

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Вінницький національний технічний університет

А. П. Ранський, М. В. Євсєєва, О. А. Гордієнко

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ
ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКУМ

Вінниця
ВНТУ
2011

УДК 547(075)
ББК 24.2я73
Р22

Рецензенти:

К. С. Бурмістров, доктор хімічних наук, професор

І. Й. Сейфулліна, доктор хімічних наук, професор

В. Г. Штамбург, доктор хімічних наук, професор

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів нехімічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Лист № 1/11-276 від 17.01.11 р.

Ранський, А. П.

Р22 Органічна хімія. Теорія та практикум : навчальний посібник / А. П. Ранський, М. В. Євсєєва, О. А. Гордієнко; під ред. А. П. Ранського. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 210 с.

ISBN 978-966-641-439-0

В посібнику викладено правила роботи і техніки безпеки в хімічній лабораторії. Розглянуто основні методи вилучення та очищення органічних речовин. Наведено якісні реакції на деякі класи органічних сполук та синтези органічних сполук, які згруповано за типами реакцій. На прикладі діючих речовин непридатних до використання пестицидів розглянуто методи вилучення та хімічного модифікування цінних речовин із вторинної технічної сировини з метою їх подальшого використання. Матеріал посібника викладено у шести розділах, кожний із яких не лише вирішує конкретну самостійну задачу, а і доповнює та допомагає вирішити більш складні завдання наступних розділів.

УДК 547(075)

ББК 24.2я73

ISBN 978-966-641-439-0

© А. Ранський, М. Євсєєва, О. Гордієнко, 2011

ЗМІСТ

УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ. ОСНОВНІ ПРАВИЛА РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ	9
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКА ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	13
2.1 Загальні методи роботи. Посуд, який використовується в лабораторії органічної хімії	13
2.2 Нагрівання та охолодження	15
2.3 Перемішування	16
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ ВИЛУЧЕННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН	17
3.1 Очищення твердої речовини методом перекристалізації	17
3.1.1 Лабораторна робота. Перекристалізація твердої речовини	22
3.2 Очищення органічної речовини перегонкою з водяною парою	23
3.2.1 Лабораторна робота. Перегонка невідомої органічної речовини з водяною парою	25
3.3 Екстракція та висушування органічних речовин	26
3.3.1 Лабораторна робота. Екстракція невідомої органічної речовини з бінарного водно-органічного розчину та її висушування ...	29
3.4 Виділення та очищення органічних речовин перегонкою при атмосферному тиску	30
3.4.1 Лабораторна робота. Перегонка невідомої суміші органічних рідин при атмосферному тиску	32
РОЗДІЛ 4 МАЛИЙ ПРАКТИКУМ. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ НА ДЕЯКІ КЛАСИ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК	34
4.1 Вуглеводні	35
4.1.1 Насичені вуглеводні (алкани)	35
4.1.2 Ненасичені вуглеводні (алкени)	36
4.1.3 Ненасичені вуглеводні (алкіни)	37
4.1.4 Ненасичені вуглеводні (арени)	38
4.1.5 Лабораторна робота. Якісний функціональний аналіз вуглеводнів на наявність простого, подвійного, потрійного та ароматичного зв'язків у складі органічних сполук	39
4.2 Оксигеновмісні сполуки	40
4.2.1 Встановлення гідроксильної групи (спирти, феноли)	40
4.2.2 Встановлення карбонільної групи (альдегіди, кетони)	43
4.2.3 Встановлення карбоксильної групи (карбонові кислоти)	46
4.2.4 Лабораторна робота. Якісний функціональний аналіз оксигеновмісних сполук	47
4.3 Нітрогеновмісні сполуки	49
4.3.1 Встановлення аміногрупи (аліфатичні та ароматичні аміни) ...	49

4.3.2 Встановлення карбамідної групи	50
4.3.3 Якісні реакції на амінокислоти (α -амінокислоти)	51
4.3.4 Лабораторна робота. Якісний функціональний аналіз нітрогеновмісних сполук	53
4.4 Сульфуровмісні сполуки	55
4.4.1 Лабораторна робота. Якісний функціональний аналіз сульфуровмісних сполук	59
4.5 Вуглеводи	61
4.5.1 Лабораторна робота. Якісний функціональний аналіз вуглеводів	68
РОЗДІЛ 5 ВЕЛИКИЙ ПРАКТИКУМ. СИНТЕЗИ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК	70
5.1 Алкілювання	70
5.1.1 Ізопропілбензол. С-алкілювання	75
5.1.2 Діоксан. О-алкілювання	76
5.1.3 N,N-Діетиланілін. N-алкілювання	77
5.2 Ацилювання	79
5.2.1 Ацетофенон. С-ацилювання	84
5.2.2 Ацетилсаліцилова кислота. О-ацилювання	85
5.2.3 Бутилацетат	86
5.2.4 Ацетанлід. N-ацилювання	88
5.3 Галогенування	89
5.3.1 Ацетилхлорид	98
5.3.2 Бромбензол	99
5.3.3 1-Бромбутан	100
5.4 Нітрування	102
5.4.1 п-Нітроанілін	106
5.4.2 Нітробензол	107
5.4.3 м-Нітробензойна кислота	109
5.5 Сульфування	111
5.5.1 Натрій п-толуолсульфонат	113
5.5.2 Сульфанілова кислота	115
5.6 Діазотування та азосполучення	116
5.6.1 β -Нафтолазо-п-нітробензол	120
5.7 Окиснення	122
5.7.1 Ацетон	131
5.7.2 Антрахінон	132
5.7.3 Бензойна кислота	133
5.8 Відновлення	135
5.8.1 Анілін	138
5.8.2 Фенілгідроксиамін	139

РОЗДІЛ 6 СПЕЦІАЛЬНИЙ ПРАКТИКУМ. ХІМІЧНЕ МОДИФІКУ- ВАННЯ РЕЧОВИН ЯК ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ПРО- МИСЛОВИХ ВИРОБНИЦТВ	142
6.1 Правила роботи з пестицидами в хімічній лабораторії	142
6.2 Перша допомога при нещасних випадках	145
6.3 Хімічна переробка (модифікування) діючих речовин непридат- них пестицидних препаратів	146
6.3.1 Негативний вплив пестицидних препаратів на людину та до- вілля	148
6.3.2 Комплексний підхід до знешкодження непридатних пестици- дних препаратів	149
6.3.3 Реагентні методи вилучення діючих речовин із непридатних пестицидних препаратів	152
6.3.3.1 Цинк N,N-диметилдитіокарбамат	159
6.3.3.2 Поліметалеві полімерні сполуки деяких 3d-металів	161
6.3.3.3 Хлороформ. Реакція декарбосилювання	163
6.3.3.4 Трихлорооцтова кислота	164
6.3.3.5 Купрум(II) трихлороацетат	165
СЛОВНИК ТЕРМІНІВ	168
ЛІТЕРАТУРА	174
Додаток А. Фізичні константи органічних сполук	182
Додаток Б. Фізичні властивості органічних розчинників	196
Додаток В. Бінарні системи: органічна сполука – вода	200
Додаток Г. Густина водних розчинів кислот різної концентрації	203

УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ

Мол. маса	молекулярна маса
M , г/моль	молярна маса
m	маса
n , моль	кількість речовини
V	об'єм
ρ , г/мл	густина
d_4^{20}	відносна густина при температурі 20 °С
n_D^{20}	показник заломлення при температурі 20 °С
$T_{пл}$, °С	температура плавлення
$T_{кип}$, °С	температура кипіння
$T_{СПАЛ}$, °С	температура спалаху при 760 мм рт. ст.
D_{MM} , і і ðò.ñð.	тиск парів рідини
гар.	гарячий
хол.	холодний
n	нерозчинна речовина
p	розчинна речовина
розкл.	хімічно взаємодіє з водою
в. р.	важко розчинна речовина
д. р.	добре розчинна речовина
∞	змішується у будь-яких співвідношеннях
конц.	концентрований розчин
мас %	масова частка
ГДК _{Р.З.} , мг/м ³	гранично допустима концентрація речовини в повітрі робочої зони
ЛД ₅₀	летальна доза речовини, яка викликає загибель 50 % дослідних тварин
ац	ацетон
бз	бензол
гл	гліцерин
е	діетиловий етер
оцт. к	оцтова кислота
мет	метиловий спирт
сп	етиловий спирт
тол	толуол
хл	хлороформ
ДМСО	диметилсульфоксид
ДМФА	диметилформамід
Alk	аліфатичний радикал
Ar	ароматичний радикал
Het	гетероциклічний радикал
Kat	каталізатор
ПП	пестицидні препарати
e	електрон
\xrightarrow{t}	нагрівання в реакції

ВСТУП

Навчальний посібник з органічної хімії складено відповідно до навчальних та робочих програм студентів вищих технічних закладів за напрямом підготовки "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування". Даний посібник написано для оптимального поєднання лекційного матеріалу з курсу "Органічна хімія в технологічних процесах", практичних, лабораторних занять, а також самостійної роботи студентів-екологів в рамках діючої кредитно-модульної системи. Для ефективної організації самостійної роботи студентів одним із авторів раніше було видано навчальний посібник "Збірник тестових завдань з органічної хімії". Крім того, автори вважають, що ця робота заповнить певну прогалину, яка стосується специфіки викладання та проведення лабораторних робіт з органічної хімії для студентів ВНТУ екологічного напрямку. Так, для вирішення багатьох технологічних задач в галузі хімічної технології (chemical technology) необхідні практичні навички роботи в хімічній лабораторії стосовно техніки безпеки; техніки лабораторних робіт; методів вилучення та очищення органічних речовин; властивостей органічних речовин і якісних реакцій на їх функціональні групи (functional group); синтезу органічних речовин; вилучення цінних речовин із вторинної технічної сировини з метою їх модифікування та подальшого використання.

У зв'язку з вищенаведеним виникла необхідність переглянути об'ємний матеріал багатьох практикумів з органічної хімії [1 – 9], підручників [10 – 15], довідників [16 – 24] та спеціальної літератури [25 – 29], узагальнити особистий досвід [30 – 35] з тим, щоб розробити навчальний посібник, який надав би методичну й методологічну допомогу в організації та проведенні лабораторних робіт з органічної хімії з студентами-екологами.

Матеріал посібника викладено у шести інтегрованих розділах, кожний із яких не лише вирішує конкретну самостійну задачу, а і доповнює та допомагає вирішити більш складні завдання наступних розділів.

Перший розділ стосується загальних положень з техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії та основних правил організації робочого місця. Багато уваги приділяється роботі з хімічними реактивами, їх зберіганню в лабораторії, токсичним, вибуховим та вогнебезпечним властивостям хімічних речовин.

В другому розділі наведені дані стосовно основних (загальних) методів роботи в лабораторії органічної хімії: нагрівання, охолодження, перемішування, захисту реакційної суміші від вуглекислоти, вологи повітря тощо та скляного посуду, який найчастіше використовується.

Третій розділ включає теоретичний матеріал, прилади, реактиви та установки, а також контрольні запитання стосовно основних методів очи-

щення і виділення органічних речовин: перекристалізації, перегонки з водяною парою, перегонки при атмосферному тиску, екстракції (extraction) та висушуванню органічних речовин.

Четвертий розділ включає малий практикум з органічної хімії, в якому наведені якісні реакції на класи органічних сполук та їх функціональні оксигено-, нітрогено- та сульфуровмісні групи. Цінним є те, що крім глибокого практичного вивчення органічних сполук студенти використовують мікрокількості хімічних реагентів, економлять при цьому реактиви та електроенергію, що є дуже актуальним для сьогодення.

П'ятий розділ включає великий практикум з органічної хімії, основу якого складають синтези органічних сполук, які класифіковано за методами хімічних перетворень (алкілювання (alkylation), ацилювання (acylation), нітрування (nitriding) тощо), що дозволяє додатково вивчати всі класи органічних сполук незалежно від їх класифікації, яка наведена в четвертому розділі.

Шостий розділ включає спеціальний практикум стосовно вилучення та хімічного перетворення (модифікування) речовин як вторинної сировини промислових виробництв. Особлива увага акцентується на правилах роботи та техніці безпеки в хімічній лабораторії при роботі з пестицидними препаратами. Автори вважають доцільним додатково звернути увагу студентів на техніку безпеки при роботі з такими технічними об'єктами, не дивлячись на те, що в лабораторному практикумі не використовують реальні пестицидні препарати, а лише деякі їх діючі речовини (ТМТД, натрієву сіль трихлорооцтової кислоти), які в даному випадку можна розглядати як класичні хімічні речовини класифікації «технічні».

Додатки посібника включають фізико-хімічні характеристики найбільш поширених органічних речовин, розчинників (solvents) та бінарних водно-органічних розчинів (solutions), що використовуються при виконанні лабораторних робіт.

Література включає практично всі основні україномовні видання з органічної хімії, найбільш поширені підручники з органічної хімії іноземних авторів, а також оригінальні літературні посилання з реагентної переробки токсичних органічних речовин.

В написанні вступу, I – VI розділів брав участь Ранський А. П.; II – VI розділів – Євсєєва М. В., Гордієнко О. А. Загальна редакція виконана Ранським А. П. Автори висловлюють велику подяку доцентам Кисельову В. В., Шибітченко Л. Н., старшому викладачу Безвозюк І. І., асистенту Бондарчук О. В. за допомогу в підготовці рукопису даного навчального посібника, а також інженеру Бараболі Т. Г. за підготовку електронної версії рукопису.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ОСНОВНІ ПРАВИЛА РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

Основні правила і організація робочого місця:

- перед початком лабораторного практикуму необхідно вивчити правила техніки безпеки, а також засоби надання першої медичної допомоги при хімічних опіках і отруєннях токсичними речовинами;
- підготовку до лабораторної роботи варто починати з детального вивчення методики експерименту і, у разі потреби, з вивчення правил техніки безпеки, що визначаються особливостями даної роботи;
- робоче місце необхідно утримувати в чистоті та порядку, не захащувати робочий стіл не потрібними в даний момент предметами: приладами, книгами тощо; після закінчення роботи упорядкувати і здати лаборанту або викладачу робоче місце, прилади і устаткування.

Робота з хімічними реактивами

Усі органічні речовини тією чи іншою мірою отруйні, а багато з них – вогне- та вибухонебезпечні. Тому, працюючи в хімічній лабораторії, необхідно суворо дотримуватись перерахованих нижче основних правил техніки безпеки при роботі з хімічними реактивами [1 – 9]:

- **забороняється працювати одному в лабораторії.** Приступати до роботи можна тільки в присутності викладача або лаборанта;
- **забороняється проводити досліди, які непередбачені темою лабораторної роботи;**
- **під час роботи в лабораторії слід дотримуватися тиші, чистоти і порядку на своєму робочому місці та в лабораторії.** Не можна відволікатися від роботи і відволікати своїх товаришів;
- **забороняється працювати в лабораторії без спецодягу.** Халат повинен бути тільки бавовняним. Забороняється тримати на лабораторному столі сумку та інші сторонні предмети. Для них повинно бути відведене спеціальне місце;
- **у лабораторії забороняється пити воду, вживати та зберігати їжу, палити;**
- обов'язково використовувати окуляри при проведенні таких робіт:
 - а) визначення температури плавлення за допомогою приладу з концентрованою сульфатною кислотою;

- б) перемішування кислот і лугів, подрібнення твердого лугу, цинк хлориду, сплавлення у відкритій чашці тощо, оскільки можливе розбризкування цих речовин;
- в) перегонка рідин при зниженому тиску та робота з вакуум-приладами;
- г) робота з ампулами та запаяними трубками, виготовлення скляних капілярів;
- д) робота з лужними металами та плавиковою кислотою;
- **з отруйними речовинами, що подразнюють органи дихання, з речовинами, що мають сильний запах, необхідно працювати тільки у витяжній шафі** в гумових рукавичках, а іноді – і у протигазі;
- **забороняється працювати в лабораторії при несправній вентиляції**;
- не можна брати хімічні речовини незахищеними руками. Сипкі реактиви потрібно відбирати тільки сухим шпателем або спеціальною ложкою;
- перед виконанням роботи необхідно ознайомитись із властивостями речовин, які використовуються у синтезі – з їх вогнебезпечністю, токсичністю тощо;
- перш ніж взяти необхідну кількість речовини, потрібно уважно прочитати надпис на етикетці лабораторного посуду, у якому вона зберігається;
- **забороняється залишати без нагляду установки, нагрівальні прилади тощо**;
- **не можна наглухо закривати установки для проведення реакцій, нагрівання розчинів і перегонки рідин, тому що це може призвести до вибуху**;
- не можна тримати при нагріванні пробірку або колбу отвором до себе або у напрямку людини, що стоїть поряд;
- **забороняється нагрівати леткі та легкозаймісті рідини і речовини** (етери, петролейний етер, бензин, спирт, ацетон, сірковуглець і ін.) **на відкритому полум'ї**. Для цього використовують водяну баню або електричну плитку із закритою спіраллю. При перегонці таких речовин обов'язково застосовують холодильники з водяним охолодженням. **Не можна переганяти рідини досуха – це може призвести до вибуху або пожежі**;
- не можна нахилитися над установкою, в якій протікає реакція, нагрівання або перемішування хімічних речовин;
- **забороняється виливати в раковини залишки кислот і лугів, вогнебезпечних і отруйних речовин, що погано змиваються водою, або мають сильний запах. Залишки цих речовин необхідно виливати у спеціальні ємності, які добре закриваються**;

– не дозволяється кидати в раковину папір, вату, залишки скла від розбитого хімічного посуду;

– забороняється пробувати хімічні речовини на смак, всмоктувати ротом будь-які рідкі речовини в піпетки. При визначенні запаху рідини її пари слід обережно направляти до себе легким рухом руки;

– **категорично забороняється зберігати ртуть у відкритому посуді.** Усі прилади, що містять ртуть, повинні бути розміщені в спеціальних піддонах з досить високими боковими стінками. У випадку поломки приладу, що містить ртуть, необхідно попередити про це викладача або лаборанта. **Виливати ртуть у раковину забороняється.** Розливу ртуть збирають за допомогою амальгамованої мідної пластинки в спеціальну товстостінну склянку, яка закривається пробкою. Залишки ртуті, що потрапили в щілини у підлозі, столі тощо, слід обробити 20 %-ним водним розчином ферум(III) хлориду або порошком сірки;

– металевий натрій слід обов'язково зберігати під шаром гасу, толуолу або ксилолу, що не містять води. Не можна працювати з металевим натрієм поруч з водопровідним краном. Перед початком роботи потрібно насухо витерти стіл і висушити посуд, у якому буде проводитися реакція з металевим натрієм. Після закінчення роботи не можна відразу мити цей посуд водою – слід спочатку розчинити залишки натрію у спирті. Великі шматочки натрію слід помістити в окрему ємність з гасом (толуолом або ксилолом);

– концентровані кислоти, луги, отруйні речовини або речовини, які мають сильний запах, потрібно обов'язково зберігати в добре вентиляваній витяжній шафі;

– концентровані хлоридну та нітратну кислоти потрібно переливати тільки у витяжній шафі. При розведенні кислоти необхідно обережно, невеликими порціями, при постійному перемішуванні **додавати кислоту до води, а не навпаки!** Очі при цьому повинні бути захищені окулярами;

– при попаданні кислоти на шкіру потрібно швидко промити пошкожене місце струменем холодної води, а потім – 2 – 3 %-ним розчином соди. При опіку їдкими лугами треба також добре промити пошкожене місце водою, а потім – 2 – 3 %-ним розчином оцтової кислоти. При попаданні кислоти або лугу в очі слід негайно промити їх великою кількістю води, а потім обробити тампоном, який змочений у розчині соди або борної кислоти, і знову промити водою;

– **категорично забороняється зберігати бром у тонкостінному посуді.** Для цього застосовують товстостінні склянки із притертими пробками. Усі роботи із бромом слід проводити тільки в добре вентиляваній витяжній шафі, у гумових рукавичках і захисних окулярах. При попаданні броду на шкіру необхідно негайно протерти пошкожене місце спиртом, а потім змастити гліцерином;

– перед початком роботи в лабораторії потрібно ознайомитися з місцезнаходженням наявних засобів протипожежної безпеки (ящика з піском, азбестових або вовняних ковдр, вогнегасників тощо), місцезнаходженням та вмістом аптечки з набором необхідних засобів надання першої допомоги;

– легкозаймисті та вибухонебезпечні рідини потрібно зберігати в металевих шафах у кількості, що не перевищує щоденної норми;

– **забороняється переганяти етер або діоксан без попередньої перевірки вмісту в них пероксидів. Це може призвести до вибуху!**

– не можна без спеціального дозволу викладача або лаборанта переносити прилади або реактиви з однієї лабораторії в іншу;

– до роботи зі стисненими газами (балонами) допускаються особи, що пройшли спеціальний інструктаж з техніки безпеки та склали відповідні іспити;

– якщо біля запаленого пальника відчувається запах газу, необхідно перекрити газ, що надходить до пальника. Потім перевірити герметичність гумового шланга та самого пальника. При виявленні витікання газу в лабораторії необхідно виключити газову магістраль і ретельно провітрити лабораторію. **Категорично забороняється користуватися сірниками, а також вмикати і вимкати електричне світло;**

– у випадку загорання одягу необхідно негайно накинути на постраждалого халат, ковдру, піджак тощо. У жодному разі не давати йому бігти, оскільки це підсилює полум'я. **При виникненні пожежі потрібно відразу вимкнути вентиляцію та електроенергію і вжити заходів для ліквідації загорання.** При необхідності викликати пожежну команду. При запаленні етеру, бензолу, бензину не можна застосовувати для гасіння воду. У цих випадках полум'я гасять піском або азбестовою ковдрою;

– необхідно дбайливо і акуратно поводитись з посудом, приладами та устаткуванням, намагатися розумно заощаджувати реактиви, воду, газ і електроенергію;

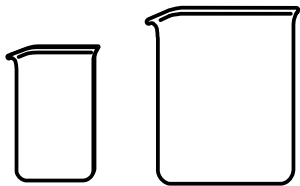
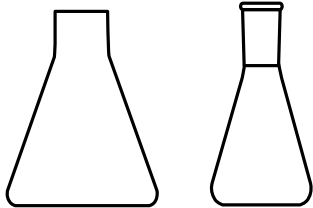
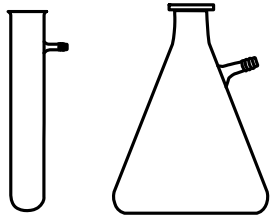
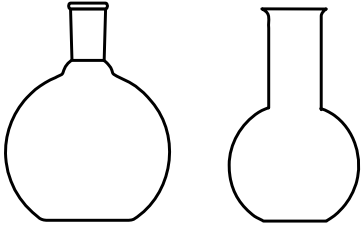
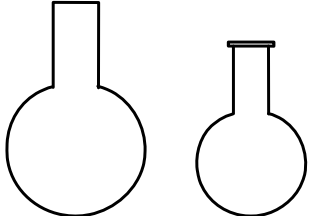
– перед виходом з лабораторії **перевірити чи вимкнені газ, електроенергія та витяжна система, чи закритий водопровідний кран на робочому місці.**

ТЕХНІКА ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

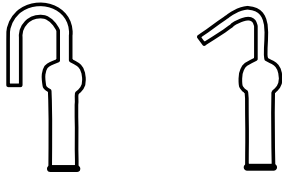
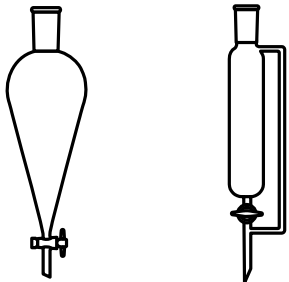
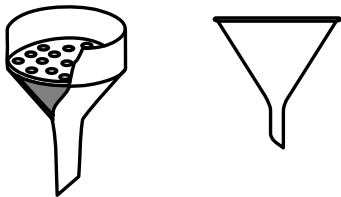
2.1 Загальні методи роботи.

Посуд, який використовується в лабораторії органічної хімії

Для роботи в лабораторії та складання установок, в яких проводяться хімічні реакції, найчастіше використовують скляний посуд.

	<p>Стакани використовують як допоміжний посуд для роботи з водними розчинами. В них можна проводити реакції у водних розчинах при температурі до 100 °С.</p> <p>Фарфорові стакани використовують для приготування розчинів лугів та кислот.</p>
	<p>Конічні колби (колби Ерленмейєра) використовують як допоміжний посуд. В них проводять кристалізацію (crystallization), тому що вони мають меншу поверхню випаровування, ніж стакани та з них зручніше, ніж з круглодонних колб, добувати кристали.</p>
	<p>Колби для відсмоктування, зокрема колби Бунзена, використовують для фільтрування розчинів під вакуумом. Для фільтрування невеликих об'ємів розчинів під вакуумом використовують спеціальні пробірки.</p>
	<p>Колби плоскодонні використовують для зберігання хімічних речовин як приймачі при перегонці під атмосферним тиском. Заборонено використовувати плоскодонні колби при роботі під вакуумом.</p>
	<p>Колби круглодонні використовують виключно для роботи при підвищеній температурі та під вакуумом. Вони виготовлені зі спеціальних сортів скла.</p>

	<p>Три- та чотиригорлові колби використовують у тих випадках, коли одночасно з нагріванням (охолодженням) проводять перемішування реакційної суміші, вимірювання її температури, а також додання іншої речовини. Якщо немає спеціальних колб, у звичайну круглодонну колбу вставляють дво- або трирогий форштос.</p>
	<p>Перегонні колби Вюрца використовують для перегонки рідин при атмосферному тиску. Для перегонки низькокиплячих рідин використовують колби з високо припаяними трубками, висококиплячих – з низько припаяними трубками. Колби Вюрца використовують також як приймачі при відгонці легколетких розчинників та при перегонці під вакуумом.</p>
	<p>Холодильники. Для перегонки низькокиплячих рідин (температура кипіння нижче 140 – 150 °С) використовують холодильник з водяним охолодженням – холодильники Лібіха, для перегонки висококиплячих рідин використовують повітряні холодильники – скляні трубки діаметром 10 – 15 мм з розширеним кінцем.</p>
	<p>Для з'єднання похилого холодильника з вертикальним приймачем використовують алонж.</p>
	<p>При тривалому нагріванні або при нагріванні легколетких рідин до реакційних колб приєднують зворотні холодильники. В цих випадках їх закріплюють у колбі вертикально. Найчастіше, коли потрібно інтенсивне охолодження, використовують кулькові або змійовикові холодильники, які за менших розмірів мають значно більшу поверхню охолодження.</p>

	<p>У випадках, коли необхідно захистити реакційну суміш від доступу вологи або вуглекислоти, використовують хлоркальцієві трубки. При їх заповненні у вузьку частину кладуть невеликий шматочок вати, потім речовину для поглинання (кальцій хлорид для вологи та натронне вапно (soda lime) для вуглекислоти), а потім знову шматочок вати.</p>
	<p>Краплинні лійки використовують для поступового додання рідини під час реакції. Ділильні лійки застосовують для розділення рідин, які не змішуються, та для екстракції. Вони схожі на краплинні, але, як правило, більшого розміру і виготовлені з товстого скла.</p>
	<p>Для відокремлення рідин від твердих домішок використовують звичайні конічні лійки. Для відокремлення кристалів від рідини при фільтруванні під вакуумом використовують лійки Бюхнера.</p>

Окремі частини установки з'єднують між собою за допомогою пробок та скляних трубок.

2.2 Нагрівання та охолодження

Досягнення необхідного результату багатьох хімічних реакцій неможливе без суворої підтримки оптимального температурного режиму, оскільки підвищення температури на кожні 10 °C викликає збільшення швидкості хімічних перетворень приблизно у 2 – 4 рази. Такі розповсюджені операції, як розчинення, перегонка, сублімація, висушування, кристалізація та ін. потребують, як правило, нагрівання або охолодження, а нерідко того та іншого.

В лабораторії найчастіше всього для нагрівання використовують різні бані (водяні, масляні, піщані та ін.). Для нагрівання низько-киплячих рідин, особливо пожежо- та вибухонебезпечних використовують водяну баню, воду для якої підігрівають в іншому місці. Для нагрівання в інтервалі температур 80 – 200 °C і вище використовують піщані бані.

В залежності від того, до якої температури необхідно охолоджувати реакційну суміш, використовують різні охолоджувальні суміші: до

0 °С – крижану воду (суміш льоду з невеликою кількістю води); до мінус 20 °С використовують суміш товченого льоду з натрій хлоридом у співвідношенні 3 : 1.

2.3 Перемішування

Для успішного проведення більшості хімічних процесів, які пов'язані з тепло- або масообміном, потрібно примусове перемішування. Перемішування вручну збовтуванням або за допомогою скляної палички використовують лише для процесів, що відбуваються досить швидко. В більшості випадків переважно використовують механічне перемішування (рис. 2.1). В лабораторних умовах використовують електродвигуни різної потужності. При необхідності швидкість обертання регулюють за допомогою ЛАТРа (лабораторного автотрансформатора). Стержень мішалки з'єднують за допомогою короткого відрізка гумового шланга з віссю електродвигуна.

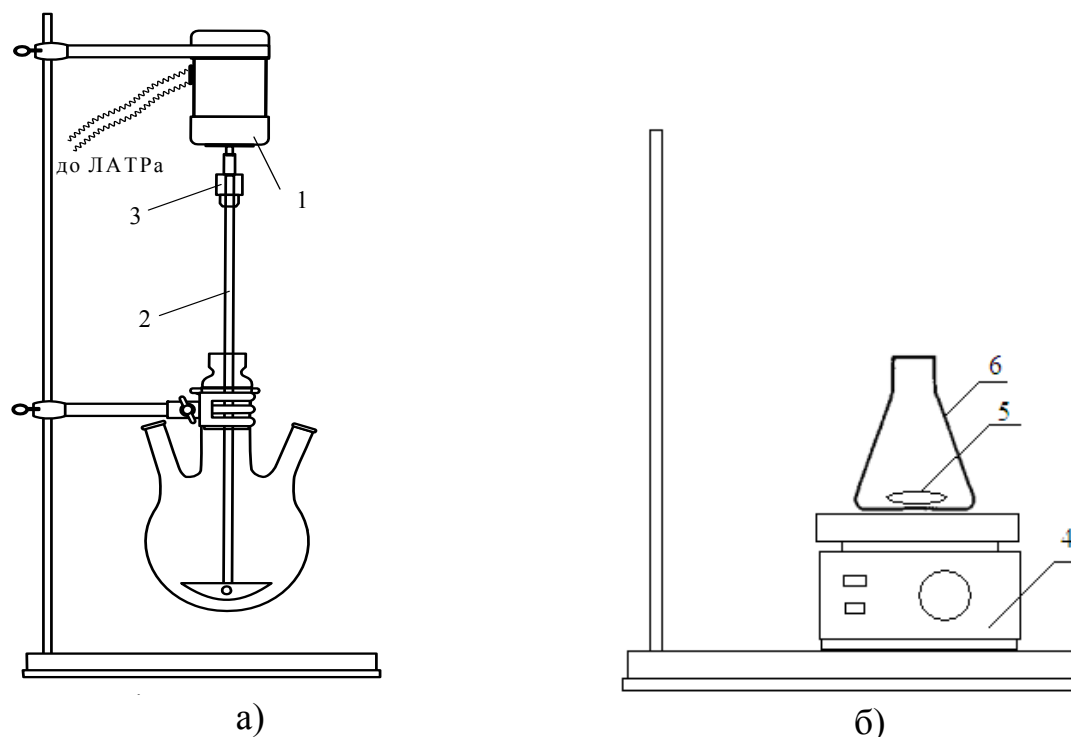


Рисунок 2.1 – Установка для перемішування: а) мішалка з двигуном; б) магнітна мішалка

1 – електродвигун; 2 – стержень мішалки; 3 – гумовий шланг;
4 – електромагнітна мішалка; 5 – мішалка; 6 - плоскодонна колба

Роботу мішалки перевіряють, поступово збільшуючи швидкість обертання двигуна та притримуючи вал мішалки рукою. Якщо прилад складений правильно, мішалка працює практично безшумно. Неприпустима навіть мала вібрація вала мішалки.

У деяких випадках (за невеликої кількості реагентної маси та необхідності помірною перемішування) примусове перемішування можна здійснювати за допомогою магнітної мішалки.

МЕТОДИ ВИЛУЧЕННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Метою органічного синтезу є одержання чистої речовини. Однак органічні реакції часто супроводжуються побічними процесами, тому реакційні суміші містять залишки вихідних речовин та продуктів прямих і побічних реакцій. Це положення ще більшою мірою стосується виділення цінних речовин із вторинної промислової сировини (відходів промислових підприємств) з метою їх подальшого використання.

Знання загальних методів виділення та очищення органічних сполук є необхідною умовою при виконанні лабораторних робіт. Продукти органічного синтезу виділяють із розчинів, суспензій (suspension) та твердих сумішей. Методи виділення та очищення залежать від фізичних та хімічних властивостей органічних речовин. Найбільш поширеними у лабораторній практиці є методи перекристалізації твердих речовин, очищення органічних речовин простою перегонкою та перегонкою з водяною парою, екстракція та інші, що у випадку реагентного оброблення вторинної промислової сировини повинні бути простими як з точки зору хімії, так і в апаратурному (технологічному) відношенні.

3.1 Очищення твердої речовини методом перекристалізації

Перекристалізацію застосовують для очищення твердих речовин. У порівнянні з іншими методами вона найбільш універсальна, відносно мало трудомістка, при правильному проведенні забезпечує високий ступінь очищення. Проте інколи при перекристалізації можливі значні втрати речовини. Цей метод *грунтується на різниці у розчинності речовини, яку очищають, у певному розчиннику за різних температур: без нагрівання та при нагріванні до температури кипіння розчинника.*

Для проведення перекристалізації використовують спеціальний хімічний посуд та лабораторне обладнання. Процес перекристалізації здійснюють у кілька стадій:

- вибір розчинника;
- приготування насиченого гарячого розчину;
- "гаряче" фільтрування;
- охолодження розчину;
- відділення кристалів, що утворилися;
- промивання кристалів чистим розчинником;
- висушування.

Вибір розчинника

Правильний вибір розчинника – основна умова при проведенні перекристалізації. До розчинника висувають ряд вимог:

- значна різниця між розчинністю речовини у певному розчиннику за кімнатної температури та при нагріванні;
- розчинник повинен розчиняти при нагріванні лише речовину і не розчиняти домішки. Ефективність перекристалізації зростає при збільшенні різниці у розчинності речовини та домішок;
- розчинник повинен бути індиферентним як до речовини, так і до домішок;
- температура кипіння розчинника повинна бути нижчою за температуру плавлення речовини на 10 – 15 °С, інакше при охолодженні розчину речовина виділиться не у кристалічній формі, а у вигляді масла.

Експериментально розчинник вибирають так: невелику пробу речовини вміщують у пробірку, додаючи до неї кілька крапель розчинника. Якщо речовина розчиняється без нагрівання, такий розчинник не придатний для перекристалізації. Вибір розчинника вважається правильним, якщо речовина погано розчиняється в ньому без нагрівання, добре – при кипінні, а при охолодженні гарячого розчину відбувається її кристалізація.

Як розчинник при перекристалізації використовують воду, спирти, бензол, толуол, ацетон, хлороформ та інші органічні розчинники або їх суміші.

Приготування насиченого гарячого розчину

Складають установку для приготування насиченого розчину речовини в певному розчиннику (рис. 3.1).

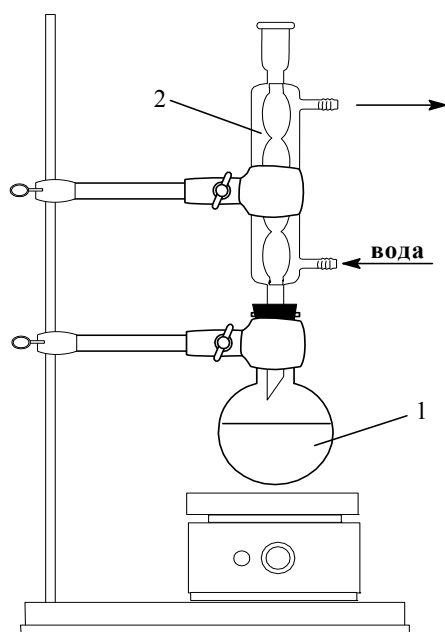


Рисунок 3.1 – Установка для приготування насиченого розчину

Речовину для перекристалізації та 2 – 3 кип'ятільні камінці вміщують у колбу (1), додають невелику порцію розчинника і нагрівають із зворотним холодильником (2) до кипіння розчину. Якщо початкової кількості розчинника не вистачає для повного розчинення речовини, розчинник невеликими порціями додають за допомогою лійки через зворотний холодильник.

Ефективне очищення сильно забруднених речовин можливе за допомогою різних адсорбентів (активоване вугілля (activated carbon), силікагель тощо). У цьому випадку готують гарячий насичений розчин речовини, охолоджують його до 40 – 50 °С, додають адсорбент (0,5 – 2 % від маси речовини) і знову кип'ятять із зворотним холодильником протягом кількох хвилин.

"Гаряче" фільтрування

Для відокремлення від механічних домішок та адсорбенту гарячий розчин фільтрують. Щоб запобігти виділенню речовини на фільтрі застосовують різні методи. Проста установка для "гарячого" фільтрування (рис. 3.2) складається з спеціальної лійки для "гарячого" фільтрування (1), що обігрівається паром та хімічної лійки (2) із складчастим фільтром (3), який вміщується в неї.

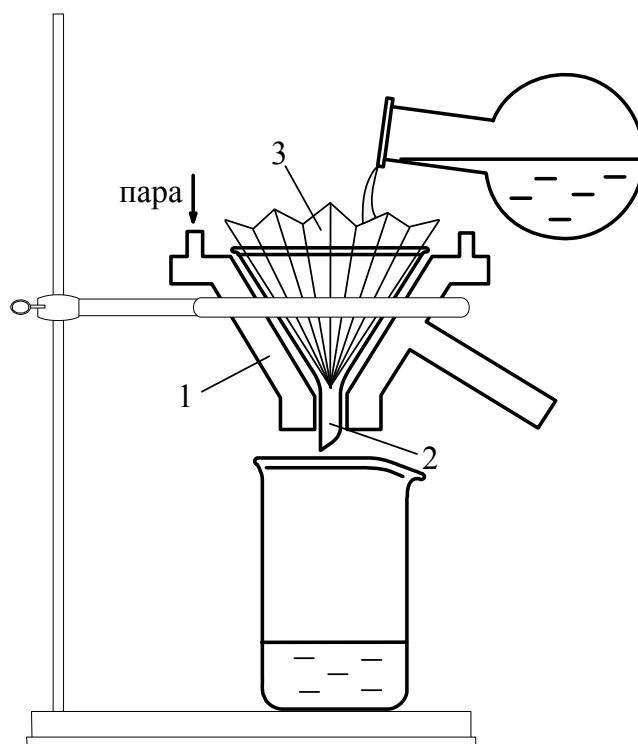


Рисунок 3.2 – Установка для "гарячого" фільтрування

Гарячий насичений розчин речовини швидко виливають на паперовий фільтр, що вміщений у скляну лійку, яка нагрівається з допомогою

лійки для гарячого фільтрування. Фільтрат збирають у стакан або конічну колбу. При утворенні на фільтрі кристалів речовини їх промивають невеликою кількістю гарячого розчинника.

Охолодження розчину

При охолодженні фільтрату до кімнатної температури починається процес кристалізації. Для її прискорення фільтрат охолоджують під струменем холодної води. При цьому розчинність речовини зменшується, відбувається остаточна кристалізація.

Відділення кристалів, що утворилися

Відділення кристалів від розчинника здійснюють за допомогою фільтрування, при цьому відсмоктування або створення вакууму в приймачі часто використовують для прискорення процесу фільтрування. Для цього використовують вакуумний насос (водоструминний, масляний або Камовського). Фільтрування здійснюють на установці (рис. 3.3), яка складається з лійки Бюхнера (1) з паперовим фільтром, колби Бунзена або спеціальної пробірки (2), проміжної склянки (3) та вакуумного насоса. Розмір паперового фільтра повинен точно збігатися з площею дна лійки Бюхнера.

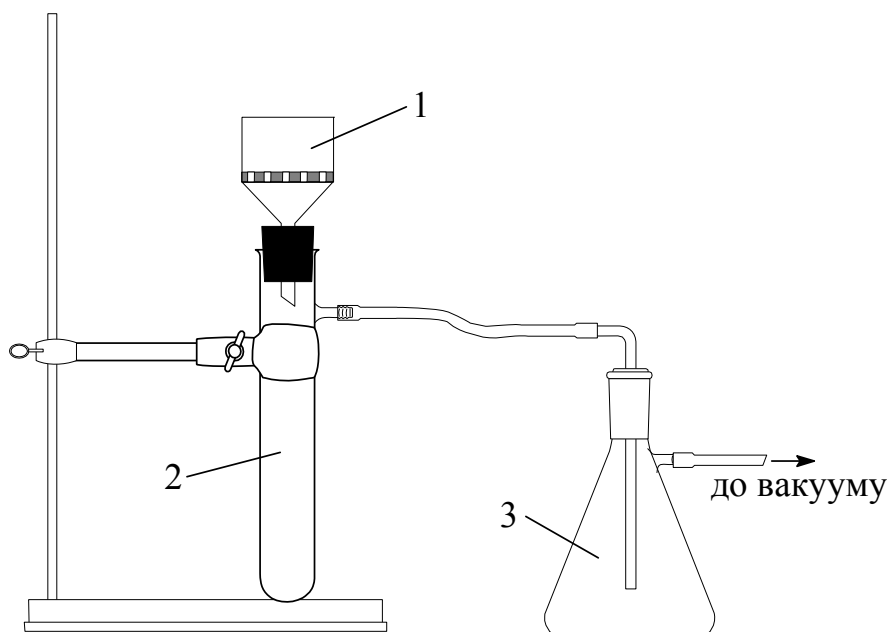


Рисунок 3.3 – Установка для фільтрування під вакуумом

Паперовий фільтр змочують розчинником, вкладають у лійку і вмикають вакуумний насос. При роботі насоса під фільтром створюється знижений тиск – виникає характерний звук, що свідчить про наявність вакууму в системі і можливість фільтрування. Охолоджений кристалічний продукт разом з розчинником при збовтуванні невеликими порціями переносять з конічної колби на паперовий фільтр.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глубіш П. А. Органічний синтез : в 2 ч. / П. А. Глубіш. – К. : ІЗМН, 1997– .–
Ч. 1. – 1997. – 318 с.
Ч. 2. – 1997. – 220 с.
2. Общий практикум по органической химии / [В. П. Черных, И. С. Гриценко, М. О. Лозинский, З. И. Коваленко]. – Харьков : Изд-во НФау; Золотые страницы, 2002. – 592 с.
3. Артёменко А. И. Практикум по органической химии / А. И. Артёменко, И. В. Тикунова, Е. К. Ануфриев. – М. : Высшая школа, 1991. – 174 с.
4. Аверина А. В. Лабораторный практикум по органической химии / А. В. Аверина, А. Я. Снегирёва. – М. : Высшая школа, 1980. – 183 с.
5. Рево А. Я. Малый практикум по органической химии / А. Я. Рево, В. В. Зеленцова. – М. : Высшая школа, 1980. – 175 с.
6. Берлин А. Я. Техника лабораторной работы в органической химии / А. Я. Берлин. – М. : Химия, 1973. – 368 с.
7. Юрьев Ю. К. Практические работы по органической химии / Ю. К. Юрьев. – М. : Изд-во МГУ, 1964. – Вып. I и II. – 1964. – 420 с.; Вып. III. – 1964. – 258 с.
8. Юрьев Ю. К. Практические работы по органической химии / Ю. К. Юрьев, Р. Я. Левина, Ю. С. Шабаров. – М. : Изд-во МГУ, 1969. – Вып. IV. – 1969. – 252 с.
9. Левина Р. Я. Практические работы по органической химии / Р. Я. Левина, В. Р. Скварченко, Ю. С. Шабаров. – М. : Изд-во МГУ, 1978. – Вып. V. – 1978. – 245 с.
10. Ластухін Ю. О. Органічна хімія / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. – Львів : Центр Європи, 2001. – 864 с.
11. Штеменко Н. І. Органічна хімія та основи статичної біохімії / Н. І. Штеменко, З. П. Соломко, В. І. Авраменко. – Дніпропетровськ : В-цтво ДНУ, 2003. – 665 с.
12. Шабаров Ю. С. Органическая химия : учеб. для вузов : в 2 ч. / Ю. С. Шабаров. – М. : Химия, 1996– .–
Ч. 1 : Нециклические соединения. – 1996. – 493 с.
Ч. 2 : Циклические соединения. – 1996. – 846 с.
13. Петров А. А. Органическая химия / А. А. Петров, Х. В. Бальян, А. Т. Трощенко. – М. : Высшая школа, 1981. – 591 с.
14. Черных В. П. Лекции по органической химии / В. П. Черных. – Харьков : Золотые страницы, 2005. – 479 с.
15. Гауптман З. Органическая химия / З. Гауптман, Ю. Грефе, Х. Ремане – М. : Химия, 1979. – 831 с.

16. Химия. Справочное руководство / [Г. Койне, М. Августин, Д. Демус и др.]. – Л. : Химия, 1975. – 573 с.
17. Гордон А. Спутник химика / А. Гордон, Р. Форд. – М. : Мир, 1976. – 571 с.
18. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М. : Химия, 1979. – 480 с.
19. Химические добавки к полимерам : справочник / под ред. И. Т. Масловой. – М. : Химия, 1981. – 262 с.
20. Гороновский И. Т. Краткий справочник по химии / И. Т. Гороновский, Ю. П. Назаренко, Е. Ф. Некряч. – К. : Наукова думка, 1974. – 991 с.
21. Вредные вещества в промышленности : справочник для химиков, инженеров и врачей / под ред. Н. В. Лазарева и Э. Н. Левиной. – Л. : Химия, 1976– .–
Том 1 : Органические вещества. – 1976. – 590 с.
22. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде : справочник / под ред. Г. П. Беспямятнова, Ю. А. Кратова.– Л. : Химия, 1985. – 528 с.
23. Шефтель В. О. Вредные вещества в пластмассах : справочник / В. О. Шефтель. – М. : Химия, 1991. – 544 с.
24. Мельников Н. Н. Химические средства защиты растений : справочник / Н. Н. Мельников, К. В. Новожилов, Т. Н. Пылова. – М. : Химия, 1980. – 288 с.
25. Рево А. Я. Качественные микрохимические реакции по органической химии / А. Я. Рево. – М. : Высшая школа, 1965. – 251 с.
26. Климова В. А. Основные микрометоды анализа органических соединений / В. А. Климова. – М. : Химия, 1975. – 224 с.
27. Кларк Г. Т. Руководство по качественному и количественному органическому анализу / Г. Т. Кларк. – Х. : Гос. науч.-техн. изд-во Украины, 1934. – 368 с.
28. Машковский М. Д. Лекарственные средства : пособие для врачей : в 2 ч. / М. Д. Машковский. – М. : Медицина, 1967– .–
Ч. I. – 1967. – 706 с.
Ч. II. – 1967 – 462 с.
29. Справочник биохимика / [Р. Досон, Д. Эллиот, У. Эллиот, К. Джонс]. – М. : Мир, 1991. – 543 с.
30. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Органічна хімія» для студентів II – IV курсів технологічних спеціальностей. «Синтез органічних речовин» / [А. П. Ранський, Л. Н. Шебітченко, М. П. Безверхий та ін]. – Дніпропетровськ : УДХТУ, 2005. – 24 с.
31. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Органічна хімія» для студентів II – IV курсів технологічних спеціальностей. «Методи виділення та очистки органічних речовин» / [А. П. Ранський,

- В. А. Алексенко, М. П. Безверхий та ін]. – Дніпропетровськ : УДХТУ, 2003. – 20 с.
32. Методичні вказівки для проведення семінарських та лабораторних занять з курсу «Органічна хімія» для студентів I – II курсів технологічних спеціальностей. «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» / [А. П. Ранський, Л. Н. Шебітченко, В. В. Кисельов та ін]. – Дніпропетровськ : УДХТУ, 2003. – 85 с.
 33. Методичні вказівки для проведення практичних занять з дисципліни «Органічна хімія» для студентів II курсу технологічних спеціальностей / [А. П. Ранський, Л. Н. Шебітченко, В. В. Кисельов та ін]. – Дніпропетровськ : УДХТУ, 2003. – 16 с.
 34. Методичні вказівки «Хімія гетероциклічних сполук» до проведення практичних занять та виконання контрольних робіт з дисципліни «Хімія гетероциклічних сполук» для студентів I – II курсів технологічних спеціальностей / [О. В. Просяник, М. П. Безверхий, Л. Н. Шебітченко та ін]. – Дніпропетровськ : УДХТУ, 2002. – 26 с.
 35. Збірник тестових завдань з органічної хімії / під ред. А. П. Ранського. – Дніпропетровськ : УДХТУ, 2007. – 195 с.
 36. Мельников Н. Н. Пестициды. Химия, технология, применение / Н. Н. Мельников. – М. : Химия, 1987. – 711 с.
 37. Смуров В. С. Производство сероуглерода / В. С. Смуров, Б. С. Аранович. – Л. : Химия, 1966. – 270 с.
 38. Химия и технология сероуглерода / [А. А. Пеликс, Р. В. Котомкина, Е. А. Петров, Б. С. Аранович]. – Л. : Химия, 1986. – 223 с.
 39. Ранский А. П. Синтез гетаренальарилиминов / А. П. Ранский, Б. А. Бовыкин, Э. П. Артюхова // Укр. хим. журнал. – 1988. – Т. 54, № 3. – С. 528 – 531.
 40. Тхор І. І. Реагентна переробка та раціональне використання екологічно небезпечних пестицидних препаратів: дис. ... канд. тех. наук : 21.06.01 / Тхор Ірина Іванівна – Вінниця, 2008. – 211 с.
 41. Вацуро К. В. Именные реакции в органической химии / К. В. Вацуро, Г. Л. Мищенко. – М. : Химия, 1976. – 258 с.
 42. Реакции и методы исследования органических соединений Т. 20 / [под ред. Б. А. Казанського и др.]. – М. : Химия, 1969. – С. 132.
 43. Органические реакции / [под ред. Р. Адамса и др.]. – М. : Издательство, 1948 – 1967– .–
 - Т. 2. – 1950. – С. 27.
 - Т. 3. – 1951. – С. 6, 356.
 - Т. 5. – 1951. – С. 32, 347.
 - Т. 7. – 1965. – С. 148.
 - Т. 8. – 1965. – С. 139.
 44. Бюлер К. Органические синтезы / К. Бюлер, Д. Пирсон. – М. : Мир, 1973– .–

- Т. 1. – 1973. – 620 с.
Т. 2. – 1973. – 590 с.
45. Органические реакции / [под ред. Р. Адамса и др.]. – М. : Издательский центр «Издательство «Индра», 1948 – 1967– .–
Т. 1. – 1948. – С. 375.
Т. 2. – 1950. – С. 50.
Т. 8. – 1965. – С. 90.
46. Вацуро К. В. Именные реакции в органической химии / К. В. Вацуро, Г. Л. Мищенко. – М. : Химия, 1976. – С. 443.
47. Вацуро К. В. Именные реакции в органической химии / К. В. Вацуро, Г. Л. Мищенко. – М. : Химия, 1976. – С. 261 – 264.
48. Вейганд-Хильгетаг. Методы эксперимента в органической химии / Вейганд-Хильгетаг. – М. : Химия, 1968. – 994 с.
49. Физер Л. Реагенты для органического синтеза [у 7 т.] / Л. Физер, М. Физер. – М. : Мир, 1970 – 1978– .–
Т. 1. – 1970. – С. 19, С. 88.
Т. 2. – 1970. – С. 16.
Т. 5. – 1971. – С. 206.
Т. 7. – 1978. – С. 12.
50. Новиков С. С. Химия алифатических и алициклических нитросоединений / С. С. Новиков. – М. : Химия, 1974. – 416 с.
51. Фьюзон Р. Реакции органических соединений / Р. Фьюзон. – М. : Мир, 1966. – С. 44, 89, 537.
52. Вейганд-Хильгетаг. Методы эксперимента в органической химии / Вейганд-Хильгетаг. – М. : Химия, 1976. – С. 559.
53. Реакции и методы исследования органических соединений / [под ред. В. М. Родионова и др.]. – М. : Химия, 1954– .–
Т.2. – 1954. – С. 245.
54. Успехи органической химии / под ред. И. Л. Кнунянца. – М. : Мир, 1966– .–
Т.4. – 1966 – 346 с.
55. Органические реакции / [под ред. Р. Адамса и др.]. – М. : Издательский центр «Издательство «Индра», 1948 – 1967– .–
Т. 3. – 1951. – С. 78.
56. Воронцов Н. Н. Основы синтеза промежуточных продуктов и красителей / Н. Н. Воронцов. – М. : Госхимиздат, 1955. – С. 60, 582.
57. Джильберт Э. Е. Сульфирование органических соединений / Э. Е. Джильберт. – М. : Химия, 1969. – 414 с.
58. Сульфирование солями сернистой кислоты. Реакция Богданова. – М. : Химия, 1965. – 119 с.
59. Фьюзон Р. Реакции органических соединений / Р. Фьюзон. – М. : Мир, 1966. – 645 с.

60. Воронцов Н. Н. Основы синтеза промежуточных продуктов и красителей / Н. Н. Воронцов. – М. : Госхимиздат, 1955. – С. 419.
61. Физер Л. Реагенты для органического синтеза : [у 7 т.] / Л. Физер, М. Физер. – М. : Мир, 1970 – 1978– .–
Т. 2 – 1970. – С. 17.
Т. 7. – 1978. – С. 231.
62. Матье Ж. Курс теоретических основ органической химии / Ж. Матье, Р. Панико. – М. : Мир, 1975. – С. 506.
63. Реакции и методы исследования органических соединений / [под ред. В. М. Родионова и др.]. – М. : Химия, 1961– .–
Т. 10. – 1961. – С. 12.
64. Органические реакции / [под ред. Р. Адамса и др.]. – М. : Издательство, 1948 – 1967– .–
Т. 2. – 1950. – С. 362.
65. Воронцов Н. Н. Основы синтеза промежуточных продуктов и красителей / Н. Н. Воронцов. – М. : Госхимиздат, 1955. – С. 431.
66. Венкатараман К. Химия синтетических красителей. / К. Венкатараман. – Л. : Госхимиздат, 1956– .–
Т. 1. – 1956. – С. 460 – 493.
67. Ингольд К. Теоретические основы органической химии / К. Ингольд. – М. : Мир, 1973. – 1056 с.
68. Бартошевич Р. Методы восстановления органических соединений / Р. Бартошевич, В. Мечниковска-Столярчик, Б. Опшондек. – М. : Издательство, 1960. – 406 с.
69. Джеймс Б. Гомогенное гидрирование / Б. Джеймс. – М. : Мир, 1976. – 570 с.
70. Balayan A. The condition of scientific developments and technical decisions on utilization and regeneration of pesticides unfit for purpose-oriented usage on the territory of Ukraine / A. Balayan, O. Gaydidey, A. Ransky // 5th Int. HCN and Pesticides forum / Leion Basgue Country. – 1998. – С. 307 – 311.
71. Ранский А. П. Комплексный подход к переработке и утилизации отходов различных промышленных предприятий / А. П. Ранский // Металлургическая и горнодобывающая промышленность. – 1999. – № 2 – 3. – С. 95 – 97.
72. Петрук В. Г. Еколого-технологічна методологія знешкодження накопичених непридатних пестицидних препаратів / В. Г. Петрук, А. П. Ранський, Г. Д. Петрук // Збірник матеріалів Української науково-практичної конференції «Хімічна та екологічна освіта: стан і перспективи розвитку». – Вінниця : Видавництво «Едельвейс і К», 2008. – С. 183 – 186.
73. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні в 1996 році. – Київ, 1997. – 78 с.

74. Проект № GF/2732-03-4668. «Забезпечення заходів із розроблення Національного плану щодо впровадження у Україні Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі». Україна. Національний план використання Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі. – Київ, 2006. – 279 с.
75. Гайдидей О. В. Комплексная переработка экологически опасных хлорсодержащих пестицидных препаратов: дис... канд. техн. наук: 21.06.01 / Гайдидей Ольга Владиславовна. – Днепропетровск, 2003. – 202 с.
76. Термічне знезараження непридатних хімічних засобів захисту рослин / під ред. Петрука В. Г. – Вінниця : Універсум-Вінниця, 2005. – 247 с.
77. Пархоменко В. Д. Термические методы обезвреживания отходов / В. Д. Пархоменко, П. Н. Цыбулев, Ю. И. Краснокутский. – Л. : Химия, 1975. – 176 с.
78. Регенерация и повторное использование солей трихлоруксусной кислоты / [А. П. Ранский, М. П. Сухой, А. Г. Панасюк, О. В. Гайдидей] // Научно-информационный сборник «Охрана окружающей среды». – Черкассы, 1995. – Вып. 1. – С. 23 – 25.
79. Теоретические аспекты защиты окружающей среды от токсичного воздействия неприменяемых пестицидов / [А. П. Ранский, М. П. Сухой, О. В. Гайдидей, Сытник Т. В.] // Научно-информационный сборник «Охрана окружающей среды». – Черкассы, 1995. – Вып. 2. – С. 11 – 15.
80. Ранский А. П. Способ предотвращения загрязнения подземных вод пестицидами / А. П. Ранский, О. В. Побирченко // Вісник держ. університету. – Дніпропетровськ, 1997. – Вип. 1. – С. 134 – 136.
81. Ранский А. П. Утилизация пестицида ТХАН методом декарбоксилирования / А. П. Ранский, О. В. Побирченко // Химическая промышленность. – 1998. – Вып. 2. – С. 60 – 62.
82. Химическое модифицирование поверхности трения присадками на основе действующих веществ неостребованных пестицидов / [А. П. Ранский, О. В. Побирченко, И. Г. Плошенко, А. С. Мамонтов] // Вопросы химии и хим. технологии. – 1998. – № 4. – С. 27 – 29.
83. Ранский А. П. Хроматографический анализ вторичных растворов регенерации пестицидов Атразин и Зеазин-50 / А. П. Ранский, О. В. Гайдидей, А. В. Сандомирский // Вопросы химии и хим. технологии. – 2003. – №4. – С. 50 – 53.
84. Фотометричний контроль трихлорфенолята міді у вторинних водних розчинах утилізації пестициду Фентіурам / [А. П. Ранський, В. І. Ткач, О. В. Сандомирський, Т. М. Авдієнко] // Вопросы химии и хим. технологии. – 2004. – №1. – С. 9 – 11.
85. Утилізація пестициду Фентіурам. Хроматографічний метод контролю / [А. П. Ранський, О. В. Сандомирський, М. В. Кучук, Т. М. Авдієнко] // Хімічна промисловість України. – 2004. – № 2. – С. 52 – 55.

86. Утилізація пестициду ТХАН. Фотометричний метод контролю / [А. П. Ранський, О. В. Гайдідей, О. В. Сандомирський, Т. М. Авдієнко] // Хімічна промисловість України. – 2004. – № 1. – С. 50 – 51.
87. Ранский А. П. Хроматографический контроль тетраметилтиурамдисульфида во вторичных растворах утилизации пестицида Тиурам / А. П. Ранский, А. В. Сандомирский // Вопросы химии и хим. технологии. – 2004. – № 2. – С. 47 – 50.
88. Екологічні та технологічні аспекти зберігання і переробки пестицидних препаратів / [А. П. Ранський, Е. М. Білецька, В. В. Лук'яненко, О. В. Сандомирський] // Медичні перспективи. – 2004. – Т. IX, № 2. – С. 116 – 119.
89. Реагентне перероблення та хроматографічний контроль вторинних розчинів пестициду “Фентіурам” / А. П. Ранський, О. В. Сандомирський, В. Г. Петрук [та ін.] // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2004. – № 3. – С. 34 – 37.
90. Реагентне перероблення пестициду ТХАН та фотометричний метод контролю вторинних відходів / А. П. Ранський, О. В. Гайдідей, О. В. Сандомирський [та ін.] // Оптико-електронні і інформаційно-енергетичні технології. – 2002. – № 2 (4). – С. 194 – 197.
91. Ранский А. П. Химия дитиокарбаматов. Сообщение I. Влияние растворителя на комплексообразование меди(0, I, II) с тиурамами и дитиокарбаматами / А. П. Ранский, И. И. Тхор, В. Г. Петрук // Вопросы химии и хим. технологии. – 2005. – № 5. – С. 42 – 45.
92. Химия дитиокарбаматов. Сообщение II. Десульфирование тиурамдисульфидов действием нуклеофильных реагентов / [А. П. Ранский, И. И. Тхор, В. Г. Петрук, О. В. Охтина] // Вопросы химии и хим. технологии. – 2005. – № 6. – С. 46 – 48.
93. Ранський А. П. Технологічні схеми реагентної переробки пестицидного препарату “Фентіурам” та його деривату “тетраетилтіурамдисульфід” (ТМТД) / А. П. Ранський, І. І. Тхор, В. Г. Петрук // Вісник ДУ Львівська політехніка. Хімічна інженерія та промислова екологія – 2006. – № 553. – С. 204 – 209.
94. Пат. 20133 А Україна, МКИ⁶ В 09 В 3/00. Спосіб переробки високотоксичних речовин / Ранський А. П., Сухий М. П., Овчаров В. І., Шаповалова Л. В., Рябченко І. В., Орел О. М. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № 95083672 ; заявл. 04.08.95 ; опубл. 25.12.97, Бюл. № 6.
95. Пат. 34805 А Україна, МКИ⁶ В 09 В 3/00. Спосіб переробки високотоксичних речовин / Ранський А. П., Панасюк О. Г., Шибітченко Л. Н., Побірченко О. В., Бойко С. Р., Сухий М. П. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № 99073882 ; заявл. 08.07.99 ; опубл. 15.03.2001, Бюл. № 2.
96. Пат. 34806 А Україна, МКИ⁶ В 09 В 3/00. Спосіб переробки високотоксичних речовин / Ранський А. П., Панасюк О. Г., Ткачук М. Ф., Побірченко О. В., Бойко С. Р., Шибітченко Л. Н., Геріна Л. С. ; заявник

- і власник патенту УДХТУ. – № 99073883 ; заявл. 08.07.99 ; опубл. 15.03.01, Бюл. № 2.
97. Пат. 25367 А Україна, МКИ⁶ В 09 В 3/00. Спосіб переробки пестицидів на основі трихлороцтової кислоти / Ранський А. П., Сухий М. П., Гайдідей О. В. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № 96010263 ; заявл. 21.03.96 ; опубл. 25.12.98, Бюл. № 6.
98. Пат. 75669 Україна, МПК7 В 09 В 3/00. Спосіб переробки пестицидних препаратів на основі похідних хлорвмісних карбонових кислот / Ранський А. П., Панасюк О. Г., Герасименко М. В., Шибітченко Л. Н. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № 2004010064 ; заявл. 08.01.04; опубл. 15.05.06, Бюл. № 5.
99. Пат. 75667 Україна, МПК7 В 09 В 3/00. Спосіб переробки пестицидних препаратів на основі похідних арилокси-, арил- та арилкарбонових кислот / Ранський А. П., Панасюк О. Г. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № 2004010057 ; заявл. 08.01.04 ; опубл. 15.05.06, Бюл. № 5.
100. Пат. 75668 Україна, МПК7 В 09 В 3/00. Спосіб переробки пестицидних препаратів на основі заміщених сим-триазинів / Ранський А. П., Панасюк О. Г., Бурмістр М. В., Лук'яненко В. В., Сандомирський О. В.; заявник і власник патенту УДХТУ. – № 2004010063 ; заявл. 08.01.04 ; опубл. 15.05.06, Бюл. № 5.
101. Пат. 75472 Україна, МПК7 В 09 В 3/00. Спосіб переробки багатоконпонентних пестицидних препаратів / Ранський А. П., Панасюк О. Г., Бурмістр М. В., Лук'яненко В. В., Шибітченко Л. Н., Сандомирський О. В. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № 2004010038 ; заявл. 08.01.04 ; опубл. 15.08.06, Бюл. № 8.
102. Пат. 75930 Україна, МПК7 В 09 В 3/00. Спосіб переробки пестицидних препаратів на основі похідних хлорвмісних карбонових кислот / Ранський А. П., Панасюк О. Г. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № 2004010065 ; заявл. 08.01.04 ; опубл. 15.06.06, Бюл. № 6.
103. Способы утилизации и регенерации запрещенных и некондиционных пестицидов / [А. М. Демченко, И. Н. Курманова, А. П. Третьяк, М. О. Лозинский] // Нові технології та обладнання по переробці промислових та побутових відходів і їх медико-екологічне забезпечення : II науково-технічн. конф, 2003 р. : тези доп. – К., 2003. – С. 68 – 71.
104. Ранський А. П. / Хлорвмісні органічні пестицидні препарати як об'єкти реагентного знешкодження / А. П. Ранський, О. А. Гордієнко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – № 5. – С. 25 – 28.

Навчальне видання

**Ранський Анатолій Петрович
Євсєєва Марія Василівна
Гордієнко Ольга Анатоліївна**

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКУМ

Навчальний посібник

Редактор О. Скалоцька

Оригінал-макет підготовлено О. Гордієнко

Підписано до друку 07.11.2011 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. др. арк. 13,7.
Наклад 300 (1-й запуск 1-100) прим. Зам. № 2011-176.

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГУК, к. 114.
Тел. (0432)59-85-32.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432)59-87-38.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.