

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра охорони праці та навколишнього середовища

**ПРАВИЛА РОБОТИ ТА ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ
ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ХІМІЇ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Харків 2025

Методичні вказівки до практичних занять розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри охорони праці та навколишнього середовища 24 квітня 2025 р., протокол № 8.

Рекомендовано для здобувачів вищої освіти всіх форм здобуття.

Укладачі:

доценти Б. К. Гармаш,
Л. А. Катковнікова,
старш. викл. Є. С. Григор'єва

Рецензент

проф. А. А. Пługін

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОСНОВНІ ПРАВИЛА З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПІД ЧАС РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ....	9
1.1 Заходи безпеки під час роботи в хімічній лабораторії.....	9
1.2 Основні правила безпечної роботи з кислотами і лугами.....	11
1.3 Основні правила безпечної роботи з металевим натрієм.....	12
1.4 Основні правила користування витяжною шафою в лабораторіях хімії.....	14
1.5 Правила роботи зі скляним лабораторним посудом та іншими виробами зі скла.....	15
2 ХІМІЧНИЙ ПОСУД ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	18
2.1 Хімічні пробірки.....	20
2.2 Хімічні склянки.....	20
2.3 Хімічні лійки.....	21
2.4 Хімічні колби.....	22
2.5 Кристалізатори.....	24
2.6 Холодильники.....	24
2.7 Водоструминні вакуум-насоси.....	25
2.9 Використання чашок, бюксів, склянок з тубусами під час проведення хімічних дослідів лабораторних робіт.....	26
2.10 Застосування з'єднувальних елементів під час виконання хімічних дослідів у навчальних лабораторіях хімії.....	27
2.11 Використання ексікаторів під час проведення хімічних дослідів у навчальних лабораторіях хімії.....	27
2.12 Колби для перегонки (дистиляції).....	29
2.13 Хлоркальцієві трубки.....	29
2.14 Промивні склянки.....	30

3 МІРНИЙ ПОСУД.....	31
3.1 Використання мірних циліндрів і мензурок в хімічних лабораторіях.....	31
3.2 Застосування бюретонок у процесі хімічних експериментів.....	31
3.3 Хімічні піпетки.....	34
3.4 Застосування мірних колб під час проведення хімічних дослідів.....	35
4 ВИДИ ФАРФОРОВОГО (ПОРЦЕЛЯНОВОГО) ПОСУДУ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ.....	37
5 ЛАБОРАТОРНЕ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ХІМІЧНИХ ДОСЛІДІВ.....	39
5.1 Апарат Кіппа.....	39
5.2 Термометр, барометр, технічні ваги з різновагами.....	40
6 МЕТАЛЕВЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ПРИЛАДІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ХІМІЇ.....	41
7 ПРАВИЛА БЕЗПЕЧНОГО ПОВОДЖЕННЯ З РЕАКТИВАМИ У ЛАБОРАТОРІЯХ.....	43
7.1 Зберігання хімічних реактивів.....	43
7.2 Характеристика деяких хімічних реактивів, що задіяні в освітньому процесі.....	47
7.3 Правила електробезпеки в навчальних лабораторіях хімії.....	48
7.4 Надання долікарської допомоги потерпілим при настанні нещасного випадку під час виконання лабораторних робіт з хімії.....	49
7.4.1 Перша долікарська допомога при отруєннях під час виконання дослідів у хімічній лабораторії.....	49
7.4.1.1 Отруєння хлором.....	49
7.4.1.2 Отруєння карбон(ІІ) оксидом.....	50
7.4.1.3 Отруєння дигідроген сульфідом (сірководнем).....	50
7.4.1.4 Отруєння оксидами нітрогену.....	51

7.4.1.5 Отруєння оксидами сульфуру.....	51
7.4.1.6 Отруєння амоніаком (аміаком).....	51
7.4.1.7 Отруєння органічними рідинами.....	52
7.4.1.8 Отруєння іншого типу.....	52
7.4.2 Надання першої долікарської допомоги при опіках.....	52
7.4.2.1 Опіки очей.....	53
7.4.3 Перша долікарська допомога при пораненнях.....	54
7.5 Правила пожежної та техногенної безпеки в навчальних лабораторіях.....	55
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ.....	60
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	61

ВСТУП

Дисципліну «Хімія» викладають в Українському державному університеті залізничного транспорту на першому курсі для формування у майбутніх фахівців базових знань щодо фундаментальних фізико-хімічних законів, на яких засновані технологічні процеси отримання та експлуатації матеріалів транспорту й транспортної інфраструктури.

Завданням вивчення дисципліни «Хімія» є формування у здобувачів комплексу хімічних знань про речовину, її структуру, перетворення, розвиток навичок хімічного мислення та вміння користуватися досягненнями сучасної хімічної науки при підготовці до професійно-орієнтованих дисциплін та у майбутній професійній діяльності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен знати: основні теоретичні питання з хімії, практичне застосування найважливіших хімічних процесів, хімічних елементів і їхніх сполук на транспорті, властивості та застосування органічних сполук на транспорті, шкідливі та небезпечні речовини та засоби захисту від них.

Вміти: використовуючи знання про класифікацію, будову та властивості елементів, їхніх сполук та органічних сполук, за допомогою законів хімії, знань про хімічний зв'язок, типи реакцій, зокрема окисно-відновних, складати хімічні рівняння реакцій для певних перетворень, визначати умови перебігу реакцій, речовин, що утворюються під час перетворень, встановлювати сферу застосування та передбачати наслідки взаємодії хімічних елементів та їхніх сполук, а також органічних сполук. Використовуючи знання з неорганічної та органічної хімії, а також методи теоретичного та експериментального дослідження в хімії, за допомогою певних методик та лабораторного обладнання визначати концентрацію шкідливих речовин, передбачати зони їхнього розповсюдження.

Метою проведення лабораторних робіт з хімії є розвиток у здобувачів в межах отримання вищої освіти навичок наукового експериментування та формування дослідницького підходу до вивчення предмету й закріплення теоретичного матеріалу.

Під керівництвом викладача здобувачі особисто проводять досліди з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень відповідно до теми лабораторної роботи.

Набувають практичних навичок роботи з лабораторним устаткуванням, хімічними реактивами, вимірювальною апаратурою, методикою експериментальних досліджень.

Готовність до лабораторної роботи базується на самостійній підготовці здобувачів. Тому, готуючись до лабораторних робіт, здобувач вищої освіти зобов'язаний:

- вивчити теоретичний матеріал, що полягає в засвоєнні матеріалу конспекту лекцій, підручника, методичних вказівок до відповідної лабораторної роботи;

- вивчити методику проведення відповідної лабораторної роботи та скласти попередньо на аркуші паперу формату А4 звіт (чи придбати журнал лабораторних робіт), залишаючи місце для внесення даних спостережень, рівнянь реакцій, розрахунків тощо.

- виконати домашнє завдання до відповідної лабораторної роботи.

1 ОСНОВНІ ПРАВИЛА З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПІД ЧАС РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

Хімічні дослідження потребують застосування певних загальних безпечних підходів до означеного виду робіт [1]. Неправильне виконання лабораторних робіт може призвести до помилкових висновків, шкідливо вплинути на здоров'я виконавців хімічного досліду та оточуючого персоналу. Нижче викладені загальні правила з безпеки, охорони праці та безпеки життєдіяльності під час роботи в хімічній лабораторії, а також викладені основні способи надання долікарської допомоги потерпілому від нещасного випадку.

1.1 Заходи безпеки під час роботи в хімічній лабораторії

Хімічні дослідження необхідно проводити в такому порядку, а також з такими кількостями і концентраціями речовин, які зазначені у відповідних методичних вказівках, інструкціях до проведення експериментів, досліджень.

Зазначимо, що всі дослідження, які призначені для проведення особисто здобувачами, мають бути попередньо виконані викладачем (або старшим лаборантом лабораторії).

Хімічні реактиви для дослідів здобувачам видає викладач (старший лаборант) у таких кількостях, які необхідні для певного експерименту. Доступ здобувачів освіти до місця зберігання хімічних реактивів має бути виключений. Під час виконання дослідів залишати своє робоче місце здобувачам чи пересуватись по приміщенню лабораторії не дозволяється. Дослідження, що супроводжуються виділенням шкідливих газів та парів, необхідно проводити лише у витяжній шафі з вентиляцією, що справно

працює. Встановлене у витяжній шафі обладнання, в яких проводять досліди з легкозаймистими чи вибухонебезпечними речовинами, необхідно ізолювати з боку стулок шафи захисним екраном.

Етикетки на склянках з рідкими реактивами закривають поліетиленовою липкою стрічкою чи іншим прозорим матеріалом, що захищає етикетку від хімічної дії реактиву. Визначаючи речовину за запахом, необхідно легким рухом долоні над горлом посудини спрямувати пару чи газ до носа і вдихати обережно, не нахиляючись до посудини. Не дозволяється брати реактиви незахищеними руками. Для цього використовують ложки, шпателі чи совочки. Насипати чи наливати хімічні реактиви слід на столі у такий спосіб:

- сухі – над аркушем паперу;
- рідкі – над відповідною склянкою посудиною.

Просипаний чи пролитий реактив не дозволяється зсипати чи зливати назад у основну тару. Для нейтралізації пролитих на стіл чи підлогу кислот чи лугів у лабораторії мають бути склянки із заздалегідь підготовленими нейтралізуючими відповідними розчинами:

- розчин соди – для нейтралізації кислот;
- розчин ацетатної кислоти – для нейтралізації лугів.

Тверді відходи, які накопичуються у лабораторії, необхідно збирати в окрему тару і нейтралізувати у відповідних місцях, погоджених з органами санітарного і пожежного нагляду.

Закріплюють хімічний посуд (колби, стакани тощо) у тримачах штативів обережно, щоб не розчавити скло. Нагрівати хімічні реактиви для дослідів необхідно тільки у тонкостінному скляному чи фарфоровому посуді. Під час нагрівання рідин не можна зазирати згори у хімічний посуд для запобігання травм внаслідок розбризкування нагрітої рідини. Не дозволяється залишати без нагляду запалені спиртівки, ввімкнені

електронагрівальні прилади. Після закінчення роботи необхідно одразу вимкнути електроприлади та перекрити крани водопроводу.

Загальні вимоги із заходів безпеки під час роботи в хімічній лабораторії:

- підтримуйте чистоту і порядок на робочому місці під час занять;
- не захаращуйте свого робочого місця сторонніми предметами;
- з метою уникнення нещасних випадків заборонено проводити досліди, що не передбачені методичними вказівками;
- досліди з отруйними речовинами, чи з такими, що мають неприємний запах, проводити у витяжній шафі;
- запах речовини визначати обережно, спрямовуючи рухом руки потік повітря від пробірки (склянки, тощо) до себе;
- при нагріванні рідини не нахиляйтесь над пробіркою (склянкою, тощо) і не тримайте її отвором до себе чи до того, хто знаходиться поруч;
- економно витрачайте хімічні реактиви, дистильовану воду та тверде паливо;
- всі реактиви повертайте після використання на попереднє місце;
- не допускайте змішування реактивів у скляних ємностях. Це робить їх непридатними для подальшого використання;
- розлитий на столі реактив негайно витирайте ганчіркою;
- обережно працюйте з кислотами та лугами для попередження хімічних опіків та псування одягу;
- у разі попадання кислоти чи лугу на тіло чи одяг необхідно негайно їх змити великою кількістю води, після чого уражене місце промити розчином натрій гідрогенкарбонату NaHCO_3 (при ураженні кислотою) чи розчином оцтової кислоти CH_3COOH (при ураженні лугом) ;
- будьте обережні, користуючись електроприладами;
- заборонено вживати їжу в лабораторії;

- після закінчення роботи помити хімічний посуд, повернути його на місце, вимкнути воду та світло;
- заборонено залишатись одному в приміщенні лабораторії.

1.2 Основні правила безпечної роботи з кислотами і лугами

Основні запаси кислот й інших хімічно агресивних речовин потрібно зберігати в спеціально призначеному для цього приміщенні [2, 3].

Концентровані кислоти (включно із амонієм) необхідно розливати лише під витяжкою, з обережністю, щоб запобігти травмам та опікам.

Розливають кислоти та інші агресивні рідини з великих ємностей у видаткові склянки за допомогою сифона з гумовою грушею, ручним насосом чи ножною повітродуйкою. Використовувати електричні повітродуйки з цією метою не дозволяється.

Переносити склянки ємністю більш ніж 5 л з реактивами необхідно в плетених кошиках, ящиках чи іншій тарі, що гарантує безпечне транспортування.

Переносити склянки з агресивними реактивами за шийку посудини категорично заборонено. Таке стосується і простого підймання означеного скляного посуду.

Реактиви, що надійшли до лабораторії, розміщують у спеціально відведених для них місцях.

Для одержання розчинів з концентрованих кислот необхідно лити кислоту у воду, а не навпаки, постійно перемішуючи її. Процес розчинення концентрованої кислоти у воді (особливо сульфатної) супроводжується сильним нагріванням і розбризкуванням рідини, що може призвести до виникнення опіків.

Для розбавлення концентрованих кислот, їхнього змішування, а також для змішування речовин, що супроводжуються виділенням теплоти, користуються хімічним тонкостінним скляним чи фарфоровим посудом.

Щоб уникнути опіків у ротовій порожнині, а також подальшого отруєння, категорично заборонено набирати розчини кислот, лугів та інших агресивних рідин у піпетку ротом. Для засмокткування таких хімічно агресивних речовин застосовують піпетки або гумову грушу.

Для проведення хімічних дослідів луги розчиняють виключно у фарфоровому посуді, поступово додаючи до води невеличкі порції лугу та безперервно його перемішуючи. Шматочки лугу можна брати тільки пінцетом чи щипцями. Великі шматки їдких лугів потрібно розколювати на дрібні у спеціально відведеному місці.

Під час проведення будь-яких процесів, де застосовуються кислоти і луги, обов'язково використовують засоби індивідуального захисту, а саме: захисний халат та гумовий фартух, гумові рукавички та захисні окуляри.

Відпрацьовані кислоти і луги збираються окремо, в спеціально відведений і заздалегідь виділений для цього посуд, а потім окремо зливаються до каналізації виключно після проведення реакції нейтралізації.

Розлиті кислоти чи луги необхідно негайно засипати піском, нейтралізувати і після цього прибрати.

1.3 Основні правила безпечної роботи з металевим натрієм

Лужний метал натрій (Na) енергійно взаємодіє з водою [4]. При цьому відбувається виділення водню, що супроводжується вибухом. Тому, під час роботи з металічним Na слід бути особливо обережним.

Не можна допускати, щоб Na проконтактував з водою, вологими предметами, а також із органічними сполуками, що містять хлор, твердий карбон (IV) оксид (сухий лід).

Всі роботи з металевим Na необхідно виконувати так: на піддонах у витяжній шафі, обов'язково використовуючи захисні окуляри і гумові рукавиці, віддалено від джерел води і тепла.

Не дозволяється працювати з Na при відносній вологості в приміщенні більше ніж 60 %.

Зберігати металічний Na необхідно в скляній тарі, яка щільно закрита корком, під шаром зневодненого гасу, парафіну чи трансформаторного мастила. Банки з Na зберігаються в металевому ящику з піском. Виймати металічний Na з тари, завантажувати його до апарату слід лише сухим пінцетом чи тигельними щипцями. Гас, парафін та трансформаторне мастило з поверхні металу знімають фільтрувальним папером.

Металічний Na розрізають на фільтрувальному папері за допомогою сухого і гострого ножа. Перше різання Na проводять під шаром трансформаторного мастила чи гасу для зняття верхнього оксидного шару, оскільки внаслідок контакту оксидних сполук із чистим металом на відкритому повітрі може статися вибух.

Відходи (обрізки) металічного Na збирають в окремі банки, заповнені зневодненим гасом для наступного знищення в той же самий день. Не дозволяється накопичувати залишки натрію. Не дозволяється викидати залишки металічного натрію до каналізаційної раковини чи тари для збирання сміття.

Нейтралізація відходів Na здійснюється так: відходи (обрізки) натрію знищують в той самий день, коли вони були одержані. Для цього обрізки натрію будь-яких розмірів загальною масою до 200 г розміщують в круглодонну колбу і заливають бензином у такий спосіб, щоб шар над верхнім шматочком металу був не менший ніж 0,05 м. Колбу надійно закріплюють на штативі і забезпечують зворотним водяним холодильником. В середину колби через холодильник подають холодну воду. Об'єм разової порції становить близько 5 мл. Наступну порцію додають за умови, коли

повністю прореагує попередня порція металу. Застосування бензину і зворотного холодильника необхідно для того, щоб не допустити нагрівання рідини вище за кімнатну температуру. Колбу можна охолоджувати додатково ззовні, використовуючи для цього водяну баню. В означених умовах змінюється механізм взаємодії натрію з водою – кисень вже не бере участі в реакції, тому і тепловий ефект є відносно малим. Додавання води припиняють лише тоді, коли розчиняться останні шматочки металу. Отриманий водний розчин натрій гідроксиду обережно відокремлюють за допомогою ділильної лійки і використовують для проведення подальших процесів.

Прилади і весь посуд, в яких імовірно залишилися частинки металічного натрію, необхідно спочатку ретельно промити етиловим спиртом, опісля цього, коли весь метал повністю розчиниться, можна їх промивати водою.

Для гасіння металічного натрію, що вже загорівся, необхідно користуватися порошковим вогнегасником, сухим піском чи спеціальною ковдрою. Не дозволяється застосовувати для гасіння лужних металів воду, пінні вогнегасники та карбон (IV) оксид (вуглекислоту).

1.4 Основні правила користування витяжною шафою в лабораторіях хімії

Витяжну шафу вмикають не пізніше, ніж за 15 хв до початку роботи в лабораторіях.

Стулки витяжної шафи під час роботи мають бути максимально закритими з невеликим отвором для тяги. Відкривати їх дозволяється тільки на час використання.

Під час встановлення у шафі лабораторного приладу чи в будь-якому іншому випадку, підіймають стулки лише на необхідну висоту, яка є зручною для роботи, але не більше ніж на половину висоти отвору.

Підійняті стулки витяжної шафи під час роботи надійно закріплюють за допомогою спеціальних пристроїв. Якщо конструкцією витяжної шафи передбачено кілька ступок, в такому випадку не задіяні мають бути закритими. При порушенні цього правила знижується ефективність вентиляції та підвищується ризик отруєння хімічною парою.

Для того, щоб запобігти проникненню шкідливих газів і пари з витяжної шафи до приміщень навчальних лабораторій, викладацьких кафедр, аспірантської кімнати вентиляцію необхідно відрегулювати у такий спосіб, щоб у шафі утворювалося невеличке розрідження.

1.5 Правила роботи зі скляним лабораторним посудом та іншими виробами зі скла

Під час роботи з приладом, виготовленим зі скла чи з елементами скла, в умовах, коли є хоча б невелика імовірність аварії, необхідно огородити весь прилад захисним екраном з органічного скла, а найнебезпечніші ділянки приладу огорожують металевою сіткою (металевим кожухом).

Під час збирання скляних приладів не дозволяється застосовувати підвищені зусилля. При монтуванні окремих частин зі скла необхідно захищати руки тканиною. Щоб полегшити складання приладів, кінці скляних трубочок змочують водою, вазеліном чи гліцерином.

Усі види механічної і термічної обробки скла виконують з використанням захисних окулярів. Щоб відрізати кусок скляної трубки чи палички, необхідно зробити на ній надріз напилком (чи іншим інструментом, який ріже скло), після чого взяти трубку обома руками і

легким натиском у напрямку, протилежному до надрізу, зламати її. Після розлому гострі кінцівки оплавлюють чи обробляють за допомогою наждачного паперу.

Якщо хімічні реактиви зберігаються в ампулах, необхідно обережно зробити надріз (як у випадку зі скляною паличкою), відламати шийку ампули, тримаючи ампулу над лотком чи іншою посудиною. Потім обережно пересипати чи перелити вміст ампули у заздалегідь заготовлену склянку. Зазначимо, що бром чи йод обов'язково необхідно тримати в склянці з темного скла.

Кінці скляних трубок і паличок, що застосовують для розмішування розчинів та інших лабораторних робіт, мають бути обов'язково оплавлені. Для змішування чи розбавлення речовин, що супроводжуються виділенням теплоти, а також для нагрівання хімічних речовин використовують фарфоровий чи тонкостінний скляний посуд.

Пробірки, круглodonні колби, фарфорові чашки дозволяється нагрівати на відкритому вогні. Але плоскodonні колби і стакани нагрівають виключно на металевому розсікачі полум'я. Посудину з гарячою рідиною не можна закривати притертим корком доти, поки вона достатньо не охолоне.

Щоб відкрити туго закриту посудину, необхідно спочатку обережно постукати по периметру корка знизу догори дерев'яним молоточком чи брусочком. Якщо це не допомагає, то обережно підігрівають шийку посудини так, щоб не нагрілась вся посудина. Нагрівати можна рушником, змоченим гарячою водою, обгорнувши ним шийку посудини чи над полум'ям спиртового пальника, обертаючи посудину навколо осі, не доторкуючись при цьому до самого полум'я. Не можна нагрівати посудину над відкритим полум'ям, якщо в посудині містяться легкозаймисті, вибухонебезпечні чи отруйні речовини.

Великі хімічні стакани підіймають обома руками так, щоб відігнути краї (бортики) стаканів спиралися на вказівний та великий пальці. Прилади

чи окремі їхні частини, що перебувають під вакуумом, слід захищати дротяним екраном (сіткою). Під час роботи з ними обов'язково користуються захисними окулярами.

Скляний посуд, який спеціально призначений для роботи під вакуумом, заздалегідь випробовують на максимальне розрідження. Перед випробовуванням посудину необхідно обгорнути рушником (чи натягнути на неї металеву сітку). Такі самі заходи безпеки застосовують під час проведення фільтрування при розрідженні. Не дозволяється застосовувати плоскодонний посуд (перегонну колбу, приймач) у вакуумних установках і приладах.

Тонкостінну посудину, закриваючи гумовим корком (наприклад, при промиванні), тримають за верхню частину шийки, а корок при цьому злегка повертають, захищаючи руки рушником.

Роботи з отруйними, пожежо- та вибухонебезпечними речовинами, а також роботи під тиском чи вакуумом обов'язково виконують в приладах (посудинах), виготовлених з високоякісного термостійкого скла.

Нагріваючи рідину в пробірці (колбі), необхідно надійно закріплювати їх так, щоб отвір пробірки (шийка колби) був направлений у напрямку від виконавця лабораторного дослідження та від його сусідів поряд. Зазначимо, що посуд наповнюють рідиною не більше ніж на третину об'єму. Протягом усього процесу нагрівання заборонено нахилитися над посудиною і зазирати в неї.

При нагріванні хімічних речовин у пробірці (колбі) не дозволяється утримувати посуд руками. Зазначений посуд слід надійно закріплювати в тримачі для пробірок чи штативі, а затискач має бути розміщений біля отвору пробірки.

Під час миття скляного посуду необхідно пам'ятати, що скло є крихкою речовиною, тому легко ламається і тріскається від невеликих ударів, різкої зміни температури тощо.

2 ХІМІЧНИЙ ПОСУД ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

У хімічних лабораторіях використовують різноманітний хімічний посуд і різні пристосування для подрібнення матеріалу, фільтрування, висушування, промивання, прожарювання тощо [5]. Найчастіше для виконання лабораторних дослідів чи експериментів у навчальних лабораторіях хімії застосовують скляний посуд. Окрім нього, так само застосовують посуд з фарфору, кварцу, пластмаси, платини, срібла та інших матеріалів. Набір посуду в лабораторії залежить від характеру виконуваної роботи, але деякі види хімічного посуду є невід'ємною частиною будь-якої лабораторії як-то: склянки, пробірки, лійки, мірний посуд.

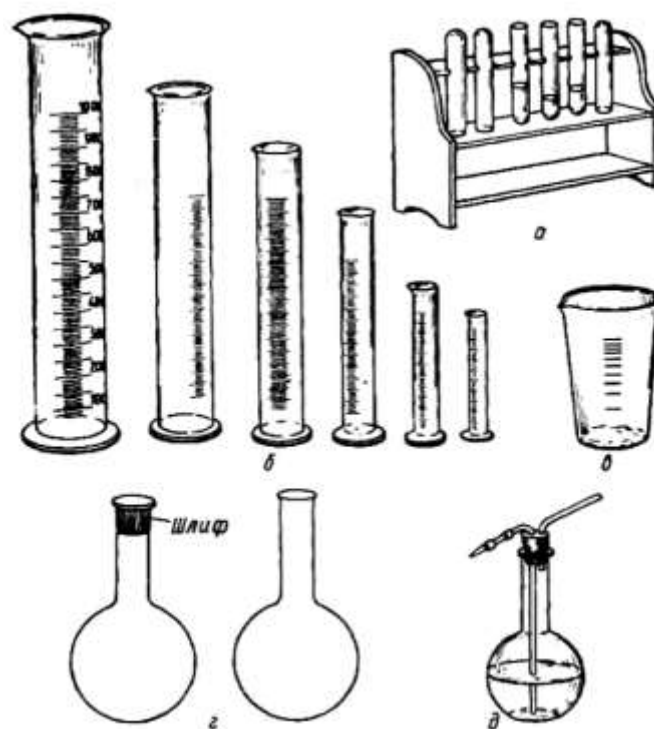
Не кожний скляний посуд придатний для виконання хімічних робіт. Найкращим варіантом є використання термостійкого скла. Такий посуд відрізняється малим коефіцієнтом розширення і характеризується великою хімічною стійкістю. Оскільки гарячі розчини (особливо лужні) справляють руйнівну дію на скло.

При нагріванні всіх без винятку скляних виробів необхідно уникати різкої зміни температури. При нагріванні скляного посуду використовують азбестову сітку: гарячий посуд можна ставити виключно на лист азбесту.

Весь скляний хімічний посуд можна поділити на такі групи:

- посудини загального призначення;
- посудини спеціального призначення;
- мірний посуд, що призначений для точного вимірювання об'ємів рідин, розчинів і газів.

У будь-якій хімічній лабораторії використовують пробірки, лійки, хімічні склянки, ділильні лійки, плоскодонні круглі колби, конічні колби (рисунок 2.1).



а – пробірки; б – циліндри; в – хімічний стакан; г – круглодонні колби;
д – промивалка

Рисунок 2.1 – Хімічний посуд загального призначення

В деяких випадках, коли це є доречним, замість скляного посуду застосовують посудини, виготовлені з плавленого кварцу. Кварц за своєю природою стійкий до різких трансформаційних змін температури, його плавлення відбувається за температури приблизно 1700°C .

Але в таких посудинах не можна нагрівати луги, оскільки карбонати лужних металів його руйнують. Посудини із кварцевого скла так само, як і з будь-якого іншого скла, дуже легко б'ються, а вартість його є значно вищою за вартість звичайного скляного посуду, тому працювати з ним слід обережно.

2.1 Хімічні пробірки

Пробірки за видами існують прості і калібровані (рисунок 2.1). Пробірки являють собою скляну трубку, запаяну з одного кінця, яку використовують для різного типу хімічних дослідів з невеликими кількостями речовин. Переважно їх застосовують для якісного аналізу.

Рідину в пробірку завжди наливають стільки, щоб її об'єм займав не більше ніж половину об'єму всієї пробірки. Змішування реактивів у пробірці проводять акуратно виключно за допомогою скляної палички. Іноді допускається перемішування, тримаючи пробірку між великим і вказівним пальцем лівої руки за верхній кінець (і притримуючи середнім пальцем), водночас середнім пальцем правої руки наносять обережні удари-струшування у нижній частині пробірки.

На полум'ї пальника потрібно нагрівати верхню частину рідини в пробірці, одночасно плавно рукою ніби вкручуючи по колу пробірку. При нагріванні нижньої частини пробірки може статися неочікуваний викид рідини. Тому необхідно стежити за тим, щоб отвір пробірки був направлений в сторону від виконавця досліду і від людей, що знаходяться поряд.

При нагріванні рідини з осадом варто періодично виносити пробірку з полум'я, при цьому обережно струшувати її і повертати назад.

2.2 Хімічні склянки

Хімічні склянки, що наведені на рисунку 2.1, використовують, виконуючи різного типу хімічні роботи. Найчастіше їх застосовують в аналітичних визначеннях. Хімічні склянки являють собою тонкостінні циліндри з носиком чи без нього та виготовляють різної місткості: 50 см³, 100 см³, 200 см³, 250 см³, 500 см³, 1000 см³ й 2000 см³. Їх не можна нагрівати

на відкритому полум'ї газового пальника чи відкритій спіралі електроплитки, а нагрівають тільки з використанням азбестової сітки чи на водяній бані.

2.3 Хімічні лійки

Хімічні лійки існують різних розмірів і форм. Вони призначені для переливання рідин з однієї посудини в іншу. Так само їх застосовують задля фільтрування або пересипання сипучих речовин. При цьому використовують лійки з великим діаметром і коротким кінцем.

Для аналітичних робіт доцільно використовувати аналітичні лійки, які відрізняються від звичайних хімічних лійок більшим зрізаним кінцем. Внутрішній діаметр такої хімічної лійки у верхній частині є меншим, ніж у нижній частині.

Якщо при переливанні хімічної рідини з однієї посудини в іншу лійка надто щільно прилягає до стінок горловини посудини, її періодично піднімають, щоб хімічна рідина швидко й рівномірно переливалася. В цьому випадку доречно застосовувати дротовий трикутник, в який вставляють лійку. Переливаючи не треба заповнювати лійку рідиною повністю, залишаючи місце.

Також виготовляють крапельні лійки. Їх застосовують найчастіше при монтуванні пристроїв для деяких досліджень, коли необхідно вводити до реакційної маси будь-який розчин краплями чи невеликими порціями.

Крапельні лійки існують циліндричної і грушоподібної форми. Вони мають у верхній частині отвір (для наливання розчину), що закривається притертим корком, а в нижній частині встановлюють притертий кран. Кран крапельної лійки обов'язково має легко повертатися, тому його змащують мастилом чи вазеліном. Крапельні лійки виготовляють різного об'єму.

Ділильні лійки (рисунок 2.2) схожі на крапельні, але вони мають більш товсті стінки і коротший кінець.



Рисунок 2.2 – Ділильна лійка

Ділильні лійки виготовляють циліндричними чи конусними, також вони бувають різними за розміром. Застосовують ділильні лійки для розподілу незмішуваних рідин, найчастіше органічних.

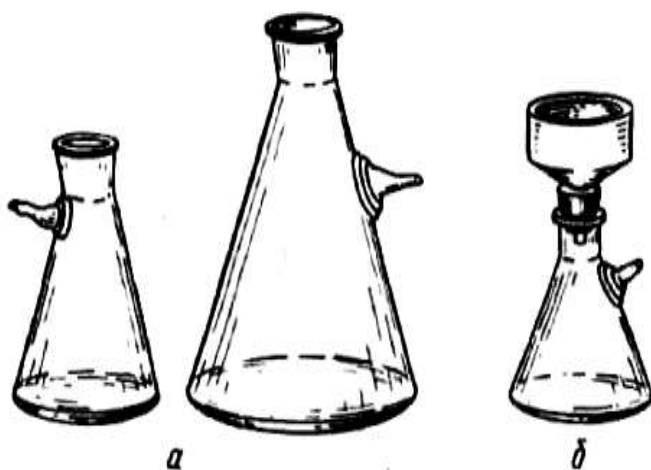
2.4 Хімічні колби

Плоскодонні колби застосовують для різного виду аналітичних визначень, а також для приготування та зберігання розчинів. Вони бувають різної ємності. Плоскодонні колби так само, як і склянки, нагрівають на водяній бані чи на полум'ї пальника. Також дозволяється робити нагрівання на електроплитці, використовуючи при цьому азбестовану сітку. Плоскодонні колби найчастіше виготовляють зі звичайним відкритим горлом чи з горлом, що має шліф.

Конічні колби використовують для різного виду хімічних робіт, але найчастіше в них проводять титрування розчинів. Вони бувають з притертим корком і без нього, зі звичайною шийкою і з носиком. Об'єм конічної колби залежно від призначення коливається у діапазоні від 10 см³

до 2 дм³. Такого типу колби заборонено нагрівати на відкритому полум'ї пальника.

Колби для відсмоктування (колби Бунзена) – товстостінні конічні колби (рисунок 2.3), у верхній частині яких є відросток для з'єднання з вакуум-насосом. Вони використовуються для швидкого фільтрування при розрідженні (зниженому тиску).



а – колби Бунзена; б – колба Бунзена з лійкою Бюхнера

Рисунок 2.3 – Колби для відсмоктування

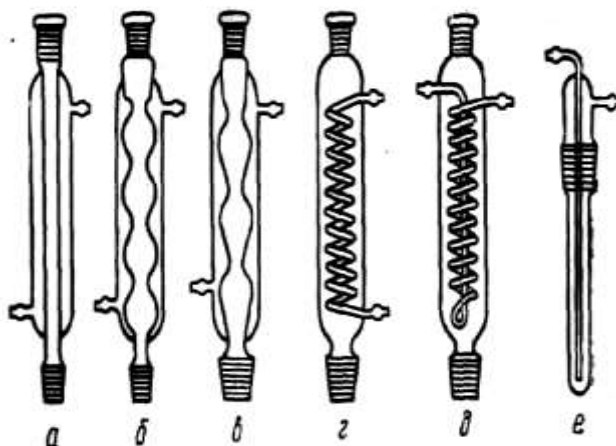
Для роботи з розрідженням використовують виключно перевірену колбу Бунзена – без найменших подряпин чи тріщин, оскільки при створенні розрідження така колба може легко розтріскатись. Для відсмоктування колбу закривають гумовим корком, в який вставляють скляну трубку з витягнутим в капіляр одним кінцем, далі обгортають рушником і витримують під вакуумом деякий час, але не менше ніж 15 хв. Необхідно стежити за тим, щоб при цьому на столі, де виконується означений процес, не було дрібних шматочків металу чи твердих речовин, які можуть нанести подряпини на дні колби.

2.5 Кристалізатори

Кристалізатори – це плоскі циліндричні тонко- чи товстостінні посудини різних ємностей і діаметрів. У них відбувається кристалізація речовин. Також у них проводять випарювання речовин, нагріваючи їх виключно на водяній бані.

2.6 Холодильники

Холодильники – це спеціалізовані хімічні прилади, які застосовують для охолодження при кип'ятінні, перегонці чи нагріванні різних речовин. На рисунку 2.4 зображені найбільш розповсюджені типи холодильників.



- а – холодильник Лібіха з прямою внутрішньою трубкою;
б, в – кулькові холодильники; г, д – холодильники зі змієвиковим охолодженням; е – пальцевидний холодильник

Рисунок 2.4 – Холодильники з водяним охолодженням

Холодильник має дві частини: холодильну трубку різної форми (форштос) та сорочку (муфту), через яку пропускають воду для охолодження парів, що надходять у холодильну трубку. Залежно від того,

для яких хімічних робіт холодильники застосовуються, вони поділяються на такі основні типи: прямі і зворотні. При звичайній перегонці речовин застосовують прямий холодильник Лібіха. В ньому пари, що охолоджуються в холодильній трубці, перетворюються в рідину, яка далі стікає в приймач.

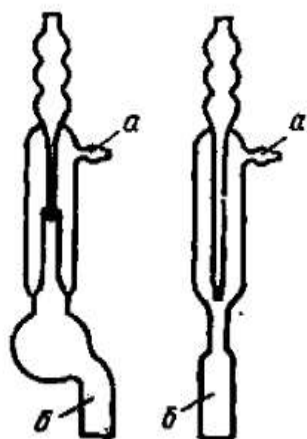
При проведенні робіт, коли процес передбачає, щоб отримана після охолодження пари рідина знову стікала в реакційну посудину, застосовують зворотні холодильники. Для збільшення поверхні охолодження холодильні трубки зворотних холодильників мають розширення у формі кульки (яйця). Також існують холодильники у вигляді спіралі, «їжачка» тощо.

Працюючи з холодильниками, слід дотримуватися таких правил безпеки: вода, що використовується для охолодження, має надходити в сорочку холодильника виключно з нижнього опущеного відростку, а виходити – з верхнього відростку; при цьому сорочка має бути повністю заповнена водою.

2.7 Водоструминні вакуум-насоси

Водоструминні вакуум-насоси призначені для створення пониженого тиску (вакууму) в будь-якому посуді за допомогою струменя води (рисунок 2.5).

Їх приєднують до водопровідного крану товстостінною (вакуумною) гумовою трубкою і прив'язують м'яким дротом. Роботу вакуум-насоса перевіряють так: поступово відкриваючи водопровідний кран (до якого приєднаний такий насос), закривають пальцем отвір бічної трубки, до якої має приєднуватись хімічна посудина. Якщо палець легко присмоктується, тоді насос працює в нормальному режимі.



а – патрубок для приєднання до крана;

б – патрубок для спускання води до раковини

Рисунок 2.5 – Водоструминні насоси

За тривалої роботи насоса з часом може накопичуватися бурий осад оксидів Феруму, що ускладнює роботу насоса. В такому випадку осад обов’язково має бути видалений. З цією метою до насосу заливають в бічний отвір 10 %-ний розчин хлоридної кислоти, і після цього промивають проточною водою.

2.9 Використання чашок, бюксів, склянок з тубусами під час проведення хімічних дослідів лабораторних робіт

Чашки широко застосовують у хімічних та біологічних лабораторних роботах. Виготовляють такі типи чашок:

- кристалізаційні циліндричні;
- випарювальні плоскодонні сферичні;
- біологічні (Коха) з кришками (високі);
- біологічні (Петрі) з кришками (низькі).

Бюксами називають високі і низькі стаканчики зі спеціальними притертими кришками. Вони призначені для зважування та зберігання речовин в лабораторних роботах з хімії.

Склянки з тубусом застосовують у лабораторних установках для зберігання розчинів. Вони існують різних форм та розмірів. Випускають такі склянки з тубусами під гумовий корок і з краном; з тубусами із взаємозамінними конусами і з краном та з тубусами під гумовий корок.

2.10 Застосування з'єднувальних елементів під час виконання хімічних дослідів у навчальних лабораторіях хімії

Переходи, вигини, керни, муфти, затвори, насадки й алонжі застосовують для складання різного виду лабораторних приладів, апаратів і установок. Також використовують у приладах та апаратах сполучені крани різних форм і розмірів. За стандартом виготовляють такі види кранів: одноходові, двоходові з прохідними отворами під кутом 30° , триходові, серповидні з прохідними отворами під кутом 120° .

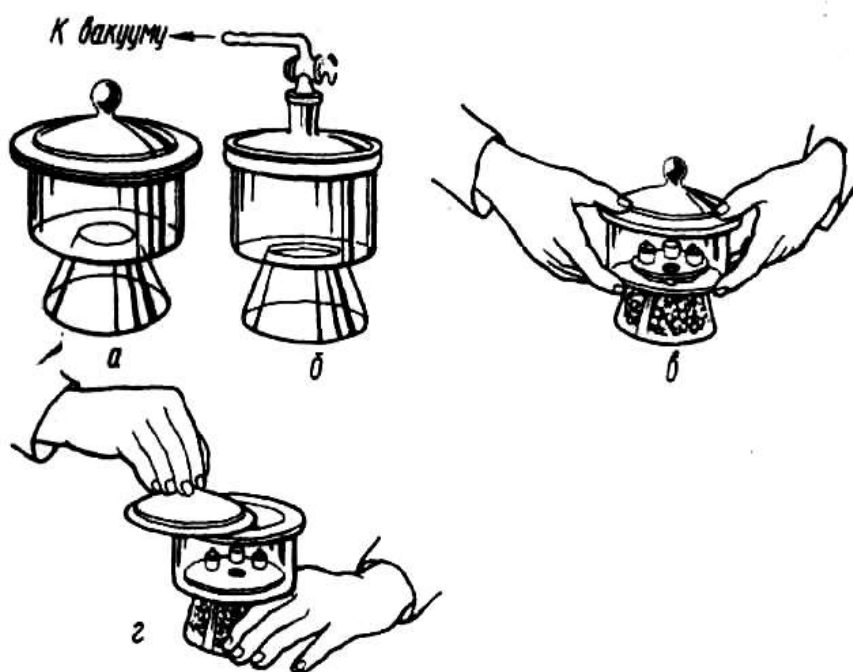
Вигини для застосування під час лабораторних експериментів виготовляють таких типів: під кутом 75° з двома кернами; під кутом 75° з кернами і муфтою; під кутом 90° з кернами і муфтою; під кутом 105° з кернами і муфтою.

Існують такі види алонжів: зігнуті; вигнуті з відведенням; прямі з відведенням; у вигляді «павука».

2.11 Використання ексикаторів під час проведення хімічних дослідів у навчальних лабораторіях хімії

Ексикаторами називають товстостінні прилади, що призначені для повільного висушування речовин (рисунок 2.6). Також їх використовують для зберігання гігроскопічних речовин. Ексикатори складаються з основного корпусу і притертої скляної кришки. Нижню частину корпусу ексикатора заповнюють речовиною, що має здатність до поглинання вологи.

Найчастіше використовують шматки свіжопрожареного кальцій оксиду, прожареного кальцій хлориду, безводний алюміній оксид, силікагель, фосфор (V) оксид.



а – звичайний ексикатор; б – вакуумний;

в – правильне перенесення ексикатора; г – правильне зняття кришки

Рисунок 2.6 – Ексикатори

Ексикатори за типами бувають звичайні і вакуум-ексикатори. Останні відрізняються від звичайних ексикаторів тим, що мають кран на кришці (чи на бічній поверхні корпусу), через який ексикатор потім приєднують до вакуум-насоса. Шліф ексикатора обов'язково добре змащують вакуум-мастилом чи тонким шаром вазеліну.

Відкриваючи ексикатор, кришку слід зсувати в горизонтальному напрямку, а не піднімати догори. Так само при закриванні ексикатора кришку поступово насувають збоку.

При перенесенні ексикатора з місця на місце, необхідно підтримувати кришку великими пальцями обох рук, оскільки завжди існує імовірність того, що вона може легко зісковзнути і розбитися.

Не можна залишати ексикатор відкритим, тому що гігроскопічна речовина, яка в ньому знаходиться, дуже швидко набирає вологу.

2.12 Колби для перегонки (дистиляції)

Колби для перегонки (дистиляції) – це окремі спеціальні колби різного об'єму, які призначені для очищення рідин від розчинених у них твердих речовин шляхом перегонки. А також їх застосовують для фракційної перегонки.

Колби Вюрца – це круглодонні колби з довгим горлом, від якого відходить трубка, що з'єднується з холодильником. Колби Вюрца використовують для перегонки рідин при атмосферному тиску.

Для перегонки рідин під вакуумом застосовують колби Клайзена. Це круглодонні колби з роздвоєним горлом для приєднання одночасно до холодильника і до вакуум-насоса.

2.13 Хлоркальцієві трубки

Під час виконання хімічних дослідів виникає потреба у застосуванні хлоркальцієвих трубок. Це пристрої для захисту розчинів і речовин від потрапляння до них вологи, пилу та газів, що містяться в повітрі навчальних лабораторій. Поглинальні трубки мають кулясті розширення, які заповнюють гігроскопічною речовиною, найчастіше використовують натронне вапно, прожарений хлористий кальцій. Хлоркальцієві трубки вставляють у корки бутлів з титрованими розчинами.

2.14 Промивні склянки

Промивні склянки застосовують під час виконання робіт в навчальних лабораторіях хімії для промивання та очищення газів.

Їх можна використовувати також в якості запобіжників при роботі з вакуум-насосом. Розрізняють промивні склянки за типами: Вульфа, Дрекслея і Тищенко. Основні типи промивних склянок наведені на рисунку 2.7.

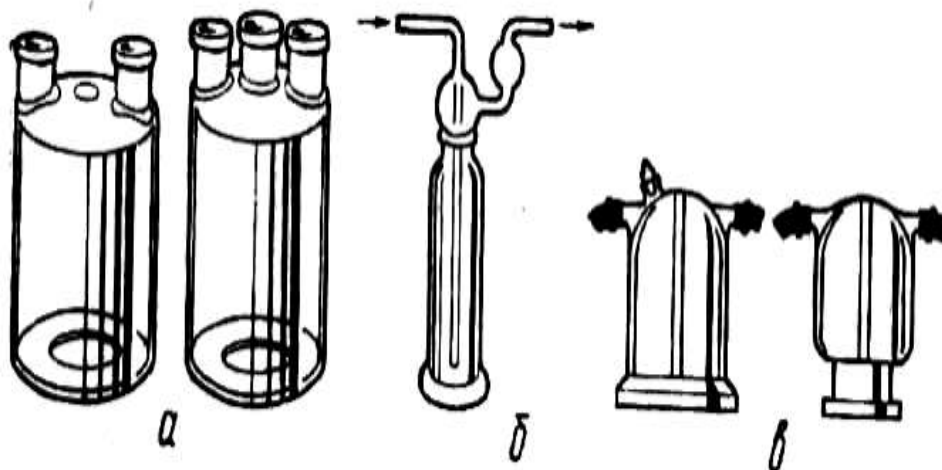


Рисунок 2.7 – Промивні склянки: Вульфа (а); Дрекслея (б); – Тищенко (в)

3 МІРНИЙ ПОСУД

Для точного вимірювання об'ємів у кількісному аналізі доцільно застосовувати бюретки, піпетки та мірні колби. Для наближеного вимірювання об'ємів (з більш низькою точністю) використовують циліндри та мензурки [6].

3.1 Використання мірних циліндрів і мензурок в хімічних лабораторіях

Мірні циліндри і мензурки виготовляють залежно від призначення й застосування об'ємом від 10 см³ до 2000 см³. На зовнішній стінці мірних циліндрів і мензурок нанесені поділки з цифрами, що вказують їхній об'єм у кубічних сантиметрах. Рівень рідини доцільно вимірювати за меніском.

3.2 Застосування бюреток у процесі хімічних експериментів

Бюретки призначені для проведення титрування. Цей пристрій застосовують для вимірювання точних об'ємів рідин (рисунок 3.1). Вони являють собою циліндричні трубки зі звуженим кінцем, до якого за допомогою гумової трубки приєднують відтягнуту скляну трубку. На вільну частину гумової трубки вдягають металевий затискач. Якщо на нього натиснути двома пальцями, можна керувати процесом виливання рідини з бюретки. Замість затискача також можна використовувати скляну кульку, яку вставляють у гумову трубку. Якщо злегка стиснути гумову трубку в тому місці, де розташована кулька, то між ним і трубкою утворюються вузькі канали, через які вилитиметься рідина з бюретки.

Для титрування розчинами тих речовин, які руйнують гуму (наприклад, розчини йоду і калій перманганату), використовують бюретки зі скляними кранами.

Бюретки піддаються калібруванню в кубічних сантиметрах (з точністю калібрування до $0,1 \text{ см}^3$). За допомогою бюретки можна відмірювати об'єм розчину з точністю до $0,03 - 0,05 \text{ см}^3$ (об'єм бюретки складає від 10 см^3 до 100 см^3). Найбільш вживаними при проведенні лабораторних експериментів є бюретки з об'ємом 25 см^3 і 50 см^3 .



Рисунок 3.1 – Бюретки для титрування

Перед заповненням бюретки робочим розчином її потрібно ретельно вимити. Особливо необхідно стежити за тим, щоб на стінках бюретки не залишалось ані найменших залишків жиру (включно із жиром з долоней), тому що при виливанні рідини з бюретки на стінках залишаються краплі, і відміряний об'єм виявиться неточним.

Для того, щоб не чекати, поки промита бюретка висохне, її для видалення води двічі ополіскують невеликою кількістю спеціального

розчину. Якщо в бюретці виливання розчину регулюється склянкою кулькою, необхідно контролювати, щоб в нижній звуженій частині бюретки не залишалося бульбашок повітря. Для того, щоб їх видалити, відкривають затискачі бюретки і дають рідині вільно витікати сильним струменем в заготовлену спеціально для цього склянку. Найчастіше, застосовуючи бюретки зі склянкою кулькою, достатньо лише перегнути догори нижню частину бюретки і потім випустити певну кількість рідини.

Якщо ж під час хімічного дослідження використовують бюретки, в яких кран виготовлений зі скла, в такому випадку повітря випускають, зануливши кінчик бюретки у робочий розчин, і прикривши кран, всмоктують трохи рідини через верхній отвір бюретки. Далі її наповнюють звичайним способом.

Поверхня рідини в бюретці являє собою ввігнуту площину, яку прийнято називати меніском. Відлік проводять так, щоб очі виконавця таких вимірювань знаходилися на одному рівні з меніском. Для того, щоб поверхню меніску було видно краще, за бюреткою можна розмістити відповідний екран, що створить непрозорий фон. Частіше використовують екран, що обклеюється білим папером, а його нижня частина зафарбовується чорною фарбою.

Потрібно пам'ятати, що похибка, яка виникає при встановленні об'єму в бюретці, є однією з основних помилкових дій при визначенні об'ємів робочих розчинів. Таку відповідальну операцію слід виконувати ретельно й прискіпливо. Виливати робочий розчин з бюретки необхідно повільно, тому що інакше він не встигатиме рівномірно стікати зі стінок бюретки, і вимірювання об'єму при цьому буде неточним. З цієї ж причини відрахунок часу потрібно робити не раніше ніж через 30 с після закінчення процесу титрування.

Перед кожним титруванням необхідно контролювати початкові дані: обов'язково встановлювати об'єм робочого розчину в бюретці на нульовій позначці.

Для отримання достатньо точних результатів титрування необхідно стежити за тим, щоб об'єм витраченого на титрування розчину не перевищував місткість самої бюретки, але водночас не був занадто малий, не менше 10 см³. Оскільки в такому випадку довелося б бюретку наповнювати два рази. Наслідком цього може бути подвоєння кількості відліків, отже, значно знизитиметься точність визначення. До того ж, виникнення неминучої похибки відліків становила в такому разі занадто велику частину від вимірюваної величини.

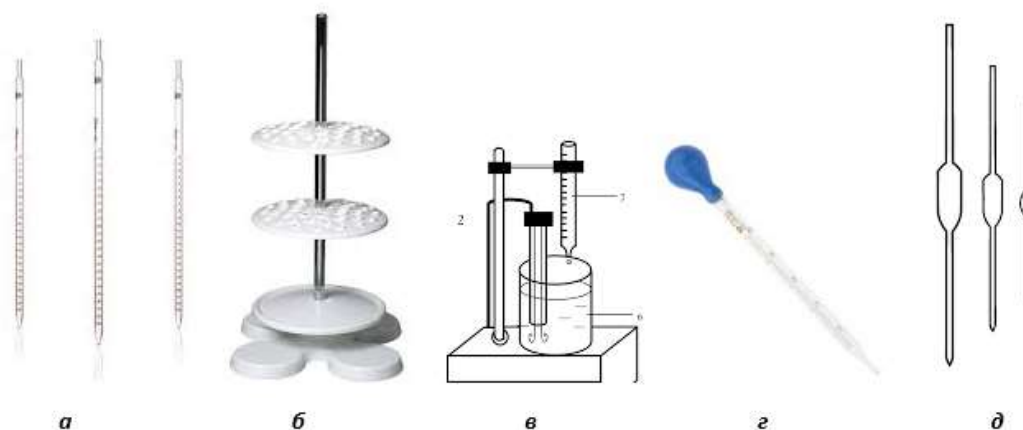
Потрібно пам'ятати, що помилка у відліку на 0,02 см³ при загальному об'ємі вимірюваного розчину в 20 см³ складає лише 0,1 %. Але при об'ємі 2 см³ така похибка вже дорівнює 1 %.

3.3 Хімічні піпетки

Піпетки слугують для точного відбору певних об'ємів рідин. Вони являють собою довгі вузькі трубки (рисунк 3.2). Існують піпетки прості і калібровані. Калібровані піпетки за своєю формою схожі на бюретки і мають таке саме калібрування.

У верхній вузькій частині піпетки Мора є кільцева мітка, до якої піпетку наповнюють рідиною.

Піпетки Мора виготовляють об'ємом у 100 см³, 50 см³, 25 см³, 15 см³, 10 см³, 5 см³ і 1 см³. Мікропіпетки існують об'ємом від 1 см³ до 5 см³. За допомогою означених піпеток можна відміряти об'єм будь-яких рідин з великою точністю, яка знаходиться в діапазоні від 0,01 см³ до 0,005 см³.



а – градуйована піпетка; б – штатив для піпеток; в – робота з піпеткою;
 г – піпетка з резиною грушею; д – піпетка Мора

Рисунок 3.2 – Піпетки хімічні

3.4 Застосування мірних колб під час проведення хімічних дослідів

Мірні колби використовуються задля приготування титрованих розчинів, а також коли виникає потреба у розведенні досліджуваного робочого розчину до конкретного об'єму. Самі по собі мірні колби, які наведено на рисунку 3.3, є за сутністю плоскодонними колбами, що мають довге вузьке горло, на які нанесена кругова мітка (риска). Також на колбі обов'язково наявне витравлене число, що вказує на її місткість (об'єм в кубічних сантиметрах за заданої температури). Мірні колби виготовляються об'ємом від 50 см³ до 1000 см³ (до 2000 см³). Вони мають притертий скляний корок. Якщо ні – у них передбачено закривання гумовим корком.

Мірна колба, так само як і будь-який вимірювальний хімічний посуд, потребує надретельнішого миття. Така вимога обумовлена тим, що при перемішуванні розчину не можна, щоб залишалися краплі означеного робочого розчину вище від риски. Не можна тримати мірну колбу за розширену частину при перемішуванні рідини, оскільки робочий розчин в

такому випадку буде нагріватись від зіткнення з рукою. Таке впливає на точність проведення досліду та на його результати.



Рисунок 3.3 – Мірні колби

Наповнення мірної колби відбувається у два етапи: спочатку через лійку додають розчин, а коли він майже досяг мітки, лійку прибирають і розчин доливається дуже обережно краплями. Доречніше таке робити за допомогою піпетки й до тих пір, поки нижній край меніска не торкнеться риски. Очі виконавця процесу при цьому повинні бути на рівні риски. Після доведення об'єму робочого розчину до мітки, колбу щільно закривають корком і отриманий розчин ретельно перемішують.

Заборонено нагрівати розчини у мірних колбах.

На сьогодні в лабораторіях застосовують хімічний посуд з нових матеріалів – прозорих пластмас. Їхньою перевагою перед склом є хімічна стійкість до реактивів, у тому числі до флуоридної кислоти, а також достатня механічна міцність і невелика вага. Але такий посуд не можна нагрівати за допомогою газових пальників чи на електричній плитці. Зручною для роботи в лабораторіях хімії є пластмасова промивалка, але до неї не можна наливати, наприклад, гарячу дистильовану воду.

4 ВИДИ ФАРФОРОВОГО (ПОРЦЕЛЯНОВОГО) ПОСУДУ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

Фарфоровий посуд, до якого можна віднести ступки з товкачками, лійки Бюхнера, тиглі, чашки, склянки тощо, витримує порівняно високу температуру, оскільки його можна нагрівати до 1200 °С (рисунок 4.1). Порцелянові вироби стійкі до впливу з боку лугів та інших реактивів [7]. Хоча потрібно додати, що порцелянові тиглі частково руйнуються через взаємодію речовин з лугами (карбонатами), а продукти руйнування далі потрапляють в досліджуваний розчин. У лабораторній практиці використовують фарфорові тиглі, що застосовують для прожарювання осадів. Вони відповідають тим вимогам, що пред'являються до аналізів середньої точності. Аналізи більш точного порядку потребують використання платинових тиглів.



а – ступки з товкачками; б – лійки Бюхнера

Рисунок 4.1 – Фарфоровий посуд

Порцелянові чашки для випарювання використовують для нагрівання і випаровування рідин на водяній бані. Вони бувають різного діаметра (від 3 см до 45 см). Чашки для випарювання невеликого об'єму рідини виготовляють глазуровані зсередини і ззовні. А у чашок більшого розміру

глазурованою повністю є вся внутрішня поверхня, а ззовні глазурують лише невелику верхню частину поверхні посуду.

Ступки порцелянові застосовують для подрібнення невеликих шматків речовини, твердість яких є меншою від самої порцеляни. Ступка складається з самої ступки (до якої вкладають речовину для подрібнення) і товкачика.

Ложки, шпателі застосовують у навчальних лабораторіях для відбору реактиву, зняття осадів з фільтрів тощо.

Лійки Бюхнера використовують для фільтрування рідин при зниженому тиску. Для робіт, пов'язаних з нагріванням при температурі, що перевищує 1200 °C (коли не можна використовувати фарфоровий посуд), використовують вироби з таких високовогнетривких матеріалів: платини, графіту, нікелю, шамоту тощо. Багато з цих матеріалів витримують нагрівання до 1800 – 3000 °C.

Не зважаючи на чималу стійкість платини, низка хімічних речовин її руйнує. До означених речовин відносяться: їдкі луги, хлор, бром, суміш концентрованих нітратної і хлоридної кислот, так звана «царська горілка».

Платина утворює сплави зі свинцем, сурмою, миш'яком, оловом, сріблом, вісмутом, золотом тощо. Хімічні сполуки означених елементів у платиновому посуді нагрівати заборонено. Через високу вартість посуду із зазначених матеріалів поводження з ним має бути особливо обережним.

5 ЛАБОРАТОРНЕ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ХІМІЧНИХ ДОСЛІДІВ

5.1 Апарат Кіппа

У лабораторній практиці для отримання, очищення і зберігання газів використовують апарат Кіппа (рисунок 5.1). У ньому під час взаємодії твердих речовин і рідин отримують:

- водень (під час дії хлоридної кислоти на цинк);
- карбон (IV) оксид (вуглекислий газ) – під час дії хлоридної кислоти на мармур;
- дигідроген сульфід (сірководень) – під час дії хлоридної кислоти на сульфіди.

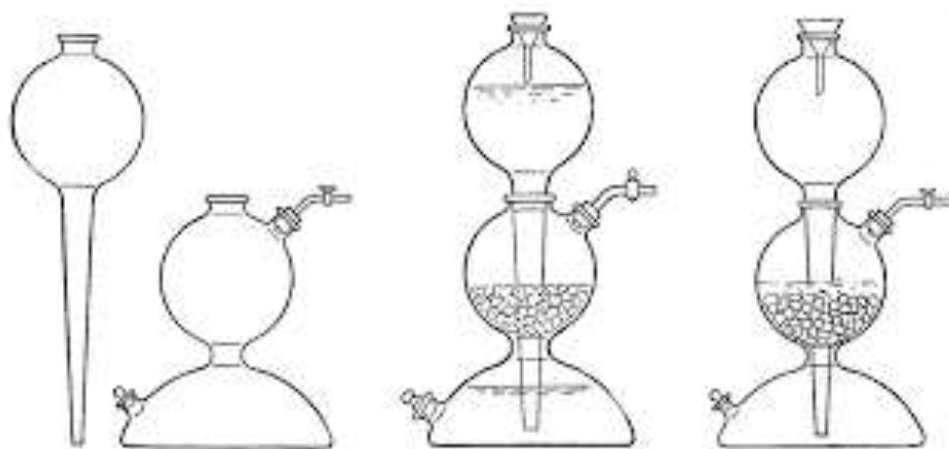


Рисунок 5.1 – Апарат Кіппа

Прилад складається з двох частин: з посудини зі звуженням у середній частині і кулеподібної лійки, кінець якої на 1–2 см не доходить до днища посудини. Лійка вставляється в посудину на шліфі, що забезпечує приладу герметичність. Середня протока має тубус, який закритий корком з газовідвідною трубкою і краном. У нижній частині апарата є тубус, через який зливають відпрацьований робочий розчин.

Заряджають апарат так: у середню частину приладу через тубус вкладають тверду речовину; далі тубус закривають корком із газовідвідною трубкою і при відчиненому крані вливають розчин кислоти в лійку. При цьому кислота надходить у нижню частину приладу. Щоб припинити хімічну реакцію, закривають кран. У такий спосіб, після закриття крану кислота під тиском утвореного газу витісняється в нижню частину приладу й у лійку, тут реакція припиняється. Апарат Кіппа запускають за допомогою відчиненого крану. При цьому утворений газ виходить через газовідвідну трубку. Кислота взаємодіє з твердою речовиною, починається реакція. Для розрядження апарата Кіппа кислота виливається через нижній тубус, а тверда речовина виймається через верхній тубус.

5.2 Термометр, барометр, технічні ваги з різновагами

Під час проведення лабораторних робіт з хімії використовують термометр та барометр. Для зважування хімічних речовин і лабораторного посуду в хімічних дослідах широко використовують технічні ваги (рисунок 5.2).



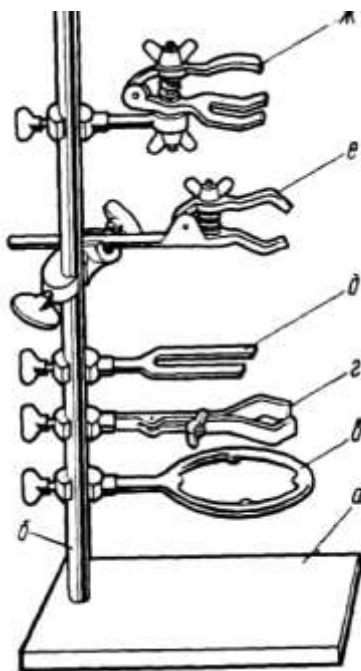
а – термометр; б – барометр; в – технічні ваги; г – технічні ваги електронні

Рисунок 5.2 – Хімічні прилади

6 МЕТАЛЕВЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ПРИЛАДІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ХІМІЇ

У процесі роботи в хімічній лабораторії використовують різне металеве обладнання для встановлення і закріплення приладів. Його застосування доречне при роботі з розжареними предметами, а також для утримання дрібних предметів.

Штативи використовують для кріплення на них за допомогою муфт, лапок, кілець, вилок різних приладів, холодильників, дільних ліжок. Зображення штативу з різними застосуваннями наведено на рисунку 6.1.



а, б – штатив; в – кільце; г – муфта; д – вилка; ж – лапки

Рисунок 6.1 – Металеве обладнання

Триноги застосовуються як підставки для різного типу колб та інших хімічних пристосувань.

Тигельні щипці застосовують для утримання та виймання гарячих тиглів з муфельної печі чи з порцелянових трикутників над пальником. Тигельні щипці кладуть на стіл так, щоб загнуті кінці були повернені вгору для уникнення їхнього зіткнення з поверхнею стола.

Затискачі – це спеціальні пристосування для затягування гумових трубок затискачів (рисунок 6.2). Вони бувають двох видів: пружинні затискачі Мора і гвинтові затискачі Гофмана. Для перекриття руху рідини в безкранових бюретках зручніше користуватися затискачем Мора, який дає змогу легко регулювати швидкість витікання робочого розчину.

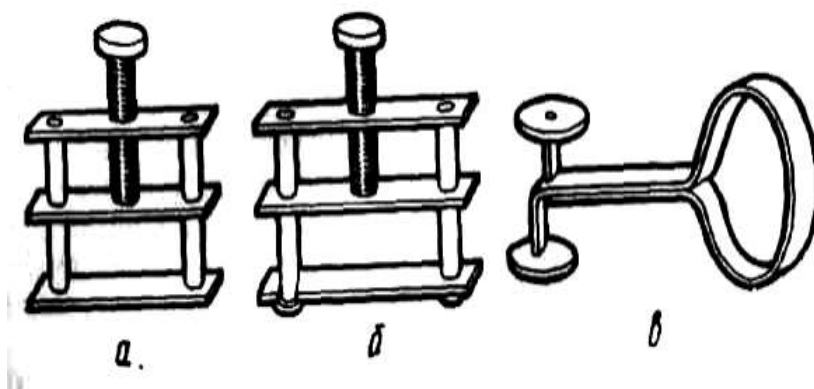


Рисунок 6.2 – Затискачі: гвинтові (а, б), пружинні (в)

Хімічні металеві пінцети є зручним пристосуванням для захоплення дрібних предметів і речовин, які заборонено брати руками. Залежно від призначення пінцети мають різну форму і розміри.

Металеві ступки призначені для подрібнення речовин, які не реагують з металом ступки. Вони бувають чавунні, сталеві, бронзові й інші.

7 ПРАВИЛА БЕЗПЕЧНОГО ПОВОДЖЕННЯ З РЕАКТИВАМИ У ЛАБОРАТОРІЯХ

7.1 Зберігання хімічних реактивів

Умови зберігання реактивів визначаються їхніми властивостями [1, 5, 8]. Отже, всі реактиви можна розділити на такі групи:

- 1) реактиви, що змінюють свої властивості під дією світла;
- 2) реактиви, що змінюють свої властивості під дією температури;
- 3) реактиви, що змінюють свої властивості внаслідок поглинання чи втрати вологи;
- 4) реактиви, що змінюють свої властивості під дією газів з повітря;
- 5) леткі, пожежонебезпечні, вибухонебезпечні реактиви.

Реактиви першої групи відносно швидко розкладаються під дією світла. Ступінь їхнього розкладання можна визначити з більшою точністю за результатами проведення відповідного аналізу, а в окремих випадках початок розкладання можна встановити за допомогою простих зовнішніх ознак на кшталт таких, як змінюється колір речовини, запах.

Реактиви такого типу зберігають у спеціальній тарі з затемненого скла, що затримує руйнівну дію від світлових променів. Іноді особливо чутливі до світла реактиви для захисту додатково вкривають чорним папером. Прикладом речовин, які можна віднести до цієї групи, можуть бути: солі срібла (на світлі набувають темного кольору), йодисті солі (під дією світла жовтіють і виділяють характерний запах йоду).

До другої групи реактивів відноситься низка речовин. Сюди можна віднести формалін, який варто зберігати за температури не нижче 9 °С, тому що при більш низькій температурі виділяється характерний білий осад (параформ).

Найчисленнішою є третя група реактивів. Деякі солі (кристалогідрат натрій тетрчирату $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, кристалогідрат цинк сульфату $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, кристалогідрат натрій сульфату $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ і деякі інші) здатні легко втрачати кристалізаційну воду. Інші реактиви, які віднесені до означеної категорії реактивів (наприклад, концентровані сульфатна і хлоридна кислоти), навпаки, мають здатність до енергійного поглинання пари води з атмосферного повітря, тому при їхньому зберіганні необхідна ретельна герметизація їхньої тари.

Такого ж самого підходу до герметизації потребують і реактиви, які віднесені до четвертої групи. До означеної категорії речовин можна віднести активні метали, їхні оксиди і гідроксиди.

До п'ятої групи реактивів відносять ефір, бром, йод, розчин амоніаку, хлоридну й нітратну кислоти тощо. Їх зберігають у герметичному посуді у прохолодному місці.

Усі ємності з хімічними реактивами, якщо вони не використовуватимуться негайно, мають бути підписані (етикетками, де розбірливо вказані назва сполуки та її формула).

Заборонено: виправляти підписи на етикетках; наклеювати нові етикетки поряд зі старими; наносити на тару підписи, які легко змиваються. Особливо потрібно наголосити на тому, що помилкове використання реактивів (не за їхнім призначенням), є головною причиною нещасних випадків, які відбуваються в хімічній лабораторії.

Паперові етикетки доцільно підписувати олівцем чи спеціально призначеним задля цього маркером. Підпис, який зроблений чорнилом чи хімічним олівцем, досить швидко світлішає під впливом вологи й повітря, тому легко змиватиметься. Для надійного зберігання етикетки рекомендовано заклеювати її прозорою клейкою стрічкою чи покривати парафіном.

Для збереження реактиви варто розміщувати в шафах із дотриманням порядку, у конкретних місцях. Такі дії дадуть змогу швидко знайти потрібну ємність. Солі зручніше за все розташовувати за назвою катіонів за абеткою.

Усі наявні в лабораторії хімічні реактиви мають бути згруповані у відповідному переліку, де кожному з них привласнюють відповідний інвентарний номер і чітко вказують його місце зберігання (шафа, шухляда, поличка). На полицях хімічного гранітного столу всі ємності потрібно мати однакового розміру. Етикетки на ємностях мають бути відвернені у бік виконавця дослідів.

Рідкі реактиви зберігаються окремо від твердих. Доречніше їх зберігати в самому приміщенні навчальних лабораторій у склянках із притертими скляними корками (доцільно використовувати посуд з нормальними шліфами). Склянки для зберігання порошків, твердих речовин чи надто густих рідин повинні мати широку горловину. Склянки з вузькою горловиною найчастіше використовують для зберігання рідин. Потрібно пам'ятати, що речовини, які взаємодіють зі склом (наприклад, фторидна кислота), зберігаються у пластмасовому (чи металевому) посуді. У виняткових ситуаціях можна використовувати склянки, які покриті зсередини шаром парафіну. Лужні метали доцільно зберігати у склянках під шаром гасу, а білий фосфор – під шаром води.

Речовини, що виділяють отруйні чи подразнюючі пари (наприклад, бром, олеум, хлоридна та фторидна кислоти), доцільно зберігати на спеціально відведений поличці у витяжній шафі.

Зверніть особливу увагу на те, що особливо отруйні речовини (наприклад, синильна кислота, її солі, миш'як та його сполуки, білий фосфор, більшість алкалоїдів, деякі ефіри фосфатної кислоти) слід зберігати в спеціальних закритих шафах (за наявності – в сейфах), а видавати для проведення дослідів виключно особам, відповідальним за безпеку робіт в хімічній лабораторії.

Розчини лугів і тверді луги зберігаються у закритому посуді, тому що при зберіганні на відкритому повітрі луги починають активно поглинати вуглекислий газ, внаслідок чого швидко утворюється на поверхні лугів тонкий шар вуглекислої солі. Склянки з розчинами лугів не можна закривати скляними притертими корками.

Наповнення піпеток розчинами кислот, лугів і різних хімічно агресивних речовин здійснюють виключно за допомогою гумової груші чи шприц-дозатором, оскільки при набиранні ротом імовірність отримати опіки або отруєння від зазначених речовин значно підвищується.

Необхідно бути обережним під час виконання робіт із органічними розчинниками (наприклад, із спиртами, ефірами, бензином, бенzenом, толуолом, дихлоретаном). При постійному й тривалому вдиханні парів перелічених речовин може статись хронічне отруєння. Тому роботу з органічними розчинниками необхідно проводити виключно під витяжкою.

Неорганічні реактиви доцільно зберігати окремо від органічних речовин. Органічні реактиви загального призначення, які не є пожежо- чи вибухонебезпечними, при зберіганні розміщуються групами за абеткою.

Заборонено спільне зберігання реактивів, здатних бурхливо взаємодіяти між собою. Прикладом таких несумісних для зберігання речовин можуть бути окислювачі і відновлювачі, кислоти і луги. Особливо обережно мають зберігатись такі види реактивів: вибухові речовини; горючі чи зріджені гази (ацетилен, водень, суміш пропану-бутану); речовини, які здатні до самозаймання (кальцій карбід, лужні метали, білий фосфор й інші); легкозаймисті рідини (діетиловий ефір, ацетон, петролейний ефір, бензин, бензен тощо); речовини, що здатні викликати загоряння (калій перманганат, концентрована нітратна кислота, концентрована сульфатна кислота); сильнодіючі отрути (сполуки миш'яку, солі синильної кислоти, метанол).

Загальні лабораторні запаси пожежо- та вибухонебезпечних речовин необхідно зберігати так, щоб їх можна було винести з лабораторії якомога швидко.

7.2 Характеристика деяких хімічних реактивів, що задіяні в освітньому процесі

Кислота сульфатна H_2SO_4 – це безводна (100 %), важка, безбарвна, масляниста рідина, нелетка, без запаху [9]. Концентрована кислота $W = 98 \%$, за звичайних умов має густину $1,84 \text{ г/см}^3$. Вона гігроскопічна, обуглює органічні речовини, є сильним окисником, змішується з водою у будь-яких співвідношеннях. Процес розчинення сульфатної кислоти у воді супроводжується виділенням великої кількості теплоти. Розбавляючи концентровану кислоту, необхідно виключно приливати кислоту у воду (навпаки заборонено!). Попадаючи на шкіру, концентрована H_2SO_4 викликає сильні опіки. Якщо таке сталося, необхідно швидко змити краплі кислоти великою кількістю води, опісля – нейтралізувати розчином питної соди і знову змити водою.

Кислота нітратна HNO_3 . Концентрована нітратна кислота містить 65–68 % HNO_3 (густина – $1,40\text{--}1,41 \text{ г/см}^3$), а нітратна кислота, яка димить, (густина – $1,52 \text{ г/см}^3$). У перерахуванні на оксиди нітрогену вона містить понад 90 % HNO_3 . Пролиту нітратну кислоту не можна збирати легкозаймистими матеріалами (ганчірками, фільтрувальним папером). Її потрібно попередньо розбавити водою і потім вже нейтралізувати.

Нітратна кислота сильно роз’їдає шкіру та одяг. Під час роботи з нею утворюються нітратні гази, які навіть у невеликих кількостях є дуже шкідливими для дихальних шляхів. Симптоми отруєння, які на початку мають прояв як утруднене дихання, проявляються лише через кілька годин після отруєння. Тому після підозри щодо вдихання нітратних газів завжди

необхідно негайно звернутись до лікаря для огляду. Для захисту від впливу нітратних газів використовують респіратор чи протигаз. Надаючи першу допомогу навіть при легких отруєннях, потерпілого варто залишити лежати абсолютно спокійно. Доречно давати потерпілому кисень для вдихання, але при цьому заборонено виконувати штучне дихання.

Хлоридна кислота HCl. Насичена при 15 °C хлоридна кислота містить у собі 42,7 % гідроген хлориду, а концентрована кислота (густина – 1,18 г/см³) містить 37 % HCl. Концентрована хлоридна кислота має сильну подразнювальну дію, особливо вона впливає на очі та слизові оболонки.

Перша допомога при ушкодженні очей хлоридною кислотою – їх негайне промивання струменем води протягом приблизно 15 хв.

7.3 Правила електробезпеки в навчальних лабораторіях хімії

Поводження з електроприладами в лабораторії потребує великої обережності та безумовного виконання правил електробезпеки відповідно до [10].

У лабораторії необхідно використовувати електронагрівачі закритого типу та інше електричне обладнання виключно заводського виготовлення. Під час експлуатації необхідно користуватися паспортом та інструкцією заводу-виготовлювача. Усі електронагрівальні прилади повинні мати теплоізоляцію знизу і з боку стін. Для теплоізоляції можна використати керамічні плитки та інші негорючі матеріали з малою теплопровідністю.

Електроприлади, що перебувають в експлуатації, періодично оглядає особа, відповідальна за електрогосподарство; вона також перевіряє захисне заземлення, електропроводку і загальний стан електромережі. Якщо є порушення в стані електромережі, то подавання струму до робочих місць не дозволяється. Виявлені пошкодження і порушення необхідно негайно усунути. Подання струму через загальний розподільчий щит до робочих

місце і вимикання його після закінчення робіт виконує лише майстер чи особа, яка обслуговує електромережу навчального закладу.

Штепсельні розетки і встановлене обладнання можуть перебувати під напругою під час проведення дослідів. Після закінчення експерименту підведення електричної енергії негайно припиняється.

Шафи з розподільчими пристроями потрібно замикати на ключ для унеможливлення доступу інших осіб.

7.4 Надання долікарської допомоги потерпілим при настанні нещасного випадку під час виконання лабораторних робіт з хімії

Під час проведення практичних занять у лабораторії можливі нещасні випадки (отруєння, хімічні і термічні опіки, нанесення травм скляними скалками тощо) [11]. Необхідно пам'ятати, що чим швидше буде надано кваліфіковану допомогу потерпілому, тим менше буде негативних наслідків. У разі необхідності слід негайно викликати швидку допомогу.

У лабораторії хімії має бути аптечка з набором лікарських препаратів, а також інструкція щодо надання долікарської допомоги.

7.4.1 Перша долікарська допомога при отруєннях під час виконання дослідів у хімічній лабораторії

Перша допомога при отруєннях в хімічній лабораторії має певні відмінності. Приведемо найбільш розповсюджені випадки.

7.4.1.1 Отруєння хлором

Ознаки отруєння: відбулось подразнення верхніх дихальних шляхів, за тривалої дії кашель посилюється і може завершитися спазмом окремих

ділянок дихальних шляхів, а потім збільшується ризик зупинки дихання. Навіть за короткочасної дії хлору необхідно остерігатися гострого набряку легень.

Перша допомога: необхідно негайно вивести потерпілого на свіже повітря; звільнити від одягу, що заважає диханню; дати вдихати кисень чи нашатирний спирт з етанолом, яким змочити ватний тампон; можна дати випити суспензію магній оксиду (із розрахунку 10 г на одну склянку води; можна покласти на руки та ноги потерпілого теплі компреси.

7.4.1.2 Отруєння карбон(II) оксидом

Ознаки отруєння: виникає запаморочення голови, головний біль, слабкість, блювання, шум у вухах, судоми, збільшується ризик втрати свідомості або настає втрата свідомості.

Перша допомога: необхідно терміново вивести потерпілого на свіже повітря, звільнити від одягу, що заважає дихати, давати вдихати кисень (чистий чи з додаванням вуглекислоти, з масовою часткою 5 %). Потерпілого тримають у теплі, зігрівають грілками чи теплими компресами, що накладають на руки та ноги. У разі потреби – забезпечити штучне дихання до прибуття лікаря.

7.4.1.3 Отруєння дигідроген сульфідом (сірководнем)

Ознаки отруєння: виникає запаморочення, з'являється сильний головний біль, нудота, загальна слабкість; в деяких випадках може настати раптова смерть внаслідок ураження дихальних шляхів потерпілого.

Перша допомога: необхідно забезпечити потерпілому доступ до свіжого повітря, дати вдихати кисень з додаванням вуглекислоти з масовою часткою 5–7 %.

7.4.1.4 Отруєння оксидами нітрогену

Ознаки отруєння: оксиди нітрогену насамперед впливають на слизову оболонку і дихальні шляхи, потім виникає сильне подразнення очей, сухота у горлі, з'являється кашель, підвищується ризик виникнення нудоти і блювання. Отруєння оксидами нітрогену особливо є небезпечним для осіб, що страждають на захворювання серцево-судинної системи.

Перша допомога: необхідно потерпілому дати дихати чистим киснем; через ризик виникнення набряку легень і порушення кровообігу уникають застосування будь-яких зусиль до потерпілого, а йому самому потрібен повний спокій; не можна допускати охолодження тіла потерпілого.

7.4.1.5 Отруєння оксидами сульфуру

Ознаки отруєння: виникає сильне подразнення слизових оболонок, а також кашель і чихання.

Перша допомога: потерпілого вивести на свіже повітря, дати вдихати з ватного тампону нашатирний спирт з етанолом, можна застосувати інгаляцію з розчином питної соди з масовою часткою натрій гідрогенкарбонату 2 %.

7.4.1.6 Отруєння амоніаком (аміаком)

Ознаки отруєння: подразнення слизових оболонок, сльозотеча і запалення очей, виникає сильний кашель, відчуття жару у горлі. Окрім наведеного, у потерпілого з'являється нудота і настають приступи задухи.

Перша допомога: при отруєнні, що відбулось внаслідок вживання рідини з амоніаком, дати випити потерпілому велику кількість води з додаванням до неї ацетатної кислоти, викликати блювання, дати молока,

яєчний білок; при отруєнні внаслідок вдихання амоніаку необхідно вивести потерпілого на свіже повітря і дати для вдихання з ватного тампону пари розведеної ацетатної кислоти.

7.4.1.7 Отруєння органічними рідинами

У разі потрапляння в організм до кишково-шлункового тракту отруйних органічних рідин, на кшталт ацетону, формаліну, метанолу, аніліну тощо, необхідно викликати в потерпілого блювання, а потім дати молока і яєчний білок.

7.4.1.8 Отруєння іншого типу

У разі виникнення підозри на отруєння в інших випадках перша допомога:

- при отруєнні сірковуглецем потерпілого необхідно вивести на свіже повітря, давати вдихати нашатирний спирт, дати валідол, напоїти міцним солодким чаєм;

- при отруєнні натрій фторидом створити потерпілому умови повного спокою, напоїти молоком з білком яйця, дати вапнякову воду;

- при отруєнні сульфатною кислотою дати потерпілому проковтнути шматочок льоду і покласти лід на живіт, дати прополоскати ротову порожнину розчином калій перманганату з масовою часткою речовини 2 %, можна також дати молока, яєчний білок, розчин крохмалю.

7.4.2 Надання першої долікарської допомоги при опіках

Під час роботи в лабораторії найбільш ймовірними є виникнення термічних і хімічних опіків.

При *термічних опіках* першого ступеня уражене місце обробляють етиловим спиртом, після чого накладають суху стерильну пов'язку чи чисту тканину і звертаються до лікаря дерматолога.

Заборонено проколювати пухир, змочувати місця опіків водою, припікати їх розчином калій перманганату, йоду, застосовувати «народні засоби», оскільки вони тільки підсилюють опіки, сповільнюють загоєння ран. При важких опіках необхідно негайно відправити потерпілого до лікувального закладу.

При *хімічних опіках* уражену ділянку шкіри необхідно промити великою кількістю прохолодної води протягом 15–20 хв. Заборонено обробляти обпечені місця ватним тампоном.

Можна промивати обпечене місце: розчином питної соди з масовою часткою натрій гідрокарбонату 2 %, якщо опік стався внаслідок дії кислоти; розчином ацетатної кислоти з масовою часткою речовини 1–2 %, якщо опік стався внаслідок потрапляння лугу. Опісля потрібно ополіскувати уражене місце водою і накласти марлеву пов'язку з риванолом чи фурациліном.

При опіках під час роботи з металічним натрієм, а також фосфором необхідно обережно зняти з поверхні шкіри ці речовини ватним тампоном, а потім промити великою кількістю води.

7.4.2.1 Опіки очей

При потраплянні в око будь-якої хімічної рідини потрібно негайно промити його великою кількістю чистої води. Опіки очей під час роботи в лабораторії найчастіше виникають внаслідок потрапляння кислот і луг. При опіках кислотою одразу після опіку видно ділянку і важкість ураження. Спостерігається почервоніння і в подальшому відбувається відторгнення омертвілої тканини. При опіках очей лугом не одразу видно важкість та

імовірні наслідки ураження. Виникає почервоніння кон'юнктиви, поблідніння рогівки, потерпілі в такому випадку не завжди звертаються до лікаря. Але це помилка, тому що найчастіше через 1–2 дні спостерігається різке погіршення стану потерпілого ока, рогівка мутніє і ризик втрати людиною зору підвищується. Відмінність в ураженнях від кислот і луг полягає в тому, що при опіках кислота пошкоджує ті тканини, до яких безпосередньо має дотик. А луг має здатність до просочування між клітинами, і спричиняє руйнівну дію прямо на саму тканину.

При потраплянні в око кислоти першою допомогою буде його промивання чистою проточною водою. Після промивання потрібно накласти ватний спонж, який сильно змочений у розчині натрій гідрогенкарбонату з масовою часткою 3 %.

Промивати очі при потраплянні лугу потрібно так само водою, а після цього – розчином борної кислоти з масовою часткою 2 %, у розрахунку 1 чайну ложку борної кислоти на 1 склянку води. Після заключного промивання очей чистою водою під повіки обережно вводять 2–3 краплі альбуциду з масовою часткою розчиненої речовини 30 %.

Промивати очі після опіку необхідно ретельно протягом не менше 20–30 хв, а потім постраждалому обов'язково необхідно звернутися до лікаря.

7.4.3 Перша долікарська допомога при пораненнях

Та особа, яка подає допомогу при пораненні, повинна з милом вимити руки, а якщо обставини таке не дозволяють – змазати пальці йодним розчином. Доторкатися до рани постраждалого навіть вимитими руками заборонено. Так само заборонено обмивати рану водою.

При невеликих порізах рану обробляють йодним розчином і накладають марлеву пов'язку. Вона захищатиме організм від мікробів і сприятиме швидкому згортанню крові.

При пораненні склом чи іншим ріжучим предметом рану промивають великою кількістю дистильованої води. Можна робити промивання ватним тампоном, змоченим етиловим спиртом (етанолом). Якщо рана сильно забруднена, то бруд видаляється лише навкруги ураженого місця, але ні в якому разі не з глибинних шарів рани. Шкіру навколо рани обробляють йодним розчином чи розчином Зеленіна, перев'язують і звертаються до фахової медичної допомоги. Якщо рана є серйозною, відбувається сильна кровотеча, необхідно накласти джгут вище місця рани, покрити рану стерильною марлею і терміново викликати лікаря.

7.5 Правила пожежної та техногенної безпеки в навчальних лабораторіях

У навчальних лабораторіях хімії слід розміщувати лише необхідні для забезпечення навчального процесу меблі, прилади, опорядження, моделі, речі, устаткування, приладдя, які потрібно зберігати в шафах, на стелажах чи на стаціонарно встановлених стояках [8, 12].

Після закінчення роботи в навчальних лабораторіях усі пожежо- та вибухонебезпечні речовини та матеріали мають бути прибрані з приміщень у спеціально виділені і обладнані для цього допоміжні приміщення.

У лабораторіях, де застосовуються легкозаймисті речовини (ЛЗР), горючі речовини (ГР) і газу, необхідно передбачати централізоване їх постачання й роздавання на робочі місця з застосуванням закритої безпечної тари. На робочих місцях кількість означених речовин не може перевищувати денну потребу. Денна нормована кількість ЛЗР і ГР має зберігатися в металевих ящиках або шафах.

Усі роботи, пов'язані з можливістю виділення токсичних або пожежо- і вибухонебезпечних парів і газів, мають проводитися лише у витяжних шафах, коли працює вентиляція. Користуватися витяжними шафами з розбитим склом або несправною вентиляцією, а також, якщо в них є речовини, матеріали та устаткування, що не мають відношення до виконуваних операцій, забороняється. Витяжні шафи, де проводяться такі роботи, повинні мати відсмоктувачі зверху та знизу від робочої поверхні, а також бортики, які запобігатимуть небезпеці стікання рідини на підлогу.

Відпрацьовані ЛЗР і ГР необхідно збирати у спеціальну герметичну тару, яку наприкінці робочого дня видаляють з приміщення для регенерації або утилізації. Посудини, в яких проводилися роботи з ЛЗР і ГР, після закінчення досліджень мають негайно промивати пожежобезпечними розчинами.

Проведення робіт на дослідних установках, де застосовують пожежовибухонебезпечні речовини і матеріали, допускають лише після прийняття їх в експлуатацію спеціальною комісією, призначеною наказом по установі. Комісія повинна підготувати висновок (акт) про можливість використання таких установок у цьому приміщенні.

Співробітники навчальних закладів та наукових установ зобов'язані знати пожежну безпеку застосовуваних хімічних речовин і матеріалів, засоби їх гасіння та дотримуватися заходів безпеки під час роботи з ними. Вимоги з пожежної безпеки для закладів освіти та установ системи освіти, що належать до сфери управління Міністерства освіти і науки України, установлюються наказом [13].

Відповідно до чинного законодавства на складах хімічних речовин необхідно дотримуватися таких вимог пожежної безпеки:

- обслуговуючий персонал повинен знати пожежну безпеку, правила безпечного зберігання і особливості гасіння хімічних речовин та реактивів;

- на складах має бути розроблений план розміщення хімічних речовин із зазначенням їхніх найбільш характерних властивостей: «Вогненебезпечні», «Отруйні», «Хімічно активні»;

- зберігання хімічних речовин може здійснюватися в закритих сухих приміщеннях або під навісами у тарі залежно від фізико-хімічних та пожежонебезпечних властивостей продукції та кліматичних умов, а під навісом дозволяється зберігання лише тих хімічних речовин, які від вологого повітря чи води не розкладаються, не розігріваються і не спалахують;

- стелажі, на яких зберігаються хімічні речовини та матеріали, мають бути виготовлені з негорючих матеріалів і розміщуватися від нагрівальних приладів на відстані не менше 1 м;

- тара з хімічними речовинами, яка надходить на склад, не повинна мати пошкоджень герметичності та інших ознак несправності. У разі виявлення пошкоджень тару негайно видаляють зі складу. На кожній тарі (упаковці) з хімічною речовиною має бути напис або бирка з його назвою та зазначенням характерних властивостей;

- сулії з рідкими хімічними речовинами дозволяється зберігати лише обрешетованими дерев'яними планками або у плетених кошиках;

- підлога у приміщеннях для зберігання рідких хімічних речовин у тарі повинна мати нахили для стікання випадково розлитої рідини до спеціальних приймачів;

- у складах кислот мають бути нейтралізуючі розчини речовин (сода, крейда чи вапно);

- у приміщеннях, де зберігаються хімічні речовини, які можуть під час пожежі плавитися, необхідно передбачати пристрої, які обмежують вільне розтікання розплаву;

- металеві порошки, здатні самозайматися, мають зберігатися в окремих відсіках у герметично закритій тарі. У цих відсіках зберігання інших горючих матеріалів забороняється;

- пляшки, бочки, барабани з хімікатами встановлюються на відкритих майданчиках групами не більше 100 шт. у кожній з відстанями між групами не менше 1 м. У кожній групі має зберігатися продукція лише певного виду, про що робляться відповідні вказівні написи. Майданчики необхідно обгороджувати бар'єрами. Пляшки з реактивами на відкритих майданчиках мають бути захищені від дії сонячного проміння;

- склади речовин, які бурхливо реагують з водою (карбіди, лужні метали, перекис барію, гідрат натрію), мають розміщуватися в сухих, добре вентильованих одноповерхових приміщеннях з легким дахом. Усередині цих приміщень не має бути водяних, парових і каналізаційних труб. Дахи та стіни не мають пропускати атмосферні опади, приміщення повинні мати захист від потрапляння ґрунтових вод;

- лужні метали слід зберігати в ізольованих відсіках (секціях), розміщених у торці складського будинку, у металевих банках або контейнерах під шаром захисного середовища (інертних газів, мінеральних олій, гасу, парафіну);

- у відсіках, суміжних з відсіками, де знаходяться лужні метали, дозволяється зберігати лише негорючі хімічні речовини;

- барабани з лужними металами слід укладати з таким розрахунком, щоб у ширину було не більше двох, у довжину – восьми та у висоту – чотирьох барабанів;

- окисники (хромат калію, хромовий ангідрид, перманганат калію, селітра та інші окисники) мають зберігатися в окремих секціях складів. Зберігати ці речовини з іншими горючими речовинами забороняється;

- сажу, графіт, подрібнені полімери слід зберігати в окремих закритих, сухих складах або в секціях складів, захищених від потрапляння атмосферних опадів та ґрунтових вод;

- під час зберігання подрібнених полімерних матеріалів у прогумованих та поліетиленових мішках верхня джутова упаковка має зніматися;

- карбід кальцію має зберігатися в сухих, добре провітрюваних приміщеннях. Рівень підлоги приміщення має бути на 0,2 м вище планувальної позначки прилеглої території. Забороняється розміщувати склади для зберігання карбіду кальцію в підвальних приміщеннях та низьких затоплюваних місцях;

- барабани з карбідом кальцію можуть зберігатися на складах як у горизонтальному, так і вертикальному положенні. У механізованих складах дозволяється зберігання барабанів з карбідом кальцію у три яруси в разі вертикального зберігання, а за відсутності механізації – не більше трьох ярусів у разі горизонтального зберігання та не більше двох ярусів у разі вертикального зберігання. Між ярусами барабанів мають бути укладені дошки завтовшки 40-50 мм. Ширина проходів між укладеними у штабелі барабанами з карбідом кальцію має бути не менше 1,5 м;

- аміачна селітра зберігається відповідно до [14];

- сулії з кислотами можуть встановлюватися на стелажах не більше ніж у два яруси по висоті або зберігатися на підлозі групами не більше 100 шт. у кожній по два чи чотири ряди, розділені бортиком не менше 0,15 м заввишки;

- категорично заборонено: проводити у складах роботи, не пов'язані зі зберіганням хімічних речовин; входити персоналу у вогкому (вологодому) одязі та взутті до складських приміщень, де зберігаються лужні метали та інші речовини, що вступають у реакцію з водою; застосовувати для закривання сулій з кислотою пробки з органічних матеріалів; укладати тару з лужними металами на стелажах на висоті менше ніж 0,2 м від рівня підлоги.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1 В якому випадку відрахунок по бюретці проводять за верхньою межею меніска?
- 2 В якому випадку відрахунок по бюретці проводять за нижньою межею меніска?
- 3 Через який час після кінця титрування потрібно робити відрахунок рідини по бюретці?
- 4 Якщо об'єм витраченого на титрування розчину більше об'єму бюретки, чи можна її наповнити двічі?
- 5 Що таке мірна колба і як вона виглядає?
- 6 В чому особливість заповнення мірної колби?
- 7 Чи можна нагрівати рідину в мірній колбі?
- 8 Для чого потрібні ступки?
- 9 З якого матеріалу виготовляються ступки?
- 10 Для чого існує апарат Кіппа?
- 11 Як можна припинити реакцію в апараті Кіппа?
- 12 В якому посуді можна нагрівати речовини до 2000 °С?
- 13 В якому приладі можна нагріти речовину до 2000 °С?
- 14 Які бувають термометри?
- 15 Для чого потрібні тигельні щипці?
- 16 Для чого потрібні пінцети?
- 17 Чому не можна рівноваги брати руками?
- 18 Які речовини зберігають в ексикаторах?
- 19 Які реактиви не дозволяють зберігати спільно.
- 20 Які кислоти задіяні в навчальному процесі?
- 21 Електронагрівачи якого типу використовують в хімічній лабораторії?
- 22 З чого складається перша допомога при термічних опіках?

23 Як надається перша допомога при хімічних опіках?

24 З чого складається перша допомога при опіку очей?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Герілович А. П., Герілович І. О., Окаєвич О. С. Посібник з лабораторної біобезпеки (переклад укр.); за ред. проф. А. П. Геріловича. Харків: Інститут Єдиного Здоров'я, 2024. Вид. 4. 117 с.

2 Правила охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок: Наказ Міненерговугілля України від 02.12.2013 № 892. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2127-13#Text>.

3 Правила охорони праці для працівників берегових рибообробних підприємств: Наказ МНС України від 16.06.2006 № 365. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1005-06#Text>.

4 Правила безпеки під час проведення навчально-виховного процесу в кабінетах (лабораторіях) фізики та хімії загальноосвітніх навчальних закладів: Наказ МНС України від 16.07.2012 № 992. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1332-12#Text>.

5 Інструкції для навчальних закладів України : вебсайт. URL : <https://osvita-docs.com/node/267>.

6 Фармацевтична енциклопедія. Дозування за об'ємом : вебсайт. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2562/dozuvannya-za-ob-yemom>

7 Техніка хімічного експерименту : підручник для студ. спец. 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних і органічних матеріалів» / О. В. Косогін, О. В. Лінючева, Ю. С. Мірошніченко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського,

2019. 387 с. URL : <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27309/1/Technique%20of%20chemical%20experiment.pdf>.

8 Правила техногенної безпеки, затверджені наказом МВС від 05.11.2018 р. № 879. 06.12.2018. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1346-18>.

9 Кислоти: загальна характеристика та класифікація. Сульфатна кислота та сульфати : <http://dcmaup.com.ua/assets/files/lekciya-05.02.2021.-dk-09-19.pdf>.

10 НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів : Наказ Мінпраці України від 09.01.1998 № 4. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98#Text>.

11 Порядки надання домедичної допомоги особам при невідкладних станах: Наказ МОЗ від 09.03.2022 № 441. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0356-22#Text>.

12 Правила пожежної безпеки в Україні : Наказ МВС від 30.12.2014 № 1417. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>.

13 Правила пожежної безпеки для навчальних закладів та установ системи освіти України : Наказ МОН України від 15.08.2016 р. № 974. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1229-16>.

14 Мінімальні вимоги щодо безпеки та здоров'я працівників на роботі під час зберігання, пакування нітрату амонію та використання його для виготовлення комплексних і рідких мінеральних добрив : Наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України від 15.04.2021 р. № 775-21. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0603-21>.

ПРАВИЛА РОБОТИ ТА ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ
ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ХІМІЇ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Відповідальний за випуск Григор'єва Є. С.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 21.05.2025 р.
Умовн. друк. арк. 3,5. Тираж . Замовлення № .
Видавець та виготовлювач Український державний університет залізничного
транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.