thiếu khí cũng như tổ hợp của chúng cũng được tiến hành trong phòng thí nghiệm trên các mẫu nước rác được lấy từ hiện trường.

2. Khảo sát và thí nghiệm

Các bãi rác được khảo sát nằm ở Hà Nội (Nam Sơn), Nam Định, Hải Phòng và Quảng Ninh. Tại mỗi bãi rác mẫu được lấy tại ba địa điểm có khoảng cách khác nhau (từ gần tới xa) so với nguồn phát thải. Tại mỗi điểm, nước rác được lấy ở các độ sâu khác nhau và trộn đều. Tần xuất lấy mẫu là 2 lần/tháng kéo dài trong suốt thời gian mùa mưa và một phần mùa khô. Đặc trưng ô nhiễm và các yếu tố ảnh hưởng đến công nghệ xử lý được đánh giá gồm: pH, cặn không tan, COD,

tổng nitơ Kjeldahl, amoni, nitrat, nitrit, axit hữu cơ dễ bay hơi (VFA), tổng photpho, canxi, magie, độ kiềm, sunfat và clorua.

Đo pH được tiến hành trên máy Mettler Toledo MP 220. Các chỉ tiêu COD, hợp chất nitơ, photpho, VFA, sunfat được xác định theo phương pháp đo quang phù hợp với tiêu chuẩn của APHA [1]. Các chỉ tiêu khác được xác định theo phương pháp chuẩn độ hóa học hoặc khối lượng.

II - KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Đặc trưng ô nhiễm

Một số đặc trưng ô nhiễm chính của nước rác tại các bãi chôn lấp được ghi lại trong các bảng 1 - 4.

Rác hữu cơ trong quá trình chôn lấp bị phân hủy chủ yếu bởi tập đoàn vi sinh yếm khí: thủy phân, tạo ra axit và khí metan. Các giai đoạn trên xảy ra kế tiếp nhau, tùy thuộc vào mức độ phân hủy (tuổi của bãi rác, điều kiện tự nhiên thúc đẩy quá trình như nhiệt độ, độ ẩm hoặc các

yếu tố kìm hãm) mà tỷ lệ các thành phần của từng loại là khác nhau. Nồng độ của từng tạp chất còn phụ thuộc vào yếu tố pha loãng (mưa) hoặc cô đặc (bốc hơi) tùy thuộc vào diện tích mặt thoáng của bãi rác cũng như các hồ chứa nước rác [2].

Đặc trưng COD

COD là thành phần chất hữu cơ có thể phân hủy do các phản ứng oxi hóa hóa học (với bicromat, T = 150°C, thời gian 2 giờ, xúc tác ion bạc), trong đó có một phần có khả năng sinh hủy. Khác với nhiều tài liệu, nước rác thường có COD cao, đặc biệt là các số liệu của các nước tây và bắc Âu [2, 3], trị số COD của nước rác tại các bãi đã khảo sát có giá trị không cao (bảng 1). Số liệu cao nhất thu được chỉ tới 3400 và thấp nhất là 200 mg O₂/l, giá trị thường gặp nằm trong khoảng 600 - 1400 mg O₂/l tùy thuộc vào địa điểm lấy mẫu. Một điều rất đáng chú ý là trong COD lượng chất hữu cơ trơ không có khả năng sinh hủy có giá trị 300 - 400 mg O₂/l và một phần có thể loại bỏ qua quá trình keo tụ với phèn nhôm (sẽ trình bày trong các bài báo tiếp theo).

Bảng 1: Sự biến động COD (mg O₂/l) của nước rác tại các bãi rác Hải Phòng, Nam Định, Nam Sơn, Quảng Ninh theo vị trí và thời gian

Ngày	Hải Phòng			Nam Định			Nam Sơn			Quảng Ninh		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
03/07/03	1605	1635	1690				-	-	-	1325	1190	700
30/07/03	1295	1080	1125	333	565	588	946	323	275	1355	1216	354
27/08/03	3400	879	868	798	360	339	610	450	376	465	505	484
10/09/03	1215	539	616	201	234	245	551	310	238	1735	1455	1440
22/09/03	1955	2010	2140	303	456	310	440	365	235	3160	240	275
06/10/03	1520	1815	1885	231	339	261	502	477	260	-	-	439
22/10/03	1575	1785	1685	186	269	239	559	391	317	213	201	169
12/11/03	1920	1910	1810	301	262	246	547	350	299	415	385	439
28/11/03	2205	2145	2275	283	304	261	650	371	357	415	385	439
23/12/03	2580	2680	2800	303	489	329	550	380	325	714	556	680
10/02/04	2185	2165	2185	443	302	268	1235	579	408	1205	1100	1270

Axit hữu cơ dễ bay hơi

Axit hữu cơ dễ bay hơi (VFA) là hợp chất hữu cơ trung gian của quá trình phân hủy yếm khí, là nguyên liệu cho giai đoạn metan hóa nên có thể cho rằng chúng là hợp chất dễ sinh hủy. Giá trị của chúng thường rất thấp, hay gặp trong khoảng 30 - 70 mg/l (tính theo axit axetic), tuy nhiên đôi lúc cũng nhận được giá trị cao tới 1300 mg/l với xác suất thấp (bảng 2).

Bảng 2: Sự biến động VFA (mg CH₃COOH/l) của nước rác tại các bãi rác Hải Phòng, Nam Định, Nam Sơn, Quảng Ninh theo vị trí và thời gian

Ngày	Hải Phòng			Nam Định			Nam Sơn			Quảng Ninh		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
03/07/03	22,4	22,4	18,5	-	-	-	-	-	-	247,4	213,4	13,5
30/07/03	11,2	18,5	18,5	20,2	72,8	31,4	137,5	12,8	6,8	377,2	415,4	72,4
27/08/03	570,4	29,8	16,3	494,2	13,5	18,2	13,5	6,7	11,2	227,4	230,5	227,4
10/09/03	583,5	45,7	224,4	29,4	25,2	20,7	13,5	10,1	12,1	1571	1291	1158
22/09/03	280,4	237,5	303,1	11,2	146,5	22,8	22,4	16,8	13,7	1380	52,4	22,7
06/10/03	112,2	258,4	280,8	34,8	27,4	27,3	40,5	34,8	27,4	-	-	628,4
22/10/03	27,4	25,2	45,8	11,2	11,2	11,2	112,4	38,9	22,4	13,5	11,2	13,5
12/11/03	22,4	25,0	22,4	11,2	11,2	15,7	15,7	11,2	20,0	11,2	15,7	22,4
28/11/03	33,7	51,6	33,7	22,4	22,4	20,2	53,8	22,4	22,4	15,7	24,7	20,2
23/12/03	44,8	33,7	38,2	48,4	26,9	22,4	54,2	44,8	33	22,4	22,4	33,6
10/02/04	40,4	37,9	44,8	38,2	30,8	40,4	121	90,7	38,2	76,3	45,2	49,8

Cả giá trị COD và VFA đều dao động trong khoảng rất rộng, lệch nhau có thể tới 20 lần. Trừ những đợt biến về thời tiết và thao tác kỹ thuật vận hành bãi chôn lấp rác, đặc trưng ô nhiễm do chất hữu cơ của các bãi rác khác nhau không nhiều.

Hợp chất nitơ

Hợp chất nitơ trong nước rác được quan tâm gồm: nitơ trong chất hữu cơ (protein, axit amin), amoni. Trong quá trình phân tích, tổng của hai loại trên được gán cho trị giá tổng nitơ Kjeldahl, TNK, hiệu số giữa TNK và amoni chính là lượng hợp chất nitơ hữu cơ. Trong quá trình phân hủy vi sinh, các hợp chất hữu cơ chứa nitơ bị thủy phân thành amoni, vi sinh vật hấp thu

một phần amoni để xây dựng tế bào và khi chết đi lại lặp lại quá trình trên.

Khả năng oxi hóa amoni thành nitrit, nitrat trong điều kiện yếm khí xảy ra rất ít, vì vậy nên nồng độ nitrit, nitrat trong nước rác không vượt quá 0,1 mg/l.

Hàm lượng amoni thường chiếm 60 - 85% của TNK và nằm trong khoảng 15 đến 1015 mg N/l, tức là khoảng dao động lên đến 70 lần (bảng 3, 4). Hàm lượng amoni có xu hướng tăng cao về mùa khô và giảm về mùa mưa. Ngoài nguyên nhân do diễn biến của quá trình phân hủy vi sinh có thể còn do quá trình quang hợp và phân hủy của tảo khi lưu giữ nước tại các hồ chứa: mùa nắng tảo phát triển mạnh hấp

Bảng 3: Sự biến động NTK (mg N/l) của nước rác tại các bãi rác Hải Phòng, Nam Định, Nam Sơn, Quảng Ninh theo vị trí và thời gian

Ngày	Hải Phòng			Nam Định			Nam Sơn			Quảng Ninh		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
03/07/03	256	204	324	-	-	-	-	-	-	267	200	284
30/07/03	379	279	277	140	102	132	316	188	61	395	293	221
27/08/03	750	276	268	98	72	90	353	163	252	80	55	96
10/09/03	174	141	139	34	48	49	482	204	109	94	88	101
22/09/03	446	426	450	135	152	142	673	487	270	365	97	103
06/10/03	377	383	435	273	216	148	456	375	186	-	-	176
22/10/03	513	577	583	248	188	129	542	404	282	133	171	113
12/11/03	572	526	533	89	65	104	476	268	275	227	323	313
28/11/03	661	657	670	129	95	74	580	366	282	235	273	274
23/12/03	920	925	902	78	111	78	626	311	278	343	400	339
10/02/04	1021	1010	1015	122	78	44	785	629	305	522	542	655

Bảng 4: Sự biến động NH_4^+ (mg N/l) của nước rác tại các bãi rác Hải Phòng, Nam Định, Nam Sơn, Quảng Ninh theo vị trí và thời gian

Ngày	Hải Phòng			Nam Định			Nam Sơn			Quảng Ninh		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
03/07/03	164	156	179	-	-	-	-	-	-	191	179	251
30/07/03	265	220	213	49	44	55	192	58	31	275	276	102
27/08/03	620	226	238	84	59	62	300	112	134	76	55	84
10/09/03	159	104	105	15	17	27	470	193	95	75	68	80
22/09/03	402	425	442	94	134	121	405	387	152	355	86	94
06/10/03	325	380	405	234	166	96	415	335	166	-	-	123
22/10/03	480	512	514	178	129	85	418	373	269	118	121	94
12/11/03	552	512	520	88	46	97	385	227	204	217	280	264
28/11/03	567	585	595	112	67	66	515	344	245	207	204	210
23/12/03	905	975	855	69	101	65	540	275	230	320	362	332
10/02/04	1015	960	955	106	64	28	715	607	305	477	507	602

thu amoni (lượng protein trong tảo có thể tới 50% khối lượng khô), sau giai đoạn phát triển chúng bị chết lắng xuống đáy hồ và bị phân hủy yếm khí giống như quá trình phân hủy rác.

Hợp chất photpho

Lượng photpho trong nước rác không lớn, rất ít khi vượt quá 20 mg P/l, trị số hay gặp là 4 - 10 mg/l. Điều này có thể do trong nước rác có mặt của một số ion kim loại có khả năng tạo chất kết tủa với photphat, ví dụ Ca^{2+} hoặc các ion kim loại khác. Trong nước rác, tỷ lệ giữa $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ thấp hơn nhiều so với nước tự nhiên (nước mặt, nước ngầm). Rất có thể một phần ion Ca^{2+} đã kết tủa với photphat dưới dạng canxi photphat ít tan [4].

Cặn không tan

Cặn không tan trong nước rác không cao, giá trị thường gặp từ 150 - 250 mg/l. Cặn không tan chủ yếu là chất hữu cơ: tảo, xác vi sinh vật, thuộc loại keo ưa nước.

Một số các đặc trưng ảnh hưởng tới công nghệ xử lý

Các đặc trưng: độ kiềm, sunfat, clorua là các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xử lý vi sinh. Độ kiềm (bicacbonat) là thành phần cơ chất của loại vi sinh oxi hóa amoni (nitrosomonas, nitrobacter), trong quá trình xử lý hiếu khí kiềm bị tiêu hao khoảng 7 g/g amoni, tuy nó được bù lại (sinh ra khoảng 40% trong quá trình khử nitrat). Độ kiềm của nước rác cao, có thể đạt giá trị

4000 mg/l, mức độ dao động cao nhất khoảng 400%. Sunfat là nguyên liệu của quá trình chuyển hóa vi sinh (Thiobacillus) thành sản phẩm ion sunfua trong điều kiện yếm khí, giá trị thường gặp là 400 - 600 mg/l, giá trị thấp nhất là 40 và cao nhất là 1140 mg/l.

Clorua hầu như không tham gia vào quá trình chuyển hóa (thế oxi hóa khử cao) nhưng nó là yếu tố có ảnh hưởng tới hoạt tính vi sinh trong nhiều quá trình xử lý vi sinh (yếm khí, hiếu khí, thiếu khí). Nồng độ clorua thường gặp là 800 - 1700 mg/l, giá trị cao nhất là 3100 và thấp nhất là 250 mg/l.

2. Phân tích về mặt công nghệ

Trong xử lý nước thải theo phương pháp vi sinh, trình độ công nghệ (kỹ thuật) được chia làm ba thứ bậc khác nhau: xử lý sơ cấp, thứ cấp và bậc ba (tiên tiến). Xử lý sơ cấp chủ yếu là làm trong nước, tách loại cặn không tan. Xử lý thứ cấp bao gồm thêm cả giai đoạn loại bỏ chất hữu cơ COD, còn xử lý bậc ba cần thêm cả giai đoạn khử nitơ và photpho.

Để đảm bảo tiêu chuẩn thải hiện hành, công nghệ xử lý nước rác cần phải áp dụng là bậc ba.

Với số liệu thu được từ các bãi rác khác nhau, hàm lượng photpho thấp, trong một số trường hợp cần phải bổ sung thêm để duy trì hiệu quả hoạt động của vi sinh. Đối tượng cần giải quyết chính là COD và hợp chất nitơ. Chúng ta sẽ xem xét tính cân bằng giữa chúng

trên cơ sở các quá trình vi sinh yếm khí, hiếu khí và thiếu khí cũng như tổ hợp của chúng.

Quá trình xử lý yếm khí chỉ cho phép làm giảm được COD phân có khả năng sinh huỷ, tức là tiếp tục giai đoạn xử lý trước đó xảy ra một cách tự nhiên. Rất dễ dự đoán là hiệu quả xử lý không cao do hàm lượng VFA thấp, COD không cao và chất hữu cơ trong COD có khả năng sinh huỷ kém.

Trong quá trình xử lý hiếu khí xảy ra hai quá trình đồng thời: oxi hóa chất hữu cơ thành nước và khí CO₂, do chủng vi sinh dị dưỡng và oxi hóa amoni thành nitrit, nitrat do chủng vi sinh tự dưỡng nitrifier. Tốc độ xử lý của loại tự dưỡng chậm hơn nhiều so với loại dị dưỡng, vì vậy quá trình oxi hóa amoni sẽ tiếp tục kéo dài khi quá trình oxi hóa COD đã kết thúc.

Xử lý thiếu khí - khử nitrit, nitrat về dạng khí nitơ xảy ra với tốc độ nhanh hơn so với quá trình oxi hóa amoni và cần một lượng COD là tác nhân nhường điện tử (tỷ lệ khoảng 3 COD/1N). Lượng COD có thể bổ sung từ ngoài vào, từ nước rác ban đầu hoặc lợi dụng quá trình phân huỷ nội sinh. Từ các số liệu cho thấy COD trong nước rác không đủ cho quá trình xử lý thiếu khí ngay trong trường hợp tận dụng triệt để từ nguồn. Để tiết kiệm giá thành vận hành một sơ đồ xử lý vi sinh tổ hợp: Thiếu khí → hiếu khí → lắng hoặc các phiên bản của nó ví dụ sơ đồ UCT, Bardenpho 5 giai đoạn...[4] là điều cần xem xét.

Với sơ đồ vận hành có giai đoạn thiếu khí thực hiện trước sẽ giải quyết được vấn đề loại bỏ hợp chất nitơ và tiết kiệm được một phần COD bổ sung nhưng vẫn không giải quyết được khó khăn về sự dao động quá lớn về mức độ ô nhiễm của nước rác theo thời gian. Cũng từ các số liệu phân tích và quan trắc cho thấy: khi lưu lượng lớn thì độ ô nhiễm thấp và ngược lại, hiệu ứng này cho phép nghĩ tới một sơ đồ công nghệ đáp ứng sự dao động về mức độ ô nhiễm và lưu lượng (công suất xử lý của hệ thống): kỹ thuật mẻ kế tiếp giai đoạn (sequence batch reactor SBR), trong đó các giai đoạn hiếu khí, thiếu khí, lắng được thực hiện chỉ trong một bể phản ứng. Hiếu khí, thiếu khí được thực hiện thông qua vận hành, mức độ dao động về độ ô nhiễm được kiểm soát theo thời gian, công suất xử lý của hệ

được cân bằng bởi độ ô nhiễm. Một sơ đồ công nghệ như vậy cũng đã từng được nghiên cứu và áp dụng cho nước rác [5 - 7].

III - KẾT LUẬN

Nước rác tại các bãi chôn lấp đã khảo sát có độ ô nhiễm COD và photpho không cao trong khi ô nhiễm của các hợp chất nitơ rất nặng. Chúng biến động theo thời gian: cao về mùa khô, thấp về mùa mưa.

Độ ô nhiễm của tất cả các thành phần dao động rất lớn.

Đối tượng cần và khó xử lý trong nước rác chính là hợp chất nitơ.

Hệ thống xử lý sinh học cần phải có giai đoạn xử lý thiếu khí và tiến hành trước xử lý hiếu khí nhằm tận dụng một phần COD trong nước rác nguồn.

Áp dụng kỹ thuật xử lý mẻ kế tiếp giai đoạn có khả năng sẽ khắc phục được sự dao động lớn về lưu lượng và độ ô nhiễm của nước rác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. APHA. Standard method for the examination of water and wastewater. 19th edition, washington D. C. (1995).
2. S. A. G. Burton, I. A. Watson. Amonia and nitrogen flux in landfill sites. Waste Management & Research, 16, 41 - 53 (1998).
3. H. D. Robinson, J. R. Gronow. A review of the landfill leachate in the UK. In proceeding Sardina, 4th Intern. Landfill symp (Ed. R. Stegman) Cagliari, Italy CISA, 821 - 832 (1993).
4. WEF. Biological and chemical systems for nutrient removal. Special publication. Alexandria, USA (1998).
5. J. Doeller, P. A. Wilderer. Wat. Sci. Technol. Vol. 34, No. 7, P. 437 - 444 (1996).
6. J. Doyle, S. Watts. Wat. Sci. Technol. Vol 43, No. 3, P. 315 - 322 (2001).
7. G. Yalmaz, I. Ozturk. Wat. Sci. Technol. Vol. 43, No. 3, P. 307 - 314 (2001).

