

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання самостійної роботи і з дисципліни
„Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища”
для студентів напряму 0708 „Екологія” денної та заочної форм
навчання

ЗАТВЕРДЖЕНО:
редакційно-видавничою секцією
науково-методичної ради ДДТУ
_____ 2011р., протокол № _____

ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬК
2011

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

До виконання самостійної роботи з дисципліни „Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища” для студентів напряму 0708 „Екологія”.
Укл. Трофіменко М.О. Дніпродзержинськ. ДДТУ, 2011. - 28с.

Укладач: к.х.н., доцент Трофіменко М.О.
Відповідальний за випуск
Зав. кафедрою Екології, д.т.н. професор
О.В. Зберовський

Рецензент:
Дніпродзержинський державний технічний
університет, к.х. н., доцент Галата А.В.

Затверджено на засіданні кафедри Екології
Протокол № від „ „ 2011р.

Визначено мету та задачі дисципліни, окреслено коло питань, що пропонуються для опрацювання при виконанні практичних занять по дисципліні.

Приведено декілька типів задач, що пропонуються студентам для вирішення при самостійному опрацюванні - підготовці до модульного контролю, виконанні контрольних робіт та підготовці до державних іспитів студентами денного та заочного відділів.

Наведено приклади вирішення різних типів задач.

Навички, набуті при вирішенні задач, можуть бути викориссані студентами також при написанні курсових та дипломних проектів.

В С Т У П

Методичні вказівки визначають зміст, обсяг і правила виконання самостійної роботи, методику її виконання.

Самостійна робота являється обов'язковим елементом навчального процесу, становить одну з частин інженерної підготовки і виконується кожним студентом в процесі підготовки до практичних занять, тестового модульного контролю, роботи над курсовим та дипломним проектом, підготовці до державного іспиту, тощо. Це творча робота студента, основана на знаннях, здобутих в процесі опрацювання літератури по дисципліні та технічної документації.

На протязі семестру, як правило, відбувається тестування як по теоретичній, так і по практичній частинах а при заочній формі навчання виконується одна контрольна робота.

Для опрацювання теоретичної частини в даних вказівках наведено перелік контрольних питань, а для практичної частини – приклади задач і їх вирішення по основним розділам дисципліни

В роботі повинні знайти відображення найновіша інформація по заданій темі, яка описана в періодичній, технічній літературі, монографіях, авторських свідоцтвах, в журнальних статтях, підручниках, конспекті лекцій.

Під час виконання контрольної роботи студент повинен закріпити навички користування довідковою літературою, методичною, нормативною документацією з тематики дисципліни, обчислювальною технікою.

Перелік рекомендованої для вивчення літератури приведений вкінці даних методичних вказівок.

Оформлення текстової частини роботи, таблиць, рисунків необхідно виконувати згідно вимог Стандарту установи – СТУ-1-02, або СТУ-2 – 09.

1 Мета та задачі самостійної роботи, її місце в навчальному процесі

1.1 Мета викладання дисципліни

Вивчаючи дану дисципліну, студент повинен розширити і поглибити знання про сучасні системи контролю повітря та води у промисловому регіоні, одержані при вивчанні курсів “Моніторинг оточуючого середовища” та “Захист повітря”, якими студенти оволоділи під час навчання на попередніх курсах навчання.

Значна роль при вивчанні дисципліни відводиться самостійній роботі студентів.

1.2 Задачі вивчення дисципліни

Вивчаючи дану дисципліну, студент повинен знати:

- мету, призначення та принципи організації і види екологічного моніторингу;
- досвід організації екологічного моніторингу в країнах близького та далекого зарубіжжя;
- організація екологічного моніторингу на Україні;
- методи математичного моделювання екологічної ситуації;
- принципи біомоніторингу та космічного моніторингу.

Еколог-бакалавр повинен вміти:

- Володіти сучасними методами контролю якості природної та стічної води;
- Користуватися сучасними методами моніторингу повітряного середовища;
- Складати акти та протоколи звітності про правопорушення санітарних вимог до якості повітря в промислових зонах та житлових масивах.

Еколог-бакалавр повинен мати навички:

- Розрахунку нормативів на скиди газів і стічних вод у навколишнє середовище;
- Розрахунку розмірів платежів за викиди промислових газів у повітря;
- Організації та виконання аналітичного контролю за станом довкілля;
- Користування сучасними системами автоматичного контролю якості повітря.

1.3 Перелік базових дисциплін

1.3.1 Класи хімічних елементів, їх властивості.

1.3.1.2. Основні закони хімії.

1.3.1.3. Хімічна кінетика і каталіз.

1.3.1.4. Гідроліз хімічних сполук.

1.3.1.5. Окисно-відновні реакції.

1.3.2. Фізична та аналітична хімія.

Теми:

1.3.2.1. Фізико-хімічні методи аналітичного контролю.

1.3.2.2. Хімія дисперсного стану.

1.3.2.3. Газові закони.

- 1.3.3. Основи екології.
- 1.3.3.1. Основні поняття екології.
- 1.3.3.2. Елементи і сполуки антропогенного характеру в зоні промислового регіону.
- 1.3.3.3. Порогово допустимі концентрації основних забруднювачів оточуючого середовища.
- 1.3.4. Обладнання та основи проектування.
- Теми:
- 1.3.4.1. Апаратура та пристрої для очистки повітря від пилових та газових забруднювачів.
- 1.3.4.2. Компресори та насоси в технології очищення газів, та стічних вод;
- 1.3.4.3. Основи автоматичного проектування.
- 1.3.5. Математичне моделювання та застосування ЕОМ у хімічній технології.
- Теми:
- 1.3.5.1. Захист повітря від промислових забруднень.
- 1.3.5.2. Характеристика критеріальних забруднювачів атмосфери.
- 1.3.5.3. Основні типи пиловловлювачів.
- 1.3.5.4. Характеристика газоочисних споруд.
- 1.3.5.5. Санітарна очистка газів.
- 1.3.6. Моніторинг оточуючого середовища.
- 1.3.7. Основи метрології та стандартизації вимірювання параметрів навколишнього середовища.
- 1.3.8. Екологічні проблеми промислових регіонів.

2 Загальні відомості про склад практичних робіт

Практичні роботи здійснюються шляхом розширення та конкретизації матеріалу, що викладається на лекційних заняттях та в процесі самостійної проробки частини матеріалу, що виноситься для самостійної роботи згідно робочої програми, затвердженої для даної спеціальності.

Практичні заняття містять такі розділи:

1. Контроль рівня засвоєння лекційного матеріалу.
2. Контроль рівня засвоєння матеріалу, що виноситься для самостійного вивчення.
3. Розв'язання практичних задач, що стосуються обстеження якості стану навколишнього середовища, якості роботи природоохоронних об'єктів та правильності проектних рекомендацій щодо правил роботи природоохоронних об'єктів.

3 Контроль рівня засвоєння лекційного матеріалу

Рівень засвоєння лекційного матеріалу здійснюється шляхом проведення тестового контролю та опитування студентів по тематиці лекцій, згідно програми викладання дисципліни.

Орієнтовний зміст запитань приводиться нижче.

- 3.1 Дайте визначення основних понять, що використовуються в контролі довкілля в промисловому регіоні: моніторинг н.с., альbedo земної поверхні, біосфера, літосфера, гідросфера, атмосфера, ноосфера, соціосфера, БПК, ХПК, дисипація, інверсія температур, застій повітря, острів тепла, розсіююча здатність атмосфери (РЗА), сонячна радіація, смоги, стійкість атмосфери.
- 3.2 Як визначаються стандарти якості атмосферного повітря?
- 3.3 Коли і де були прийняті перші світові стандарти якості повітря?
- 3.4 У відповідності з якими програмами, коли і з якою метою були прийняті нормативи стану повітря в Україні?
- 3.5 В яких одиницях вимірюються концентрації домішок в повітрі промислового регіону?
- 3.6 Як співвідносяться між собою одиниці виміру концентрацій домішок у повітрі: мг/м^3 , $\%(об.)$, р.р.м.?
- 3.7 В чому різняться нормативи ПДК с.д., ПДК р.з., ПДК м.р., ПДК с.р.?
- 3.8 Для якої кількості речовин встановлено нормовані значення ПДК у повітрі?
- 3.9 В чому труднощі при визначенні параметрів навколишнього середовища промислового регіону в порівнянні з аналітичним контролем в других сферах діяльності?
- 3.10 Що являють собою контейнери для збору проб повітря для аналізу?
- 3.11 Яких правил необхідно дотримуватись, при відборі проб повітря для аналізу?
- 3.12 Чи можна відбирати в контейнери для аналізу проби повітря, якщо відомо про наявність в них агресивних оксидів SO_2 , NO_x , H_2S ?
- 3.13 Які типи лабораторних комплексів розроблені для контролю за станом повітря в промисловому регіоні?
- 3.14 На якій висоті відбираються проби повітря для аналізу їх на вміст пилу? сажі? Як це здійснюється?
- 3.15 Особливості контролю повітря при встановленні: максимально разових концентрацій, середньо-добових та середньо-річних показників.
- 3.16 Що являють собою рідинні поглинання прилади? Особливості їх роботи в зимовий період.
- 3.17 Як готуються адсорбенти та тверді носії перед початком їх роботи в апаратах по контролю повітря?
- 3.18 Які фільтри здатні улавлювати одночасно речовини, що знаходяться в аеродисперсному та в газовому стані в повітрі?
- 3.19 Які електроаспіратори з ряду надійних та зручних ви можете охарактеризувати?
- 3.20 В чому сутність колористичних, колориметричних та фотоколориметричних методів дослідження стану повітря в промисловому регіоні?
- 3.21 Сутність, принцип роботи та приклади використання хроматографічних методів аналізу повітря?

- 3.22 Сутність та приклади використання полярографії, кулонометрії, спектрометрії та спектрографічних методів контролю за станом повітря в промисловому регіоні?
- 3.23 Які автоматичні комплекси по контролю стану повітря, збором та збереженням інформації вам відомі?
- 3.24 Сутність роботи системи автоматичного контролю за станом повітря OPSIS?

4 Контроль рівня засвоєння матеріалу, що виноситься для самостійного вивчення курсу

- 4.1 Контроль рівня акустичного забруднення довкілля.
 - 4.1.1 В чому сутність проблеми акустичного забруднення довкілля?
 - 4.1.2 Які законодавчі нормативи в світі і в Україні розроблено для регулювання акустичного забруднення?
 - 4.1.3 Якими цифрами можна охарактеризувати нормативи по шуму? Які райони по шумовому забрудненню можна віднести до “сірої зони”, а які до “чорної зони”?
 - 4.1.4 Які основні методи боротьби з акустичним забрудненням вам відомі? Пояснити їх сутність.
 - 4.1.5 В чому полягає сутність активного шумозахисту?
 - 4.1.6 Наукова база шумозахисту?
 - 4.1.7 Прогнозування акустичного стану. Які перспективи шумозахисту на майбутнє?
- 4.2 Радіоактивні випромінювання.
 - 4.2.1 Вплив радіоактивних випромінень на здоров’я людини.
 - 4.2.2 Дози радіоактивних випромінень.
 - 4.2.3 Як можна захиститись від радіоактивних випромінень?
- 4.3 Електромагнітне забруднення навколишнього середовища.
 - 4.3.1 Які діапазони електромагнітних хвиль вам відомі?
 - 4.3.2 Який рівень природних електромагнітних полів?
 - 4.3.3 Які виробничі об’єкти можуть створювати штучні електромагнітні поля?
 - 4.3.4 В чому сутність негативного впливу електромагнітних полів на здоров’я людини?
 - 4.3.5 Як впливають електромагнітні поля на життєдіяльність живих організмів?
 - 4.3.6 Сутність дії магнітних аномалій.
 - 4.3.7 Як впливають магнітні поля на діяльність нервової системи?
- 4.4 Вплив іонізуючих випромінень на живі системи.
 - 4.4.1 Як проявляється дія іонізуючих випромінень на життєдіяльності живих систем?
 - 4.4.2 Дати характеристику джерел випромінювання.
 - 4.4.3 В чому проявляються фізичні та радіологічні аспекти впливу іонізуючих випромінень на організм людини?
 - 4.4.4 Які заходи боротьби з розповсюдженням радіонуклідів вам відомі?
 - 4.4.5 Які профілактичні засоби боротьби з розповсюдженням радіонуклідів

- 4.5 Пояснити біологічну дію електромагнітних полів радіочастот та слабких електромагнітних полів.
- 4.6 Шляхи захисту від дії електромагнітних полів.
- 4.7 Навести приклади корисної дії радіації на стан довкілля та лікувальних властивостей магнітних полів.

У цьому розділі наведено приклади розв'язання задач, які можуть зустрітись при виконанні контролю за станом повітря в промисловому регіоні, а також розрахункові методи контролю стану довкілля.

Для розрахунків можна користуватися декількома підходами (моделями) до питання розсіювання (5,10). Розглянемо одну із них – Гаусову модель розсіювання.

Для окремо розташованих джерел, таких, як труба, загальну поведінку струменя можна схематично описати так, як показано на рисунку:

Еквівалентне, або віртуальне джерело.

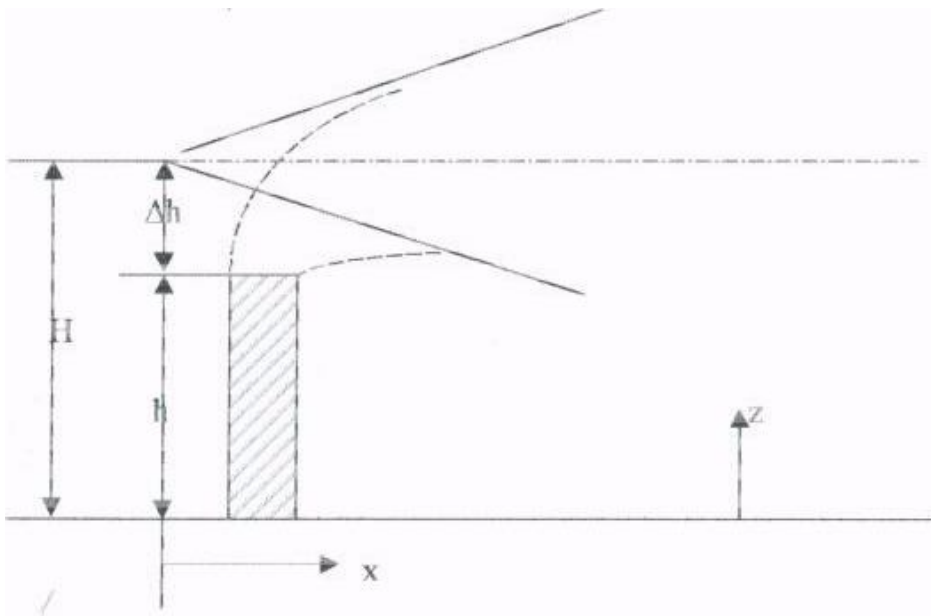


Рисунок 5.1 - Модель розсіювання з віртуальним джерелом на ефективній висоті труби - Н

Хоча струмінь починається на висоті труби h , він піднімається додатково на висоту Δh під дією підйомної сили гарячих газів і моменту кількості руху газів, що викидаються з труби вертикально зі швидкістю V_s . Отже, для практичних цілей струмінь зручно описувати так, нібито він витікає з крапкового джерела з еквівалентною висотою $H=h+\Delta h$. Це крапкове джерело також дещо зсунуте в бік, протилежний напрямку розповсюдження від точки $\mathbf{X} = \mathbf{0}$. Одним з рівнянь, репрезентуючих профіль концентрації в напрямку вітру від крапкового джерела, є вираз:

$$C = Kx^{-1} \exp \left[-\left(\frac{y^2}{D_y} + \frac{z^2}{D_z} \right) \frac{u}{4x} \right] \quad (5.1)$$

Де K – довільна константа, значення якої визначається граничними умовами конкретної задачі. Значення K подається у вигляді таблиць. D – коефіцієнти масової дифузії по відповідних осях.

Для крапкового джерела на рівні землі K можна виразити у вигляді:

$$K = \frac{Q}{2\pi(D_y D_z) \frac{1}{2}} \quad (5.2)$$

Де Q – потужність джерела викиду, тобто маса, що викидається в одиницю часу. Якщо підставити дане рівняння в попереднє, то отримаємо рівняння, що описує концентрацію забруднювача, що викидається крапковим джерелом на рівні землі.

$$C(x,y,z) = \frac{Q}{2\pi x(D_y D_z) \frac{1}{2}} \exp \left[-\left(\frac{y^2}{D_y} + \frac{z^2}{D_z} \right) \frac{u}{4x} \right] \quad (5.3)$$

$$\sigma_y^2 = \frac{2D_y x}{u} \quad \sigma_z^2 = \frac{2D_z x}{u} \quad (5.4)$$

Якщо Y і Z прийняти рівними, то рівняння спроститься до

$$C(x,0,0) = \frac{Q}{\pi \sigma_y \sigma_z} \quad (5.5)$$

Це рівняння прийняте для розрахунку приземної концентрації на центральній лінії від точечного наземного джерела.

Значення коефіцієнту σ визначає розширення або стискання кривої, що описує розподілення викиду; форма кривої залежить від атмосферних умов.

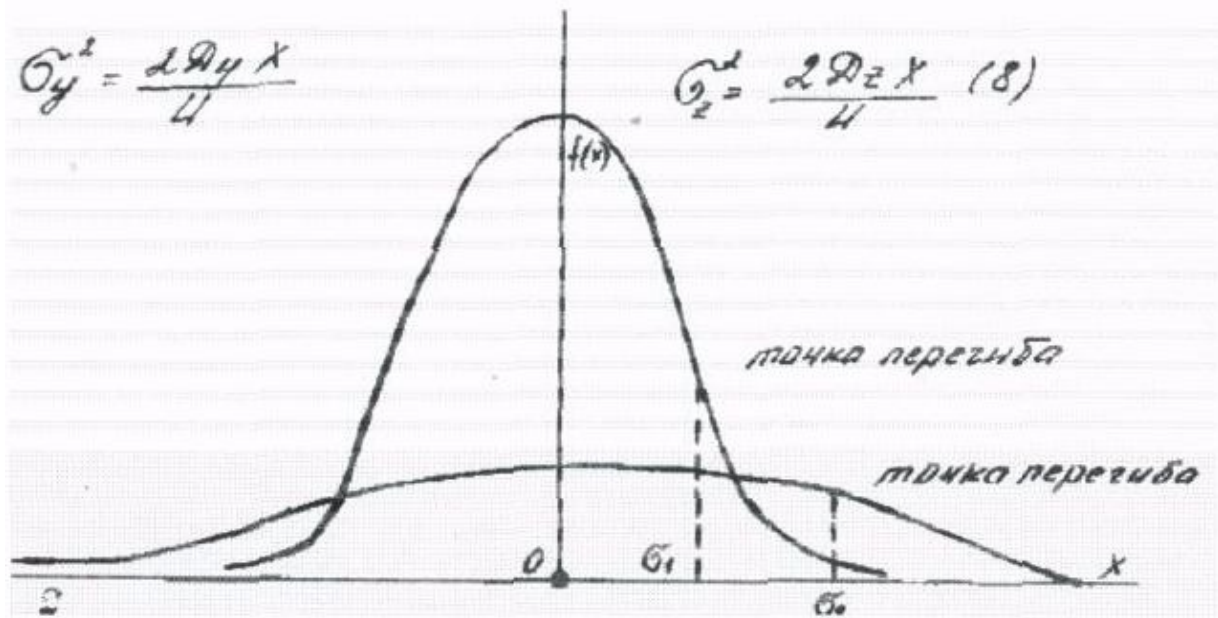


Рисунок 5. 2 - Діаграма залежності σ_x від X (відстані до джерела викиду)

5.1.1 Максимум приземної концентрації

Ефект відбиття від землі приводить до зростання приземних концентрацій газоподібних забруднювачів зі збільшенням відстані X порівняно з тим, що можна було б чекати без врахування відбиття. Однак таке зростання C зі збільшенням відстані не може продовжуватися безперервно. Кінець кінцем дифузія в напрямках, перпендикулярних напрямку вітру, вздовж осей Y і Z , зменшить концентрацію на рівні землі ($Z=0$) і вздовж центральної лінії ($Y=0$). Таким чином, крива залежності C від X проходить через максимум, а потім починає зменшуватись, прямуючи до нульового значення при великих значеннях X .

Один з методів визначення положення і величини максимуму концентрації побудований на використанні характеристик $\sigma_y \sigma_z$. При помірній нестійкості, близькій до байдужих умов, відношення σ_y / σ_z майже не залежить від відстані X . Якщо це відношення прийняти постійним і покласти $Y=0$, то рівняння

$$C(x,y,z) = \frac{Q}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(\frac{-H^2}{2\sigma_z^2}\right) \exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right) \quad (5.6)$$

може бути записано так, що C буде функцією тільки σ_z (котре, в свою чергу, залежить тільки від X для даного класу класу стійкості). В цьому випадку, використовуючи відомий з диференціальних розрахунків метод максимізації, можна отримати аналітичний вираз, що визначає максимальну концентрацію вздовж центральної лінії. Використовуючи цей метод, можна з достатньою точністю визначити положення максимуму концентрації. Результат диференціювання рівняння (1) в його модифікованій формі приводить до наступного виразу:

$$\sigma_z = \frac{H}{2,5} = 0,707H \quad (5.7)$$

Таким чином, знаючи висоту труби H , можна визначити значення σ_z .

Потім з діаграми залежності σ_z від X з врахуванням умов стійкості атмосфери можна отримати значення X , котре дає положення максимуму C .

Величина X визначається таким методом тільки приблизно, відбиваючи неточність побудови діаграми σ_z - X .

Якщо умову $H^2 = 2\sigma_z^2$, підставити в рівняння (1) і покласти $Y=0$, то максимальна приземна концентрація на центральній лінії в напрямку вітру буде приблизно рівна:

$$C_{\max, \text{отр}} = \frac{0,1171Q}{u \sigma_y \sigma_z} \quad (5.8)$$

Цей вираз дає найкращі результати в умовах нестійкої атмосфери. Приведений нижче приклад показує, як діаграма Тернера і рівняння (П) для визначення положення величини максимуму концентрації можуть бути використані для оцінки приземних концентрацій приземній лінії від підвищеного крапкового джерела.

Задача 5.1

Двоокис сірки викидається в кількості 160 г/л з труби з ефективною висотою 60 м. Швидкість вітру на рівні горловини труби дорівнює 6 м/с, а атмосферна стійкість відповідає класу Д для хмарного дня. Визначте положення максимуму приземної концентрації на центральній лінії в напрямку швидкості вітру від джерела і визначте максимальне значення в мікрограмах на кубічний метр.

Вирішення:

Для ефективної висоти труби, рівної 60 м, значення σ_z , яке визначає положення максимуму концентрації, дорівнює

$$\sigma_z = 0,707H(60) = 42,4 \text{ м}$$

З малюнка 10 знаходимо, що відповідне значення на вісі X дорівнює 1,55 км, що і визначає точку з максимальною концентрацією. Тоді величина C на цій відстані у відповідності з рівнянням (2) буде дорівнювати:

$$C = \frac{0,117Q}{u\sigma_y\sigma_z} = \frac{0,117(160)(10^6)}{6(105)(42,4)} = 700 \frac{\text{мкг}}{\text{м}^3}$$

Як видно з цього приклада, максимальна концентрація в даному випадку приблизно в 10 разів вища, ніж на відстані 500 м. від джерела, як було визначено в прикладі 4.1.

Значення C_{\max} і X_{\max} можуть бути також знайдені за допомогою рис.10[4]. Для класу стійкості Д і висоти труби 60 м. отримаємо

$$X_{\max} \approx 1,5 \text{ км} \quad \text{і} \quad (Cu/Q)_{\max} \approx 2,7 \times 10^{-5} \text{ м}^3$$

$$C_{\max} = (2,7 \times 10^{-5} \text{ м}^3) \times \frac{160 \times 10^6 \text{ мкг}}{S} \times \frac{S}{6} = 720 \text{ мкг} / \text{м}^3$$

В даному випадку результати, отримані двома методами, знаходяться в достатній узгодженості. Однак така узгодженість спостерігається не завжди, бо вона суттєво залежить від вибору класу стійкості. Визначемо, що отримане максимальне

значення приблизно в 10 разів вище значення 80 мкг/м^3 , яке відповідає первинному нормативу якості повітря (див. табл 5.1.).

Таблиця 5. 1 – **Федеральні нормативи якості атмосферного півітря**

Забруднена речовина	Час осереднення	Первісний норматив	Другоразовий норматив	Метод вимірювання
SO ₂	Середньорічний	80 мкг/м ³ (0,03 млн ⁻¹)	365 мкг/м ³ (0,03 млн ⁻¹)	Парарозаніліновий метод
	24 годин	365 мкг/м ³ (0,14 млн ⁻¹)		
	36 годин			

За допомогою Гаусової та інших моделей розсіювання можна розраховувати: концентрації забруднюючих речовин в приземному шарі повітря на пізних відстанях, максимально можливу концентрацію та відстань до неї при визначеній висоті труби, висоту труби, яка дозволяє вести розсіювання до концентрацій, які не перевищують порогово-допустиму, як для одиничного, так і для декількох джерел викидів газів та пилу у повітря (5,10)

5.2 Розрахункові методи контролю за станом повітря зони, прилеглої до теплових електростанцій.

Відомо, що теплові електростанції являються сильними забруднювачами не тільки атмосфери, а й літосфери і гідросфери. За допомогою схеми матеріального балансу ТЕЦ (середньостатистичної) можна розрахувати кількість викидів у повітря оксидів сірки, азоту, вуглецю, парів води та пилових викидів, а також викиди у довкілля попелу та шлаку.

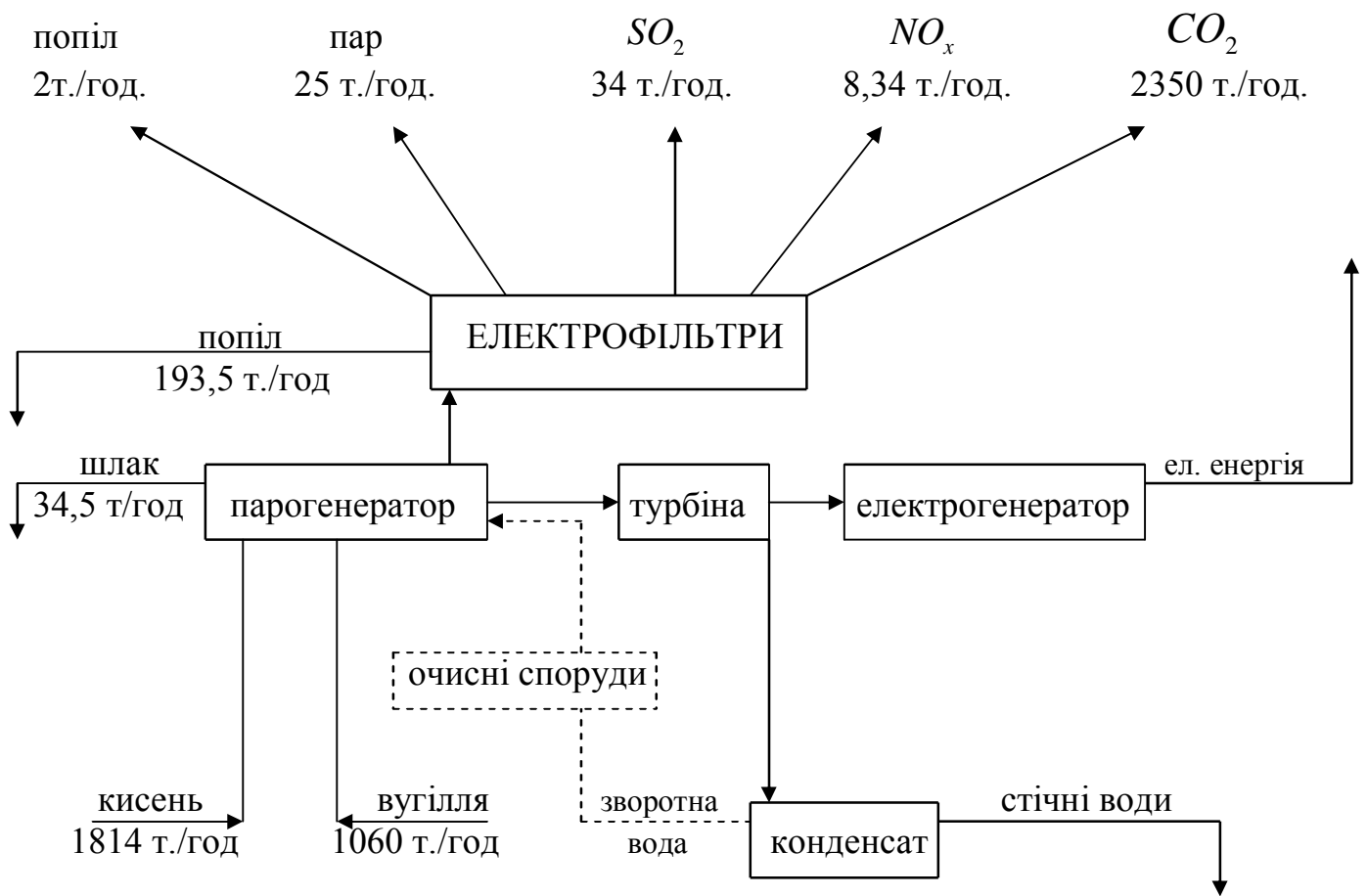


Рисунок 5. 3 - Схема матеріального балансу ТЕС потужністю 2400 мВт/год. Паливо – кам’яне вугілля середньої калорійності.

Задача 5.2.1 Розрахувати кількість діоксиду сірки, що викидається ТЕС за рік, якщо ТЕС працює на кам’яному вугіллі середньої сірчистості і має потужність 4000 мВт/год.

1. Знаходимо кількість викидів SO_2 за годину при заданій потужності ТЕС, скористувавшись співвідношенням:

При потужності ТЕС \longrightarrow викиди SO_2 складають 34 т/год.
2400 мВт/год

При потужності 4000 мВт/год \longrightarrow викиди SO_2 складають X т/год.

$$\text{Звідси } X = \frac{4000 \times 34}{2400} = 56,67 \text{ (т/год)}$$

2. За рік викиди діоксиду сірки складуть:

$$M_{SO_2} \text{ (за 1 рік)} = 56,67 \times 24 \times 365 \text{ тон}$$

Аналогічно можна розрахувати кількість кожного виду забруднень у повітря, чи такого, що потрапляє у відвали за будь який проміжок часу.

Отримавши дані по викидам і знаючи параметри оточуючого середовища, такі як температура, швидкість вітру, регіон розташування об'єкту; задаючись швидкістю викиду через трубу можна розрахувати висоту труби, необхідну для розсіювання до концентрацій нижче порогових (5.5).

Задача 5.2.2 Розрахувати площу земельних угідь, яку необхідно відвести для накопичення шлаку та попелу з розрахунку на 10 років експлуатації, якщо відомо, що насипна маса попелу складає $2,8 \text{ т/м}^3$, а для шлаку – $3,2 \text{ т/м}^3$. Відомо, що тверді відходи складаються в бурти висотою 5 м.

Розв'язання задачі.

1. Вводимо умовні позначення:

$d_{ш} = 3,2 \text{ т/м}^3$
$d_n = 2,8 \text{ т/м}^3$
$H_{склад.} = 5 \text{ м.}$
$S_{землі на 10 років}$

1). Знаходимо масу шлаку що викидається за 1 годину, по аналогії з попередньою задачею.

$$\begin{array}{lcl} M_{ш} = 34,5 \text{ т/год} & \longrightarrow & 2400 \text{ мВт/год} \\ X_1 & \longrightarrow & 4000 \text{ мВт/год} \\ X_1 = \frac{34,5 \times 4000}{2400} = 57,5 \text{ т/год} \end{array}$$

2). Знаходимо масу попелу, що йде у відвали:

$$\begin{array}{lcl} M_n = 193,5 \text{ т/год} & \longrightarrow & 2400 \text{ мВт/год} \\ X_2 & \longrightarrow & 4000 \text{ мВт/год} \\ X_2 = \frac{193,5 \times 4000}{2400} = 305,83 \text{ т/год.} \end{array}$$

3). Знаходимо об'єми попелу та шлаку, користуючись співвідношенням:

$$V = \frac{M}{d} \quad V_{ш} = \frac{M_{ш}(x_1)}{d_{ш}} \quad V_n = \frac{M_n(x_2)}{d_n}$$

$$V_{ш} = \frac{57,5 \text{ т/год}}{3,2 \text{ т/м}^3} = 17,97 \text{ м}^3/\text{год}; \quad V_n = \frac{305,83 \text{ т/год}}{2,8 \text{ т/м}^3} = 109,23 \text{ м}^3/\text{год};$$

4). Знайдемо загальний об'єм викидів попелу та шлаку за годину

$$V_{заг} = V_{ш} + V_n = 17,97 + 109,23 = 127,20 \text{ м}^3/\text{год}$$

5). Розрахуємо площу землі, необхідну для складування годинного викиду;

скористувавшись формулою об'єму:

$$V = S \times H \quad S = \frac{V}{H} \quad S = \frac{127,20 \text{ м}^3 / \text{год}}{5 \text{ м}}$$
$$S = 25,44 \text{ м}^2 / \text{год.}$$

6). Знаходимо площу для складування на 10 років

$$S = 25,44 \times 24 \times 365 \times 10 = 2228544 \text{ м}^2$$

7). Знайдену площу перерахуємо на гектари

$$1 \text{ га (гектар) має } 100 \times 100 \text{ м}^2 = 10000 \text{ м}^2$$

Знайдена площа в гектарах буде мати:

$$S_{\text{га}} = \frac{2228544}{10000} = 222,8$$

Приймаємо, що необхідна площа для складування ≈ 223 гектара.

Знаючи площу можна прорахувати збитки, заподіяні землекористувачем за відчуження земель, а також вести другі розрахунки збитків, що завдаються народному господарству при розміщенні відходів на площадках землі, враховуючи їх токсичність.

Задача 5.2.3 Розрахувати об'єм 7% - ного розчину поташу, який необхідно затратити

для знешкодження сірчаного газу, що виходить з викидами ТЕС на протязі доби, якщо потужність ТЕС, працюючої на кам'яному вугіллі складає 1000 мВт/год. Коефіцієнт використання поташу 90%. Питома вага 7% -ного розчину поташу рівняється 1,06 г/см³.

Вирішення

- 1). Складаємо символи позначення умов задачі та записуємо рівняння реакції, що лежить в основі процесу знешкодження SO_2 в викидах ТЕС.

N=1000	64	106
$C_{Na_2CO_3}=7\%$	$SO_2 + Na_2CO_3 = Na_2SO_3 + CO_2 \uparrow$	
$d_{Na_2CO_3}=1,06$	M	X
$K_p=90^0 \dots$	64 та 106 – молярні маси сірчаного газу та поташу,	
	які вступають в реакцію нейтралізації при	
$V_{Na_2CO_3}$	знешкодженні газового викиду від SO_2 .	

- 2). Скориставшись схемою матеріального балансу, що зображена на рисунку 5.3 складемо пропорцію для розрахунку кількості SO_2 , що викидається за годину ТЕС заданої потужності:

При потужності ТЕС 2400 мВт/г. – за годину викидається – 34 т/ SO_2 –

При заданій потужності – 1000 мВт/год - ----- M

$$M = \frac{34 \times 1000}{2400} = 14,17 \text{ т/ГОД.}$$

- 3). За добу викиди SO_2 складуть: $M_{добу} = 14,17 \times 24 = 340 \text{ т.}$

- 4). Скориставшись знайденою величиною $M_{доб}$ і вище приведеним рівнянням знайдемо масу поташу, необхідного для нейтралізації SO_2 .

$$\left. \begin{array}{cc} 64 & 106 \\ 340 & X \end{array} \right\} X \Rightarrow \frac{340 \times 106}{64} = 563,12 \text{ т.}$$

- 5). Враховуючи неповноту використання поташу при реакції, згідно заданої умови, знаходимо фактичні витрати Na_2CO_3 ;

$$M_{\text{доб.факт.}} = M_{\text{теор.}}/0,9 \Rightarrow \frac{563,12 \times 100}{90} = 625,7 \text{ т.}$$

6). Враховуючи, що поташ використовується у вигляді 7% розчину, знаходимо масу розчину:

$$\begin{array}{ccc} 625,7 \text{ т.} & 7\% & \\ M_{\text{розчину}} & 100\% & \end{array} \Rightarrow M_p = \frac{625,7 \times 100}{7} = 8938,5 \text{ т.}$$

7). Розраховуємо об'єм розчину, який необхідно приготувати для добової потреби.

$$V_{p \times Na_2CO_3} = \frac{M_{\text{розч}}}{d_{\text{розч}}} = \frac{8938,5}{1,06 \text{ т} / \text{м}^3} = 8432 \text{ м}^3$$

Відповідь: об'єм розчину поташу для знешкодження сірчаного газу в викидах ТЕС заданої потужності за добу складає 8432 м^3 .

На основі приведеної схеми матеріального балансу ТЕС (мал. 3) можуть бути складені і другі задачі.

Хід вирішення поставлених задач може бути і іншим, без використання приведеної схеми, а з використанням відомостей про калорійність вугілля, чи другого виду палива, та про вміст в ньому компонентів, що утворюють агресивні викиди в атмосферу, та про повноту згорання топлива. Паралельно можуть бути поставлені задачі по території земельних угідь, що відводяться для складування твердих відходів, та про збитки, що завдають різні види відходів навколишньому природному середовищу.

5.3 Розрахунки концентрацій забруднювачів атмосфери з використанням різних одиниць вимірів, прийнятих в різних країнах та різних галузях

Концентрації забруднювачів повітря можуть виражатися: $\text{мг}/\text{м}^3$, $\text{мкг}/\text{м}^3$, об'ємними процентами % (об.), або мольними долями, або масовими процентами, чи масовими долями. Це стосується вітчизняної практики. Порогово допустимі концентрації в Україні прийнято виражати $\text{мг}/\text{м}^3$.

У більшості європейських західних країн, а також у США прийнято виражати концентрації забруднювачів атмосфери в одиницях ррт та ррв. Ррт – це проміля, а ррв – це пробели.

$$\text{ppm} = \frac{1 \text{ об'єм газового забруднювача}}{10^6 \text{ об'ємів (повітря+забруднювач)}} = \text{млн}^{-1} \quad (5.9)$$

тобто проміля дорівнює одній мільйонній частині.

Перевага цього способу вираження концентрації в тому, що така концентрація не залежить від температури повітря та атмосферного тиску, бо чисельник та знаменник варюють в однаковій мірі при зміні атмосферних умов. В той же час такі одиниці виміру як мг/м^3 , або мкг/м^3 змінюються у відповідності з газовими законами.

Проміля співвідноситься з об'ємним процентом слідуючим співвідношенням:

$$\text{ppm} = 1 \text{ млн}^{-1} = 0,0001\% (\text{об}). \quad (5.10)$$

Вагова концентрація співвідноситься з ррт (млн^{-1}) слідуючим рівнянням:

$$\text{мг/м}^3 = \frac{\text{млн}^{-1} \times \text{молярна маса}}{\text{молярний об'єм}} \times 10^3 \quad (5.11)$$

при температурі 25°C (298 K) та тиску 760 мм. рт. ст. (прийнятими за рубежом за нормальні умови) співвідношення має вигляд:

$$\text{мг/м}^3 = \frac{\text{млн}^{-1} \times \text{молярна маса}}{24,5} \times 10^{-3} \quad (5.12)$$

За умов наших, вітчизняних нормативів постійна складова в знаменнику (4) відноситься до 760 мм. рт.ст. та температури 0°C (273 K) і складає $22,4$.

При необхідності перерахувати мг/м^3 в ррт можна скористатись співвідношенням:

$$\text{Ррт} = \text{мг/м}^3 \times \frac{\text{мольний об'єм}}{\text{молярну масу}} ; \quad (5.13)$$

$$\text{мг/м}^3 = \text{ppm} \times \frac{\text{молярну масу}}{\text{молярний об'єм}} ; \quad (5.14)$$

Задача 5.3.1 Дозволена концентрація у вихлопі легкового автомобіля складає 1,5% по об'єму оксиду вуглецю (CO). Якою буде концентрація в мг/м^3 (при 25°C і $P=1\text{атм}$)?

Розв'язання: Згідно формулі (2) 1 млн – 0,0001%, а задані 1,5%
складуть: X млн – 1,5%

складуть

$$X = \frac{\text{млн} \times 1,5\%}{0,0001} = 15000_{\text{млн}^{-1}} \text{ CO (ppm)}$$

а згідно формулі (5.6)

$$C (\text{мг/м}^3) = 15000_{\text{ppm}} \times \frac{28}{24,5} = 17,1 \times 10^3 \text{ мг/м}^3$$

В такому вигляді – (мг/м^3) знайдену концентрацію можна порівняти з нормативною в Україні $\text{ПДК}_{\text{CO}} = 3\text{мг/м}^3$. Тобто знайдена концентрація перевищує допустиму в N раз.

$$N = \frac{17,1 \times 10^3}{3} = 5700 (\text{раз})$$

Відповідь: Дозволена концентрація CO в автомобільному вихлопі перевищує допустиму для повітря жилих масивів в 5700 разів.

Задача 5.3.2 Середньодобова концентрація діоксиду сірки SO_2 в даній місцевості при 25°C і тиску 1 атм. Складає 415 мкг/м^3 . Як ця концентрація співвідноситься з допустимою, згідно федеральним нормативам Англії (0,14 ppm).

Для розв'язання задачі необхідно перевести задану концентрацію - мкг/м^3 в одиниці ppm. Для такого переводу зручно скористатися формулою (5.9), перерахувавши мкг в ppm.

$$\text{ppm} = 10^{-3} \frac{24,5}{64} = 158,86 \times 10^{-3} = 0,159 \text{ ppm}$$

Знайдена величина перевищує нормативну: $0,159 > 0,14$ (ppm).

Ступінь перевищення складає: $N = \frac{0,159}{0,14} = 1,13$ (раз)

Відповідь. Задана концентрація перевищує нормативну (федеральну для Англії в 1,15 разів).

Задача 5.3.3 Концентрація озону в даній місцевості 118 мкг/м^3 . Чи перевищує вона фонову концентрацію ($0,01 \div 0,04 \text{ млн}^{-1}$). Порівняти із дозволеною ПДК_{оз} = в ppm.

Вирішення: Для розрахунків скористаємось рівнянням (4).

$$\text{мкг/м}^3 = \frac{\text{млн}^{-1} \times \text{мол.масу}}{24,5} \times 10^{-3};$$

$$\text{звідки } \text{млн}^{-1} = \frac{\text{мкг/м}^3 \times 24,5}{\text{мол.масу} \times 10^3} = \frac{118 \times 24,5}{48 \times 10^3} = 0,06023$$

знайдена концентрація перевищує фонову, так як:

$$0,06023 > 0,01 \text{ ? } 0,04$$

$$\text{ppm} \quad \text{ppm}$$

А порогово допустиму не перевищує, якщо знайдений результат округлити до точності, відповідно тої, в якій виражається ПДК – до сотих долей ppt.

$$0,06 = 0,06$$

$$\text{ppm} \quad \text{ppm}$$

знайдено допускається

Як впливає із приведених розрахунків, потрібно знати формули для перерахунків різних одиниць вимірів. Але ці формули не всі пам'ятають, але закон Авогадро пам'ятає кожен, хто закінчив середню школу. Грам – молекула любого газу займає один і той же об'єм, що дорівнює 22,4 л. (для нормальних умов).

Слід відмітити, що атмосферні умови не технологічні – де температура і тиск вимірюється тисячами, тобто їх приблизно можна враховувати, як нормальні. Тоді не потрібно для розрахунків пам'ятати формули, окрім закону Авогадро. Наприклад та ж задача: в скільки разів концентрація СО в вихлопі, що складає 2% (об'ємних) перевищує $\text{ПДК}_{\text{CO}} = \text{мг/м}^3$.

$$\text{Логічно мислимо: } 2\% (\text{об}) = \frac{2\text{м}^3\text{CO}}{100\text{м}^3\text{повітря}}; \quad (\text{Рівн.1})$$

Знайдемо масу 2м^3 СО

$$22,4 \text{ л СО} \longrightarrow (12+16) = 28 \text{ г.}$$

$$2 \times 10^3 \text{ л СО} \longrightarrow X \text{ г}$$

$$X = \frac{2 \times 10^3 \times 28}{22,4} = 2500 \text{ г} = 2,5 \times 10^6 \text{ мг.}$$

Підставляємо значення маси 2м^3 – СО в перше рівняння

$$2\% (\text{об}) = \frac{2,5 \times 10^6}{100\text{м}^3} = 2,5 \times 10^4 \text{ мг/м}^3.$$

Відповідь: Концентрація СО в вихлопі автомобіля складає $2,5 \times 10^4 \text{ мг/м}^3$, або 25000 мкг/м^3 , що значно перевищує ПДК_{CO} , яке становить 3 мг/м^3 .

Ступінь перевищення складає : $25000 : 3 = 8333$ раз.

5.4 Розрахунки в об'ємних аналізах аналітичного контролю

Задача 5.4 1

Скільки сірчистокиислового натрію (Na_2SO_3) потребується для приготування 5 л ітрів 8 % розчину, питома вага якого рівна 1,075 г/мл.

Дано:

$$V=5 \text{ л}$$

$$W(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 8 \%$$

$$\rho=1,075 \text{ г/мл}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_3) - ?$$

Рішення

100 г розчину — 8 г Na_2SO_3

5 л = 5 000 мл

$$m_{\text{раствора}} = 5\,000 \cdot 1,075 = 5375 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{вещества}} = m_{\text{розчину}} \cdot W$$

$$m_{\text{вещества}} = 5375 \cdot 0,08 = 430 \text{ (г)}$$

Відповідь: 430 г сірчистокислового натрію потребується для приготування 5 л 8 % розчину, плотність якого рівна 1,075 г/мл.

Задача 5.4.2

Яка кількість бури ($\text{Na}_2\text{Br}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) и скільки води потрібно взяти для приготування 2 кілограмів 5 % $\text{Na}_2\text{Br}_4\text{O}_7$ в розрахунку на безводну сіль.

Дано:

$$W (\text{Na}_2\text{Br}_4\text{O}_7) = 5 \%$$

$$m (\text{Na}_2\text{Br}_4\text{O}_7) = 2 \text{ кг}$$

$$m (\text{Na}_2\text{Br}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) - ?$$

$$m_{\text{води}} - ?$$

Рішення :

$$100 \text{ г розчину} \quad \text{—} \quad 5 \text{ г } \text{Na}_2\text{Br}_4\text{O}_7$$

$$2 \text{ кг} \quad \text{—} \quad x$$

$$x = \frac{2000 \cdot 5}{100} = 100 \text{ (г)}$$

$$M (\text{Na}_2\text{Br}_4\text{O}_7) = 23 \cdot 2 + 14 \cdot 4 + 16 \cdot 7 = 202 \text{ (г/моль)}$$

$$M (\text{Na}_2\text{Br}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 23 \cdot 2 + 14 \cdot 4 + 16 \cdot 7 + 10 \cdot (1 \cdot 2 + 16) = 382 \text{ (г/моль)}$$

$$382 \text{ г } \text{Na}_2\text{Br}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \quad \text{—} \quad 202 \text{ г } \text{Na}_2\text{Br}_4\text{O}_7$$

$$X \quad \text{—} \quad 100 \text{ г}$$

$$x = \frac{382 \cdot 100}{202} = 189,1 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{води}} = 2000 - 189,1 = 1810,9 \text{ (г)}$$

Відповідь: 189,1 г бури и 1810,9 г води потрібно взяти для приготування 2 кг 5 % -го розчину в розрахунку на безводну сіль.

Задача 5.4.3

Яку кількість азотнокислого натрію (NaNO_3) потрібно взяти для приготування 300 мл 0,2 молярного розчину.

Дано:

0,2 М розчин NaNO_3

$V_{\text{раствора}} = 300$ мл

$m(\text{NaNO}_3) - ?$

Рішення:

1 л розчину NaNO_3 — 0,2 моля NaNO_3
0,3 л — х

$$X = \frac{0,3 \cdot 0,2}{1} = 0,06 \text{ (моля)}$$

$$M(\text{NaNO}_3) = 23 + 14 + 16 \cdot 3 = 85 \text{ (г/моль)}$$

1 моль — 85 г
0,06 моль — х

$$X = \frac{0,06 \cdot 85}{1} = 5,1 \text{ (г)}$$

Відповідь: для приготування 300 мл 0,2 молярного розчину треба взяти 5,1 грама азотнокислого натрію.

Задача 5.4.4

Яка молярність розчину, в 600 мл якого міститься 21 грам КОН.

Дано:

$V_{\text{раствора}} = 600$ мл

$m(\text{KOH}) = 21$ г

$M_{\text{раствора}} - ?$

Рішення :

В 600 мл розчину КОН міститься 21 г КОН
А в 1000 мл - (1 л) розчину КОН ----- X -----

$$X = \frac{21 \cdot 1000}{600} = 35 \text{ (г)}$$

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ моль} & \text{—} & 56 \text{ г} \\ X & \text{—} & 35 \text{ г} \end{array}$$

Відповідь: молярність розчину 0,625 моль, в 600 мл якого знаходиться 21 г КОН.

Відповідь: 6,625 г соди (Na_2CO_3) міститься в 500 мл 0,25 нормального розчину.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Имитационные упражнения и задачи. Учебное пособие. Выбор и обоснование методов и средств защиты окружающей среды. // Под ред. Вершинского Н.П., Латышевой М.Н. – К.: УМКВО, 1992. – 181 с.
2. Методы расчета концентраций в атмосферном воздухе веществ, находящихся в выбросах предприятий. / ОНД – 86-Л /-М.: Гидрометеиздат, 1997. 27 с.
3. Разработка нормативов ПДВ для защиты атмосферы. Справочник. /В.Н. Шаприцкий/ - М.: Metallurgia, 1990, - 416 с.
4. Уорк К., Уорнер С. Загрязнение воздуха. Источники и контроль. – М.: Мир, . 1980. – 539 с.
5. Кузнецов И.Е. Троицкая Т.М. Защита воздушного бассейна от загрязнения вредными веществами. – М.: Химия, 1979. – 340 с.
6. Приклади технологічних розрахунків в галузі очистки газових викидів промислових виробництв. / М.Д. Волошин, М.О. Трофіменко, А.І. Дементьєв, – Дніпродзержинськ; ДДТУ, 1998, - 27 с.
7. Посібник для самостійного вивчення деяких розділів дисципліни “Екологічні” проблеми промислових регіонів”, та “Основи екології”. / М.О. Трофіменко. – Дніпродзержинськ: ДДТУ. 2000. – 29 с.
8. Энергетика и охрана окружающей среды. Под ред. Залогина, Кроппа, Кострина. – М.: Энергоиздат, 1979.
9. Скалкин В.Ф. Энергетика и окружающая среда. – М.: Энергоиздат, 1986. -324 с.
10. Тищенко А.С. Охрана атмосферного воздуха. Расчеты содержания вредных веществ и их распределение в воздухе. / Справочное издание. – М.: - Химия, 1991. – 361 с.
11. Методичний посібник для самостійної роботи при вивченні дисципліни “Моніторинг навколишнього середовища” / М.О. Трофіменко, – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2001, - 89 с.

З М І С Т

1 Мета та задачі дисципліни, її місце в навчальному процесі

1.1 Мета викладання дисципліни

1.2 Задачі вивчення дисципліни

1.3 Перелік базових дисциплін

2 Загальні відомості про склад практичних робіт

3 Контроль рівня засвоєння лекційного матеріалу

4 Контроль рівня засвоєння матеріалу, що виноситься для самостійного вивчення курсу

5 Розв'язання задач

5.1 Розрахунки по визначенню концентрації шкідливих речовин у повітрі, що утворюються при розсіюванні газових викидів промисловими підприємствами через висотні джерела (труби)

5.1.1 Максимум приземної концентрації

5.2 Розрахункові методи контролю за станом повітря зони, прилеглої до теплових електростанцій.

5.3 Розрахунки концентрацій забруднювачів атмосфери з використанням різних одиниць вимірів, прийнятих в різних країнах та різних галузях

5.4 Розрахунки в об'ємних аналізах аналітичного контролю

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни “Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища”.

Для спеціальності 6.070800 “Екологія та охорона навколишнього середовища”.

Укладач: Трофіменко Марія Олексіївна

Підписано до друку _____ 2011 р. Формат А4.
Об’єм 1,5 друкованих аркушів. Тираж 20 екз.
Заказ _____ 51918, м. Дніпродзержинськ,
Вул. Дніпробудівська, 2.

РЕЦЕНЗІЯ

На методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни „Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища” для студентів спеціальності 6.070800 – „Екологія та охорона навколишнього середовища”, складений доцентом кафедри Екології та охорони навколишнього середовища Трофіменко Марією Олексіївною, кандидатом хімічних наук.

Методичні вказівки складено у відповідності з робочою програмою до відповідної дисципліни .

В методичці наведено – вступ, мету і задачі самостійної роботи, наведено перелік питань, які можуть бути запропоновані студентам при проведенні тестового контролю по теоретичній частині змістового модуля

Для підготовки до практичної частини змістового модуля пропонується вирішення задач, які окреслені трьома розділами дисципліни „Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища”

Приведена значна кількість прикладів вирішення задач до кожного розділу дисципліни.

В матеріалах вказівок, що рецензуються, вміщено критерії оцінювання якості виконання завдань, загальний список літератури, необхідної для підготовки до виконання модульного контролю.

Методичні вказівки до самостійної роботи написано державною мовою у відповідності з вимогами чинних стандартів до оформлення навчально-методичної літератури, надруковано на комп'ютері на 28 сторінках.

Вказівки, що рецензуються, можна рекомендувати для видання видавничим центром ДДТУ в кількості 20 –ти екземплярів.

Рецензент, к.т.н., доцент

А.В. Журавльова