

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Лисичанський нафтохімічний технікум»

ІЗОМЕРИЗАЦІЯ ЛЕГКОГО БЕНЗИНУ

Методична розробка відкритого заняття
з навчальної дисципліни «Хімія і технологія нафти і газу» для вищих навчальних
закладів I – II рівнів акредитації денної форми навчання
спеціальність 5.05130103 «Переробка нафти і газу»

Ізомеризація легкого бензину. Методична розробка відкритого заняття з навчальної дисципліни «Хімія і технологія нафти і газу» для вищих навчальних закладів I – II рівнів акредитації денної форми навчання спеціальність 5.05130103 «Переробка нафти і газу».

Розробник:

Сергієнко І.В. – викладач першої категорії Державного вищого навчального закладу
«Лисичанський нафтохімічний технікум»

Рецензент:

Бочкарьова Л.В. – голова циклової комісії, викладач вищої категорії Державного
вищого навчального закладу «Лисичанський нафтохімічний
технікум»

Розглянуто цикловою комісією спеціальних технологічних дисциплін

Протокол № _____ від «___» _____ 2018 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА ВІДКРИТОГО ЗАНЯТТЯ	7
ВИСНОВКИ	22
ЛІТЕРАТУРА	23

ВСТУП

В світовому виробництві автомобільних бензинів спостерігається постійна тенденція до посилення вимог не тільки їх експлуатаційних, але й екологічних характеристик. При цьому міжнародні та вітчизняні нормативні акти на автобензини суттєво обмежують вміст бензолу, ароматичних вуглеводнів, олефінових вуглеводнів та сірки.

В Україні діє стандарт ДСТУ 7687:2015 «Бензини автомобільні Євро. Технічні умови», в якому визначаються вимоги до якості автомобільних бензинів, що відповідають екологічним класам Євро-3, 4 і 5. В цих бензинах вміст ароматичних вуглеводнів не повинен перевищувати 35% об'ємних, а максимальний вміст бензолу обмежується 1%.

З 1 січня 2011 року в США введені в дію нормативні вимоги Mobile Source Air Toxics (MSAT II), які обмежують вміст бензолу в бензині до 0,62% [1].

В Європейському союзі та інших розвинутих країнах також прийняті жорсткі норми щодо токсичності відпрацьованих газів автомобілів з бензиновими і дизельними двигунами, які регламентують вміст монооксиду вуглецю, двоокису сірки, оксидів азоту та вуглеводнів.

Окрім виконання екологічних вимог, необхідно постійно нарощувати випуск бензину з октановим числом 92, 95 і вище, попит на які безперервно зростає.

У зв'язку з цим, розвиток процесу ізомеризації – один з ефективних способів вирішення даної проблеми, який дозволяє отримати товарний бензин, що відповідає діючим стандартам та забезпечує необхідну гнучкість виробництва [1].

Методична розробка відкритого заняття «Ізомеризація легкого бензину» допоможе викладачам застосовувати в своїй роботі активні методи, прийоми і способи викладання нового матеріалу та формувати сталі знання, вміння та навички у студентів вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА ВІДКРИТОГО ЗАНЯТТЯ

Тема. Ізомеризація легкого бензину.

Мета: сформувати у студентів знання з технології ізомеризації легкого бензину: пояснити призначення процесу ізомеризації; ознайомити з каталізаторами процесу; визначити сировину процесу та вимоги до неї; ознайомити з асортиментом продукції установки; розглянути технологічні схеми процесу ізомеризації легкого бензину; пояснити устрій та принцип дії основного обладнання. Розвивати у студентів вміння логічно мислити, аналізувати, порівнювати, робити висновки. Вдосконалювати навички роботи з технологічними схемами, виховувати у студентів інтерес до обраної професії.

Обладнання: мультимедійний комплекс, роздавальний матеріал.

Тип заняття: лекція.

Методична мета: методика проведення лекції з використанням інформаційно-комунікативних технологій та зворотного зв'язку.

Міжпредметні зв'язки: органічна хімія, процеси і апарати нафтогазопереробки, обладнання нафтопереробної та нафтохімічної промисловості, основи технології нафтохімічного синтезу, технічний аналіз, дипломне проектування.

Структура заняття:

1. Організаційний момент
2. Мотивація навчальної та пізнавальної діяльності студентів
3. Актуалізація опорних знань.
4. Реалізація теми заняття (за планом)
5. Підсумки заняття
6. Домашнє завдання

ХІД ЗАНЯТТЯ

1 Організаційний момент

Привітання, перевірка відсутніх, перевірка готовності до заняття.

2 Мотивація навчальної та пізнавальної діяльності студентів

Сьогодні на занятті ми завершуємо вивчення процесів підготовки газів до переробки та процесів виробництва високооктанового бензину з нафтових газів та легких бензинових фракцій.

Ви вже знаєте, що нафтопереробне підприємство під час виробництва нафтопродуктів отримує велику кількість нафтозаводських газів, які використовуються як паливо для технологічних печей нафтопереробного заводу або реалізуються як товарний продукт.

Але окрім вуглеводневих газів, в якості побічних продуктів, на підприємстві отримують нафтові фракції, які не можна реалізувати одразу. Вони потребують додаткової переробки.

Наприклад, при переробці бензинових фракцій на нафтопереробному заводі отримують легкі фракції, які не можна піддавати процесу риформування.

Давайте згадаємо, на які вузькі фракції поділяють бензин прямої перегонки? Хто може сказати, чому ми не можемо фракцію ПК-70°C подавати в процес риформінгу?

Фракція ПК – 70°C. Вона містить вуглеводні ряду $C_5 - C_6$, які в умовах процесу каталітичного риформінгу не утворюють цінні ароматичні вуглеводні

Сьогодні ми вивчимо, як можна ефективно використовувати легкі бензинові фракції, щоб отримати максимальну ефективність від роботи нафтопереробного підприємства. Отже, тема сьогоднішнього заняття «Ізомеризація легкого бензину».

3 Актуалізація опорних знань

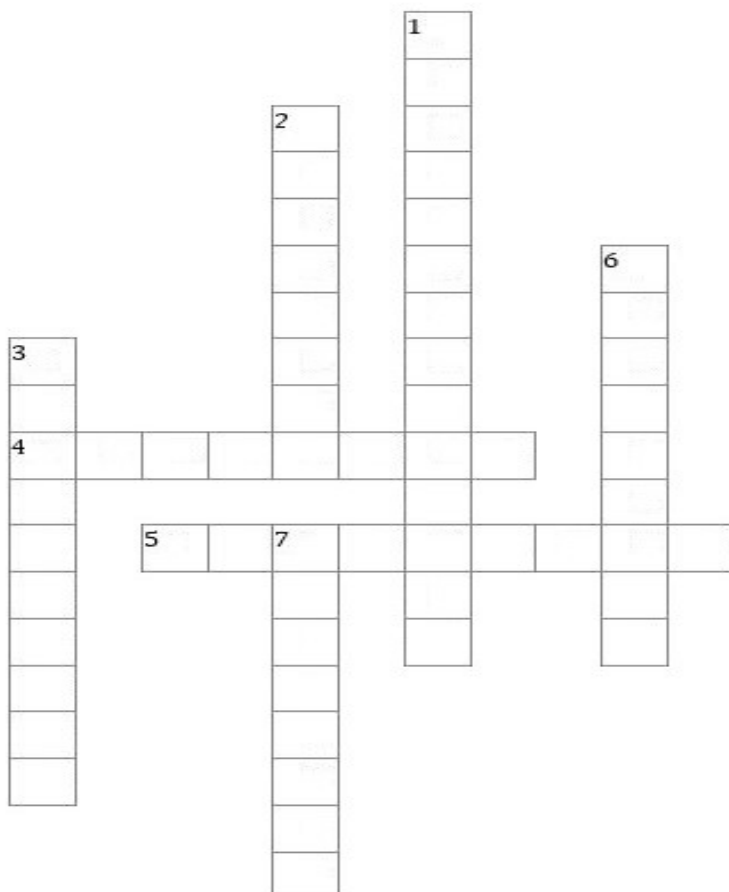
Перш ніж розглядати процес ізомеризації легкого бензину, давайте згадаємо вже відому вам інформацію. Для цього пропоную розгадати кросворд.

За горизонталлю:

- 4 Як називається число, що характеризує детонаційну стійкість бензину і вказує на вміст ізооктану в суміші з н-гептаном в автомобільному паливі.
- 5 Назвіть явище, яке виникає при нерівномірному згоранні палива в двигуні внутрішнього згорання.

За вертикаллю:

- 1 Назвіть процес, який використовують для приготування товарних нафтопродуктів.
- 2 Октанове число цього вуглеводня прийнято за 100 одиниць (детонації зовсім немає).
- 3 Вміст яких вуглеводнів суворо обмежується в автомобільних бензинах у відповідності до ДСТУ 7687:2015 «Бензини автомобільні Євро. Технічні умови».
- 6 Процес, який дозволяє отримати високооктановий компонент товарних бензинів за рахунок утворення ароматичних вуглеводнів.
- 7 Який вплив чинять ароматичні вуглеводні на організм людини.



За горизонталлю:

4. октанове
5. детонація

За вертикаллю:

1. компаундування
2. ізооктан
3. ароматичні
6. риформінг
7. токсичні

4 Реалізація теми заняття

Розгляд теми заняття здійснюється за наступним планом:

План заняття:

1. Призначення, сировина та готова продукція процесу ізомеризації.
2. Каталізатори та хімізм процесу ізомеризації.
3. Основні технологічні параметри процесу ізомеризації легкого бензину.
4. Технологічна схема та основне обладнання установки ізомеризації.

Питання 1. Призначення, сировина та готова продукція процесу ізомеризації

У відповідності до сучасних вимог стандартів на автомобільні бензини, в них повинно бути не більше 35% ароматичних з'єднань, не більше 1% бензолу і не більше 14% олефінів.

Тому при приготуванні товарних автомобільних бензинів необхідно суворо дотримуватись співвідношення між бензиновими фракціями різних технологічних процесів і обов'язково розбавляти каталізати високооктановими неароматичними компонентами (рисунок 1) [1].

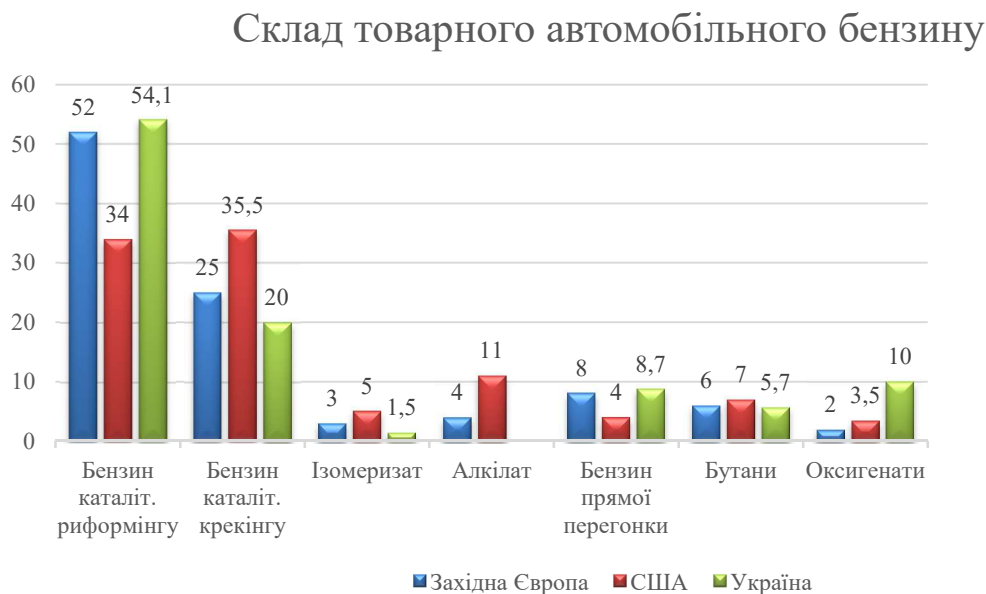


Рисунок 1 – Склад товарного автомобільного бензину

У зв'язку з цим розвиток процесів ізомеризації – один з найбільш ефективних способів вирішення проблеми отримання товарного бензину, що буде відповідати діючим та перспективним вимогам до палив та забезпечувати необхідну гнучкість виробництва.

Цільове призначення процесу ізомеризації – отримання високооктанових компонентів автомобільних бензинів.

Сировиною установки ізомеризації є легка бензинова фракція ПК – 70°C, що надходить з установки первинної переробки нафти.

Основними товарними продуктами є ізопентанова фракція і стабільний ізомеризат. Крім того, на установці виділяють пропан-бутанову та гексанову фракції, а також вуглеводневий газ.

Ізопентанова фракція, як і стабільний ізомеризат, використовується як високооктанова добавка до автомобільних бензинів.

Пропан-бутанова фракція використовується як сировина для виготовлення зрідженого побутового газу.

Гексанова фракція використовується у якості компоненту автобензину товарних марок або як рециркулят процесу ізомеризації.

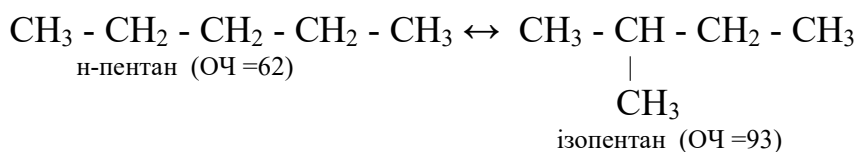
Вуглеводневий газ поступає у паливну мережу заводу і використовується як паливо для технологічних печей підприємства [2].

Питання 2. Каталізатори та хімізм процесу ізомеризації

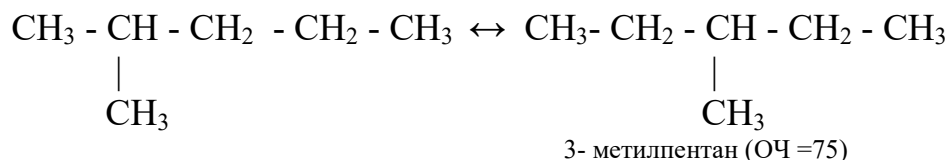
У процесі ізомеризації відбувається перегрупування молекулярної структури нормальних парафінів C₅-C₆ у парафіни ізо-будови з більш високим октановим числом, що здійснюється на каталізаторі в середовищі воденьвмісного газу (ВМГ).

Основні реакції процесу ізомеризації:

а) перетворення парафінових вуглеводнів нормальної будови в розгалужені:

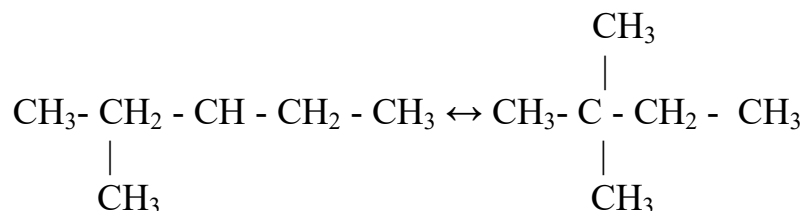


б) переміщення метильного радикала уздовж вуглеводневого ланцюга:



3- метилпентан (ОЧ=75)

в) зміна числа метильних груп у бічних ланцюгах розгалужених вуглеводнів:

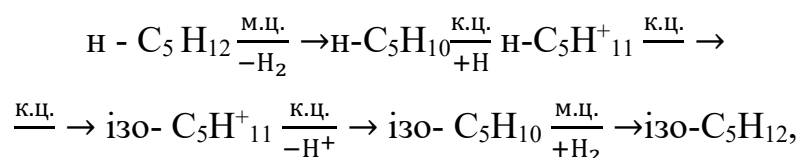


2,2- диметилбутан (ОЧ=92)

Окрім цільових, в процесі ізомеризації протікають побічні реакції:

- гідрокрекінг;
- коксування.

Каталізатори, що використовуються в процесі ізомеризації повинні впливати на перебіг реакцій дегідрування, гідрування та ізомеризації, оскільки процес ізомеризації протікає за наступною схемою:



де м.ц. – металеві центри каталізатору;

к.ц. – кислотні центри каталізатору.

Спочатку відбувається дегідрування н-алкану на металевих центрах каталізатору. Алкен, що утворився на кислотному центрі (к. ц.) перетворюється у карбоній-іон, що легко ізомеризується.

Ізомерні карбоній-іони, повертаючи протон кислотному центру каталізатора, перетворюються у відповідні алкени, які потім гіднуються на металевих центрах (м.ц.) каталізаторів ізомеризації.

У сучасних біфункціональних каталізаторах ізомеризації н-алканів як металевий компонент використовується платина і паладій.

Як носій можуть використовуватись хлорований оксид алюмінію або сульфатований оксид цирконію.

Каталізатори, що містять хлорований оксид алюмінію найбільш активні та забезпечують найбільший вихід та октанове число ізомеризату. Але вони здатні втрачати хлор, внаслідок чого їх активність знижується. Тому необхідно передбачати введення в сировину хлормісних з'єднань для підтримки високої активності каталізатору. Суттєвим недоліком цих каталізаторів є те, що вони дуже чутливі до каталітичних отрут (кисневмісних з'єднань, води та азоту) і потребують обов'язкового попереднього гідроочищення та осушення сировини. Крім того виникають проблеми з регенерацією. До каталізаторів, що містять хлорований оксид алюмінію належать марки ATIS-2L та НИП-3А.

Каталізатори, що містять сульфатовані оксиди металів в останні роки отримали найбільше поширення, оскільки вони поєднують в собі високу активність, стійкість до каталітичних отрут, здатність до регенерації. Це каталізатори марки CI-2 та PI-242.

Єдиний недолік цих каталізаторів – необхідність подачі воденьвмісного газу. За його відсутності активні центри каталізатору, як металеві, так і кислотні, швидко отруюються у результаті закоксовування каталізатору. Для запобігання перебігу побічних реакцій крекінгу процес проводиться під підвищеним тиском при циркуляції воденьвмісного газу [1].

Питання 3. Основні технологічні параметри процесу ізомеризації легкого бензину

На перебіг процесу ізомеризації та вихід цільового продукту впливають наступні параметри:

- температура;
- тиск;
- об'ємна швидкість подачі сировини;
- кратність циркуляції воденьвмісного газу;
- активність каталізатору.

Параметри процесу залежать від типу каталізатору, який застосовується в процесу. Розглянемо значення основних параметрів ізомеризації при проведенні процесу на каталізаторі CI-2 [2].

Розглянемо таблицю 1 і визначимо, які температури є оптимальними для процесу ізомеризації.

Таблиця 1 – Залежність виходу продуктів реакції від температури процесу

Вуглеводень	Склад, % мольн.				
	при 25°C	при 127°C	при 227°C	при 327°C	при 527°C
C ₅ :					
н-пентан	3,0	11,0	18,0	24,0	32,0
метилбутан	44,0	65,0	63,0	67,0	63,0
диметилпропан	53,0	24,0	13,0	9,0	5,0
C ₆ :					
н-гексан	1,3	6,3	13,0	19,0	26,0
метилпентани	9,6	23,5	36,0	42,0	64,0
диметилбутани	89,1	70,2	51,0	39,0	10,0

Якщо подивитись, як змінюється вихід продуктів реакцій ізомеризації при зміні температури, то можна побачити, що зі збільшенням температури вихід ізоалканів з високим октановим числом зменшується.

Робочою температурою процесу ізомеризації на каталізаторі CI-2 є діапазон 130 - 200°C. Оптимальний температурний режим залежить від складу сировини, тиску.

Більш висока температура в шарі каталізатора призводить до розвитку гідрокрекінгу та зниженню глибини ізомеризації, а отже, знижує октанове число та вихід ізомеризату.

Тиск процесу впливає на перебіг цільових і побічних реакції. При підвищенні тиску збільшується селективність процесу ізомеризації, тобто збільшується октанове число. Оптимальним робочим діапазоном процесу ізомеризації є тиск 3,0 ÷ 3,2 МПа.

Значний вплив на перебіг процесу ізомеризації має об'ємна швидкість подачі сировини. Збільшення її призводить до зменшення конверсії вуглеводнів C₅ і C₆ і зменшенню октанового числа стабільного ізомеризату «за прохід» за рахунок зменшення часу контакту сировини з каталізатором. Робочий діапазон об'ємних швидкостей 1,5 - 3,0 год⁻¹.

Для підтримки каталізатору процесу ізомеризації в активному стані та отримання ізомеризату з високим октановим числом, процес ізомеризації проводять в присутності воденьвмісного газу. Робочий діапазон мольного співвідношення водень: сировина - $(1,5 \div 3):1$.

Мольне співвідношення підтримувати концентрацією циркулюючого ВМГ і кратністю циркуляції водень:сировина. Оптимальна кратність циркуляції 500 – 600 $\text{м}^3/\text{м}^3$ сировини на годину.

Низька кратність циркуляції водню призводить до зменшення мольного співвідношення водень:сировина, а більш висока - до зниження часу контакту сировини з каталізатором. І в першому, і в другому випадку це спричиняє зниженню глибини ізомеризації.

Концентрація водню в циркулюючому воденьвмісному газі повинна підтримуватися не нижче 80% об. Для цього необхідно підживлювати циркулюючий ВМГ свіжим у кількості $3 \div 5 \%$ від обсягу циркулюючого та при необхідності скидати з установки балансову кількість [2].

Найважливіше значення для збереження активності каталізатору має підтримка низької вологості в системі. Вода блокує кислотні центри каталізатору, тому, чим нижче вологість у системі, тим вище активність і селективність каталізатору.

Низьку вологість циркулюючого ВМГ підтримують осушуванням газу в адсорберах. Зазвичай у якості адсорбенту використовують цеоліт.

Каталізатор CI-2 відновлює свою активність при короткочасних проскоках води до 100 ppm та сірки до 5 ppm.

У процесі експлуатації активність каталізатора знижується за рахунок відкладення коксу на поверхні. Тому періодично проводиться окисна регенерація, що полягає у видаленні коксу з поверхні каталізатора шляхом поступового нагрівання до 450°C у азотно-повітряному середовищі.

Поступово каталізатор «старіє». У цьому випадку активність каталізатора втрачається безповоротно та його замінюють на свіжий.

Міжрегенерацийний період складає 5 -6 років. Строк служби каталізатору CI-2 10 -12 років [2].

Питання 4. Технологічна схема та основне обладнання установки ізомеризації

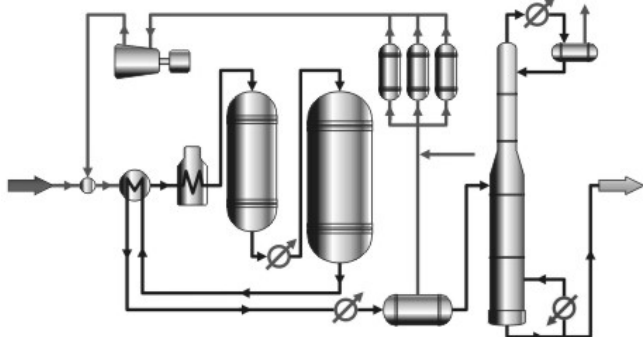
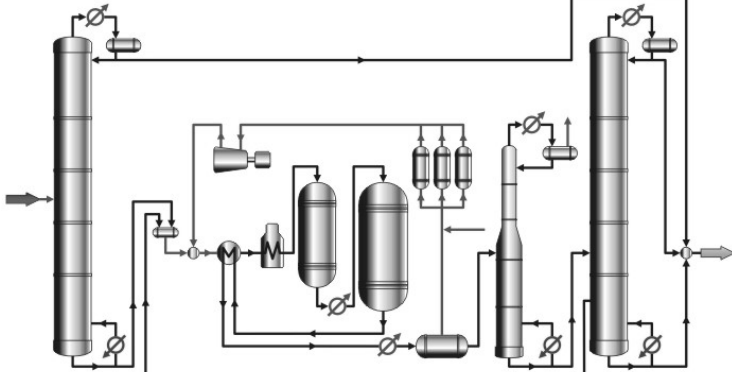
Установка ізомеризації уявляє собою технологічну систему, яка складається з взаємопов'язаних технологічними потоками блоків:

- блок підготовки сировини, який включає гідроочищення сировини та стабілізацію гідрогенізату у відпарній колоні;
- блок ректифікації сировини ізомеризації (вилучення ізопентану, що міститься в сировині);
- блок ізомеризації, який включає реакторний блок та вузол осушення сировини;
- блок стабілізації отриманого ізомеризату.

Технологічна схема установки ізомеризації буде залежати від типу каталізатору та складу сировини. Від типу технологічної схеми установки ізомеризації в основному буде залежати октанове число ізоеризату та вихід ізокопONENTу в процесі.

Типи технологічних схем установки каталітичної ізомеризації бензину наведено в таблиці 2 [3].

Таблиця 2 – Типи технологічних схем установки ізомеризації бензинової фракції

Тип установки	Блок-схема установки ізомеризації	ДОЧ
«За прохід»		82-84
З ДП сировини та рециклом C ₆		89-90

Більш детально розглянемо технологічну схему ізомеризації легкого бензину «за прохід» (рисунк 1).

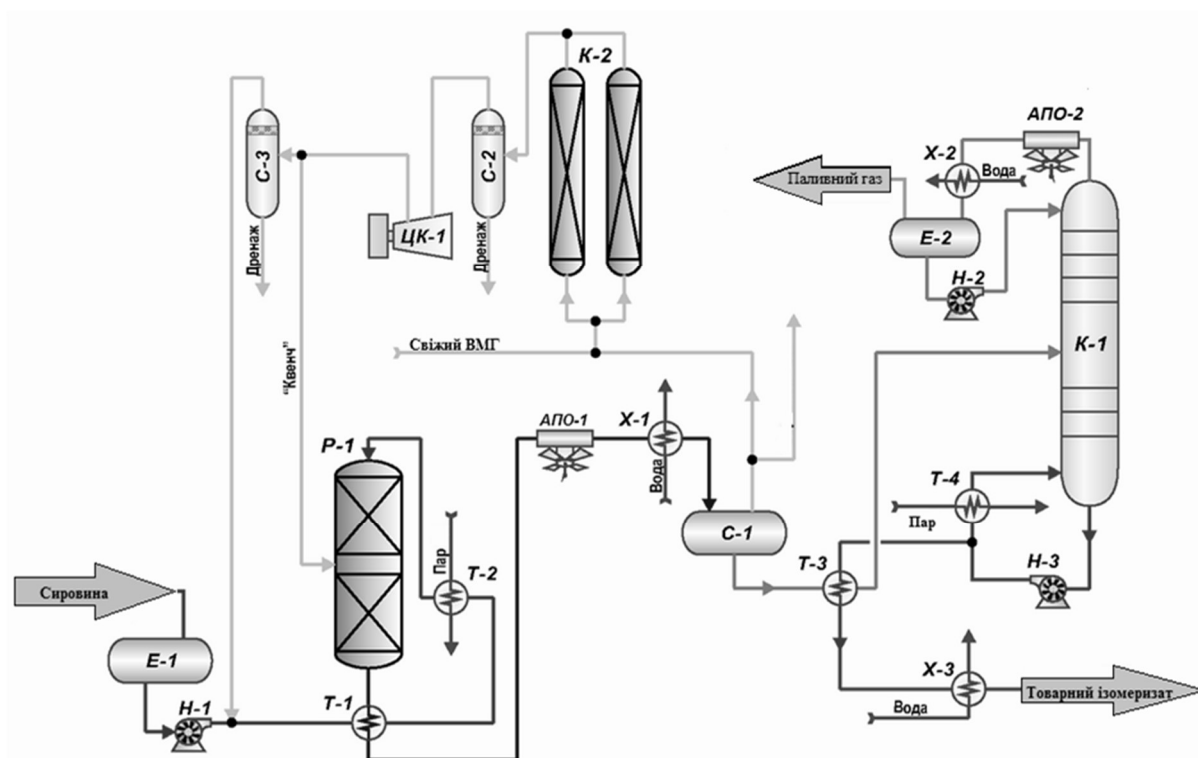


Рисунок 1 - Технологічна схема ізомеризації легкого бензину «за прохід»

Газосировинна суміш надходить у теплообмінник Т-1 де підігрівається потоком газопродуктової суміші від Р-1; та направляється в кип'ятильник Т-2.

17

високим октановим числом, що здійснюється на каталізаторі СИ-2 в середовищі воденьвмісного газу (ВМГ).

Газо-продуктова суміш із реактора Р-1 надходить у трубний простір теплообмінника Т-1 де охолоджується за рахунок підігріву газо-сировинної суміші ізомеризації.

Газо-продуктова суміш після теплообмінника Т-1 охолоджується в апараті повітряного охолодження АПО-1 і водяному холодильнику Х-1.

Газо-продуктова суміш з Х-1 надходить у сепаратор ізомеризації С-1, де відбувається відділення рідини від ВМГ. Рідка фаза - нестабільний ізомеризат, направляється в колону К-1 на стабілізацію, а газова фаза - циркулюючий ВМГ, надходить у вузол осушки ВМГ.

Очищений ВМГ повертається на прийом компресора ЦК-1 і направляється на змішування з сировиною, а його частина направляється на змішування з сировиною в реактор ізомеризації в якості «квенча» для регулювання температури в зоні реакції.

Частина циркулюючого ВМГ із сепаратора С-1 виводиться в мережу паливного газу для підтримки необхідної концентрації водню у ВМГ за рахунок подачі свіжого ВМГ з установки ривормінгу.

Нестабільний ізомеризат із сепаратора С-1 надходить у міжтрубний простір теплообмінника Т-3, де нагрівається потоком стабільного ізомеризату та подається у колону К-1.

Колона К-1 призначена для стабілізації нестабільного ізомеризату, кубовий продукт колони - стабільний ізомеризат, верхній продукт - нестабільна головка (пропан-бутанова фракція).

Пари з верху колони К-1 надходять у апарат повітряного охолодження АПО-2 і водяному холодильнику Х-2, де доохолоджуються до температури не більше 40 °С за допомогою оборотної води, і далі надходять у рефлюксну ємність Е-2, де конденсуються. ВВГ зверху ємності Е-2 виводиться в паливну мережу заводу.

Нестабільна головка (пропан-бутанова фракція) забирається насосом Н-2 з ємності Е-2 і подається як зрошення на 1 тарілку колони К-1.

Стабільний ізомеризат з кубу колони К-1 надходить на прийом насосу Н-3, розділяється на два потоки. Частина направляється в паропідігрівач Т-4 і повертається в куб колони К-1 для підтримки температурного режиму колони К-1, а балансова кількість стабільного ізомеризату охолоджується в теплообмінниках Т-3, холодильнику Х-3 і виводиться з установки.

Основним апаратом процесу ізомеризації є реактор, у якому відбуваються реакції ізомеризації. Його конструкція дуже схожа на конструкцію реактора процесу гідроочищення, але в ньому відсутня тарілка для розподілу сировини.

Пропоную переглянути відеофільм, щоб узагальнити те, що ми вивчили про процес ізомеризації.

Ви вже знаєте, що для безпечного проведення технологічного процесу і отримання якісного продукту технолог з переробки нафти і газу необхідно вміти регулювати основні параметри технологічного процесу і вирішувати виробничі проблемні ситуації.

Проблемні ситуації.

1 Зниження октанового числа ізомеризату.

Причини:

- висока закоксованість каталізатора;
- незворотне отруєння каталізатора отрутами;
- низька температура в реакторі ізомеризації.

Наслідки: невідповідність товарного продукту нормованим показникам якості.

Заходи ліквідації:

- провести регенерацію каталізатора;
- замінити каталізатор новим;
- підняти температуру в реакторі ізомеризації до відповідного ступеня відпрацювання каталізатора.

2 Температура на вході в реактор 200°C.

Причини: збільшена подача теплоносія в теплообмінник 1.

Наслідки: закоксовування каталізатору в результаті перебігу небажаних хімічних реакцій, підвищене утворення газу, зменшення виходу ізомеризату.

Заходи ліквідації: зменшити подачу теплоносія.

3 Температура верху стабілізаційної колони нижче норми.

Причини: порушення подачі гострого зрошення, збільшення його кількості.

Наслідки: неповна стабілізація ізомеризату, збільшення його тиску насичених парів.

Заходи ліквідації: відрегулювати подачу гарячого струменя та зменшити його кількість.

5 Підсумки заняття

Сьогодні на занятті ми вивчили процес ізомеризації легкого бензину: визначили сировину і готову продукцію процесу, розглянули каталізатори та параметри процесу, розібрали технологічну схему установки та згадали конструкцію реактора ізомеризації.

Підводячи підсумок по всьому, що було сказано, можна сформулювати наступне:

- процес ізомеризації необхідний для отримання товарних автомобільних бензинів, якість яких відповідає сучасним світовим та державним стандартам;
- в якості сировини установки ізомеризації використовують легку бензинову фракцію, що містить н-алкани, які не доцільно використовувати як сировину процесу риформінгу;
- в результаті процесу ізомеризації отримують високооктановий компонент товарних марок бензину та побічні продукти: вуглеводневий газ для власних потреб підприємства та для приготування побутового зрідженого газу;
- якість ізомеризату залежить від температури і тиску процесу, кратності циркуляції воденьовмісного газу, об'ємної швидкості подачі сировини та активності каталізатору.
- найбільш поширеними є каталізатори, що містять сульфатовані оксиди металів, оскільки вони мають високу активність, стійкі до каталітичних отрут, легко регенеруються;
- сьогодні існує велика кількість технологічних схем установок ізомеризації. Вибір типу установки залежить від якості сировини і типу каталізатору, що

використовується в процесі ізомеризації.

Сподіваюсь, що ті знання, які Ви здобули при вивченні нового матеріалу будуть вам у нагоді в практичній діяльності – при виконанні дипломних проектів та при реалізації себе, як технолога нафтопереробки.

6 Домашнє завдання

1 Підготуватись до семінарського заняття зі змістового модулю 12 «Підготовка газів до переробки. Виробництво алкілату».

Прочитати підручник: Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов. Уфа: Гилем, 2002. 672с. ст 553 – 559.

2 Опрацювати самостійно питання «Охорона праці і навколишнього середовища на установці ізомеризації».

3 Розібрати технологічну схему високотемпературної ізомеризації.

Підручник: Эрих В.Н., Расина М.Г., Рудин М.Г. Химия и технология нефти и газа. ст. 282.

4 Пройти тестування зі змістового модулю 12 «Підготовка газів до переробки. Виробництво алкілату» на сайті.

ВИСНОВКИ

Педагогічний процес вивчення дисципліни «Хімія і технологія нафти і газу» вимагає використання тих форм навчальної діяльності, які максимально забезпечать потреби студентів у самореалізації, сприятимуть розвитку в них професійно необхідних особистісних якостей. Цілеспрямована й особливим способом організована практична діяльність викладача може значно активізувати навчально-виховний процес.

Неодмінною умовою застосування активних методів і прийомів є широка творчість та ініціативність викладача, що забезпечує нестандартне проведення занять та активізацію навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів під час лекційного заняття «Ізомеризація легкого бензину» використовувались слайди електронної презентації, елементи самостійної роботи студентів, активізація раніше набутих знань.

Використання активних методів навчання під час проведення лекційного заняття сприяє активізації розумової діяльності студентів, яка спрямована не лише на отримання міцних знань з програмного матеріалу, а й на формування відповідних професійних умінь на високому рівні.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Тенденции развития процесса изомеризации. Ясакова Е.А., Ситдикова А.В., Ахметов А.Ф. Режим доступа:
http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Yasakova/Yasakova_1.pdf
- 2 Технологический регламент установки изомеризации. Индекс регламента ТР 32292929.001:2015.
- 3 Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов. Уфа: Гилем, 2002. 672с.
- 4 Процесс и катализаторы изомеризации пентан-гексановых фракций. ООО «НПН Нефтехим». Режим доступа: <http://nefthim.ru/spravochnik/protsess-izomerizatsii/>
- 5 Капустин В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти. В 2 ч. Часть вторая. Детруктивные процессы. – М.: КолоС, 2007. – 334 с.: ил. – (Учебники и учеб. Пособия для студентов высш. учеб. заведений).

