

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З КУРСУ

"ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОБЛАДНАННЯ
ЗАХИСТУ АТМОСФЕРИ"

для студентів спеціальності 7.07.0801
"Екологія та охорона навколишнього середовища"

Затверджено Методичною радою НТУУ „КПІ”

Київ
НТУУ "КПІ"
2007

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Технологія та обладнання захисту атмосфери" для студентів спеціальності 7.070801 "Екологія та охорона навколишнього середовища" /Уклад.: М.Д.Гомеля, С.А.Нестеренко, О.І.Іваненко, О.А.Отрох. – К.: НТУУ "КПІ", 2007. – 30 с. – Укр.мовою.

Укладачі: М.Д.Гомеля
С.А.Нестеренко
О.І.Іваненко
О.А.Отрох

ПЕРЕДМОВА

Курс „Технологія та обладнання захисту атмосфери” є одним з основних курсів для студентів спеціальності „Екологія та охорона навколишнього середовища”, який вивчається на II курсі майбутніми бакалаврами та магістрами.

Мета роботи – допомогти студентам у виконанні лабораторного практикуму з даного курсу, закріпити теоретичні знання, оволодіти методами контролю за станом атмосфери, оцінювати їх ефективність та вплив різноманітних техногенних факторів на стан довкілля. В процесі роботи студенти мають набути навичок виконання науково-дослідних робіт, проведення наукового пошуку, вміння проаналізувати отримані результати, зробити висновки та розробити рекомендації.

Перед початком роботи студенти мають обов’язково пройти загальний інструктаж з техніки безпеки.

Визначення кількості пилу у повітрі

Мета роботи: дослідити запиленість міського повітря масометричним методом.

Теоретичні положення

Запиленість повітря – важливий екологічний чинник. Пил може бути як токсичним, так і ні. Але навіть нетоксичний пил може адсорбувати на своїй поверхні газоподібні, паруваті чи рідкі сполуки. Завдяки цьому змінюються його властивості та збільшується небезпека як для рослин, так і для тварин та людей. Небезпека пилу для людини визначається його хімічною природою, концентрацією, формою часток, токсичністю, здатністю сорбувати забруднюючі речовини.

Найбільше пилове забруднення повітря у містах спостерігається в місцях інтенсивного будівництва, поблизу промислових підприємств, ТЕС, поживавлених автомагістралей. Для спостереження за станом повітря у містах встановлюють стаціонарні пости. Окрім концентрації хімічних сполук у повітрі визначають і вміст пилу та його гранулометричний склад.

Пилові часточки можуть мати різні розміри, колір, хімічну природу, форму. За розміром часток пил можна розподілити на тонкодисперсний (легкі і рухомі часточки розміром до кілька десятків мікрометрів, які довго утримуються в повітрі і в разі вдихання людиною можуть накопичуватися в легенях) та грубодисперсний (великі та важкі частки, що швидко осаджуються). Хімічний склад пилу залежить від походження – часточки сажі, металів, цементу тощо. За формою часточки пилу можуть бути як округлими правильної форми, так і мати гострі кути. Потрапляючи на листя дерев, вони не лише створюють перешкоду для проходження сонячного світла, знижуючи інтенсивність фотосинтезу і первинну продуктивність рослин, а й можуть завдавати механічних пошкоджень гострими краями або спричиняти опіки та отруєння.

Прилади, обладнання та матеріали

- ваги аналітичні;
- ватні кульки.

Порядок виконання роботи

Збирають листки одного виду дерев в заданій кількості на відстані 50, 100, 150, 200 метрів від джерела забруднення, на висоті 1,5 – 2 м (висота шару повітря, яке вдихає людина). Листки складають у пакети і переносять до лабораторії, уникаючи струшування пилу. У лабораторних умовах зважують шматочки вати на аналітичних терезах з точністю до $\pm 0,0002$ г (m_1). З зібраного листя ретельно витирають пил попередньо зваженою ватою. Забруднену пилом вату повторно зважують на терезах (m_2). Масу пилу визначають як різницю між двома зважуваннями:

$$\Delta m = m_2 - m_1.$$

Площу листка, з якого зібрано пил, вимірюють за допомогою міліметрового паперу, або звичайного паперу. Для цього малюнок листка переносять на папір та вирізають по обрису. З цього ж паперу вирізають сегмент площею 1 см^2 і визначають його масу за допомогою аналітичних терезів (m_3). Також зважують вирізаний з паперу листок (m_4). Кількість сегментів на листі, а отже і його площу можна визначити, розділивши масу листка на масу сегменту площею 1 см^2 :

$$S = m_4 / m_3.$$

Кількість пилу на листях обчислюється за формулою:

$$M = \Delta m / S, \quad \text{мг/см}^2.$$

Отримані дані заносять у таблицю.

Відстань від джерела забруднення, м	Площа листків, см^2	Кількість пилу, мг/см^2

За даними вимірювання будують графік залежності запиленості повітря від віддаленості джерела забруднення.

Висновки

Вимірювання димности відпрацьованих газів автомобілів за допомогою приладу ИНА - 109

Мета роботи: навчитися вимірювати димність відпрацьованих газів та ознайомитися з переносним вимірювальним приладом непрозорості відпрацьованих газів автомобілів ИНА-109.

Теоретичні положення

Специфіка роботи автомобільних двигунів внутрішнього спалювання така, що в процесі спалювання пального в циліндрах утворюються шкідливі речовини, які негативно впливають на довкілля і здоров'я людей. До таких речовин відносяться:

- оксид вуглецю CO , вуглеводні, які характеризуються загальною формулою C_nH_m , сажа (продукти неповного спалювання пального);
- оксид і діоксид азоту, які визначають загальною формулою NO_x (продукти побічних реакцій окислення атмосферного азоту, які протікають в циліндрах двигуна при високих температурах);
- поліциклічні, ароматичні вуглеводні, в тому числі бензапірен, який має канцерогенні властивості.

Крім перелічених шкідливих речовин, в відпрацьованих газах бензинових двигунів вміщуються сполуки свинцю при використанні етильованих бензинів. Їх джерелом є тетраетилсвинець, який додають до палива для підвищення октанового числа.

Токсичні речовини, що потрапляють до оточуючого середовища, забруднюють довкілля. При цьому виникають витрати, які пов'язують з забрудненням атмосфери і її впливом на людей. Це витрати на:

- медичне обслуговування населення, яке хворіє в результаті забруднення довкілля;
- оплата листків непрацездатності;
- компенсація втрати продукції за результатом зниження продуктивності праці;
- додаткові роботи комунально-побутового господарства внаслідок шкідливого впливу на міське господарство;
- компенсація кількісних і якісних втрат продукції через зниження продуктивності земельних, лісних і водних ресурсів в забрудненому середовищі;
- витрати, пов'язані з компенсацією збитків промислової продукції, будівництва і транспорту через вплив забруднень на основі фонди цих галузей.

Якщо прийняти за одиницю збитки, які виникають в міських умовах при роботі автомобілів з дизельним паливом, то для автомобілів з бензиновим двигуном, які працюють на етильованому бензині, вони складають 2,98, а на неетильованому відповідно 2,17.

Вміст шкідливих речовин в відпрацьованих газах визначається їх концентрацією, яка може бути визначена в відсотках по об'єму (%), частках на мільйон по об'єму (млн⁻¹) чи в одиницях маси на одиницю об'єму (мг/м³).

Вміст сажі в відпрацьованих газах прийнято оцінювати димністю (K), яка в свою чергу оцінює ступінь прозорості відпрацьованих газів і залежить від кількості сажі, яка вміщується в одиниці об'єму відпрацьованого газу. За нуль одиниць димності прийнята прозорість повітря, а 100 одиниць (100 %) димності імітується повністю непрозорим для світових променів тілом.

Межі, якими характеризується концентрація шкідливих речовин в відпрацьованих газах двигунів внутрішнього спалювання, наведені в табл.1.

Різні шкідливі компоненти відпрацьованих газів характеризуються різною токсичністю. В табл. 2. приведена відносна токсичність одиниці маси окремих компонентів відпрацьованих газів в порівнянні з оксидом вуглецю.

Таблиця 1

**Межі коливання концентрації шкідливих речовин в відпрацьованих
газах автомобільних двигунів**

Шкідливі речовини	Дизельні двигуни	Карбюраторні двигуни
оксид вуглецю, %	0,01 – 0,3	0,1 – 10
вуглеводні, %	0,01 – 0,05	0,0 – 3,0
оксиди азоту, %	0,005 – 0,2	0,0 – 0,6
сажа, мг/м ³	0,0 – 8,0	0,0 – 0,4
сполуки свинцю, мг/м ³	-	0,0 – 0,6
бензапірен, мг/м ³	0,0 – 10	0,0 – 25

Таблиця 2

Відносна токсичність окремих компонентів

Токсичні компоненти	Відносна токсичність (відносно СО)
оксид вуглецю	1,0
вуглеводні	2,0
оксиди азоту	75,0

Мірою впливу двигуна на довкілля є маса викинутого кожного токсичного компоненту. Маса викиду будь-якого шкідливого компоненту відпрацьованих газів визначається залежністю:

$$M_i = C_i \rho_i (V_{\text{вг}}/100),$$

де C_i – об’ємна концентрація шкідливої речовини в відпрацьованих газах, %;

ρ_i – щільність компоненту, що визначається, кг/м³;

$V_{\text{вг}}$ – об’єм викинутих двигуном відпрацьованих газів, м³.

Якщо використовувати об’єм годинного викиду (м³/год), то результат виражається в кг за годину.

Задача оцінки шкідливого впливу двигуна автомобіля на довкілля пов'язана з необхідністю визначення концентрації шкідливого компонента в відпрацьованих газах та об'єму цих газів за одиницю часу.

Вимірювання концентрації окремих компонентів в відпрацьованих газах здійснюється за допомогою спеціалізованої газоаналітичної апаратури. Найбільше розповсюдження отримали газоаналізатори:

- що використовують принцип вибіркового поглинання променевої енергії газами в інфрачервоній області спектру (оксид вуглецю, вуглеводні);
- які ґрунтуються на іонізації молекул газу в водневому полум'ї (сумарний вміст вуглеводнів);
- які базуються на ефекті хемілюмінесценції при хімічних реакціях компонентів, що аналізуються з озоном (оксиди азоту).

Об'єм відпрацьованих газів визначають безпосередніми чи непрямыми вимірюваннями, найбільш доречним вимірюванням є витрата палива.

При зміні режиму роботи двигуна маса шкідливих речовин змінюється в широких межах, так як змінюється концентрація шкідливих речовин та об'єм відпрацьованих газів. Викид токсичних речовин в значному ступені визначається технічним станом автомобіля.

Найбільший вплив на вміст шкідливих речовин в відпрацьовані гази вносить склад паливно-повітряної суміші, яка оцінюється коефіцієнтом повітря α :

$$\alpha = G_1 / G_2 \cdot l_0,$$

де G_1 – витрата повітря, яке поступає в циліндри двигуна, кг/год;

G_2 – витрата пального, кг/год;

l_0 – теоретично необхідно кількість повітря, кг/кг, яке необхідно для повного окислення 1 кг пального (для бензину та дизельного палива $l_0 \sim 15$ кг/кг).

У даній роботі визначається концентрація сажі.

Часточка сажі - це агломерат пакетів (кристалів) сіток (пластинок) графітових шестикутників. У частці сажі діаметром 200 Å міститься близько 1500 пакетів. Крім вуглецю, сажа містить 1 - 3 % молекул водню, що можуть бути фізично або хімічно зв'язані з вуглецем. Утворення сажі є об'ємний процес термічного розкладання (піролізу) вуглеводнів у газовій (паровій) фазі в умовах нестачі окислювача. Реакція може бути виражена рівняннями:



Пристрій та принцип роботи

Прилад складається з оптичного блоку та блоку перетворювача інформації (рис.1). У комплект постачання входить блок живлення для роботи приладу від мережі змінного струму 220 В 50 Гц.

Принцип роботи приладу

Принцип роботи заснований на просвічуванні відпрацьованих газів, вимірюванні їх температури і наступної корекції коефіцієнту пропущення відпрацьованих газів за значенням температури і величини фотометричної бази до нормальних значень у відповідність зі стандартами (значення фотометричної бази = 0,43 м; температури $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Оптичний блок 3 призначений для перетворення оптичного і температурного параметрів відпрацьованих газів в електричні сигнали та аеродинамічне формування їх потоку з метою забезпечення сталості фотометричної бази і ефективного захисту оптично.

Блок перетворення інформації 1 призначений для обробки електричного сигналу, перетворення його схемним шляхом у показання непрозорості, а також індикації значень непрозорості, показника ослаблення і температури.

Живлення приладу здійснюється від промислової мережі змінного струму 220 В, частотою 50 Гц чи від джерел постійної напруги 12 В (аккумуляторної батареї автомобіля).

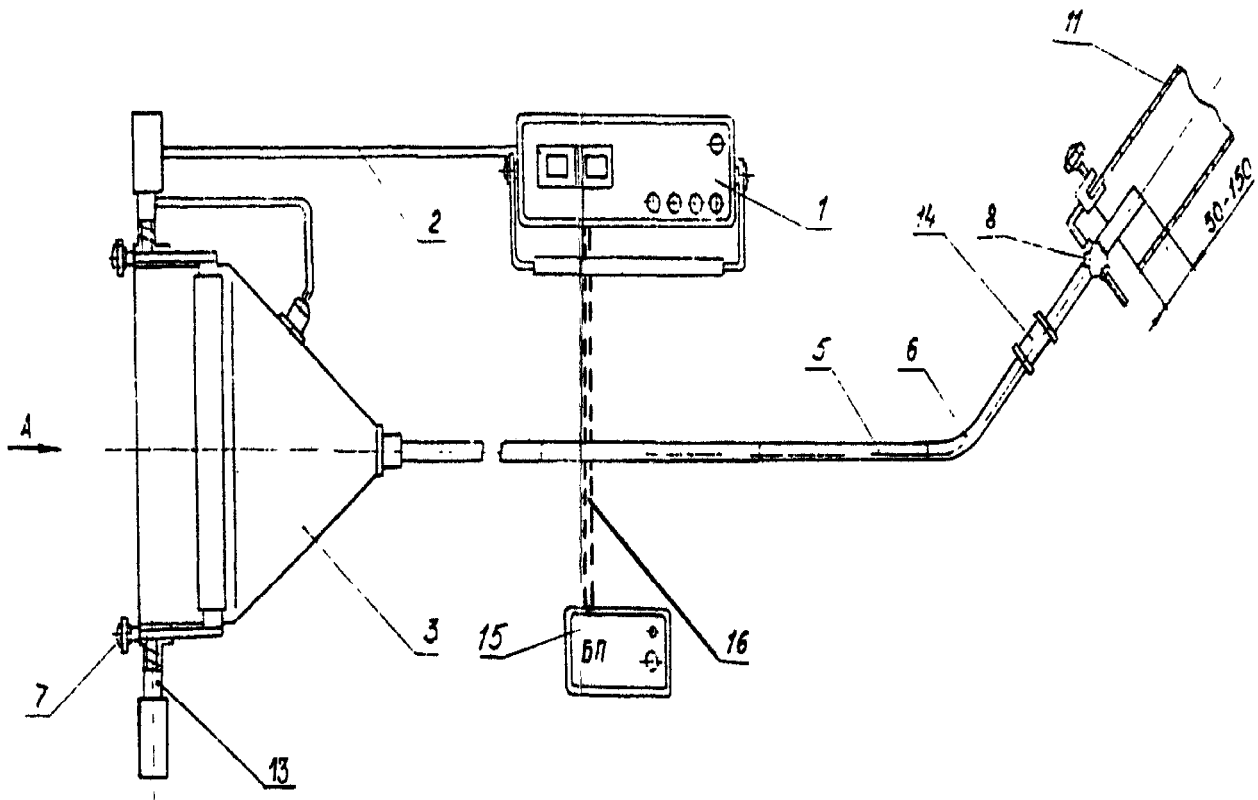


Рис.1. Вимірювач непрозорості відпрацьованих газів автомобілів ИНА-109:
 1 - блок перетворення інформації; 2,16 - з'єднувальний шнур; 3 - оптичний блок;
 5,6 – труба; 7 – гвинт; 8 – затискач; 11 - вихлопна труба автомобіля; 12 – стійка;
 13 - місце встановлення контрольного світлофільтру; 14 – ручка; 15 - блок живлення.

Порядок виконання роботи

1. Зібрати прилад відповідно до рис.1.
2. Підключити прилад до джерела живлення постійної напруги ($12 \pm 1,5$; 0,8 В) чи через блок живлення до мережі змінного струму 220 В, при цьому зробити заземлення корпусу блоку живлення багатожильним проводом перетином не менш 4 мм.
3. Натиснути кнопку Θ , розташовану на блоці живлення, включити прилад, натиснувши кнопку **ВКЛЮЧИТИ**, розташовану на лицьовій панелі БПИ. Кнопка **N/M** - віджата, **П/Т** - натиснута, **KPP** - віджата. Натиснути і

відпустити кнопку **СБР**. При цьому повинні з'явитися показники димности біля нуля, а температури - орієнтоване значення навколишньої температури.

4. Після проходження 15 хв. провести калібрування приладу в наступній послідовності: натиснути кнопку **КРР**, встановити в оптичний канал блоку світлофільтр **8.636.017** із комплекту запасних частин. На індикаторі **N/M** повинно встановитися значення в діапазоні від 00,0 до 00,2. У випадку відмінності показань індикатора від приведених вище, домогтися зазначених показань, обертаючи резистор "**УСТАН.0.**", доступ до якого забезпечується за допомогою отвору на боковій панелі приладу. Зняти світлофільтр і за допомогою ручки "**УСТАН.40,5**" домогтися показань на індикаторі 40,5. При цьому можливо короткочасна поява значень у діапазоні 40,2 - 40,9. Калібрування приладу завершено.

Для перевірки працездатності приладу вставити в оптичний канал контрольний світлофільтр. Віджати кнопку **КРР** і після невеликої паузи натиснути кнопку **КРР**. На індикаторі температури повинно з'явитися значення 100⁰С, а на індикаторі **N/M** - значення димности, зазначене для контрольного світлофільтра. Зняти світлофільтр, віджати кнопку **КРР**, натиснути і відпустити кнопку **СБР**, установити на місце світлозахисну шторку.

5. Вставити трубопровід приладу **6** у вихлопну трубу **11** автомобіля на глибину 50 – 150 мм і закріпити її затискачами **8** на вихлопній трубі, віддаливши затискач на максимально можливу відстань від краю вихлопної труби.

6. Провести вимірювання відповідно до ДСТ 21393-75. При вимірі на режимі вільного прискорення при 10-кратному повторенні циклу частоти обертання вала дизеля прилад перевести в режим вимірювання пікового значення, для чого віджати кнопку **П/Т**. Перед кожним натисканням педалі подачі палива варто натиснути і відпустити кнопку **СБР**. Максимальне значення димности чи показника ослаблення автоматично фіксується приладом і виводиться на індикатор.

У випадку триразового повторення заданої серії вимірювань з негативними результатами заглушити двигун, зняти пробовідбірну трубу,

перевірити технічний стан автомобіля і приладу та знову повторити вимірювання.

При вимірюванні на режимі максимальної частоти обертання прилад варто перевести в режим виміру поточного значення непрозорості, для чого натиснути кнопку П/Т.

Висновки

Лабораторна робота № 3

Визначення концентрації токсичних речовин у повітрі за допомогою газоаналізатора УГ – 2

Мета роботи: навчитися визначати концентрацію токсичних речовин у повітрі робочої зони промислових приміщень за допомогою універсального газоаналізатора УГ – 2.

Теоретичні положення

Найбільша питома вага забруднень атмосферного повітря припадає на частку оксидів вуглецю, сірки та азоту, вуглеводнів і промислового пилу. Основними джерелами забруднення атмосфери є транспорт (~70 %), а також промисловість, теплові електростанції. В атмосферу Землі щорічно викидається 250 млн. т. пилу, 200 млн. т. оксиду вуглецю, 150 млн. т. діоксиду сірки, 50 млн. т. оксиду азоту, більш 50 млн. т. різних вуглеводнів і 20 млрд. т. діоксиду вуглецю.

На сьогоднішній час у світі експлуатується понад 250 млн. автомобілів, які викидають відпрацьовані гази, що містять приблизно 200 речовин, у тому числі тетраетили та вуглеводні, що мають канцерогенні властивості. Кожна машина, що пройшла 15 тис.км, споживає 4350 кг кисню, а викидає 3250 кг діоксиду вуглецю, 520 кг оксиду вуглецю, 93 кг вуглеводнів, 27 кг оксиду азоту.

При використанні тетраетил свинцю, як антидетонаційної добавки до бензину, з вихлопними газами автомобілів викидаються оксиди, хлориди, нітрати, сульфати свинцю. Тверді частки цих з'єднань утворюють аерозолі, що осідають у безпосередній близькості від дороги. Час перебування дрібних часток свинцю в атмосфері складає від одного до 4 тижнів. Таким чином, в 102 містах України з населенням 47 млн. концентрація шкідливих речовин в атмосфері іноді в десятки разів перевищує допустиму.

Прилади та обладнання

- газоаналізатор універсальний УГ-2;
- комплект індикаторних засобів УГ-2.

Пристрій УГ - 2

Принцип роботи пристрою

Повітрязаборний пристрій УГ-2 (рис. 2) складається з гумового сильфону 1 із двома фланцями, циліндра з пружиною 2, що знаходяться всередині корпусу. У внутрішніх гофрах сильфону встановлені розпирні кільця для надання твердості сильфону і збереження сталості об'єму. На верхній пластині знаходиться нерухома втулка 3 для утримання штоку 4 при стискуванні сильфону. На штуцер 9 із внутрішньої сторони встановлена гумова трубка 6, що через нижню частину фланцю з'єднується з внутрішньою порожниною сильфону. Вільний кінець гумової трубки служить для приєднання індикаторної трубки при аналізі. На циліндричній поверхні штоку 4 розташовані чотири повздовжні канавки з двома поглибленнями 5 для фіксації двох положень штоку фіксатором 7.

Виготовлення індикаторних трубок

Перед заповненням скляні індикаторні трубки миють хромовою сумішшю, водою і сушать при температурі 120 - 130⁰С. Висушені трубки повинні зберігатися в ексикаторі.

В один кінець скляної індикаторної трубки вставляють стрижень, у протилежний кінець трубки вкладають тампон з вати і ущільнюють вату за допомогою стрижня до 2-3 мм. Виймають стрижень. Через лійку в індикаторну трубку насипають до краю індикаторний порошок з ампули, розкритої перед застосуванням. Ампулу з індикаторним порошком, що залишився, відразу ж закривають заглушкою за допомогою гумової трубки довжиною 25 мм або пересипають у порожню ампулу, і ампула запаюється.

Трубку тримають вертикально, постукуючи по стінці. Стрижнем ущільнюють стовпчик індикаторного порошку і вкладають другий ватний тампон товщиною 2-3 мм. Довжина ущільненого стовпчика індикаторного порошку контролюється довжиною стрижня від кінця до нанесеної на ньому поділки. Недостатнє ущільнення індикаторного порошку в трубці контролюється тривалістю ходу штоку до заклацування фіксатору у канавці штоку.

Порядок роботи

Перед початком роботи індикаторні трубки необхідно витримати 30 хв. для досягнення температури навколишнього середовища. Для визначення концентрації обумовленого газу відкривають кришку повітрязаборного пристрою УГ-2, відводять фіксатор, беруть із гнізда шток і вставляють його в направляючу втулку так, щоб кінець фіксатора сковзав по канавці штоку, над якою зазначено обсяг повітря, що просмоктується.

Тиском руки на голівку штоку сильфон стискають доти, поки фіксатор не потрапить у верхнє поглиблення в канавці штоку. При цьому кінець гумової трубки залишають вільним.

Трубку не віджимають. Беруть індикаторну трубку, звільняють від ковпачків, уникаючи засмічення її герметичним матеріалом. Приєднують її до гумової трубки газо-повітряного пристрою, попередньо перевіривши ущільнення індикаторного порошку та розташовують у місці виміру.

При наявності в атмосферному повітрі парів, що заважають визначенню, їх уловлюють фільтр-патроном, який приєднують за допомогою гумової трубки до індикаторної трубки вузьким кінцем встик.

Вимірювання варто починати не пізніше 1 хв. після розгерметизації трубок. Надавляючи однією рукою на голівку штоку, іншою відводять фіксатор. Як тільки шток починає рухатися, фіксатор відпускають і включають секундомір. Коли фіксатор увійде в нижнє поглиблення канавки штоку, чутно клацання. Об'єм просмоктуваного повітря повинен відповідати вказаному в табл.3. При просмоктуванні заданого обсягу повітря тривалість ходу штоку повинна вкладатися в межі, зазначені на етикетці вимірювальної шкали для обумовленого газу. Індикаторний порошок після впливу визначеного газу змінює фарбування.

Концентрацію обумовленого газу знаходять, сполучаючи нижню границю стовпчика пофарбованого порошку в індикаторній трубці з нульовою оцінкою вимірювальної шкали етикетки. Цифра на шкалі, що збігається з верхньою границею пофарбованого стовпчика порошку, вказує на концентрацію обумовленого газу.

Після закінчення роботи патрон від'єднують від індикаторної трубки, негайно закривають заглушками й укладають на збереження. Вимірювання проводять не менше 2-3 разів, щоразу новою трубкою. За результат вимірювання приймається середнє арифметичне значення. Результат вимірювання концентрації обумовленого газу приводять до нормальних умов (Сп): температура $t = 293 \text{ К}$, тиск $P = 101,3 \text{ кПа}$ (760 мм.рт.ст.), відносна вологість $\varphi = 60 \%$. Концентрація (Сп) при н.у. у мг/м^3 обчислюють за формулою:

$$C_{\text{п}} = C_{t,\varphi, P} \cdot ((273 + t) \cdot 101,3 / 293 \cdot P) \cdot K$$

K - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на показання індикаторних трубок.

Висновки

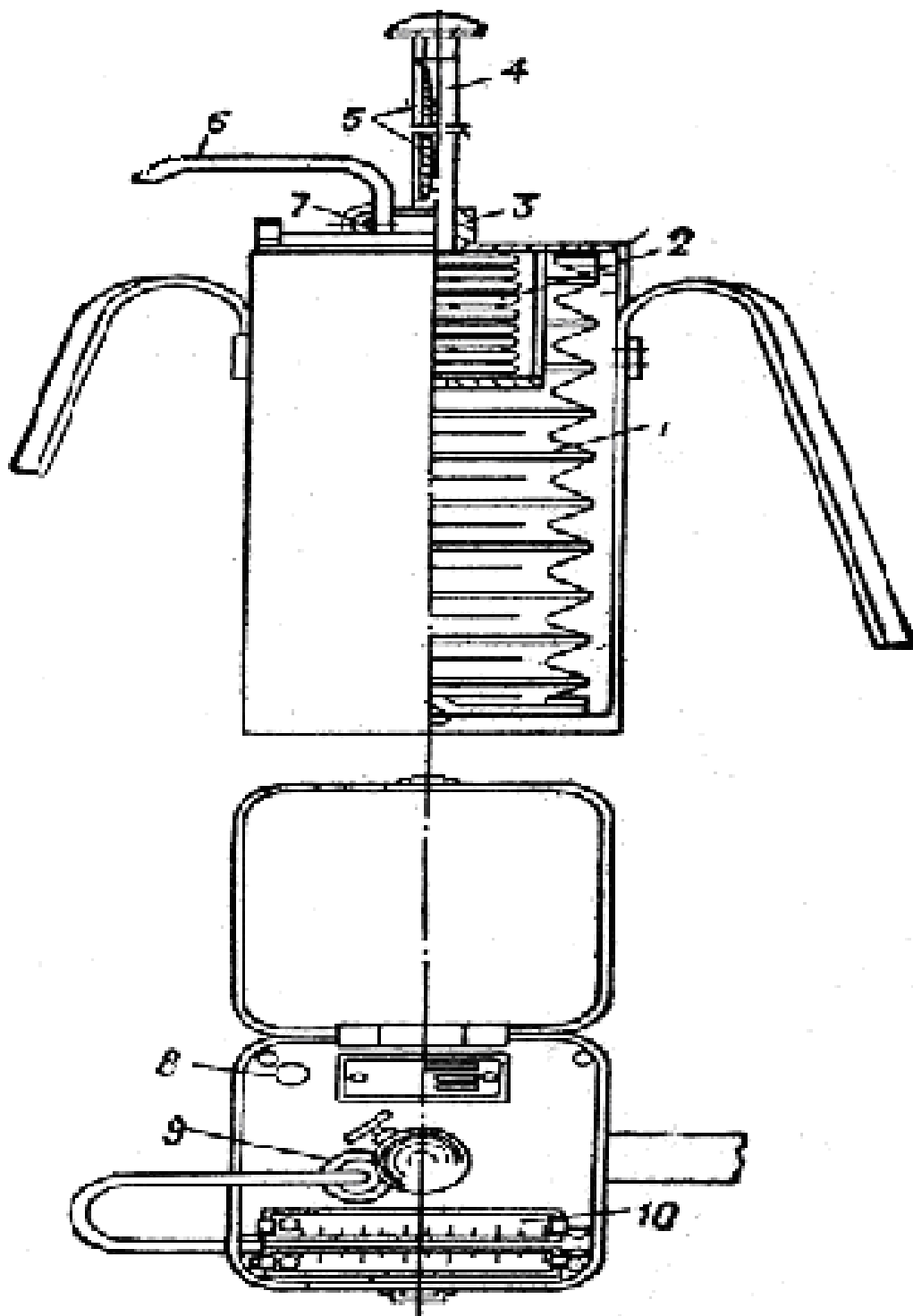


Рис.2. Газоаналізатор універсальний УГ – 2:

1 – гумовий сильфон, 2 – циліндр з пружиною; 3 – нерухома втулка; 4 – шток; 5 – поглиблення штоку; 6 – гумова трубка; 7 – фіксатор; 8 – отвір для зберігання штоку; 9 – штуцер; 10 - підставка зі шкалами.

Таблиця 3

Шкідливі речовини, що визначаються газоаналізатором УГ – 2

Речовина, що вимірюється	Об'єм повітря, що просмоктується	Межі вимірювання, мг/м ³	Тривалість аналізу, с	Склад індикаторного порошку	Колір індикаторного порошку		Речовини, що заважають визначенню
					початковий	після аналізу	
Аміак	200	2,5 – 30	120	Бромфеноловий синій, C ₂ H ₅ OH	жовтий	синій	Пари кислот, луг
Ацетилен	300	50 – 1400	420	KIO ₃ , H ₂ SO ₄	білий	коричневий	-
Ацетон	300	100 – 2000	420	C ₂ H ₅ OH NH ₂ OH·HCl	синій	жовтий	Кетони, ефір, ангидрид
Бензин	300	50 – 1000	420	KIO ₃ , H ₂ SO ₄	білий	коричневий	-
Бензол	1200	2 – 25	1080	KIO ₃ , H ₂ SO ₄	білий	сіробежевий	Ароматичні вуглеводні
Ксилол	300	25 – 500	240	Параформальдегід, H ₂ SO ₄	білий	червоний	Бензол, толуол
Оксиди азоту	300	2,5 – 50	420	CH ₃ COOH, C ₂ H ₅ OH, о-дианізидин	білий	червоний	Галогени, озон
Оксид вуглецю	200	5 – 120	420	KIO ₃ , H ₂ SO ₄	білий	Коричневе кільце	-
Сірчаний ангидрид	300	5 – 30	300	KI, I ₂ , HgI ₂ , крохмаль	сірий	білий	-
Сірководень	300	5 – 30	300	Pb(CH ₃ COO) ₂ CH ₃ COOH, BaCl ₂	білий	темно-сірий	Меркаптани
Толуол	300	25 – 500	420	KIO ₃ , H ₂ SO ₄	білий	коричневий	Спирти, ефір
Углеводні нафти	300	100 – 1500	420	KIO ₃ , H ₂ SO ₄	білий	коричневий	альдегіди
Хлор	300	0,5 – 15	300	KBr, K ₂ CO ₃ , КОН	жовтий	червоний	Галогени
Етиловий ефір	400	100 - 3000	600	флуоресцеїн CrO ₃ , H ₂ SO ₄	жовтий	зелений	-

Визначення концентрації соляної кислоти у повітрі

Мета роботи: навчитися самостійно виготовляти індикаторні скляні трубки та визначати концентрацію соляної кислоти у повітрі за їх допомогою.

Прилади та обладнання

- газоаналізатор універсальний УГ-2;
- ваги технічні;
- ваги аналітичні;
- сушильна шафа.

Виготовлення індикаторних скляних трубок

Приготування скла

Для виготовлення індикаторного скла попередньо б'ється скляний брукт. Розбите скло розтирається в ступці і просіюється через сито у послідовності 1; 0,5; 0,25 мм. Скло, що пройшло сито 0,5 мм та затрималося на ситі 0,25 мм, годиться для подальшої роботи.

Скло засипають у хімічну склянку, заливають дистильованою водою і концентрованою НСІ та кип'ятять 15 хв. Потім промивають до нейтрального середовища фільтрату. Знову заливають дистильованою водою і ще раз кип'ятять 15 хв. Після цього відділяють воду декантацією. Скло висушують у сушильній шафі при температурі 105°C протягом 1 години в тонкому шарі на чашці Петрі.

Виготовлення трубок

Для виготовлення 10 трубок зважують на технічних вагах 4,3 г скла. Додають 1,1 мг вердозилу, зваженого на аналітичних вагах. Піпеткою вводять 0,3 мл триетиленгліколю (ТЕГ). Все дуже ретельно змішують. Індикаторний порошок має набути зеленого кольору.

Скляні трубки попередньо обробляють соляною кислотою, ретельно відмивають дистильованою водою та сушать при температурі 105°C у сушильній шафі. В один кінець скляної трубки вкладають ватний тампон та ущільнюють його до 2 – 3 мм. За допомогою воронки наповнюють трубку індикаторним порошком, потроху постукуючи по стінках трубки для ущільнення порошку. Для запобігання висипанню порошку вкладають ватний тампон і з іншого боку трубки.

Порядок роботи

Для визначення концентрації соляної кислоти у повітрі відкривають кришку повітрязаборного пристрою УГ-2, відводять фіксатор, беруть із гнізда шток і вставляють його в направляючу втулку так, щоб кінець фіксатора сковзав по канавці штоку, над якою зазначено обсяг повітря, що просмоктується. Для визначення концентрації НСІ цей обсяг складає 300 см³.

Тиском руки на голівку штоку сильфон стискають доти, поки фіксатор потрапляє у верхнє поглиблення в канавці штоку. При цьому кінець гумової трубки залишають вільним.

Трубку не віджимають. Індикаторну трубку приєднують до гумової трубки газо-повітряного пристрою та розташовують у місці виміру.

Вимір варто починати не пізніше 1 хв. після приєднання трубки. Надавляючи однією рукою на голівку штоку, іншою відводять фіксатор. Як тільки шток починає рухатися, фіксатор відпускають. Коли фіксатор увійде в нижнє поглиблення канавки штоку, чутно клацання. Індикаторний порошок після впливу визначеного газу змінює колір з зеленого на фіолетовий.

Після закінчення роботи патрон від'єднують від індикаторної трубки, негайно закривають заглушками і укладають на збереження. Вимірювання проводять не менше 2-3 разів, щоразу новою трубкою. За результат вимірювання приймається середнє значення. Дана робота є лише наочною та не дозволяє визначити точну концентрацію НСІ у повітрі.

Висновки

Визначення радіоактивності пилу в повітрі

Мета роботи: ознайомитися з конструкцією та роботою приладу "БЕТА" та навчитися вимірювати радіоактивний фон повітряного середовища.

Теоретичні положення

Термін "радіоактивність" був запропонований в 1898 р. Марією Складовською-Кюрі, яка разом з П'єром Кюрі відкрила два нових радіоактивних елементи: полоній та радій. На честь вчених перша одиниця вимірювання радіоактивності була названа "Кюрі". Радіоактивність в один Кюрі створює 1 грам радію. З другого боку, одиниця радіоактивності в 1 Кюрі - це така кількість радіоактивної речовини, в якій за секунду відбувається $3,7 \cdot 10^{10}$ розпадів.

Розрізняють такі види випромінювання:

- α – випромінювання представляє собою ядра гелію, так як вони важкі та мають малу проникаючу здатність (до 1 см);
- β – випромінювання – це електрони, які мають велику проникаючу здатність;
- γ – випромінювання – це електромагнітне випромінювання, яке має дуже велику проникаючу здатність.

Дози радіоактивного випромінювання.

Поглинаюча доза – енергія іонізуючого випромінювання, яка поглинається тілом в перерахунку на одиницю маси, вимірюється в *греях* (Gr).

Еквівалентна доза – поглинаюча доза, помножена на коефіцієнт, який враховує здатність певного виду випромінювання ушкоджувати тканини організму, вимірюють в *зівертах* (Зв).

Ефективна еквівалентна доза – еквівалентна доза, помножена на коефіцієнт, який враховує чутливість різних тканин до опромінювання, вимірюється в *зівертах* (Зв).

Колективна ефективна еквівалентна доза – ефективна еквівалентна доза, яка отримана групою людей від будь-якого джерела радіації, вимірюється в *людино-зівертах (люд-Зв)*.

Повна колективна ефективна еквівалентна доза – колективна ефективна еквівалентна доза, яку отримує покоління людей від будь-якого джерела за весь час його подальшого існування.

Існують як природні, так і штучні джерела радіації. Основну частину опромінення населення Земної кулі отримує від природних джерел радіації. Людина підлягає опроміненню двома способами. Радіоактивні речовини можуть знаходитись поза організмом і опромінювати його зовні. А також можуть бути в повітрі, яким дихає людина, їжі чи воді і потрапити всередину організму. Такий метод опромінення називають внутрішнім. Опроміненню від природних джерел радіації підлягає кожен мешканець Землі. Земні джерела радіації в сумі відповідні за більшу частину опромінення. В середньому вони забезпечують 5/6 річної ефективної еквівалентної дози, яку отримує населення внаслідок внутрішнього опромінення. Другу частину складають космічні промені, головним чином, шляхом зовнішнього опромінення.

Радіаційний фон, який створюється космічними променями, дає трохи менше половини зовнішнього опромінення для населення.

Основні радіоактивні ізотопи, що зустрічаються в горних породах Землі – це калій – 40, рубідій – 87 і члени двох радіоактивних родин, які беруть свій початок від урану-238 і торію-232. Рівні земної радіації неоднакові для різних місць Земної кулі і залежать від концентрації радіонуклідів на тій чи іншій ділянці земної кори. В місцях проживання основної маси населення вони приблизно одного порядку.

Середня ефективна еквівалентна доза зовнішнього опромінення, яку отримує людина за рік від земних джерел радіації, складає приблизно 350 микрозівертів, тобто трохи більше середньої індивідуальної дози опромінення із-за радіаційного фону, який створюється космічними променями на рівні моря.

Індивідуальні дози опромінення, які отримують різні люди від штучних джерел радіації, сильно розрізняються. В більшості випадків ці дози невеликі, але іноді опромінення за рахунок техногенних джерел виявляються в багато тисяч разів інтенсивнішим, ніж за рахунок природних. Основний вклад в дозу, що отримує людина від техногенних джерел радіації, вносить медичні процедури і методи лікування, які пов'язані з використанням радіоактивності. В багатьох країнах це джерело відповідає практично за всю дозу, яку люди отримують від техногенних джерел радіації.

Для вимірювання радіаційного випромінювання в якості одного з можливих приладів використовується радіометр БЕТА. Він складається з камери для вимірювання і блоку управління. Блок управління живиться постійним струмом і з'єднується кабелем з камерою для вимірювання, в якій розташовані лічильник імпульсів і кювета для зразків. Лічильник має електроди, які розташовані в газовому просторі. Радіоактивна частка, яка потрапляє до лічильника, призводить до утворення електричного імпульсу, який посилюється і фіксується на табло блоку управління. Блок управління має декілька режимів для визначення кількості імпульсів від 0 до 2000 с, після закінчення яких звучить звуковий сигнал. Режим вимірювання вибирається в залежності від фону оточуючого середовища. Чим вищий фон, тим коротший час виміру кількості імпульсів.

Прилади та обладнання

- радіометр БЕТА;
- вентилятор.

Порядок роботи

В камеру під газорозрядний лічильник розмістити порожню кювету з вирізаними паперовими фільтрами, крізь які потім буде просмоктане повітря. Установити режим рахування імпульсів, включити звукову сигналізацію і включити лічильник. Після закінчення рахування зафіксувати показники лічильника. Вимірювання повторити ще 2 рази і знайти середнє значення та розрахувати точність вимірювання. Зробити позначку на зовнішньому боці

фільтру і після цього розмістити фільтр над отвором вентилятору. Увімкнути вентилятор і на протязі 10 хв. просмоктувати крізь нього повітря. Далі вийняти фільтр, покласти його в кювету, яку потім розмістити в лічильній камері і виконати три виміри. Результати занести до таблиці. Фільтр знову відповідним боком розмістити в вентиляторі і ще 10 хв. просмоктувати повітря, після чого знову зробити відповідні виміри радіоактивності фільтра.

Таблиця результатів вимірювань

№ вимірювання	Вимірювання фону	Час просмоктування повітря, хв.			
		10	20	30	40
1					
2					
3					
Середнє значення					

Побудувати залежність наростання радіоактивності фільтру від об'єму пропущеного повітря.

Розрахунки проводять за формулою:

$$M = P - P' / t \cdot K$$

P – середній показник радіоактивності зразка після пропускання повітря, імп.

P' - середній показник радіоактивності фону, імп.

t – час виміру, с.

K – коефіцієнт перерахунку імпульсів в кюрі, $K = 3,85 \cdot 10^7$.

Висновки

Визначення вмісту аміаку в атмосфері довкілля

Мета роботи: за допомогою електрохімічного сенсору визначити вміст аміаку в атмосфері довкілля та над водневими розчинами аміаку різної концентрації.

Теоретичні положення

До складу атмосферного повітря входить аміак в дуже незначних кількостях. Однак завдяки антропогенним діям значна кількість аміаку потрапляє в повітря. Сам аміак відноситься до 4 класу небезпеки. Гранично допустима концентрація аміаку як максимальна разова так і середньо добова складають $0,2 \text{ мг/м}^3$. Забрудненням атмосфери вважається пряме чи непряме введення в неї будь-якої речовини, яка впливає на якість і склад зовнішнього повітря і при цьому наносить шкоду людям, живій та неживій природі, екосистемі, будівельним матеріалам, природним ресурсам, - одним словом, всьому довкіллю. Середній час перебування аміаку в атмосфері складає 5 – 6 діб. На протязі цього часу NH_3 може взаємодіяти як з парами води, так і з іншими інгредієнтами, присутніми в атмосфері, та утворювати нові хімічні сполуки. Це і буде вторинне забруднення атмосферного повітря в результаті хімічних перетворень первинного забруднювача. Найчастіше концентрації забруднюючих речовин вимірюються в мг/м^3 .

Іноді використовують об'ємні одиниці, які мають переважно безрозмірний характер - %, ppm. В закордонній літературі для газів часто використовують $1 \text{ ppm}_{06} = 1 \text{ см}^3/\text{м}^3$. Для ідеального газу при 298 К (25°C) і тиску 101,325 кПа (760 мм рт.ст.) справедливо:

$$1 \text{ ppm}_{06} = 1 \text{ см}^3/\text{м}^3 = (\text{молекулярна маса/молекулярний об'єм}) \cdot \text{мг/м}^3 = (1/22,4) \cdot M \cdot 10^3 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3} / 10^6 (298/273)\text{К} \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{л} = 0,0409 \cdot M \text{ мг/м}^3,$$

де M – молекулярна маса.

Нижче наведені приклади перерахунку ppm_{об} в концентрації в мг/м³ для реальних газів:

$$1 \text{ ppm}_{\text{SO}_2} = 64,06/21,89 = 2,93 \text{ мг/м}^3 \text{ SO}_2$$

$$1 \text{ ppm}_{\text{NO}_2} = 46,01/22,41 = 2,05 \text{ мг/м}^3 \text{ NO}_2$$

$$1 \text{ ppm}_{\text{NO}} = 30,01/22,41 = 1,34 \text{ мг/м}^3 \text{ NO}$$

Для визначення ГДК NH₃ в повітрі використовують різні методи:

1. Колориметричне визначення продукту, який має колір після взаємодії аміаку з розчином Неслера.
2. Взаємодія аміаку з натрієвосаліцилатним реактивом в присутності гіпохлориту натрію і колориметричне визначення продукту реакції.
3. Лінійно-колористичне визначення по реакції з бромфеноловим синім на приладі УГ-1 чи УГ-2.

Перші два методи вимагають значного часу (20-30 годин), а останній має першу риску шкали, що відповідає 3 мг/м³.

В останні роки розроблено новий метод визначення NH₃ в повітрі за допомогою електрохімічних реакцій, які реалізуються в електрохімічному сенсорі (рис.3).

Пристрій та принцип роботи

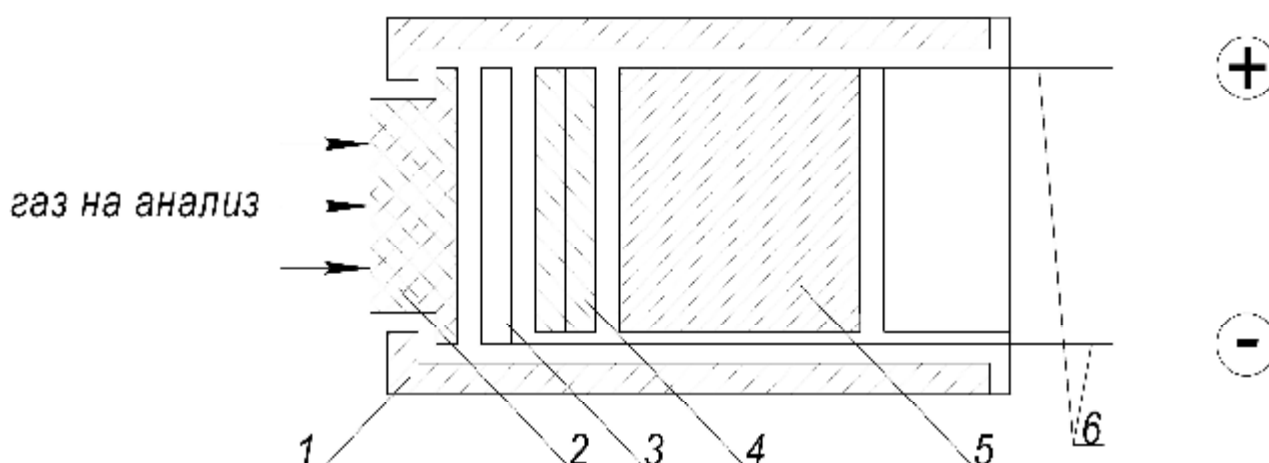


Рис.3. Будова електрохімічного сенсору:

1- корпус; 2 – дифузійний канал; 3 – робочий електрод; 4 – діафрагма; 5 – допоміжний електрод; 6 – струмовід води.

Сам сенсор представляє собою первинний прилад, де генерується електричний струм, пропорційний концентрації NH_3 в повітряній зоні. Сенсор розміщено в зонді, який через кабель з'єднується з приладом (рис.4), який безпосередньо реєструє концентрацію NH_3 в газовому середовищі в мг/м^3 . Сенсор розрахований на вимірювання концентрації NH_3 від 0 до 1500 ppm NH_3 . Живлення приладу відбувається від джерела постійного струму напругою 9V.

Порядок роботи

Визначення вмісту аміаку в повітрі лабораторії

Ввімкнути прилад, дочекатися встановлення сталого фонового значення концентрації NH_3 в приміщенні та через кожні 30 с зафіксувати три показники на табло. Визначити середнє між трьома показниками концентрації аміаку в приміщенні. Перерахувати показники приладу в мг/м^3 на ppm NH_3 .

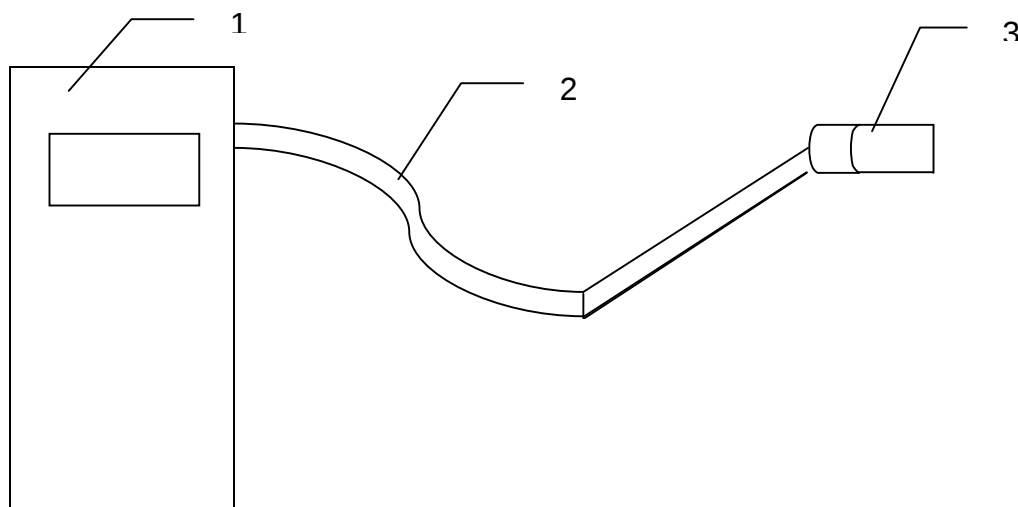


Рис.4. Схематичне зображення приладу для вимірювання концентрації аміаку в повітряній зоні:

1 – реєструючий прилад; 2 – кабель; 3 – зонд з сенсором.

Визначення вмісту аміаку над водним розчином

Приготувати з 25 %- водного розчину аміаку розчини з концентраціями: 0,4 %, 0,3 %, 0,2 % та 0,1 %. Розчини кожної концентрації розміщують в

конічній колбі, і над поверхнею рідини вимірюють концентрацію аміаку після встановлення сталого значення, фіксуючи через кожні 30 с три показники приладу. Визначають середнє між трьома показниками концентрації аміаку. Перерахувати показники приладу в мг/м^3 на ppm NH_3 . Будують графік залежності $C_{\text{NH}_3 \text{ газ}} = f(C_{\text{NH}_3 \text{ розчин}})$.

Висновки

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
2. Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Соловьев Г.С. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов. – М: Химия, КолосС, 2005. – 392 с.
3. Перегуд Е.А. Санитарно-химический контроль воздушной среды. – М.: Химия, 1978. – 333 с.
4. Макаров В.В. Основы защиты воздушного бассейна. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2003. – 282 с.
5. Кузнецов И.Е. Оборудование для санитарной очистки газов. – К.: Техника, 1989. – 304 с.
6. Денисов С.И. Улавливание и утилизация пыли и газов. – М.: Металлургия, 1991. – 320 с.

ЗМІСТ

Передмова	3
Лабораторна робота №1	
Визначення кількості пилу у повітрі	4
Лабораторна робота №2	
Вимірювання димности відпрацьованих газів автомобілів за допомогою приладу ИНА – 109	6
Лабораторна робота №3	
Визначення концентрації токсичних речовин у повітрі за допомогою газоаналізатора УГ – 2	13
Лабораторна робота №4	
Визначення концентрації соляної кислоти у повітрі	19
Лабораторна робота №5	
Визначення радіоактивності пилу в повітрі	21
Лабораторна робота №6	
Визначення вмісту аміаку в атмосфері довкілля	25
Список рекомендованої літератури	29