

Програми вступних випробувань (іспитів)

Ухвалено вченою радою
Інституту біоорганічної хімії
та нафтохімії НАН України,
прот. №5 від 07.06.2017 р.

ПРОГРАМА з нафтохімії та вуглехімії

(для складання вступних іспитів до
аспірантури)

Розділ 1. НАФТОХІМІЯ

1. Елементи теоретичних засад органічного синтезу

Хімічна реакція на молекулярному рівні. Стабільні речовини та інтермедіати. Матеріальний баланс хімічних реакцій. Стехіометричний аналіз. Основні поняття хімічної кінетики. Кінетична модель хімічної реакції. Побудова кінетичних моделей реакцій, які протікають за участю стабільних речовин. Експериментальні установки для дослідження закономірностей хімічних реакцій: ідеальний періодичний реактор; реактори неперервної дії. Перебіг простих реакцій у реакторах неперервної дії. Реакція першого порядку. Незворотна реакція другого порядку за участю двох реагентів. Рівноважна реакція. Кінетика, склад продуктів і селективність складних реакцій. Інтегральний метод аналізу кінетичних кривих. Вибір умов проведення простих реакцій.

2. Вступ. Сировина та вихідні речовини органічного синтезу.

Промисловість основного органічного й нафтохімічного синтезу, її основні риси та перспективи розвитку. Основні види продуктів: проміжні речовини, мономери, пластифікатори й допоміжні речовини, синтетичне паливо та оливи, поверхнево-активні речовини, розчинники, пестициди.

3. Вихідні речовини. Парафіни, їхні технічні властивості та застосування.

Виділення низьких парафінів із природних і попутних газів. Виділення твердого й м'якого парафіну. Ізомеризація парафінів. Характеристика фракцій парафінових вуглеводнів та їхнє очищення.

4. Олефіни, їхні технічні властивості й застосування.

Теорія реакцій крекінгу та піролізу. Технологія піролізу вуглеводнів, устаткування і схеми піролізу та розділення газів, напрямки розвитку процесу. Термічний крекінг парафіну, каталітичний крекінг. Характеристика фракцій олефінів, їхнє очищення, переробка бутиленової та аміленової фракцій. Кислотна полімеризація олефінів та одержувані продукти. Алюмінійорганічний синтез олефінів і його продукти. Диспропорціонування олефінів.

5. Ароматичні вуглеводні, їхні технічні властивості й застосування.

Ароматичні вуглеводні піролізу. Коксування кам'яного вугілля та уловлювання продуктів. Теоретичні основи й технологія процесів риформінгу, одержувані продукти. Розділення продуктів ароматизації та їхнє очищення. Характеристика

фракцій ароматичних вуглеводнів. Ізомеризація поліметилбензолів і їх розділення. Одержання бензолу і нафталіну процесами деалкілування й диспропорціювання.

6. Ацетилен, його технічні властивості та застосування.

Виробництво ацетилену з карбиду кальцію і його очищення. Теоретичні основи й методи одержання ацетилену з вуглеводнів. Технологія виробництва й виділення ацетилену.

7. Окис вуглецю й синтез-газ, їхні технічні властивості й застосування.

Теоретичні основи та методи конверсії вуглеводнів. Технологія виробництва синтезу-газу і його очищення. Одержання концентрованого окису вуглецю.

8. Процеси галогенування.

Класифікація реакцій, їхні енергетичні характеристики. Галогенуючі агенти. Охорона праці при процесі галогенування. Хлорування метанових вуглеводнів та їх хлорпохідних. Теорія процесу й методи хлорування. Хлорування олефінів. Продукти й технологія заміщуючого хлорування олефінів. Хлорування ацетилену. Продукти й технологія адитивного хлорування ацетилену. Хлорування ароматичних сполук. Теоретичні основи і технологія хлорування в ароматичне ядро. Хлорування в бічний ланцюг й адитивне хлорування, теорія і технологія цих процесів. Продукти, одержувані хлоруванням ароматичних сполук.

Реакція розщеплення хлорпохідних, сполучені та комбіновані процеси. Технологія синтезу хлористого вінілу з етилену, інші застосування сполучених та комбінованих процесів.

Хлорування інших органічних сполук. Теоретичні основи, продукти і технологія хлорування спиртів, карбонільних сполук, карбонових кислот, амідів кислот. Синтез фосгену.

Процеси фторування. Фторування елементарним фтором і фторидами металів, теорія і технологія процесу. Фторування фтористим воднем, теоретичні основи процесу. Технологія виробництва фреонів. Фторорганічні мономери і методи їхнього одержання.

9. Процеси гідролізу, гідратації, дегідратації, етерифікації та амідкування.

Класифікація реакцій. Гідролізуючі агенти і каталізатори. Гідроліз і лужне дегідрохлорування хлорпохідних, теорія цих реакцій, одержувані продукти і типи реакторів. Технологія одержання епіхлоргідрину.

Етерифікація, теорія процесу та основні продукти. Типи реакторів і технологія етерифікації карбоновими кислотами, ангідридами й хлорангідридами кислот. Реакція амідкування, дегідратація, гідроліз і етерифікація амідів. Гідроліз нітрилів. Технологія одержання метилметакрилату. Ізоціанати, карбамати і дитіокарбамати. Виробництво меламіну.

Ефіри сірчаної кислоти і сірчаноокислотна гідратація олефінів. Теорія синтезу сульфатів зі спиртів і олефінів, вплив і вибір параметрів. ПАР типу алкілсульфатів, властивості та застосування, технологія їхнього виробництва. Гідроліз алкілсульфатів і продукти сірчаноокислотної гідратації. Типи реакторів і технологія виробництва.

Пряма гідратація й процеси дегідратації. Теорія прямої дегідратації олефінів, вибір умов. Технологія виробництва етанолу. Гідратація ацетилену, теоретичні основи, методи і реакційна апаратура. Реакція дегідратації з утворенням простих ефірів і насичених речовин, способи проведення процесу й продукти. Дегідратація карбонових кислот, оцтовий ангідрид і кетен.

10. Процеси алкілювання.

Класифікація реакцій та їхня енергетика. Алкілюючі агенти.

Алкілювання по атому вуглецю. Теорія реакцій алкілювання ароматичних вуглеводнів, вибір умов. Продукти й способи алкілювання, реакційні апарати. Технологія виробництва алкілбензолів. Алкілювання фенолів, вибір умов. Алкілфеноли і технологія їхнього одержання. Хімія й технологія алкілювання ізопарафінів. Ізооктан.

Алкілювання по атомах кисню, сірки й азоту. Теорія цих реакцій й одержувані продукти. Вибір умов і типи реакторів. Технологія синтезу амінів.

Процеси β -оксиалкілювання та інші реакції α -оксидів. Хімія й теоретичні основи реакції оксиетилювання, вибір умов. Продукти переробки окису етилену й пропілену, неіоногенні ПАР. Типи реакторів і технологія процесів оксиалкілювання. Інші синтези на основі α -оксидів.

Процеси вінілювання. Хімія і теоретичні основи процесу. Технологія виробництва вінілацетату. Олігомери ацетилену та їхній синтез. Вінілові ефіри. Вінілювання амідів і карбазолу.

Алкілювання по атомах інших елементів. Прямий синтез органохлорсиланів, реактори і технологія процесу. Кремнійорганічні мономери та інші продукти. Теоретичні основи і технологія синтезу алюмініїтриалкілів, їхнє застосування. Виробництво тетраетилсвинцю.

11. Процеси сульфування і нітрування.

Сульфування ароматичних сполук, теорія процесу, сульфуючі агенти. Вибір умов і типи реакторів. Продукти сульфування, ПАР типу алкіларилсульфонатів, технологія їхнього виробництва. Сульфування парафінів, хімія й теоретичні основи реакції сульфохлорування і сульфоокислення. ПАР типу алкілсульфонатів і технологія їхнього виробництва.

Нітрування. Хімія і теоретичні основи нітрування ароматичних сполук, технологія синтезу нітросполук. Нітрування олефінів і ацетилену. Хімія і технологія нітрування парафінів. Нітропарафіни.

12. Процеси окиснення.

Класифікація реакцій, окиснюючі агенти. Енергетичні характеристики реакцій. Охорона праці в процесах окиснення.

Процеси гомогенного окиснення. Окиснення нижчих парафінів у газовій фазі. Рідиннофазне окиснення н-бутану і бензину. Технологія одержання синтетичних жирних кислот. Окиснення нафтенів, основні закономірності процесу, отримувані продукти. Технологія окиснення циклогексану і одержання адипінової кислоти. Циклічні кетони та аліфатичні дикарбонові кислоти. Окиснення альдегідів, основні закономірності процесу та продукти. Одержання оцтової кислоти. Технологія спільного виробництва оцтової кислоти і оцтового ангідриду. Окиснення вуглеводнів до гідропероксидів, основні закономірності процесу. Технологія одержання гідропероксидів. Технологія кумольного способу синтезу фенолу та ацетону. Інші методи одержання фенолу та їхнє порівняння. Окиснення бічних ланцюгів ароматичних сполук і карбонові кислоти, основні закономірності реакції та продукти. Технологія одержання диметилтерефталату. Інші способи одержання ароматичних полікарбонових кислот.

Процеси гетерогеннокаталітичного окиснення, їхній механізм, кінетика і каталіз, селективність, вибір умов і типу реакційних апаратів. Окиснення олефінів по насиченому атому вуглецю, основні закономірності процесу і одержувані продукти. Реакція окисного аммонолізу, її теоретичні основи, закономірності та одержувані продукти. Технологія одержання акрилонітрилу. Синильна кислота. Парофазне окиснення ароматичних сполук в ангідриди кислот, основні закономірності процесу і одержувані продукти. Технологія виробництва оксиду етилену, порівняння методів його одержання.

Окиснення олефінів з металокомплексними каталізаторами. Реакція епоксидування, її наукові основи та закономірності. Комбіновані синтези, засновані на

епоксидуванні олефінами, їхня технологія. Окиснення олефінів з паладієвим каталізатором, теоретичні основи і закономірності процесу. Одержувані продукти й технологія їхнього виробництва.

13. Процеси дегідрування та гідрування.

Класифікація реакцій, механізми, каталіз і кінетика реакцій. Основи вибору параметрів гідрування і дегідрування. Процеси дегідрування. Дегідрування та окиснювальне дегідрування спиртів. Основні закономірності процесу і одержувані продукти. Технологія виробництва формальдегіду. Дегідрування алкілбензолів, хімія і методи одержання стиrolу та його гомологів. Технологія виробництва стиrolу. Дегідрування парафінів, основні закономірності процесу. Зіставлення методів одержання дивінілу та ізопрену. Технологія двохстадійного одержання бутадієну та ізопрену. Одностадійний процес і його закономірності. Технологія розділення сумішей і виділення дієнів. Процеси окиснювального дегідрування.

Процеси гідрування. Хімія й основні закономірності реакцій гідрування. Гідрування вуглеводнів по подвійному, потрійному та ароматичному зв'язках. Реакції ароматичного перерозподілу водню. Гідрування й селективне гідрування спиртів, карбонільних сполук, нітрилів, нітросполук. Реакція гідроамонілізу. Деструктивне гідрування. Технологія процесів гідрування. Рідиннофазове гідрування, його параметри й типи реакторів. Технологія одержання вищих спиртів з кислот. Газофазове гідрування, його параметри й типи реакторів. Технологія гідрування бензолу в циклогексан. Загальні риси технології гідрування.

14. Синтези на основі оксиду вуглецю.

Класифікація реакцій. Синтези з оксиду вуглецю та водню, їхні умови та одержувані продукти. Теоретичні основи і технологія виробництва метанолу.

Оксосинтез, його хімія і теоретичні основи, одержувані продукти. Вибір умов і схеми реакційних вузлів оксосинтезу альдегідів. Технологія процесу.

Процеси карбоксилування, хімія й теоретичні основи реакції. Карбоксилування спиртів і простих ефірів. Одержання мурашиної кислоти та її ефірів.

Конденсацій по карбонільній групі. Класифікація реакцій, їхні теоретичні основи.

15. Кислотно-каталітичні та основно-каталітичні процеси.

Конденсація карбонільних сполук з ароматикою, хімізм та продукти реакції. Технологія синтезу ДДТ і дифенілпропану. Реакція хлорметилування. Синтез ацеталів і реакція Принса. Хімія і технологія одержання ізопрену з бутілену. Конденсація карбонільних сполук з азотистими основами, хімізм і продукти реакції. Синтез оксимів та їх перегрупування в лактами. Технологія виробництва капролактаму, інші методи його одержання.

Хімія альдольної конденсації, одержувані продукти. Вибір умов реакції і типи реакторів. Технологія виробництва 2-етилгексанолу і пентаеритриту. Синтез ціангідридів і вінілпіридинів. Алкінольний синтез, хімія і технологія процесу, одержувані продукти.

16. Реакція метатезису.

Метатезис олефінів

Метатезис олефінів: каталізатори, механізми. Основні типи реакцій метатезису. Промислові процеси.

17. Кластерний каталіз

Кластерний каталіз: уявлення про кластери металів, приклади каталітичних механізмів.

18. Альтернативна сировина для нафтохімічного синтезу

Методи переробки вугілля до вуглеводневої сировини (термічне розчинення, гідрозрідження, деструктивне гідрування). Газифікація вугілля. Напівкоксування та коксування. Коксова смола – джерело ароматичної сировини. Вугілля – альтернатива нафті та природному газу як сировині нафтохімічної промисловості. Використання оксиду вуглецю у виробництві палив та нафтохімічної сировини. Процес Фішера-Тропша. Сучасні уявлення про механізм процесу Фішера-Тропша.

Метанол - паливо та сировина для нафтохімічного синтезу. Перетворення метанолу до вуглеводнів. Прості метилові ефіри - добавка до бензинів.

Біоресурси – потенційна сировина для органічного та нафтохімічного синтезу.

19. Біопалива

Біодизельне паливо. Вихідна сировина. Хімізм технологічних процесів. Біобензини. Вихідна сировина. Рецептури бензинів. Плюси і мінуси застосування біобензинів.

Розділ 2. ВУГЛЕХІМІЯ

1. Вступ

Тверде паливо - джерело теплової й електричної енергії та хімічної сировини. Коротка історія розвитку хімічної технології палива. Найважливіші родовища горючих копалин. Ресурси горючих копалин в Україні та різних країнах світу. Видобуток і споживання різних видів горючих копалин в Україні, та інших країнах.

Перспективи розвитку видобутку і термічної переробки різних видів горючих копалин в Україні. Основні напрямки і методи переробки горючих копалин для одержання високоякісних палив і хімічної сировини.

а. Хімія твердих горючих копалин (ТГК)

Загальна систематика різних ТГК та їх визначальні ознаки (торф, буре вугілля, кам'яне вугілля, антрацити, сапропелі, богхеда, горючі сланці). Стадії розвитку ТГК (торфова, буровугільна, кам'яновугільна). Походження ТГК. Вуглеутворювачі. Походження петрографічних компонентів. Походження гумусового вугілля і сапропелів. Змішане вугілля. Смужчате вугілля.

Відомі способи класифікації викопного вугілля (Потон'є, Жемчужнікова, Гінзбург, Стаднікова, Грюнера, Стопс, Караваєва та ін.). Характеристика ТГК за даними їх технічного аналізу. Волога, мінеральні компоненти та зольність вугілля. Вихід летких речовин з ТГК. Характеристика твердого нелеткого залишку. Загальна сірка та види сірчистих сполук у вугіллі. Умовна та істинна органічна (горюча) маса вугілля. Залежність між даними технічного аналізу і хімічною природою, зрілістю і складом горючих копалин.

Характеристика ТГК за даними елементного аналізу. Взаємозв'язок між даними елементного аналізу і хімічною природою ТГК. Класифікація вугілля за даними елементного складу. Елементний склад і теплота згоряння ТГК.

Взаємодія ТГК з різними розчинниками і хімічними реагентами. Дія на ТГК різних органічних розчинників (бензол, антраценові масла, піридин та ін.) і хімічних реагентів (мінеральні кислоти, луги, галоїди та ін.). Груповий хімічний склад різних видів ТГК. Гумінові кислоти. Гірський віск. Бітуми. Термобітуми вугілля.

Молекулярна структура ТГК. Фізичні та фізико-хімічні методи дослідження (рентгеноструктурний аналіз, електронна та оптична мікроскопія, ІЧС, ЕПР, ЯМР, діелькометрія). Вивчення фізико-механічних, теплофізичних і електрофізичних властивостей. Можливості використання методів хімії ВМС. Вивчення хімії та механізму термохімічних перетворень вугілля. Сучасні уявлення про молекулярну структуру речовин різних видів ТГК. Молекулярна структура (МС) та надмолекулярна

організація (НМО) природного вугілля. Хімічні зв'язки у вугіллі.

Відомі моделі макромолекули вугілля (Стаднікова, Касаточкіна, Гівена, Ван-Кревелена, Вайзера, Соломона, Лазарова, Шинна та ін.). Двофазна модель структури вугілля. Характер взаємодій між фазами (Маржец). Модель самоасоційованого мультимеру з тримірною структурою (Гагарін, Скрипченко, Кричко). Модель вітренізованої органічної маси вугілля (ОМВ) як “лабільної поліспряженої надненасиченої структури переважно неароматичного характеру” (Рус'янова).

Наукові та промислові класифікації ТГК. Міжнародна класифікація кам'яного і бурого вугілля. Підготовка твердого палива до переробки та контроль якості. Теоретичні основи збагачення ТГК, їх знесірчення.

в. Теоретичні основи процесу термічної деструкції ТГК

Закономірності піролізу твердих палив в ізотермічних та неізотермічних умовах. Вплив температури і часу нагрівання на ступінь розкладання ТГК. Вплив на процес термічної деструкції палив їх природи, швидкості нагрівання, розміру частинок, тиску, складу газового середовища. Два основні етапи термічної обробки палив: прогрівання паливної маси і процес, що включає фізико-хімічні зміни органічної маси палива.

Методи дослідження швидкоплинних (10^{-1} , 10^{-4} с.) реакцій та процесів деструктивного піролізу органічної речовини палив зі швидкостями нагрівання на декілька порядків більшими, ніж ті, що використовуються для цих цілей у промисловості. Високо швидкісний процес розкладання палив.

Гомогенні і гетерогенні реакції піролізу твердих палив. Якісний та кількісний вихід продуктів термічної деструкції палив як результат хімічних реакцій та фізичних змін реакційного середовища. Визначення макрокінетичних характеристик піролізу палив в ізотермічних та неізотермічних умовах. Ланцюговий та радикально-ланцюговий механізми процесу деструкції і ущільнення вуглецевої маси. Автокатализ у процесі піролізу пекових матеріалів.

Сучасні методи дослідження механізму і кінетики процесу деструкції органічних речовин твердих палив. Визначення кінетичних характеристик розкладання твердих палив дериватографічним методом у низькотермічному режимі.

с. Теоретичні основи процесу газифікації палив і конверсії вуглеводневих газів

Хімічна рівновага основних реакцій вуглецю з газами. Кінетичний метод інтерпретації хімічних рівноваг. Розрахунок рівноважного складу газу в процесі взаємодії вуглецю з газами. Хімічна рівновага в неідеальних газових сумішах.

Механізм реакції вуглецю з газами і реакцій конверсії вуглеводневих газів. Зворотні, послідовні та паралельно-послідовні реакції процесу взаємодії вуглецю з газами і конверсії вуглеводневих газів. Схема механізму реакції вуглецю з CO_2 , H_2O , O_2 . Хімічна адсорбція. Утворення і розпад твердого поверхневого комплексу. Гальмівна дія продуктів реакції. Ланцюговий механізм реакцій вуглецю з газами. Кінетичні рівняння, що базуються на поняттях про механізм реакцій вуглецю з газами.

Основні дифузійно-кінетичні теорії процесів горіння та газифікації твердих палив. Пайова участь окремих реакцій в сумарному процесі. Залежність сумарної швидкості процесу від хімічних і фізичних факторів. Визначення основних кінетичних характеристик реакцій вуглецю з газами. Виведення кінетичних рівнянь з урахуванням зміни об'єму газо-вої фази при реагуванні для зворотних, послідовних та паралельно-послідовних реакцій вуглецю з газами. Кінетичний метод визначення констант рівноваги реакцій вуглецю з газами.

Розрахунок реакційної зони в ізотермічних умовах. Розрахунок реакційної

зони в неізотермічних умовах. Види неізотермічності. Тепловий режим ендотермічних та екзотермічних реакцій. Система рівнянь для визначення концентрацій, температури газу і твердої фази у реакційній зоні. Розрахунок процесу реагування вуглецю з газами в нестационарних і неізотермічних умовах.

d. Технологія термохімічної деструкції ТГК без доступу повітря

Вплив способу обігріву на вихід і якість продуктів термічної переробки палив та їх використання. Коксовий залишок (напівкокс), первинна смола, газ, підсмольна вода.

Особливості технології переробки горючих сланців. Хімічні продукти переробки сланців. Термічна переробка сланців з твердим теплоносієм. Особливості технології термічної деструкції торфу і способи його прямого використання.

Енерготехнологічні методи використання палив. Необхідні умови сполучення енергоустановок з промисловими печами термічної переробки палив. Висока інтенсивність процесу. Керівництво процесом. Одержання висококалорійного газу і високоякісних малокомпонентних рідких продуктів. Енерготехнологічні методи термічної обробки сланців. Комплексне енерготехнологічне використання палив в умовах нової структури паливного балансу. Хімічні продукти термічної переробки бурого вугілля і торфу та їх характеристики як сировини для синтезу.

Використання вугілля, торфу, горючих сланців та продуктів їх переробки у сільському господарстві. Гумінові добрива, гербіциди та ін.

Напівкоксування та коксування. Основні технології. Вплив швидкості нагріву, температури та типу вугілля. Відомі способи напівкоксування та коксування кам'яного вугілля. Процеси, що відбуваються при коксуванні спікного вугілля та вугільних шихт. Складання вугільних шихт. Пластичний стан як результат термічної деструкції вугілля. Спучування і тиск розпирання. Спікання, перетворення напівкоксів у кокс. Усадка і тріщиноутворення. Виділення газоподібних продуктів на різних стадіях процесу коксування. Спікання, спікна і коксівна здатність кам'яного вугілля та методи їх визначення. Вплив різних факторів на процес коксування. Оцінка якості коксу. Сучасна технологія виробництва коксу. Шляхи розширення сировинної бази коксування.

Хімічні продукти напівкоксування і коксування вугілля. Конденсація та уловлювання. Добування сирого бензолу. Процеси ректифікації, кристалізації, адсорбції. Одержання концентрованого аміаку і сульфату амонію. Кам'яновугільна смола. Методи її переробки.

e. Беззалишкова газифікація палив

Газифікація палив як метод беззалишкового використання органічної маси палив. Сировина для одержання газів (тверді і рідкі палива, природні газы, супутні газы і газы нафтодобування, нафтопереробки). Основні шляхи розвитку газифікації твердих палив. Інтенсивність процесу. Енергетичний ККД. Аналіз недоліків і можливостей інтенсифікації та підвищення економічної ефективності виробництва газів з твердих палив. Фізико-хімічні основи процесу. Автотермічні та алотермічні процеси.

Характеристика процесу газоутворення в пиловидному факелі, у киплячому шарі і в щільному шарі палива. Недоліки сучасних промислових методів виробництва газу. Необхідність включення в енерготехнологічну схему газогенераторного процесу.

Газифікація парогазових продуктів, що утворюються при термічному розпаді бурого вугілля. Методи виробництва повітряних, пароповітряних, водяного і парокисневого газів із пиловидного, дрібнозернистого та шматкового палива.

Характеристика рідких палив, що використовуються для газифікації. Виробництво газів з рідких палив для синтезу спиртів і аміаку. Одержання олефінів і

ацетиленових вуглеводнів. Газифікація рідких палив під високим тиском. Основні показники газифікації палив.

f. Деструктивна гідрогенізація палив і синтез вуглеводнів з водню та оксиду вуглецю

Особливості та призначення процесів деструктивної гідрогенізації. Хімічні основи процесу. Оцінка придатності вугілля для гідрогенізації. Каталізатори і технологічні параметри деструктивної гідрогенізації. Ступінчата деструктивна гідрогенізація смол і нафтових залишків. Рідиннофазова і парофазова гідрогенізація. Вихід і характеристика продуктів гідрогенізації. Одержання хімічних продуктів методом гідрогенізації палив. Сумісна гідрогенізація вугілля і нафт. Промислове гідрогенізаційне обладнання.

Гідрогенізація індивідуальних речовин. Нові перспективні напрямки деструктивної гідрогенізації ТГК та їх економічна доцільність.

Фізико-хімічні основи процесу синтезу вуглеводнів з CO і H₂. Вимоги до газу, що надходить на синтез. Каталізатори процесу синтезу. Механізм дії каталізаторів. Принципова схема синтезу при атмосферному та середньому тиску. Характеристика продуктів синтезу. Методи переробки продуктів синтезу.

g. Інші методи переробки горючих копалин

Екстракція ТГК органічними розчинниками. Вихід, склад і властивості бітумів у залежності від виду сировини та умов екстракції. Каталітична екстракція. Механізм процесу. Каталізатори.

Окислення ТГК. Види окислювачів, вплив умов окислення на склад і вихід продуктів. Використання продуктів окислення ТГК.

h. Технологія вуглеграфітових матеріалів

Властивості матеріалів на основі вуглецю (фізичні, електричні, магнітні, механічні і хімічні), їх використання. Електроди металургійних, електрохімічних і хімічних виробництв. Вогнестійкі вироби. Електровугільні вироби (щитки, освітлювальне вугілля). Антифрикційні матеріали. Вуглецеві волокна і тканини. Скловуглець. Використання графіту для синтезу штучних алмазів.

Сировинні матеріали (наповнювачі та зв'язуючі). Технологія вуглеграфітових матеріалів. Прогартовування вуглеграфітових матеріалів. Подрібнення і розсіювання вуглецевих матеріалів. Технологія приготування мас. Змішування. Пресування. Випал вуглеграфітових матеріалів. Одержання вуглецевих тканин та волокон. Одержання скловуглецю. Перспективи розвитку техніки та промисловості. Матеріали на основі вуглецю.

i. Охорона навколишнього середовища в процесах переробки твердих палив

Законодавчі заходи в Україні у відношенні захисту природи. Основні джерела забруднення атмосфери, водних джерел, ґрунту на підприємствах хімічної переробки палива і вуглецю. Перспективи переходу до безстічного ведення технологічних процесів. Безтрубна, безвідходна технологія.

**Рекомендована
література**

До розділу 1 - НАФТОХІМІЯ

1. Добрянский А. Ф. Химия нефти.- Л.: Гостоптехиздат, 1961.
2. Жермен Д. Каталитические превращения углеводородов.- М. : Мир, 1972
3. Катализ в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. В 3-х кн./ Под ред. П. Х. Эммета.- М. : Гостоптехиздат, 1961-1963.
4. Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза.- М. : Химия, 1975.
5. Лебедев Н. Н., Манаков М. Н., Швец В. Ф. Теория технологических процессов основного органического и нефтехимического синтеза.- М. : Химия, 1975.
6. Новые процессы органического синтеза/ Под ред. С. П. Черных.- М. : Химия, 1989.
7. Папок К. К., Рагозин Н. А. Словарь по топливу, маслам, смазкам, присадкам и специальным жидкостям.- М. : Химия, 1975.
8. Петров А. А. Химия нафтеннов. Химия алканов.- М. : Наука, 1971, 1974.
9. Печуро Н. С., Капкин В. Д., Пехин О. Ю. Химия и технология синтетического жидкого топлива и газа.- М. : Химия, 1986.
10. Робертс Дж., Касерио М. Основы органической химии. В 2-х ч.- М. : Мир, 1968.
11. Санин П. И., Гальперн Г. Д. Углеводороды нефти. Гетероатомные компоненты нефти// Успехи химии.- 1976.- № 8.- С. 1361-1427.
12. Сергиенко С. Р. Високомолекулярные соединения нефти.- М. : Химия, 1964.
13. Справочник нефтепереработчика/ Под ред. Г. А. Ластовкина, Е. Д. Радченка, М. Г. Рудина.- Л. : Химия, 1986.
14. Тимофеев В. С., Серафимов Л. А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза.- М. : Химия, 1992.
15. Химия цеолитов и катализ на цеолитах. В 2-х т./ Под ред. Дж. Рабо.- М.: Мир, 1980.
16. Черный М. Р. Производство мономеров и сырья для нефтехимического синтеза.- М. : Химия, 1975.

До розділу II - ВУГЛЕХІМІЯ

1. Бирюков Ю. В. Термическая деструкция спекающихся углей.- М.: Металлургия, 1980.
2. Железнова Н. Г., Кузнецов Д. Я., Матвеев А. К. и др. Запасы углей стран мира.- М. : Недра, 1983.
3. Кричко А. А., Лебедев В. В., Фарберов И. Л. Нетопливное использование углей.- М.: Недра, 1978.
4. Лазаров Л., Ангелова Г. Структура и реакции угля.- София: Изд-во БАН, 1990.
5. Кучер Р. В., Компанец В. А., Бутузова Л. Ф. Структура ископаемых углей и их способность к окислению.- К.: Наук. думка, 1980.
6. Липович В. Г., Калабин Г. А., Калечиц И. В. и др. Химия и переработка угля.- М.: Химия, 1988.
7. Нестеренко Л. Л., Бирюков Ю. В., Лебедев В. А. Основы химии и физики горючих ископаемых.- К.: Вища шк., 1987.
8. Печуро Н. С., Капкин В. Д., Песин О. Ю. Химия и технология синтетического жидкого топлива и газа.- М.: Химия, 1986.
9. Саранчук В. И. Окисление и самовозгорание угля.- К.: Наук. думка, 1982.
10. Саранчук В. И., Айруни А. Т., Ковалев К. Е. Надмолекулярная организация, структура и свойства угля.- К.: Наук. думка, 1988.
11. Саранчук В. И., Бутузова Л. Ф., Минкова В. Н. Термохимическая деструкция бурых углей.- К.: Наук. думка, 1993.

12. Саранчук В. И., Русчев Д., Семенов В. К. и др. Окисление и самовозгорание твердого топлива.- К.: Наук. думка, 1994.
14. Скляр М. Г. Физико-химические основы спекания угля.- М.: Metallurgy, 1984.
15. Справочник коксохимика// Под ред. А. К. Щелкова.- М.: Metallurgy, 1966.
16. Тайц Е. М., Андреева И. А. Методы анализа и испытания углей.- М.: Недра, 1983.
17. Химические вещества из угля// Под ред. И. В. Калечица.- М.: Химия, 1980.10
18. Шулепов Е. В. Физика углеродных материалов.- Челябинск: Metallurgy, 1