

УДК 658.562:628.35

**ДОСЛІДЖЕННЯ КОРЕЛЯЦІЇ МІЖ ПОКАЗНИКАМИ СТІЧНОЇ
ВОДИ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ
ХСК І ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН**

Ю.В. Шатохіна, аспірант

О.В. Ковальов, аспірант

Київський національний університет технологій та дизайну

На основі проведених досліджень стічної води м. Славутич розроблено графічні залежності визначення ХСК і концентрації завислих речовин через прозорість для оперативного контролю процесу очищення.

Стічні води, хімічне споживання кисню (ХСК), завислі речовини ($C_{зр}$), прозорість води.

Актуальним завданням, визначеним Загальнодержавною програмою «Питна вода України» на 2011-2020 роки для захисту водних ресурсів і реалізації гарантованих Конституцією України прав громадян на забезпечення питною водою є захист водних ресурсів (у тому числі шляхом зменшення як загального забруднення довкілля, так і забруднення водою недостатньо очищеними стічними водами), поліпшення лабораторного контролю якості процесу очищення стічних вод [1 – 3]. Відомо, що практично 100% діючих спеціалізованих каналізаційно-очисних споруд (КОС) не забезпечують необхідний рівень очищення за окремими компонентами [4]. В зв'язку з тим, що стічні води знаходяться у КОС обмежений час (наприклад, у КОС м. Славутича стічні води перебувають від 7 до 13 годин) особливої уваги потребують оперативні методи контролю процесу очищення для своєчасного здійснення управлінських дій.

Останнім часом в Україні гармонізовано значну кількість міжнародних стандартів з водопостачання і водовідведення, деякі відносяться до методів

контролю і втілюють міжнародний досвід [5]. Але на додаток до цих надійних (але тривалих методів) у реальних умовах діючих станцій очищення стічних вод існує потреба у оперативних методах контролю процесу, тому, зокрема, проводиться робота зі створення оперативних методів контролю, що використовують електропровідність рідин [6,7]. Серед існуючих методів оперативним методом є визначення показника прозорості води (визначається згідно ГОСТ 3351 – 74 практично миттєво). Прозорість води обумовлюється наявністю завислих і колоїдних домішок, і існує певна кореляція між цими показниками, яка використовується для оцінки морської води, питної води [8 – 12], але нами не виявлено публікацій щодо оцінювання концентрації завислих речовин і ХСК стічної води за допомогою цього оперативного показника.

Враховуючи специфіку роботи каналізаційно-очисних станцій їх потребу у оперативних методах контролю процесу і продукції) і той факт, що прозорість визначається дуже оперативно, приходимо до висновку, що дослідження залежності прозорості води від завислих речовин, хімічного споживання кисню є перспективним напрямком для розробки оперативних методів контролю.

Мета дослідження – дослідження залежності між прозорістю води і концентрацією завислих речовин; прозорістю і хімічним споживанням кисню стічної води, розвиток оперативного метода контролю процесу очищення стічної води.

Матеріали та методика досліджень. Проаналізовано показники стічної води у КОС м. Славутич за період з 2001-2013 рр. згідно щомісячних звітів лабораторії хіміко-аналітичного контролю, «Журналу обліку вмісту завислих речовин в стічних водах» та «Робочого журналу ЛХАК з ХСК, прозорості стічних вод», що забезпечило об'єм вибірки – 106 вимірів. Вимірювання прозорості здійснювалось за допомогою шрифту Снеллена №1 згідно ГОСТ 3351-74 [13, 14], визначення ХСК – згідно КНД 211.1.4.021-95 та РНД 16-05-2002 [15,16], визначення завислих речовин – згідно КНД 211.1.4.039-95 та РНД 03-05-2002 [17, 18.]

Результати досліджень. Нами проведено дослідження з метою виявлення залежності між прозорістю і деякими іншими показниками стічної води, визначення яких потребує значного часу, зокрема, ХСК і завислими речовинами. Для розробки математичної моделі нами використовувались показники стічної води, представлені у Табл. 1, Табл.2.

Експериментальні дані оброблено з використанням пакета аналізу Excel по методу найменших квадратів. Встановлено, що експериментальні дані виявляють нелінійну залежність між показниками, що розглядаються. Тому доцільно використовувати замість прозорості обернену функцію, тобто 1/прозорість. Графік оберненої функції прозорості представлено на Рис.1

Отримано рівняння залежності концентрації завислих речовини від оберненої функції прозорості:

$$C_{зр} = -108,06 / Pr^2 + 613,84 / Pr - 22,122$$

з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,8248$,

а також рівняння залежності хімічного споживання кисню від оберненої функції прозорості:

$$ХСК = 716,01 / Pr^2 + 111,79 / Pr + 81,444$$

з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,7842$,

тобто модель достатньо точно описує реальний процес.

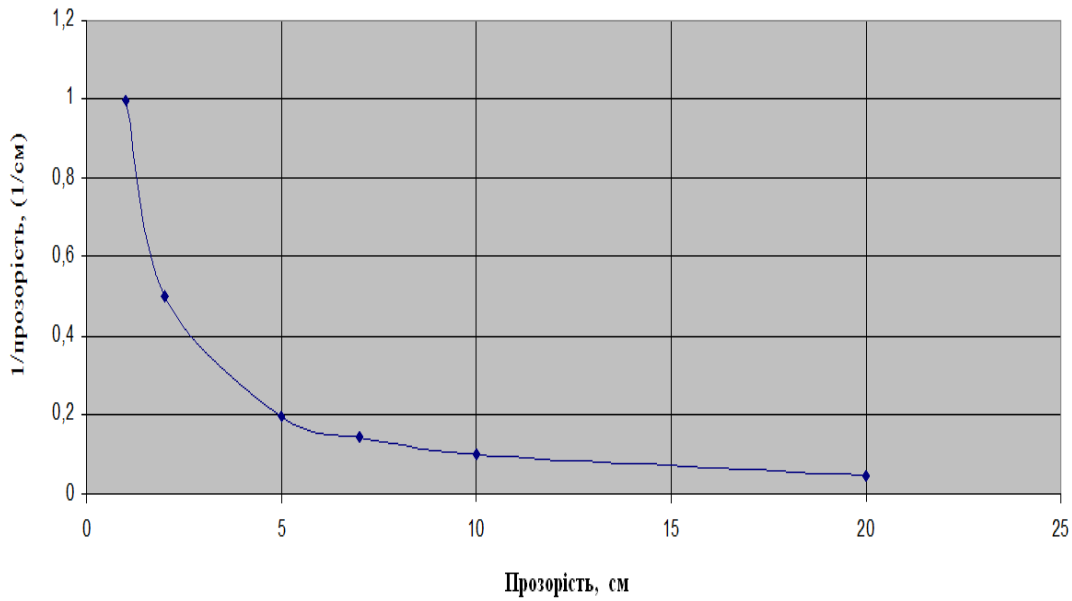


Рис. 1. Переведення експериментально виміряного у стічної води показника прозорості у обернену функцію

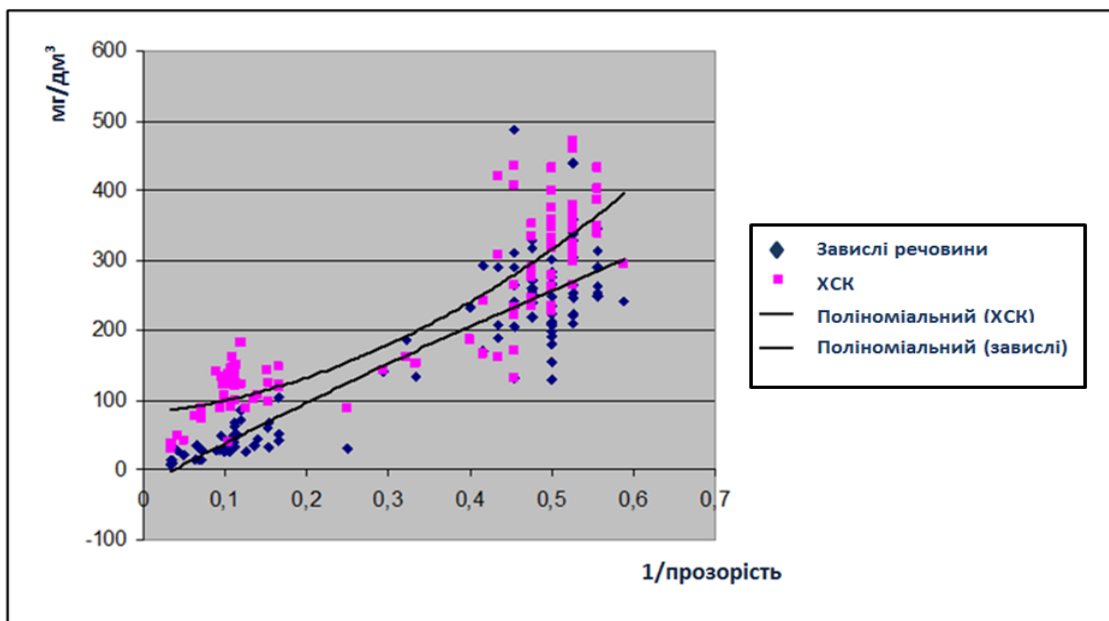


Рис. 2. Залежність показників завислих речовин і ХСК від оберненої функції прозорості

Отримані результати дають можливість використовувати показник прозорості для оперативного контролю персоналом очисної станції концентрації завислих речовин і хімічного споживання кисню за допомогою побудованої нами графіків (рис. 3)

1. Співвідношення між показником прозорості і ХСК

№	Показники стічної води м. Славутич		№	Показники стічної води м. Славутич	
	Прозорість, см	ХСК, мг О ₂ / дм ³		Прозорість, см	ХСК, мг О ₂ / дм ³
1	1,8	403,2	54	4	87,8
2	2	346,6	55	2	316,7
3	1,9	300,5	56	2,1	246
4	2	360	57	14,7	77,5
5	2,1	277,2	58	2,4	166,5
6	2,1	284,2	59	10,5	133
7	2,2	171,7	60	1,9	345,4
8	9,1	135	61	6,6	142,2
9	11	140,6	62	10,6	87,7
10	9,9	121,5	63	2,1	290,5
11	1,8	339,5	64	7,1	107,4
12	1,8	349,8	65	1,9	472
13	1,9	368,9	66	6	148
14	2	278	67	1,9	325
15	2	323	68	2	432
16	2,2	266	69	6,5	124
17	9,6	38,9	70	2	263,5
18	9,5	133,5	71	10,2	121,6
19	1,8	386,8	72	2	331
20	1,9	373,3	73	1,8	338
21	1,9	378,9	74	6	122,9
22	2	320	75	8,4	122,2
23	2,1	237,6	76	1,9	300,3
24	2,1	333,2	77	7,3	101
25	2,2	131,1	78	8,9	99,7
26	9,2	95	79	9,7	137,2
27	1,9	460	80	7,9	87,3
28	1,9	359,2	81	1,9	315,2
29	2,2	435	82	10	107,6
30	2	260	83	2	330
31	2,3	162	84	2	279
32	9	146,4	85	2,1	353
33	9	137,5	86	2,3	309
34	1,8	433	87	9	121
35	2	432,2	88	10	101
36	2	400	89	3	152,3
37	2,2	408	90	2	234

38	9,1	160,8	91	3,4	142,7
39	8,4	181,7	92	24	48,1
40	9,3	145	93	2,2	231
41	8,7	125,4	94	29,3	37,2
42	2	375	95	14	88,2
43	1,9	264,8	96	20	42,8
44	2,3	420	97	28,3	35,2
45	2	227,7	98	15,5	77,8
46	8,7	150	99	28	36,6
47	9	147	100	3,1	162,5
48	2,1	236	101	13,7	73,9
49	6	118,7	102	29	30,3
50	9,2	91,6	103	2,2	232
51	2,2	222	104	2,5	188
52	6,5	97	105	15	77,6
53	1,7	294	106	2,4	243

2. Співвідношення між показником прозорості і завислими речовинами

№	Показники стічної води м. Славутич		№	Показники стічної води м. Славутич	
	Прозорість, см	Завислі речовини, мг/дм ³		Прозорість, см	Завислі речовини, мг/дм ³
1	1,8	345,5	54	4	31,6
2	2	284,3	55	2	191
3	1,9	304,4	56	2,1	219
4	2	265,2	57	14,7	15,4
5	2,1	259,9	58	2,4	293
6	2,1	270,9	59	10,5	49,6
7	2,2	232,7	60	1,9	223,5
8	9,1	48,4	61	6,6	60,1
9	11	28,6	62	10,6	28,7
10	9,9	34,8	63	2,1	328,5
11	1,8	254,2	64	7,1	45,1
12	1,8	313,8	65	1,9	253
13	1,9	358,1	66	6	105,2
14	2	208	67	1,9	210
15	2	283,6	68	2	210
16	2,2	311,5	69	6,5	68,1
17	9,6	31	70	2	155,9

18	9,5	27	71	10,2	29,1
19	1,8	289,9	72	2	268
20	1,9	338,2	73	1,8	263
21	1,9	329,2	74	6	52,5
22	2	212,7	75	8,4	71,6
23	2,1	318,3	76	1,9	247
24	2,1	239	77	7,3	35,8
25	2,2	130,8	78	8,9	32,2
26	9,2	34,3	79	9,7	37,8
27	1,9	439,4	80	7,9	26,2
28	1,9	265	81	1,9	222
29	2,2	290,1	82	10	26,1
30	2	130	83	2	234
31	2,3	290	84	2	181
32	9	39,5	85	2,1	255
33	9	62,6	86	2,3	189
34	1,8	249,4	87	9	62,6
35	2	248,2	88	10	27,2
36	2	224	89	3	133,4
37	2,2	488	90	2	276,8
38	9,1	41,9	91	3,4	141,5
39	8,4	86,2	92	24	28
40	9,3	32,5	93	2,2	264,4
41	8,7	50,4	94	29,3	14
42	2	302,6	95	14	28,8
43	1,9	223,4	96	20	21,6
44	2,3	206,5	97	28,3	13,8
45	2	199,5	98	15,5	15,6
46	8,7	49,3	99	28	11,3
47	9	67	100	3,1	187,6
48	2,1	252	101	13,7	13,7
49	6	42	102	29	7,4
50	9,2	39,2	103	2,2	205
51	2,2	243	104	2,5	232,8
52	6,5	33	105	15	35,8
53	1,7	243	106	2,4	171

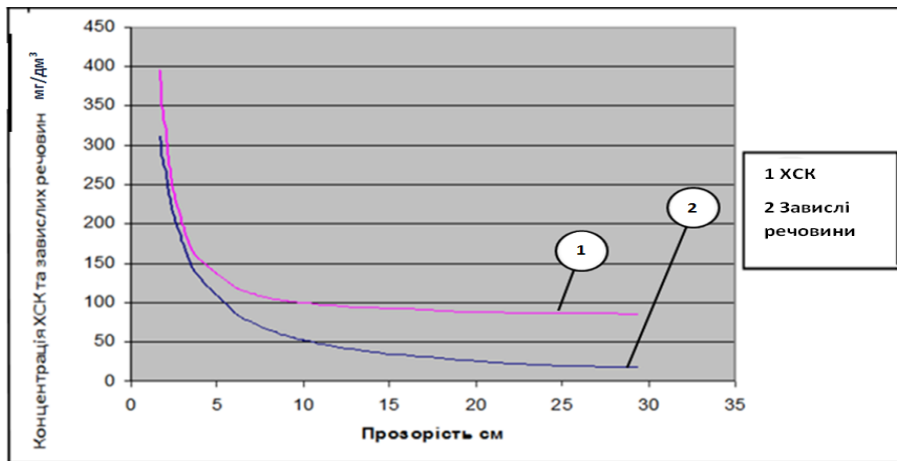


Рис.3. Визначення концентрації завислих речовин і ХСК від прозорості стічної води м. Славутич

Висновки

1. Отримано математичну модель залежності хімічного споживання кисню, а також залежності концентрації завислих речовин від оберненої функції прозорості стічної води .

2. Дістав подальшого розвитку метод контролю якості стічної води за допомогою графіків, для побудови яких отримано математичні залежності «прозорість – концентрація завислих речовин», «прозорість –ХСК», що дає можливість оперативного контролю за якістю процесу очищення і нормованими показниками води, тривалість контролю зменшується на 3-7 годин, що має практичне значення для своєчасного здійснення управлінських дій.

Список літератури

1. Загальнодержавна цільова програма «Питна вода України» на 2011-2020 роки :затверджена Законом України №2455-IV від 3 березня 2005 р // Уряд. кур' ер. – 2005.-13квітня – Орієнтир. – №14. – С.1.

2. ISO 9001 : 2000. Quality management systems – Requirements (Система управління якістю – Вимоги).

3. ISO 14001: 2004. Environmental management systems – Requirements with guidance for use (Системи екологічного керування – Вимоги та настанови щодо застосування).

4. Щетинин А.И. Опыт реконструкции очисных сооружений с применением технологии нитро-денитрификации [Текст] / А.И.Щетинин, Ю.М.Мешенгиссер, М.А.Есин, Б.Ю.Малбиев// Водопостачання та водовідведення.- К.:ТОВ «Гнозіс».- 2011. – №3. – С.41 – 49.

5. Почекайлова Л.П. Чинні національні стандарти в галузі водопостачання, водовідведення та якості води відповідно до каталогу нормативних документів –2010/Л.П.Почекайлова, Ю.В.Кожедуб// Водопостачання та водовідведення. – 2011. – №3. – С.59 – 72.

6. Majewski J. Zastosowanie sensorow pojemnosciovych do szybkiej kontroli parametrowroztworow wieloskladnikowych / J. Majewski, P. Malacziwskyj, V. Yatsuk, P. Stolyarczuk, M. Michalewa.//Przeglad Elektrotechniczny.-2010. – Nr10. – P.92 – 95.

7. Stolyarczuk P. Electric sensors for Express-Method Checking of Liquid Quality Level Monitoring /P. Stolyarczuk, V. Yatsuk, Y. Pokhodylo, M. Michalieva, T. Boyko, O. Basalkevych // Sensors &Transducers Journal.-2010.-№2. Vol 8, Special Issue. P.88 – 98.

8. Gieskes W. W. C., Veth C., Woehrmann A., Graefe M. Secchi disc visibility world record shattered// EOS . Transactions, American Geophysical Union.- 1987.- Vol. 68 (9). –P.123 – DOI:10.1029 / EO 068i009 p00123-01.

9. ISO/AWI 7027. Water quality – Determination of turbidity.

10. Краткий справочник по проектированию і бурению скважин на воду.- М.:Недра, 1983. – С.13

11. Маньковский В.И. Элементарная формула для оценки показателя ослабления света в морской воде по глубине видимости белого диска/ В.И.Маньковский // Океанология. – 1978. – т.18 (4). – С.750 – 753.

12. Методические указания. Определение температуры, запаха, окраски и прозрачности в сточных водах, в том числе, очищенных сточных, ливневых и талых. ПНД Ф 12.16.1-10.

13. Унифицированные методы исследования качества вод (Прозрачность). // Совещание руководителей водохозяйственных органов стран СЭВ.- М., 1987. – ч.1. – С.750 – 752.

14. Методика проведения лабораторного контроля за работой канали заціонних очисних сооруже́нь // под ред. В.П.Саржевской. – К., Минжилкомхоз, 1982 – С. 8, 25.

15. КНД 211.1.4.021-95. Методика визначення ХСК в поверхневих і стічних водах.

16. РНД 16-05-2002 Методика виконання вимірювань хімічної потреби в кисні.

17. КНД 211.1.4.039-95 Методика гравіметричного визначення завислих речовин (суспендованих) в природних і стічних водах.

18. РНД 03-05-2002 Методика виконання вимірювань масової концентрації завислих речовин.

На основе проведенных исследований сточной воды г. Славутич разработаны графические зависимости определения ХПК и взвешенных веществ через прозрачность для оперативного контроля процесса очистки.

Сточные воды, химическое потребление кислорода (ХПК), взвешенные вещества (СВР), прозрачность воды.

Based on the research of wastewater Slavutych developed graphical dependencies determine COD and suspended solids through transparency for operational control of the cleaning process.

Wastewater, chemical oxygen demand (COD), suspended matter (SVR), water clarity.