

Практичне заняття № 14

Тема: Визначення необхідного ступеня очищення виробничих стічних вод

Мета: навчитись оцінювати належний ступінь очищення виробничих стічних вод за кількістю наявних там зважених речовин та БСК, враховуючи санітарно-гігієнічні вимоги. Показати важливість даної проблеми та її вплив на життєдіяльність людей, підвищувати активність щодо отримання глибоких знань з дисципліни, виховувати у здобувачів відповідальність за вибрану професію. Розвинути екологічне мислення, розвиток вмінь вибирати з наданої інформації основне та аналізувати почуте, самостійно опрацьовувати літературу з заданої тематики.

Основні поняття: виробничі стічні води, якість води, ступінь очищення, ГДК, промислові підприємства, якість навколишнього середовища, нормування шкідливих забруднювачів.

Обладнання: персональні комп'ютери, компоненти програмного забезпечення MS Office 365 (Teams, PowerPoint, Word, Excel), електронне освітнє середовище "Віртуальний університет"(на базі платформи Moodle).

План:

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми.

2. Контроль опорного рівня знань.

Контроль опорного рівня знань проводиться у вигляді фронтального опитування, питання для перевірки базових знань за темою заняття:

2.1. Загальна вібрація – це ...?

2.2. Локальна вібрація – це ...?

2.3. Граничне значення (віброприскорення) добової експозиції – це ...?

2.4. Значення (віброприскорення) діючої добової експозиції – це ...?

2.5. Значення граничної та діючої експозиції для локальної та загальної вібрації.

2.6. Санітарне (гігієнічне) нормування вібрації.

2.7. Технічне нормування вібрації.

2.8. Поділ вібрації загальної дії залежно від джерела її походження.

2.9. Транспортна вібрація – це ...?

2.10. Транспортно-технологічна вібрація – це ...?

2.11. Технологічна вібрація – це ...?

2.12. Заходи та засоби захисту від вібрації.

2.13. Вплив вібрації на організм людини.

2.14. Особливості нормування електромагнітного забруднення.

2.15. Допустимі рівні електромагнітних полів на робочих місцях.

2.16. Фактори впливу електричного поля на людину.

3. Формування професійних вмінь та навичок.

Темати доповідей:

- 1) Загальна вібрація.
- 2) Локальна вібрація.
- 3) Методи захисту від впливу вібрації.
- 4) Наслідки впливу ЕМП на організм людини.
- 5) Засоби захисту від ЕМП.

Теоретичні відомості

Щоб точно розрахувати потрібну якість очищення стічних вод, що скидаються у водойму, необхідно зібрати докладні дані про їх кількість і склад, а також врахувати місцеві гідрологічні й санітарні умови. В основі таких розрахунків – кількість зважених у стоках речовин, допустима величині біологічного споживання кисню (БСК) в суміші річкової води і стічних вод, гранично допустимі концентрації (ГДК) речовин-забруднювачів, а також інші параметри (рис. 1.).

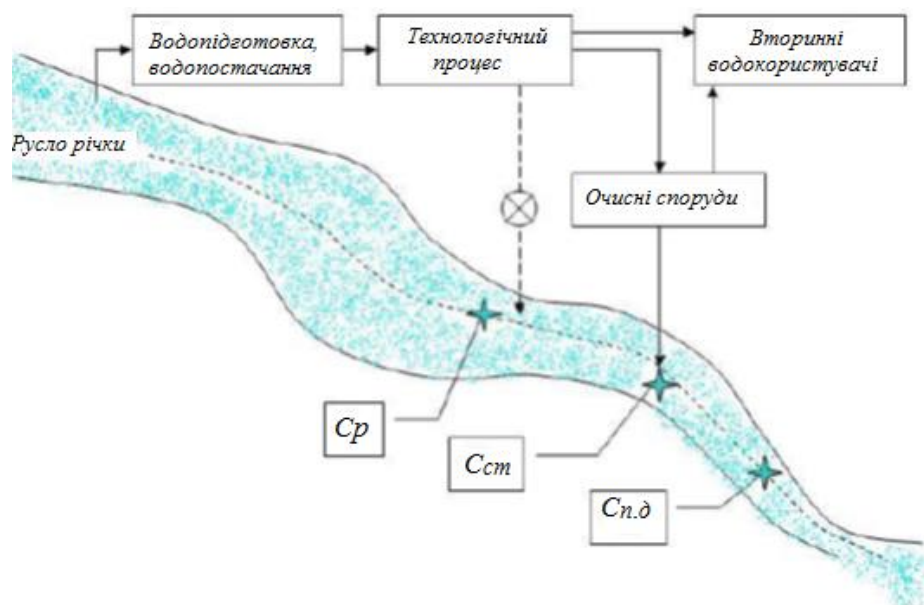


Рисунок 1 – Схема скидання стічних вод у водойму:

- ⊗ – надходження стоків, що відповідають санітарним вимогам;
★ – контрольні точки оцінювання якості стоків.

Взаємозв'язок між санітарними вимогами до стоків, що надходять у водойми, та необхідним ступенем їх попереднього очищення в загальному вигляді можна описати такою формулою:

$$C_{ст} * q + C_p * a * Q \leq (a * Q + q) * C_{п.д}, \quad (1.)$$

де $C_{ст}$ – концентрація забруднювача (шкідливої речовини) в стоках, при якій не будуть перевищені допустимі межі (вони відповідають санітарним вимогам), г/м³; C_p – концентрація цього ж виду забруднювача (шкідливої

речовини) у водоймі вище місця скидання, г/м³; $C_{п.д}$ – гранично допустимий вміст забруднювача (шкідливої речовини) у водоймі, г/м³; a – коефіцієнт перемішування, що показує, яка частина витрат води у водоймі змішується зі стічними водами в розрахунковому створі; Q – витрата води у водоймі, м³/год; q – витрата стоків, що надходять у водойму, м³/год.

Величину Q визначають за даними гідрометеорологічної служби, показник q – за результатами технологічних розрахунків, а параметр C_p – на основі лабораторних аналізів. Значення коефіцієнта змішування a залежить від багатьох факторів: конструкції випускного обладнання, відстані до розрахункового створу, а також гідравлічних і гідрологічних параметрів водойми. Коефіцієнт a розраховують методом Фролова–Родзіллера. Перетворюючи формулу (1), отримаємо значення $C_{ст}$, тобто величину концентрації забруднювача (шкідливої речовини) в стічних водах, якої потрібно досягти внаслідок їх очищення й знешкодження, а саме:

$$C_{ст} \leq \frac{a * Q}{q} * (C_{п.д} - C_p) + C_{п.д} \quad (2.)$$

Необхідний ступінь очищення стоків визначають також за кількістю завислих речовин. Їх допустимий вміст m у стічних водах відповідно до санітарних правил може бути визначений шляхом перетворення такого рівняння:

$$a \times Q \times b + q \times m = (a \times Q + q) \times (p + b) \quad (3.)$$

тобто

$$m = p * \left(\frac{a * Q}{q} + 1 \right) + b \quad (4.)$$

де p – допустиме за санітарними правилами збільшення вмісту завислих частинок у водоймі після спуску стоків (залежно від виду водокористування), г/м³; b – вміст завислих речовин у водоймі до спуску стоків, г/м³.

Необхідний ступінь очищення за показником завислих речовин, %:

$$D = \frac{C_{техн} - m}{C_{техн}} * 100 \quad (5.)$$

де $C_{техн}$ – вміст частинок завислих речовин у стічній воді до очищення, г/м³.

Визначення необхідного ступеня очищення за параметром $БСК_{повн}$. В основу розрахунку покладено зміну ступеня забрудненості внаслідок розбавлення стоків вод річковою водою, а також унаслідок біохімічних процесів самоочищення стічних вод від органічних речовин. Баланс БСК в суміші річкової та стічної води в розрахунковому створі (без урахування реаерації) можна описати таким рівнянням:

$$q * L_{ст} * 10^{-k} c t^t + a * Q * L_p * 10^{-k} p^t = (q + a * Q) * L_{п.д} \quad (6.)$$

де $L_{ст}$ – БСК_{повн} у стічній рідині, якого потрібно досягти після очищення; L_p – БСК_{повн} у річковій воді вище місця випуску стоків; $L_{п.д}$ – гранично допустима величина БСК_{повн} суміші річкової та стічної води в розрахунковому створі; $k_{ст}$ і k_p – коефіцієнти швидкості споживання кисню стічною та річковою водою відповідно; t – тривалість руху води від місця випуску стоку до розрахункового пункту (діб), дорівнює відношенню між відстанню по

фарватеру від зазначеного місця до розрахункового пункту l_{cp} і середньою швидкістю течії води в річці на даній ділянці v_{cp} .

Таким чином,

$$L_{ст} = \frac{a * Q}{q * 10^{-k} c_{т} t} * (L_{п.д} - L_p * 10^{-k} p^t) + \frac{L_{п.д}}{10^{-k} c_{т} t} \quad (7.)$$

Якщо фактичне значення БСК_{повн} показує скидання стоків, тобто $La > L_{ст}$, то вода підлягає очищенню. Необхідний ступінь очищення в %, визначають за такою формулою:

$$E = \frac{L_a - L_{ст}}{L_a} * 100 \quad (8.)$$

Для спрощення розрахунків можна скористатися числовими даними, табл.

1.

Таблиця 1 – Значення величин $10^{-k} c_{т} t$ та $10^{-k} p^t$ призмінних значеннях $k_{ст}$, kr і t

$k_{ст}$ і kr	$10^{-k} c_{т} t$ та $10^{-k} p^t$ при t , діб									
	0,25	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6
0,04	0,981	0,955	0,912	0,871	0,832	0,794	0,759	0,692	0,631	0,575
0,06	0,966	0,933	0,871	0,813	0,759	0,708	0,661	0,575	0,501	0,437
0,08	0,955	0,912	0,832	0,759	0,692	0,631	0,575	0,479	0,398	0,331
0,1	0,944	0,944	0,794	0,708	0,631	0,572	0,501	0,398	0,316	0,251
0,12	0,933	0,871	0,759	0,66	0,575	0,501	0,436	0,331	0,251	0,191
0,14	0,922	0,851	0,724	0,617	0,523	0,447	0,38	0,275	0,2	0,145
0,16	0,912	0,832	0,692	0,575	0,479	0,398	0,331	0,229	0,159	0,11
0,18	0,903	0,813	0,661	0,537	0,437	0,355	0,258	0,191	0,126	0,083
0,2	0,891	0,794	0,631	0,501	0,393	0,316	0,251	0,158	0,1	0,063
0,22	0,881	0,776	0,603	0,478	0,363	0,283	0,219	0,132	0,079	0,049
0,24	0,871	0,759	0,575	0,437	0,331	0,251	0,191	0,11	0,063	0,036
0,26	0,861	0,741	0,55	0,407	0,302	0,224	0,166	0,09	0,05	0,025
0,28	0,851	0,724	0,525	0,38	0,275	0,199	0,145	0,076	0,04	0,021
0,3	0,841	0,708	0,501	0,355	0,251	0,178	0,126	0,063	0,032	0,016
0,4	0,794	0,631	0,398	0,251	0,158	0,1	0,063	0,025	0,01	0,004
0,5	0,75	0,565	0,316	0,178	0,1	0,056	0,032	0,01	0,003	0,001

Значення параметра kr залежить від температури води (див. табл. 2).

Таблиця 2 – Величина коефіцієнта kr

$T, ^\circ C$	0	5	10		15	20	25	30
kr	0,04	0,05	0,063		0,08	0,1	0,126	0,158

Константу швидкості споживання кисню $k_{ст}$ слід або визначати на основі даних у літературних джерелах, або проводити спеціальні дослідження.

Приклад розв'язування типової задачі

Задача. Шахтні води вуглевидобувного підприємства надходять у басейн р. Самара. Визначити умови скидання забруднювачів за показниками вмісту нітратів, завислих речовин та за параметром БСКповн.

Вихідні дані: $C_p = 3,2 \text{ г/м}^3$; $C_{п.д} = 10 \text{ г/м}^3$; $a = 0,1$; $Q = 10500 \text{ м}^3/\text{год}$; $q = 350 \text{ м}^3/\text{год}$; $p = 0,25 \text{ г/м}^3$; $b = 10 \text{ г/м}^3$; $C_{техн} = 120 \text{ г/м}^3$; $L_{п.д} = 3 \text{ г/м}^3$; $L_p = 2,4 \text{ г/м}^3$; $L_a = 180 \text{ г/м}^3$; $k_{ст} = 0,3$, $k_p = 0,1$; $t = 0,25 \text{ доби}$.

Розв'язання

1. Розраховуємо вміст нітратів у стічних водах таким чином:

$$C_{ст} * q + C_p * a * Q \leq (a * Q + q) * C_{п.д};$$
$$C_{ст} \leq \frac{(a * Q + q) * C_{п.д} - C_p * a * Q}{q};$$
$$C_{ст} \leq \frac{\left(0,1 * 10500 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} + 350 \text{ м}^3/\text{год}\right) * 10 \frac{\text{г}}{\text{м}^3} - 3,2 \frac{\text{г}}{\text{м}^3} * 0,1 * 10500 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}}{350 \text{ м}^3/\text{год}}$$
$$C_{ст} \leq 30,4 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}.$$

2. Визначаємо допустимий вміст завислих речовин у стічних водах, а саме:

$$m = p * \left(a * Q / q + 1\right) + b = 0,25 \frac{\text{г}}{\text{м}^3} * \left(\frac{0,1 * 10500 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}}{350 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}}\right) + 10 \frac{\text{г}}{\text{м}^3} = 11 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

3. Необхідний ступінь очищення стоків

$$D = \frac{C_{техн} - m}{C_{техн}} * 100 = \frac{120 \frac{\text{г}}{\text{м}^3} - 11 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}}{120 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}} * 100\% = 90,83\%$$

4. Обчислюємо необхідний ступінь очищення за параметром БСКповн, тобто:

$$L_{ст} = \frac{a * Q}{q * 10^{-k_{ст}t}} * (L_{п.д} - L_p * 10^{-k_p t}) + \frac{L_{п.д}}{10^{-k_{ст}t}}$$
$$L_{ст} = \frac{0,1 * 10500 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}}{350 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} * 0,841} * \left(3 \frac{\text{г}}{\text{м}^3} - 2,4 \frac{\text{г}}{\text{м}^3} * 0,944\right) + \frac{3 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}}{0,841} = 2,62 + 3,57 = 6,19 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}.$$
$$E = \frac{L_a - L_{ст}}{L_a} * 100 = \frac{180 \frac{\text{г}}{\text{м}^3} - 6,19 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}}{180 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}} * 100\% = 96,56\%.$$

Контрольні завдання для виконання практичної роботи

1. Визначити величину концентрації забруднювача в стічних водах, якої необхідно досягти внаслідок очищення й знешкодження.
2. Визначити необхідний ступінь очищення стоків за кількістю завислих частинок речовин.
3. Визначити необхідний ступінь очищення стоків за показником БСКповн.

Вихідні дані для виконання завдань наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Вихідні дані для розрахунку необхідного ступеня очищення виробничих стічних вод

№ вар.	Витрата води у водоймі Q ,	Витрата стоків, що скидаються у водойму q ,	Коефіцієнт змішування	№ вар.	Витрата води у водоймі Q ,	Витрата стоків, що скидаються у водойму q ,	Коефіцієнт змішування
1	1000	200	0,1	16	1750	350	0,14
2	1050	210	0,11	16	1800	360	0,13
3	1100	220	0,12	18	1850	370	0,12
4	1150	230	0,13	19	1900	380	0,11
5	1200	240	0,14	20	1950	390	0,1
6	1250	250	0,15	21	2000	400	0,1
7	1300	260	0,16	22	2050	410	0,11
8	1350	270	0,17	23	2100	420	0,12
9	1400	280	0,18	24	2150	430	0,13
10	1450	290	0,19	25	2200	440	0,14
11	1500	300	0,19	26	2250	450	0,15
12	1550	310	0,18	27	2300	460	0,16
13	1600	320	0,17	28	2350	470	0,17
14	1650	330	0,16	29	2400	480	0,18
15	1700	340	0,15	30	2450	490	0,19

Примітка. Номер варіанта кожен здобувач визначає за номером власного прізвища в списку академічної групи.

Значення решти параметрів для розрахунку беремо з вихідних даних, що наведені в умовах до розв'язування типової задачі.

4. Підбиття підсумків.

Коротке повідомлення про виконання запланованої мети, завдань заняття, аналіз розглянутих питань.

Мотивація діяльності групи та окремих здобувачів, оцінювання їхньої роботи.

5. Список рекомендованої літератури (основна, додаткова, інформаційні ресурси):

Основна:

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» № 1264-XII від 25 червня 1991 р. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>

2. ДСН 3.3.6.039 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text>

3. ДСН 239-96 Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96#Text>

4. Наказ МОЗ України від 13.02.2023 № 285 "Про затвердження Граничних та робочих рівнів виробничої вібрації та Порядку проведення оцінки рівня небезпеки впливу вібрації на працівника". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0535-23#Text>

5. Закон України «Про систему громадського здоров'я» від 06.09.2022 №2573-IX. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text>

6. Наказ МОЗ № 173 від 19.06.96 р. Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>

7. Максименко Н. В. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: підручник для студентів вищих навчальних закладів / [Н. В. Максименко, О. Г. Владимірова, А. Ю. Шевченко, Е. О. Кочанов]. 3-тє вид., доп. і перероб. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. 264 с.

8. Петровська М. Нормування якості довкілля: навчальний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 300 с.

9. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» / Д.В. Кулікова, А.Г. Рудченко. Дніпро: Національний гірничий університет. 2018. 68 с.

10. Максименко Н. В. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: підручник для студентів вищих навчальних закладів / [Н. В. Максименко, О. Г. Владимірова, А. Ю. Шевченко, Е. О. Кочанов]. 3-тє вид., доп. і перероб. Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. 264 с.

11. Очистка й знезараження стічних вод. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт студентами напряму підготовки 6.040106 Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування / О.С. Ковров, Ю.В. Бучавий. Д. : Національний гірничий університет, 2013. 51 с.

12. Водний кодекс України № 213/95-ВР від 06.06.95 р. Верховна Рада України: сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>

13. Водовідведення та очищення стічних вод: навч. пос. Ч. 1. Водовідвідні мережі та споруди / Під заг. ред. А.І. Мацнева. Рівне : РДТУ, 1999. 203 с.

14. Авраменко С.Х., Приклади та задачі з основ промислової екології: навч. посіб./ С.Х. Авраменко, М.Д. Волошин, Б.І. Мельников, В.М. Набивач. Д. : Наука і освіта, 2000. 128 с.

15. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. К.: Вища школа, 2005. 671 с.

Додаткова:

1. Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище. Конспект лекцій. Житомир: ДАУ, 2005. 2005. 132 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Турчик П. М. Вінниця: ВНТУ, 2013. 253 с.
3. Димань Т.М. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів / Т.М. Димань, Т.Г. Мазур. К: ВЦ «Академія», 2011. 520 с.
4. Тарасова В.В. Екологічна стандартизація і нормування / В.В. Тарасова, А.С. Малиновський, М.Ф. Рибак. К: ВЦ «Центр учбової літератури», 2007. 200 с.
5. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посібник. 5-те вид., випр. і доп. К.: «Знання», 2007. 422 с.
6. Некос В.Ю., Максименко Н.В., Владимірова О.Г., Шевченко А.Ю. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: підручник для екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2007. 288 с.
7. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Турчик П. М. Вінниця: ВНТУ, 2013. 253 с.
8. Екологія та збалансоване природокористування: навч. посібник. Мальований М.С., Леськів Г.З. Херсон: ОДДІ-ПЛЮС, 2018. 316 с.
9. Джигирей В.С., Сторожук В.М., Яцюк Р.А. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища. Навчальний посібник, Львів: Афіша, 2004. 272 с.
10. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник. Київ: Знання, 2007. 422 с.

Інформаційні ресурси:

1. Верховна Рада України. Розділ «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws>
2. Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України: сайт URL: <http://www.menr.gov.ua>.
3. БУДСТАНДАРТ – online сервіс для роботи з нормативними документами: сайт URL: <https://online.budstandart.com/ua/>
4. Цифрова платформа «Екотрансформація». URL: <https://ukraine-oss.com/persha-platforma-cervis-stalyh-rishen-dlya-biznesu-i-gromad-ekotransformacziya/>
5. Професійна Асоціація Екологів України. URL: <https://paeu.com.ua/>
6. Журнал «Екологічна безпека та природокористування». URL: <https://es-journal.in.ua/>
7. Журнал «Інтегровані технології та енергозбереження». URL: <http://ite.khpi.edu.ua/>