

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання контрольної роботи
з дисципліни

"Техноекологія"

для студентів III курсу заочного факультету
Напрямок підготовки: «Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування»

Одеса-2013

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни "Техноекологія" для студентів III курсу заочного факультету за напрямом підготовки "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" / к.геогр.н., доц. Приходько В.Ю. – Одеса: ОДЕКУ, 2013. – 28 с.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	5
1.1 Зміст дисципліни	5
1.2 Перелік навчальної та методичної літератури	5
1.3 Перелік знань та вмінь	5
1.4 Організація навчального процесу	6
2 ЗМІСТ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ ТА ЗАГАЛЬНІ ПОРАДИ ЩОДО ЇЇ ВИКОНАННЯ	7
2.1 Перелік теоретичних питань	9
2.2 Визначення величин викидів в атмосферне повітря забруднюючих речовин, що утворюються при спалюванні палива в стаціонарних системах	12
2.2.1 Розрахунок показника емісії твердих частинок	13
2.2.2 Розрахунок показника емісії оксиду вуглецю (СО)	16
3 ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИН ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ГАЛЬВАНІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ	20
3.1 Механічна підготовка поверхні виробів	20
3.2 Підготовка поверхні деталей у розчинах	21
3.3 Хімічне та електрохімічне нанесення покриття	23
Додатки	29

ВСТУП

Вивчення курсу «Техноекологія» – необхідна ланка у процесі підготовки студентів по екологічним спеціальностям.

Дисципліна «Техноекологія» викладається при підготовці фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Навчальна дисципліна належить до професійно-орієнтованого циклу нормативних дисциплін.

Метою вивчення курсу є: знайомство студентів з теоретичними основами взаємодії господарчої діяльності людини з довкіллям, з технологічними процесами, які лежать в основі функціонування різних галузей і найбільше впливають на навколишнє середовище, з методиками розрахунків цих впливів, а також зі способами зниження антропогенного впливу.

Завдання курсу – формування у студентів, майбутніх фахівців-екологів, уявлення про вплив різних галузей виробництва на стан навколишнього природного середовища, методах кількісної оцінки цього впливу та основні напрями мінімізації техногенного впливу на довкілля.

Найбільш тісно дисципліна пов'язана з такими навчальними дисциплінами як «Хімія з основами біогеохімії», «Фізика», «Основи загальної екології». Знання, що отримують студенти після вивчення цієї дисципліни, потрібні для доброго сприйняття таких дисциплін як «Моніторинг довкілля», «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище», «Екологічна безпека», «Екологія міських систем» та іншими.

Метою методичних вказівок є визначення завдань по виконанню контрольної роботи, а також вимог до неї.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Зміст дисципліни

1. *Основи взаємодії господарської діяльності з довкіллям.* Особливості взаємодії підприємств з довкіллям. Сировина, вода та енергія в технологічних процесах.

2. *Вплив енергетики та транспорту на довкілля.* Характеристика впливу тепло- та атомної енергетики на навколишнє середовище. Забруднення навколишнього середовища внаслідок функціонування різних видів транспорту.

3. *Вплив металургії та машинобудування на довкілля.* Вплив на довкілля, що справляється при виробництві чавуну та сталі. Екологічні аспекти здійснення основних технологічних процесів на машинобудівному підприємстві.

4. *Сучасні методи захисту довкілля від промислового забруднення.* Основні технології очищення викидів на ТЕС. Поводження з відпрацьованим ядерним паливом. Очищення стічних вод гальванічного виробництва. Поводження з відходами машинобудівного підприємства.

1.2 Перелік навчальної та методичної літератури

При вивченні теоретичної частини курсу використовується така навчальна та методична література:

1. Шаніна Т.П. Техноекоекологія. Конспект лекцій. – Дніпропетровськ.: „Економіка”, 2005. – 208 с.
2. Клименко Л.П. Техноекоекологія. – Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
3. Зубик С.В. Техноекоекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища. – Львів: Орієна-Нова, 2007. – 400 с.

1.3 Перелік знань та вмінь

Вивчення курсу «Техноекоекологія» повинно зумовити набуття студентами таких **знань**:

- основні терміни та поняття, що застосовуються в межах означеного курсу;
- теоретичні основи взаємодії техносфери та довкілля;
- характеристика впливу основних галузей народного господарства на довкілля;
- методи запобігання забрудненню навколишнього середовища шкідливими речовинами та відходами виробництва;

При вивченні курсу студенти повинні *вміти*:

- характеризувати особливості впливу різних галузей господарства на довкілля;
- визначати утворення забруднювальних речовин, що утворюються при спалюванні палива в стаціонарних системах.

1.4 Організація навчального процесу

Вивчення основних розділів курсу «Техноекологія» для студентів заочної форми навчання складається з двох видів навчальних занять (установчих лекцій на початку вивчення та лекційних і практичних занять – наприкінці) і самостійна робота студента по засвоєнню теоретичного курсу та виконанню контрольної роботи.

Контроль поточних знань студентів заочної форми навчання виконується на базі модульно-накопичувальної системи організації навчання та організується у відповідності з «Положенням про впровадження сесійної модульно-накопичувальної системи контролю знань та вмінь з навчальних дисциплін студентами заочної форми навчання». Основною формою контролю засвоєння знань є контрольна робота, якість виконання практичних робіт, а також тестовий контроль за теоретичною частиною дисципліни. Після вивчення даної частини курсу студенти складають залік на III курсі.

2 ЗМІСТ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ ТА ЗАГАЛЬНІ ПОРАДИ ЩОДО ЇЇ ВИКОНАННЯ

Контрольна робота складається з двох частин:

- 1) відповіді на 3 питання, перелік яких наведений у підрозділі 2.1;
- 2) рішення 2 задач (підрозділ 2.2).

Номер варіанту відповідає двом останнім цифрам номеру залікової книжки (наприклад, якщо номер 010102, то студент виконує 2 варіант). В табл. 2.1 наведені варіанти завдань для контрольної роботи.

Таблиця 2.1 – Варіанти завдань для контрольної роботи

№ варіанту	Номер теоретичного питання			Номер задачі		№ варіанту	Номер теоретичного питання			Номер задачі	
	1	2	3	1	2		1	2	3	1	2
01	1	33	71	1	20	51	20	42	68	20	1
02	2	34	70	2	19	52	18	40	69	19	2
03	3	35	69	3	18	53	16	38	70	18	3
04	4	36	68	4	17	54	14	36	71	17	4
05	5	37	67	5	16	55	12	34	67	16	5
06	6	38	66	6	15	56	10	32	66	15	6
07	7	39	65	7	14	57	8	30	65	14	7
08	8	40	64	8	13	58	6	31	64	13	8
09	9	41	63	9	12	59	4	33	63	12	9
10	10	42	62	10	11	60	2	35	62	11	10
11	11	43	61	11	10	61	1	37	61	10	11
12	12	44	60	12	9	62	3	39	50	9	12
13	13	45	59	13	8	63	5	29	51	8	13
14	14	46	58	14	7	64	7	28	52	7	14
15	15	47	57	15	6	65	9	27	53	6	15
16	16	48	56	16	5	66	11	26	54	5	16
17	17	49	55	17	4	67	13	25	55	4	17
18	18	50	54	18	3	68	15	24	56	3	18
19	19	51	53	19	2	69	17	23	57	2	19
20	20	32	52	20	1	70	19	22	58	1	20
21	19	31	51	1	1	71	10	40	59	20	20
22	18	30	50	2	2	72	11	39	60	19	19
23	17	29	49	3	3	73	12	38	61	18	18
24	16	28	48	4	4	74	13	37	62	17	17
25	15	27	47	5	5	75	14	36	63	16	16

Продовження табл. 2.1

№ варіанту	Номер теоретичного питання			Номер задачі		№ варіанту	Номер теоретичного питання			Номер задачі	
	1	2	3	1	2		1	2	3	1	2
26	14	26	46	6	6	76	15	35	64	15	15
27	13	25	45	7	7	77	16	34	65	14	14
28	12	24	44	8	8	78	17	33	66	13	13
29	11	23	43	9	9	79	18	32	67	12	12
30	10	22	42	10	10	80	19	31	68	11	11
31	9	21	41	11	11	81	20	30	69	10	10
32	8	20	40	12	12	82	1	20	70	9	9
33	7	39	50	13	13	83	2	21	71	8	8
34	6	38	51	14	14	84	3	22	39	7	7
35	5	37	52	15	15	85	4	23	40	6	6
36	4	36	53	16	16	86	5	24	41	5	5
37	3	35	54	17	17	87	6	25	42	4	4
38	2	34	55	18	18	88	7	26	43	3	3
39	1	33	56	19	19	89	8	27	44	2	2
40	10	32	57	20	20	90	9	28	45	1	1
41	11	31	58	1	2	91	10	29	46	2	19
42	12	30	59	3	4	92	11	30	47	4	17
43	13	40	60	5	6	93	12	31	48	6	15
44	14	41	61	7	8	94	13	32	49	8	13
45	15	42	62	9	10	95	14	33	50	10	11
46	16	43	63	11	12	96	15	34	51	12	9
47	17	44	64	13	14	97	16	35	52	14	7
48	18	45	65	15	16	98	17	36	53	16	5
49	19	46	66	17	18	99	18	37	54	18	3
50	20	47	67	19	20	100	19	38	55	20	1

Контрольна робота має містити відповіді на теоретичні запитання, теоретичні основи та отримані результати розрахунку величин викидів забруднюючих речовин, які утворюються внаслідок спалювання різних видів палива, висновки.

Виконана контрольна робота оцінюється у 50 балів, які розподіляються наступним чином:

- перша частина (відповіді на питання) – 20 балів (40 %);
- друга частина (задачі) – 30 балів (60 %).

Контрольна робота зараховується, якщо загальна кількість отриманих балів ≥ 30 (тобто $\geq 60\%$ від максимально можливої кількості

балів). Якщо кількість балів за контрольну роботу менша за 30 (< 60 %), то контрольна робота із зауваженнями викладача повертається студентові для доопрацювання. Після виправлення помилок контрольна робота повторно подається для перевірки.

2.1 Перелік теоретичних питань

Студент дає письмову відповідь на три питання з переліку, порядковий номер яких відповідає визначеним за варіантом номерам теоретичних питань (табл. 2.1). При написанні відповіді можна використовувати літературу, що наведена у підрозділі 1.2. Бажано надавати відповідь на питання, ґрунтуючись, як мінімум, на двох літературних джерелах.

1. Схема взаємодії господарської діяльності людини з навколишнім середовищем на рівні підприємства.
2. Етапи впливу на ресурси навколишнього середовища.
3. Коефіцієнт кратності ресурсів.
4. Критерій екологічності виробництва.
5. Первинна і вторинна сировина в технологічних процесах.
6. Класифікація сировини, що використовується в промисловості.
7. Використання води в технологічних процесах.
8. Хімічний склад та певна маса органічного палива.
9. Теплота згоряння органічного палива.
10. Гетерогенне та гомогенне горіння органічного палива.
11. Утворення оксидів вуглецю в процесі горіння органічного палива.
12. Утворення оксидів сірки в процесі горіння органічного палива.
13. Утворення вуглеводнів в процесі горіння органічного палива.
14. Утворення оксидів азоту в процесі горіння органічного палива.
15. Коефіцієнт надлишку повітря, його вплив на склад продуктів горіння органічного палива.
16. Тверді продукти горіння органічного палива.
17. Технологічний процес одержання енергії на ТЕС.
18. Вплив працюючої ТЕС на атмосферу.
19. Стічні води ТЕС.
20. Вплив ТЕС на літосферу.
21. Технологічний процес одержання енергії на АЕС.
22. Повний ядерний цикл та взаємодії його окремих етапів з навколишнім середовищем.
23. Взаємодія автотранспорту з довкіллям.
24. Забруднення атмосфери автотранспортом.

25. Особливості утворення різних забруднюючих речовин при роботі автотранспорту.
26. Залежність складу викидів ДВЗ від режиму руху автотранспорту.
27. Небезпека, пов'язана з застосуванням етилованого бензину.
28. Вплив залізничного транспорту на довкілля.
29. Забруднення довкілля водним транспортом.
30. Викиди забруднюючих речовин від авіаційного транспорту.
31. Вплив трубопровідного транспорту на довкілля.
32. Вплив на навколишнє природне середовище підземних гірських робіт.
33. Вплив на навколишнє природне середовище відкритих гірських робіт.
34. Вплив на навколишнє природне середовище відвалів і териконів.
35. Впливу нафто- і газовидобутку на навколишнє природне середовище.
36. Технологія одержання агломерату, впливи на навколишнє природне середовище.
37. Коксохімічне виробництво, впливи на навколишнє природне середовище.
38. Одержання чавуну, впливи на навколишнє природне середовище.
39. Одержання сталі мартенівським способом. Впливи на навколишнє природне середовище.
40. Одержання сталі конверторним способом. Впливи на навколишнє природне середовище.
41. Одержання сталі електродуговим способом. Впливи на навколишнє природне середовище.
42. Класифікація технологій одержання кольорових металів.
43. Структура машинобудівного підприємства.
44. Ливарне виробництво машинобудівного підприємства. Впливи на навколишнє природне середовище.
45. Ковальсько-пресове виробництво машинобудівного підприємства. Впливи на навколишнє природне середовище.
46. Процеси різання металу. Впливи на навколишнє природне середовище.
47. Механічне виробництво машинобудівного підприємства. Впливи на навколишнє природне середовище.
48. Технологічні процеси термічного цеху.
49. Мастильно-охолоджуючі рідини. Причини використання, склад, можливий вплив на навколишнє природне середовище.
50. Тверді відходи машинобудівного підприємства.
51. Підготовка нафти до переробки. Впливи цього процесу на навколишнє природне середовище.

- 52.Первинна переробка нафти. Умови проведення процесу, одержувані продукти.
- 53.Вторинна переробка нафти. Умови проведення процесу, одержувані продукти.
- 54.Крекінг, його різновиди. Мета проведення процесу, впливи на навколишнє природне середовище.
- 55.Риформінг, його різновиди. Мета проведення процесу, впливи на навколишнє природне середовище.
- 56.Очищення нафтопродуктів. Впливи на навколишнє природне середовище.
- 57.Тверді відходи нафтопереробки.
- 58.Сульфатний спосіб виробництва целюлози, впливи процесу на навколишнє середовище.
- 59.Сульфатний спосіб виробництва целюлози, впливи процесу на навколишнє середовище.
- 60.Впливи на навколишнє середовище процесів виробництва паперу і картону.
- 61.Гідролізне виробництво, впливи на навколишнє середовище.
- 62.Класифікації матеріалів, використовуваних у будівельних роботах.
- 63.Впливи на навколишнє середовище технологічних процесів одержання в'язучих.
- 64.Виробництво цементу, взаємодія технологічного процесу з навколишнім середовищем.
- 65.Структура агропромислового комплексу (АПК) країни.
- 66.Наслідки сільськогосподарського використання ґрунтів.
- 67.Можливі наслідки використання мінеральних добрив у сільському господарстві.
- 68.Наслідки використання пестицидів у сільському господарстві.
- 69.Вплив на навколишнє середовище тваринницьких комплексів.
- 70.Птахівництво і забруднення навколишнього середовища.
- 71.Шляхи зниження агротехнологічного впливу в сільському господарстві.

2.2 Визначення величин викидів в атмосферне повітря забруднюючих речовин, що утворюються при спалюванні палива в стаціонарних системах

В теплоенергетичних стаціонарних системах відбувається одержання тепла за рахунок спалювання органічного палива та наступне його перетворення в електричну енергію. Сировиною для роботи теплоенергетичних систем є паливо – це горючі речовини, основною складовою яких є вуглець. Найчастіше в якості палива використовуються такі горючі копалини: кам'яне вугілля, буре вугілля, нафта, природний газ, горючі сланці, торф. За рахунок їх спалювання одержують близько 75 % усієї енергії, що споживається.

Шкідливі домішки продуктів згоряння палива по походженню можна поділити на дві групи:

- домішки, утворення яких залежить від складу палива: SO_2 , V_2O_5 , зола;
- домішки, утворення яких залежить від технології спалювання палива: NO_x , CO , бенз(а)пірен.

Властивості палива визначаються його хімічним складом, пальною масою і баластом.

Хімічний склад палива прийнято записувати символами елементів: С, Н, О, N, S. Для змісту золи і вологи прийняті позначення А та W.

Пальна маса – основні пальні складові: вуглець (теплота згоряння 34,4 МДж/кг), водень (143 МДж/кг), сірка (9,3 МДж/кг).

Валовий викид j -ї забруднюючої речовини (E_j), т, що надходить у атмосферу з димовими газами енергетичної установки при спалюванні палива i -го виду за проміжок часу T , визначається за формулою (2.1):

$$E_j = 10^{-6} \cdot k_{ij} \cdot B_i, \quad (2.1)$$

де k_{ji} – показник емісії j -ї забруднюючої речовини для i -го палива або питома величина викиду j -ї забруднюючої речовини при спалюванні i -го палива, г/ГДж;

B_i – витрата i -го палива за проміжок часу T , т.

Контрольна робота включає дві розрахункові задачі: перша – по визначенню величин викидів твердих частинок, друга – по визначенню величин викидів оксиду вуглецю (II).

Показники емісії твердих частинок та чадного газу, що виділяються в атмосферне повітря при спалюванні палива, визначаються за формулами, наведеними в пунктах 2.2.1 – 2.2.2.

2.2.1 Розрахунок показника емісії твердих частинок

Одним з основних продуктів згоряння палива є тверді домішки, основним джерелом утворення яких є непальні складові палива. Непальні речовини разом з вологою палива утворюють баласт палива. Мінеральні домішки, що характеризують зольність, присутні у виді силікатів (кремнезем, глинозем, глина), сульфідів (Fe), карбонатів (Ca, Mg, Fe), сульфатів (Ca, Mg), оксидів металів, фосфатів, хлоридів і інших солей лужних металів у різних сполученнях для різних родовищ.

Зольністю палива (A^r , %) називається відношення маси непальних матеріалів до маси палива. Зольність залежить від природи палива і якості його обробки перед спалюванням.

Розрізняють первинну золу – залишки мінеральних домішок, що входять до складу палива при його утворенні; вторинну золу – сторонні мінеральні речовини, рівномірно розподілені в пальній масі палива і поріддя – мінеральні речовини, що потрапили в паливо при його видобутку.

Вміст первинної золи в сухій масі палива не перевищує 1-1,5%, породи – 2-2,5%. Сумарна зольність деяких марок вугілля може перевищувати 40%, де основна частка належить вторинній золі.

Показник емісії забруднюючої речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (далі – твердих частинок) ($k_{\text{ТВ}}$) при спалюванні i -го палива у котлах малої потужності (до 30 т/год) розраховується за формулою (2.2):

$$k_{\text{ТВ}} = 10^6 \cdot A^r \cdot \left(\frac{a_{\text{вин}}}{100 - \Gamma_{\text{вин}}} \right) \cdot (1 - \eta_{\text{зу}}), \quad (2.2)$$

де A^r – масовий вміст золи в паливі на робочу масу, %;

$a_{\text{вин}}$ – частка золи, яка виходить з котла у вигляді леткої золи;

$\eta_{\text{зу}}$ – ефективність очищення димових газів від твердих частинок;

$\Gamma_{\text{вин}}$ – масовий вміст горючих речовин у викидах твердих частинок, %;

Вміст золи в паливі (A^r) є характеристикою виду палива, що спалюється, та визначається за даними табл. А.1, а параметр

$a_{вин} / (100 - \Gamma_{вин})$, що характеризує технологічні умови спалювання i -го палива – за даними табл. А.2 (Додаток А).

Значення ефективності очищення димових газів від твердих частинок ($\eta_{зу}$) визначається за результатами останніх випробувань золоуловлювальної установки або за її паспортними даними. **Ефективність очищення димових газів від твердих частинок визначається як різниця між одиницею та відношенням масових концентрацій твердих частинок після і до проходження потоком викидів золоуловлювальної установки** (табл. А.3). Для видалення твердих частинок з викидів теплоелектростанцій використовують наступні методи очистки (золоуловлювальні пристрої):

- сухі (пилоосаджувальні камери, інерційні золоуловлювачі, циклони);
- мокрі (скрубери);
- фільтрація (тканинні, шаруваті, зернисті фільтри);
- електрофільтрація (електрофільтри).

Вловлена зола може бути використана при виробництві цементу, залізобетонних конструкцій, в дорожньому будівництві, в якості добрив у сільському господарстві. В майбутньому зола може бути джерелом отримання деяких металів (магнію, хрому, титану та ванадію), а також гідритів для одержання водню.

Слід зазначити, що тверді частинки в атмосферному повітрі мають як природне, так і антропогенне походження.

Тверді частинки в атмосферному повітрі здійснюють негативний вплив на людину (органи дихання), рослинний та тваринний світ. Поглинаючи сонячну радіацію, тверді частинки впливають на термічний режим атмосфери та земної поверхні. Сажа з усіх складових атмосферного аерозолу найбільш поглинає сонячну радіацію у широкому діапазоні хвиль. Якби частинки сажі, що містяться у повітрі, рівномірно осіли на земну поверхню, то вона б покрилася шаром сажі товщиною 2 мм з альбедо усього лише 2 %. В дійсності, основна маса сажі, що потрапляє в атмосферне повітря, вимивається опадами. Сажа, що випала на сніговий покрив, зберігається на ньому тривалий час і зменшує альбедо снігу до 30-50 % (альбедо чистого снігу дорівнює 100 %), що спричиняє прискорення його танення.

Завдання до виконання задачі № 1

1. Ознайомитися з теоретичними основами визначення кількості твердих частинок, що потрапляють в атмосферу внаслідок спалювання палива у стаціонарних системах.

2. Розрахувати величини викидів твердих частинок, що утворюються при спалюванні різних видів палива в стаціонарних енергетичних установках. Для цього необхідно за формулою (2.2) визначити показники емісії твердих частинок. Далі за формулою (2.1) визначають величини викидів твердих частинок, що утворюються при спалюванні різних видів палива. Вихідні дані для розрахунку містяться в табл. Б.1 (Додаток Б). Для кожного виду палива (кам'яного вугілля, бурого вугілля та іншого виду палива) розрахунки виконуються за умов використання двох типів золоуловлювачів.

3. Проаналізувати вплив окремих факторів (вид палива, тип топки, тип золоуловлювача) на величину викиду твердих частинок в атмосферне повітря. Отриманий висновок навести наприкінці розрахунків.

Приклад розрахунків

Завдання. Визначити кількість твердих частинок, що надходить в атмосферне повітря разом із димовими газами енергетичної установки внаслідок спалювання кам'яного вугілля Донецького басейну марки ТР. Витрати палива становлять 500 т/рік та 120 кг/год (або 33,3 г/с). Тип топки: шахтна. Для очищення викиду встановлений електрофільтр УГЗ. Спостереження за вмістом пилу в викидах показали, що концентрація твердих частинок в димових газах, що відходять від котлоагрегату, становить 26 мг/м³, а після проходження електрофільтру – 0,8 мг/м³.

Рішення. За даними табл. А.1. зольність цієї марки кам'яного вугілля (A^r) дорівнює 25 %. Для шахтної топки значення показника $a_{вин} / (100 - \Gamma_{вин}) = 0,0019$ (згідно з табл. А.2). Виходячи з результатів спостережень за вмістом твердих частинок у викидах до та після проходження ними золоуловлювальної установки, ефективність очищення електрофільтром УГЗ викиду від твердих частинок ($\eta_{зв}$) становить:

$$\eta_{зв} = 1 - \frac{0,8}{26,0} = 0,97.$$

Тоді за формулою (1.2) показник емісії твердих частинок ($k_{ТВ}$) при спалюванні кам'яного вугілля становить:

$$k_{ТВ} = 10^6 \cdot 25 \cdot 0,0019 \cdot (1 - 0,97) = 0,001425 \cdot 10^6 \text{ г/ГДж.}$$

За формулою (1.1), величина викиду твердих частинок, що потрапляють в атмосферне повітря при спалюванні кам'яного вугілля марки ТР в котлі енергетичної установки, становитиме:

$$E_{mч} = 10^{-6} \cdot 0,001425 \cdot 10^6 \cdot 500 = 0,7125 \text{ т/рік};$$

2.2.2 Розрахунок показника емісії оксиду вуглецю (CO)

Оксид вуглецю (CO), що у побуті має назву чадного газу, – найбільш розповсюджена домішка атмосферного повітря. В атмосферу CO надходить у результаті неповного згоряння органічних речовин, а також виділення його мікроорганізмами, рослинами, тваринами та людиною. Оксид вуглецю також надходить в атмосферу у складі вулканічних газів (до 5,6 %) та болотного газу (до 13 %), в результаті лісових та степових пожеж. Істотним джерелом CO може бути окислення метану біологічного походження. Окрім того, CO надходить в атмосферу в період пророщування насіння та росту сіянців.

Антропогенні джерела CO поділяються на промислові та побутові. До останніх відноситься: неповне згоряння палива в печах, несправність газопроводів, газової апаратури, пожежі, тютюновий дим.

Промислові джерела CO:

- спалювання органічного палива в енергетичних установках;
- тління териконів поблизу шахт;
- в хімічній промисловості: установки каталітичного крекінгу, при виробництві аміаку конверсійним способом, формаліну, соди, синтезу вуглеводнів, метилового спирту, мурашиної та щавлевої кислот, метану тощо;
- виробництво та переробка синтетичних волокон;
- цегельні та цементні заводи, керамічна промисловість;
- виробництво коксу в доменних цехах;
- виробництво технічного вуглецю;
- виробництво сталі на металургійних підприємствах;
- газове зварювання з використанням CO₂;
- автотранспорт, що викидає більше половини CO антропогенного походження (56-62 %);
- дизельні двигуни тепловозів, двигуни літаків.

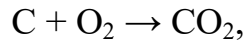
Середня тривалість перебування CO в атмосфері – біля 2 місяців. Повітряним потоком CO підіймається у стратосферу, де окислюється до CO₂, а також взаємодіє з гідроксильними радикалами з утворенням формальдегіду і бере участь у відновленні HNO₃ до NO₂.

Оксид вуглецю поглинається ґрунтовими грибками та мікроорганізмами, які окислюють його до CO₂, а також використовують

для синтезу сірководню та метану. Рослини поглинають СО, окислюючи його до СО₂. Деякі морські водорості накопичують до 5 % оксиду вуглецю.

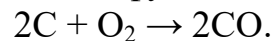
При горінні твердих часток палива спостерігаються дві ситуації.

На поверхні твердих часток палива доступ повітря до місця реакції необмежений, реакція йде по типу

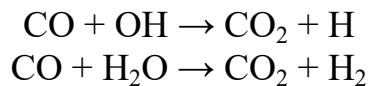


і швидкість горіння визначається кінетикою хімічної реакції – кінетичний режим горіння;

Під поверхнею твердої частки кисню для повного окислювання недостатньо, швидкість реакції горіння визначається швидкістю дифузії кисню до місця реакції. Реалізується дифузійний режим горіння



Подальше окислювання СО у топках не грає помітної ролі через дуже малу швидкість реакції. Основна реакція, по якій вигорає СО – його реакція з гідроксидом:



Тому добавки пари і води сприяють зниженню виходу СО і додатковому одержанню енергії.

Показник емісії оксиду вуглецю (k_{CO}), г/ГДж при спалюванні органічного палива визначається за формулою (1.4):

$$k_{\text{CO}} = (k_{\text{CO}})_0 \cdot Q_i^r \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \quad (2.3)$$

де $(k_{\text{CO}})_0$ – узагальнений показник емісії СО при відсутності механічного недопалу, г/ГДж;

Q_i^r – нижча робоча теплота згоряння i -го палива, МДж/кг (табл. А.1);

q_4 – втрати теплоти через механічний недопал, %. Значення q_4 при спалюванні пилоподібного твердого палива з твердим шлаковидаленням приймаються для:

- антрацитів – 6 %;
- кам'яного вугілля – 1,25 %;
- бурого вугілля, торфу, сланців – 0,75 %.

Для рідкого та газоподібного палива q_4 дорівнює нулю.

Значення узагальненого показника емісії оксиду вуглецю залежно від виду палива, потужності енергетичної установки та технології спалювання визначаються з табл. А.2 (Додаток А).

СО – виключно агресивний газ, що легко з'єднується з гемоглобіном, при цьому утворюється карбоксигемоглобін, який не здатний здійснювати перенесення кисню до клітин, внаслідок чого розвивається гемічна гіпоксія. При підвищеному вмісті карбоксигемоглобіну в крові (понад норму, що дорівнює 0,4%), відбувається:

1) погіршення гостроти зору і здатності оцінювати тривалість інтервалів часу (такі прояви спостерігаються при годинній експозиції на вулицях з інтенсивним рухом, перехрестях, де спостерігаються високі концентрації СО (10-50 мг/м³);

2) порушення деяких психомоторних функцій головного мозку (при вмісті СО в крові 2-5%);

3) зміна діяльності серця і легенів (при вмісті більше 5%) головні болі, сонливість, спазми, порушення дихання і смерть (при вмісті 10-80%).

Завдання до виконання задачі № 2

1. Ознайомитися з теоретичними основами визначення кількості оксиду вуглецю, що потрапляє в атмосферу внаслідок спалювання палива у стаціонарних системах.

2. Розрахувати величини викидів оксиду вуглецю, що утворюється при спалюванні різних видів палива в котлах енергетичних установок. Для цього необхідно за формулою (2.3) визначити показники емісії оксиду вуглецю. Далі за формулою (2.1) визначають величини викидів оксиду вуглецю, що утворюється при спалюванні різних видів палива. Вихідні дані для розрахунку містяться в табл. Б.2 (додаток Б). Розрахунки величин викидів СО, що утворюється при використанні перших двох видів палива виконуються за умови його спалювання в топках двох типів.

3. Проаналізувати вплив окремих факторів (вид палива та тип топки) на величину викиду СО в атмосферне повітря. Отриманий висновок навести наприкінці розрахунків.

Приклад розрахунків

Завдання. Визначити величину викиду оксиду вуглецю, що утворюється при спалюванні антрациту Донецького басейну марки ПАРШ у шахтній топці енергетичної установки. Витрати палива: 60 т/рік; 25 кг/год (6,94 г/с).

Рішення. З табл. А.1 знаходимо значення нижчої робочої теплоти згоряння антрациту марки ПАРШ $Q_i' = 24,03$ МДж/кг; втрати теплоти через механічний недопал q_4 для антрацитів становлять 6 %. Для топки шахтного типу, в якій спалюється тверде паливо – антрацит, значення узагальненого показнику емісії СО при відсутності механічного недопалу,

згідно табл. А.2, $(k_{CO})_0 = 2000$ г/ГДж. Отже, за формулою (1.4) знаходимо значення показника емісії оксиду вуглецю при спалюванні антрациту:

$$k_{CO} = 2000 \cdot 24,03 \cdot \left(1 - \frac{6}{100}\right) = 45,176 \cdot 10^3 \text{ г/ГДж.}$$

Тоді величина викиду оксиду вуглецю, що утворюється при спалюванні антрациту ПАРШ в топці шахтного типу, дорівнюватиме (формула (1.1)):

$$E_{CO} = 10^{-6} \cdot 45,176 \cdot 10^3 \cdot 60 = 2,71 \text{ т/рік;}$$

Перелік посилань

1. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Т. 1. – Донецьк, 2004. – 184 с.
2. Шаніна Т.П. Техноекологія: Конспект лекцій. – Дніпропетровськ: «Економіка», 2005. – 205 с.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИН ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ГАЛЬВАНІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

Робота гальванічного цеху машинобудівного підприємства пов'язана з нанесенням на поверхні деталей металопокриття. Нанесення металопокриття забезпечує підвищення корозійної стійкості, вирівнювання поверхні, покращує зовнішній вигляд виробів.

Нанесення металопокриття складається з 3-х етапів:

- 1- механічна підготовка поверхні;
- 2- хімічна і/або електрохімічна підготовка поверхні у розчинах;
- 3- хімічне і/або електрохімічне нанесення покриттів.

Кожній з цих груп виробничих операцій відповідає свій набір та кількості забруднюючих речовин, що виділяються в атмосферне повітря.

3.1 Механічна підготовка поверхні виробів

При механічній підготовці поверхні з неї видаляються поверхневі дефекти (задирки, окалина, раковини, шлакові залишки і неметалічні включення). В атмосферу виділяється металевий та абразивний пил.

Механічна підготовка поверхні може проводитися:

- очищенням сипкими абразивними матеріалами (чавунний або сталевий дріб, наждаковий пісок), галтівкою (повільне перекочування деталей разом з абразивним матеріалом в обертових барабанах) або віброгалтівкою (механічний вплив підсилюється вібрацією);
- шліфуванням і поліруванням.

Кількість пилу, що виділяється при проведенні механічної обробки поверхні виробів з застосуванням окремих видів технологічного обладнання, представлена в табл. 3.1.

Витрати повітря, що проходить через камеру обладнання для механічної підготовки поверхні виробів, становлять 300-350 м³/год із розрахунку на 1 м³ внутрішнього об'єму камери. Для шліфувальних та полірувальних верстатів витрати аспіруємого повітря залежать від діаметрів шліфувальних та полірувальних кругів і в середньому становлять 2 м³/год на 1 мм діаметру кругу.

Таблиця 3.1 – Характеристика викидів пилю від технологічного обладнання, що застосовується при механічній підготовці поверхні виробів

№ п/п	Технологічне обладнання	Характер пилю	Концентрація пилю, мг/м ³
1	Барабани лушпильні галтовочні	механічна окалина, піщаний пил	0,5-0,8
2	Барабани лушпильні дробометні		1,0-3,0
3	Камери лушпильні дробометні		2,0-5,0
4	Шліфувальні верстати	абразивний металевий	0,3-0,8
5	Полірувальні верстати	текстильний, від полірувальної пасти	0,1-0,3

3.2 Підготовка поверхні деталей у розчинах

Етап хімічної та електрохімічної підготовки поверхні виробів у розчинах складається з операцій знежирення і травлення поверхні, тобто видалення органічних і неорганічних забруднень поверхні, таких як жирові забруднення, мастильні матеріали, окалина, продукти корозії, оксидні плівки тощо.

Знежирення здійснюється шляхом занурення деталі у ванну з органічним розчинником (бензин, гас, уайт-спирит, трихлоретилен, перхлоретилен) або з водними слаболужними миючими розчинами. В якості миючих агентів використовують кальциновану соду, їдкий натр, тринатрійфосфат, додають поверхнево-активні речовини (ПАР). Лужні розчинники використовують при електрохімічному знежиренні для утворення емульсії масляних забруднень. При цьому способом очищення жирова плівка віддається бульбашками Н₂ і О₂, що утворюються на електродах. В процесі знежирення в атмосферу поступають пари органічних розчинників, тумани лугів.

Хімічне і електрохімічне травлення поверхонь необхідне для видалення плівки оксидів (яка може бути невидима неозброєним оком), що перешкоджає міцному зчепленню металевого покриття з поверхнею. Для того, щоб провести травлення поверхні деталі поміщають в розчини кислот (Н₂SO₄, НСl, НNO₃, HF), концентрованих лугів, розплави солей. Для прискорення процесу застосовують електрохімічне травлення в тих же

середовищах. В процесі травлення в атмосферу поступають аерозолі кислот, лугів, HCN і HF, NO_x, краплі розчинів, що містять іони важких металів, H₂.

Величини питомих викидів забруднюючих речовин, що виділяються в атмосферне повітря від різних технологічних процесів обробки поверхні виробів у розчинах, наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Питомі викиди забруднюючих речовин при основних технологічних процесах обробки поверхні виробів обезжирюванням та травленням

№ п/п	Технологічний процес	Забруднюючі речовини	Питомий викид забруднюючої речовини з поверхні дзеркала ванни, г/(м ² ·год)
1	2	3	4
<i>Знежирення поверхні виробів:</i>			
1	в органічних розчинниках	бензин	4530
2		керосин	1560
3		уайт-спірит	5800
4		бензол	2970
5		трихлоретилен	3940
6		тетрахлоретилен	4200
7		трифтортрихлоретан	14910
8	хімічне в розчинах луг	їдкий луг	1,0
9	електрохімічне		39,6
<i>Хімічне травлення поверхні виробів:</i>			
1	у розчині хромової кислоти та її солей	хромовий ангідрид	0,02
2	у розчині лугу	їдкий луг	198,0
3	у розчинах сірчаної кислоти	сірчана кислота	25,2
у розчинах соляної кислоти з різною концентрацією, г/дм ³ :			
4	до 200	хлористий водень	1,1
5	200-250		3,0
6	250-300		10,0
7	300-350		20,0
8	350-500		50,0
9	500-1000		288,0

(продовження табл. 3.2)

1	2	3	4
у розчинах фтористоводневої кислоти та її солей, з концентрацією, г/дм ³ :			
10	до 10	фтористий водень	1,0
11	10-20		5,0
12	20-50		10,0
13	50-100		18,0
14	100-150		36,0
15	150-200		42,0
16	> 200		72,0
17	у розчинах ортофосфорної кислоти	фосфорна кислота	2,2
18	у розведених розчинах азотної кислоти	азотна кислота та оксиди азоту	10,8

3.3 Хімічне та електрохімічне нанесення покриття

Залежно від виду покриття, що наноситься, розрізняють наступні гальванічні операції:

- цинкування – гальванічне осадження на поверхні виробу атомів цинку шляхом електролізу з метою захисту сплавів заліза від атмосферної корозії. Електролітом служать солі цинку ($ZnSO_4$, $Zn(BF_4)_2$, ціанисті сполуки $ZnO+NaCN$, $Na_2Zn(CN)_4$);

- кадміювання – захист сталей від корозії в морській воді і атмосфері. Електроліти – $CdSO_4$ і $Cd(BF_4)_2$);

- лудіння; оксидування; фосфатування;

- свинцювання; міднення; нікелювання; хромування; сріблення; золотіння;

Всі ці процеси проводяться зануренням деталей у ванни, заповнені електролітом (розчини кислот, лугів, солей і їх сумішей), і пропусканні через них електричного струму, що приводить до формування поверхневих захисних плівок відповідних сполук. У повітря при цьому виділяються аерозолі кислот, лугів, пари HF, HCN, краплі розчинів, що містять іони важких металів, H_2 .

Величини питомих викидів забруднюючих речовин, що виділяються в атмосферне повітря від різних технологічних процесів нанесення покриття, наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Питомі викиди забруднюючих речовин при нанесенні покриття на поверхні виробів

№ п/п	Технологічний процес	Забруднюючі речовини	Питомий викид забруднюючої речовини з поверхні дзеркала ванни, г/(м ² ·год)
Електрохімічне нанесення покриття:			
1	у розчині хромової кислоти концентрацією 150-300 г/дм ³ при силі струму 1000 А	Cr ₂ O ₃	36
2	у розчині хромової кислоти концентрацією 20-100 г/дм ³ при силі струму 500 А		3,3
3	у розчині лугу	луг	39,6
4	у розчинах фтористоводневої кислоти та її солей, концентрацією до 10 г/дм ³	HF	1,04
5	– " – 10-25 г/дм ³		10,08
6	– " – 25-100 г/дм ³		36,0
7	– " – 100-200 г/дм ³		50,04
8	– " – > 200 г/дм ³		72,0
9	у розчинах сірчаної кислоти концентрацією 150-350 г/дм ³	H ₂ SO ₄	25,2
10	– " – 45-52 г/дм ³		0,68
Хімічне нанесення покриття:			
1	цинкування кисле	ZnSO ₄	10,44
2	– " – хлористоамонійне	NH ₃	6,34
3	– " – лужне	NaOH	39,6
4	– " – хлористе	KCl	2,38
5	кадмування в ціаністих розчинах	HCN	19,8
6	цинкування в ціаністих розчинах		5,4
7	золотування в ціаністих розчинах		1,98
8	у розчинах лугу (оксидування)	луг	198,0
9	міднування борофтористе	HF	10,01
10	амальгування	Hg(NO ₃) ₂	0,11

Розрахунок величини викиду забруднюючої речовини (т/рік), яка виділяється при обробці поверхні виробів у розчинах або при нанесенні покриття, визначається за формулою (3.1):

$$P_0 = 10^{-6} \cdot T \cdot q \cdot F \cdot k_3 \cdot k_y, \quad (3.1)$$

де q – питома кількість речовини, що утворюється з одиниці поверхні ванни при номінальному навантаженні (г/(м²·год)). Береться за даними табл. 3.2 та 3.3;

T – час роботи устаткування, год.;

F – площа дзеркала ванни, м²;

k_y – коефіцієнт укриття ванни: при наявності у складі розчину поверхнево-активних речовин (ПАР) $k_y = 0,5$; при відсутності ПАР $k_y = 1$;

k_3 – коефіцієнт завантаження ванни.

Кількість парів органічних розчинників, що виділяються при обезжирюванні поверхні виробів, визначається за формулою (3.2):

$$P_0 = 10^{-6} \cdot T \cdot q \cdot F \cdot m, \quad (3.2)$$

де m – коефіцієнт, що залежить від площі випаровування (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Визначення коефіцієнту m

$F, \text{ м}^2$	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	$\geq 1,0$
m	1,45	2,87	2,56	2,35	2,17	2,00	1,85	1,72	1,60	1,52	1,00

Контрольні запитання

1. З якою метою проводять нанесення металопокриття на поверхню виробів?
2. Етапи нанесення металопокриття.
3. Для чого проводиться механічна підготовка поверхні деталей?
4. Які є способи механічної підготовки поверхні деталей?
5. Як розрахувати кількість пилу, що виділяється при механічній підготовці поверхні виробів?
6. Для чого необхідна обробка поверхні виробів у розчинах, які методи для цього застосовують?
7. Які забруднюючі речовини виділяються при обробці поверхні виробів у розчинах?
8. Види нанесення покриття.

9. Які забруднюючі речовини виділяються при нанесенні покриття на поверхню деталей?
10. Як розрахувати кількість забруднюючої речовини, що виділяється при обробці поверхні деталей у розчинах або при нанесенні покриття?
11. Як розрахувати кількість парів органічного розчинника, що виділяється при обезжирюванні поверхні деталей?

Завдання до практичної роботи

1. Ознайомитися з теоретичними основами визначення кількісних та якісних характеристик емісії забруднюючих речовин від гальванічного виробництва.
2. Розрахувати годинні об'єми аспіруемого повітря та кількість пилу, що виділяється при роботі обладнання для механічної підготовки поверхні виробів. Вихідні дані для розрахунку містяться в табл. 3.5. Для виконання розрахунку слід користуватися табл. 3.1.

Таблиця 3.5 – Вихідні дані для розрахунку (механічна підготовка поверхні виробів)

№ варіанту	Тип - Об'єм камери обладнання, м ³ (табл. 3.1)	Діаметр шліфувального круга, мм	Діаметр полірувального круга, мм
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	1-45	40	250
2	2-50	45	260
3	3-55	50	270
4	1-60	55	280
5	2-70	60	290
6	3-80	65	300
7	1-20	70	310
8	2-25	75	320
9	3-30	80	330
10	1-35	85	340
11	2-40	90	350
12	3-45	95	360
13	1-50	100	370
14	2-55	105	380

(продовження табл. 3.5)

<i>l</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
15	3-60	110	390
16	1-65	115	400
17	2-70	120	410
18	3-75	125	420
19	1-80	130	430
20	2-85	135	440

3. Визначити кількість забруднюючих речовин, що виділяються при проведенні обробки поверхні деталей у розчинах. Вихідні дані для виконання завдання наведені в табл. 3.6. Для виконання розрахунку слід користуватися табл. 3.2 та формулами (3.1) та (3.2).

Таблиця 3.6 – Вихідні дані для розрахунку (підготовка поверхні виробів у розчинах)

№ варіанту	Завантаження ванни, %	Технологічний процес			
		обезжирювання		травлення	
		розчин (табл. 3.2)	площа дзеркала ванни, м ²	розчин (табл. 3.2)	площа дзеркала ванни, м ²
<i>l</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	100	1	0,60	1	0,95
2	98	2	0,65	2	1,00
3	99	3	0,70	3	1,05
4	95	4	0,75	4	1,10
5	90	5	0,80	5	1,15
6	92	6	0,85	6	1,20
7	94	7	0,90	7	1,15
8	96	8	0,95	8	1,30
9	93	9	1,00	9	0,85
10	100	1	1,05	10	0,90
11	90	2	1,10	11	0,70
12	91	3	1,20	12	0,75
13	98	4	0,65	13	0,80
14	99	5	0,80	14	1,35
15	96	6	0,85	15	1,40
16	95	7	0,90	16	1,50

(продовження табл. 3.6)

1	2	3	4	5	6
17	94	8	1,05	17	1,55
18	92	9	1,15	18	1,60
19	93	1	1,20	10	1,70
20	100	2	1,25	11	1,80

4. Визначити кількість забруднюючих речовин, що виділяються при нанесенні покриття на поверхню деталей. Вихідні дані для виконання завдання наведені в табл. 3.7. Для виконання розрахунку слід користуватися табл. 3.3 та формулою (3.1).

Таблиця 3.7 – Вихідні дані для розрахунку (нанесення покриття на поверхню виробів)

№ варіанту	Завантаження ванни, %	Технологічний процес нанесення			
		електрохімічне		хімічне	
		розчин (табл. 3.3)	площа дзеркала ванни, м ²	розчин (табл. 3.3)	площа дзеркала ванни, м ²
1	90	1	1,55	2	1,70
2	91	2	1,60	4	1,75
3	98	3	1,65	6	1,80
4	99	4	2,00	8	1,85
5	96	5	2,05	10	1,90
6	95	6	2,10	1	1,95
7	94	7	2,30	3	2,00
8	92	8	2,35	5	2,05
9	100	9	2,40	7	2,10
10	95	10	2,45	9	1,60
11	93	1	1,70	2	1,65
12	98	2	1,75	4	2,15
13	99	3	1,80	6	2,20
14	95	4	1,85	8	2,25
15	90	5	1,90	10	2,30
16	92	6	1,95	1	2,35
17	94	7	2,15	3	2,40
18	96	8	2,20	5	2,45
19	100	9	2,25	7	2,50
20	91	10	2,50	9	2,70

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Характеристики різних видів палива

№ п/п	Басейн	Марка	$A^r, \%$	$S^r, \%$	$Q_i^r, \text{МДж/кг}$
1	2	3	4	5	6
Кам'яне вугілля					
1	Донецький	ДР	28,0	3,5	18,50
2		Д концентрат	10,0	3,0	23,74
3		ГР	28,0	3,5	20,47
4		Г концентрат	11,0	3,0	25,95
5		Г промпродукт	40,0	3,3	15,05
6		ЖР	25,0	3,0	23,36
7		Ж концентрат	16,0	3,5	25,12
8		ОСР	25,0	3,0	24,20
9		К	39,0	3,2	17,00
10			ТР	25,0	2,7
11	Львівсько-Волинський	ГР	23,0	3,4	21,44
12		ГЖ	30,0	3,3	20,89
Антрацити					
1	Донецький	ПАРШ	26,0	2,2	24,03
2		АШ, АСШ	30,0	1,9	16,39
Буре вугілля					
1	Дніпровський	Б1Р	31,0	4,4	6,45
2		Б1Р	22,5	3,9	7,91
3		Б1Р	23,8	5,0	8,12
4		Б1Р	20,5	3,9	8,96
5	Олександрійський	Б1Р	34,2	4,6	4,98
6		Б1Р	22,5	4,5	7,45
7		Б1Р	36,0	4,1	7,16
8		Б1Р	19,7	4,3	7,79
9		Б1Р	11,7	4,3	9,59
10		Б1	18,0	3,3	10,05
Горючі сланці					
1	Бовтиське родовище	–	67,0	1,4	10,47
2	Мелінітові сланці Карпат	–	75,0	3,0	7,12
Торф					
1	Смоленське родовище	–	12,0	0,3	8,29

(продовження табл. А.1)

1	2	3	4	5	6
Інші види палива					
1	Мазут малосірчаний		0,1	0,5	40,30
2	Мазут сірчаний		0,1	1,9	39,85
3	Мазут високосірчаний		0,1	4,1	38,89
4	Стабілізована нафта		0,1	2,9	39,90
5	Дизельне паливо		0,02	0,3	42,75
6	Солярове масло		0,02	0,3	42,46
7	Моторне паливо		0,05	0,4	41,49

Таблиця А.2 – Визначення параметрів $a_{вин} / (100 - \Gamma_{вин})$ та $(k_{CO})_0$, г/ГДж для котлів малої потужності

№	Тип топки	Вид палива	$\frac{a_{вин}}{(100 - \Gamma_{вин})}$	$(k_{CO})_0$, г/ГДж
1	З нерухомою решіткою та ручним закиданням палива	буре та кам'яне вугілля	0,0023	1900
2		антрацити АС і АМ	0,0030	900
3		антрацит АРШ	0,0078	800
4	З пневмомеханічними накидачами та нерухомою решіткою	буре та кам'яне вугілля	0,0026	700
5		антрацит АРШ	0,0088	600
6	З ланцюговою решіткою прямого ходу	антрацити АС і АМ	0,0020	400
7	З накидачами і ланцюговою решіткою	буре та кам'яне вугілля	0,0035	700
8	Шахтна	тверде паливо	0,0019	2000
9	Шахтно-ланцюгова	торф кусковий	0,0019	1000
10	Похило-перештовхувальна	сланці	0,0025	2900
11	Шарові побутових теплогенераторів	буре вугілля	0,0011	16000
12		кам'яне вугілля	0,011	7000
13		антрацити, пісне вугілля	0,011	3000
14	Камерна топка парового та водогрійного котла	мазут	0,010	320

Таблиця А.3 – Показники ефективності роботи установок пило- та газоуловлювання

№ п/п	Найменування установки	Вміст твердих частинок в газовій суміші викиду, г/м ³	
		до очищення	після очищення
1	Електрофільтри УГЗ	18,03	1,05
2	Циклони БЦРН	17,64	5,32
3	Електрофільтри 2Г2-3-26	35,10	3,67
4	Рукавні фільтри СМЦ	1,25	0,14
5	Циклон ЦН-15 та електрофільтр УГІ	39,18	4,06
6	Електрофільтр УПВ	13,04	1,12
7	Скрубер Вентурі	36,4	10,47
8	Рукавний фільтр ФРО-20	6,12	0,79
9	Рукавний фільтр ФРКД 121100	5,14	0,85
10	Циклон ЦН-15	48,65	17,64
11	Електрофільтр УГ-4-74	28,36	3,15
12	Електрофільтр УГІ-3	32,88	3,09
13	Електрофільтр ОГП-15	25,34	2,47
14	Електрофільтр СГ	31,18	2,96
15	Рукавний фільтр ФРГ	4,86	0,52

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Вихідні дані для розрахунку величин викидів твердих частинок при спалюванні палива в стаціонарних системах

№ варіанту	Вид палива (табл. А.1)	Витрати палива	Тип топки (табл. А.2)	Тип золоуловлювача (табл. А.3)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	к.в.-1	75 т/рік	1	1, 5
	б.в.-10		4	9, 12
	і.в.п.-1		14	2, 7
2	к.в.-2	62 т/рік	4	2, 6
	б.в.-4		1	8, 15
	і.в.п.-2		14	4, 9
3	к.в.-3	60 т/рік	7	3, 7
	б.в.-7		11	1, 13
	і.в.п.-3		14	8, 9
4	к.в.-4	78 т/рік	4	4, 8
	б.в.-1		11	9, 15
	і.в.п.-3		14	2, 5
5	к.в.-5	80 т/рік	1	5, 9
	б.в.-3		4	10, 12
	і.в.п.-2		14	1, 7
6	к.в.-6	85 т/рік	12	6, 10
	б.в.-2		11	9, 14
	і.в.п.-1		14	1, 15
7	к.в.-7	70 т/рік	1	7, 11
	б.в.-5		11	3, 8
	і.в.п.-3		14	2, 14
8	к.в.-8	68 т/рік	4	9, 15
	б.в.-6		7	4, 6
	і.в.п.-1		14	8, 13
9	к.в.-9	82 т/рік	7	3, 11
	б.в.-8		11	7, 14
	і.в.п.-2		14	1, 9
10	к.в.-10	67 т/рік	12	2, 6
	б.в.-9		1	3, 12
	і.в.п.-3		14	8, 9
11	к.в.-11	65 т/рік	7	5, 15
	б.в.-1		4	9, 11
	і.в.п.-2		14	2, 14

(продовження табл. Б.1)

1	2	3	4	5
12	к.в.-12 б.в.-2 і.в.п.-3	100 т/рік	12 1 14	2, 3 7, 15 6, 12
13	к.в.-1 б.в.-3 і.в.п.-1	110 т/рік	1 4 14	8, 13 1, 15 3, 5
14	к.в.-2 б.в.-8 і.в.п.-3	120 т/рік	4 1 14	1, 3 5, 8 10, 14
15	к.в.-3 б.в.-1 і.в.п.-2	130 т/рік	7 11 14	6, 8 7, 9 4, 12
16	к.в.-4 б.в.-7 і.в.п.-1	180 т/рік	12 7 14	9, 15 1, 4 8, 10
17	к.в.-5 б.в.-4 і.в.п.-2	140 т/рік	7 11 14	5, 7 3, 15 9, 11
18	к.в.-6 б.в.-9 і.в.п.-2	150 т/рік	12 7 14	10, 15 3, 9 1, 5
19	к.в.-7 б.в.-10 і.в.п.-1	180 т/рік	7 11 14	2, 7 4, 13 3, 9
20	к.в.-8 б.в.-2 і.в.п.-2	90 т/рік	12 7 14	8, 14 2, 4 3, 12

Примітка: к.в. – кам'яне вугілля; б.в. – буре вугілля; і.в.п. – інші види палива.

Цифри у колонках «2», «4» та «5» відповідають порядковим номерам рядків у відповідних таблицях Додатку А.

Таблиця Б.2 – Вихідні дані для розрахунку величин викидів СО при спалюванні палива у стаціонарних системах

№ варіанту	Вид палива (табл. А.1)	Витрати палива	Тип топки (табл. А.2)
1	2	3	4
1	к.в.-12 б.в.-3 антрицит-1	75 т/рік	1, 7 4, 11 2
2	к.в.-7 б.в.-1 антрацит-2	62 т/рік	4, 12 1, 11 3
3	к.в.-5 б.в.-9 горючі сланці-1	60 т/рік	1, 7 4, 11 10
4	к.в.-1 б.в.-2 горючі сланці-2	78 т/рік	4, 12 1, 11 10
5	к.в.-11 б.в.-5 торф-1	80 т/рік	1, 7 4, 11 9
6	к.в.-3 б.в.-10 і.в.п.-1	85 т/рік	4, 12 1, 11 14
7	к.в.-9 б.в.-8 і.в.п.-2	70 т/рік	1, 7 4, 11 14
8	к.в.-6 б.в.-4 і.в.п.-3	68 т/рік	4, 12 1, 7 14
9	к.в.-4 б.в.-6 і.в.п.-6	82 т/рік	1, 7 4, 11 14
10	к.в.-8 б.в.-7 антрацит-1	67 т/рік	4, 12 1, 7 6
11	к.в.-10 б.в.-3 антрацит-2	65 т/рік	1, 7 4, 11 13

(продовження табл. Б.3)

1	2	3	4
12	к.в.-2 б.в.-9 горючі сланці-1	100 т/рік	4, 12 1, 7 10
13	к.в.-11 б.в.-7 горючі сланці-2	110 т/рік	1, 7 4, 11 10
14	к.в.-8 б.в.-1 торф-1	120 т/рік	4, 12 1, 7 9
15	к.в.-3 б.в.-2 і.в.п.-1	130 т/рік	1, 7 4, 11 14
16	к.в.-1 б.в.-10 і.в.п.-2	180 т/рік	4, 12 1, 7 14
17	к.в.-10 б.в.-4 і.в.п.-3	140 т/рік	1, 7 4, 11 14
18	к.в.-4 б.в.-5 і.в.п.-6	150 т/рік	4, 12 1, 7 14
19	к.в.-7 б.в.-6 антрацит-1	180 т/рік	1, 7 4, 11 2
20	к.в.-12 б.в.-8 антрацит-2	90 т/рік	4, 12 1, 7 3

Примітка: к.в. – кам'яне вугілля; б.в. – буре вугілля; і.в.п. – інші види палива.

Цифри у колонці «4» відповідають порядковим номерам рядків у відповідній таблиці Додатку А.

ЗБІРНИК
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
до виконання контрольної роботи, практичних робіт та
організації самостійної роботи студентів
з д и с ц и п л і н и
"Техноекологія"

Укладач: к.геогр.н., доц. Приходько В.Ю.

Підп. до друку
Умовн. друк. арк.

Формат
Тираж

Папір
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул.Львівська, 15
