

- визначено вуглеводневий склад (C₁-C₆);
- визначено неуглеводневий склад (He, H₂, N₂, O₂, CO₂);
- визначено технологічні параметри газів.

Підтверджено, що природний газ не має постійного та різномірної компонентного складу. Це обумовлено тим, до газ видобувається з різних родовищ, які відрізняються за компонентним складом, а також змішується при транспортуванні газопроводами та при зберіганні в сховищах. Результати дослідження можна використати для контролю за компонентним складом природного газу і, як наслідок, за його технологічними параметрами.

Також вони становлять як науково-теоретичний, так і практичний інтерес та можуть бути використані:

- у науково-дослідній сфері – як основа для подальшого дослідження якості природного газу Полтавського регіону і України в цілому;
- у правотворчості – при удосконаленні та систематизації чинного законодавства, в ході доповнень та внесення змін у нормативно-правові акти тощо;
- в освітньому процесі – результати дослідження можуть бути використані при підготовці науково-практичних, навчальних посібників та методичних матеріалів при викладанні курсу навчальних дисциплін, в які входить ознайомлення з даною темою, а також у науково-дослідницькій роботі студентів.

Список використаної літератури

1. ДСТУ ISO 6974-1:2007 Природний газ. Визначення складу із заданою невизначеністю методом газової хроматографії. Частина 1. Настанови щодо спеціалізованого аналізування (ISO 6974-1:2000, IDT). (Чинний від 01.10.2008). Вид. офіц. Київ, 2007.
2. ДСТУ ISO 6976:2009 Природний газ. Обчислення теплоти згорання, відносної густини і числа Воббе на основі компонентного складу (ISO 6976:1995/Cor.2:1997. Cor 3: 1999, IDT). (Чинний від 01.01.2011). Вид. офіц. Київ, 2009.
3. Українська нафтогазова енциклопедія / за ред. В. Іванишина. Львів : 2016. – 403 с.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕВОДНІВ ПОЛТАВСЬКОГО РЕГІОНУ

Корольов В.В.

Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка

Сполуки, що складаються з двох елементів – вуглецю та водню, називаються вуглеводнями. Залежно від того, як сполучені між собою атоми вуглецю в цих сполуках, існує кілька типів вуглеводнів. Найпростішими є вуглеводні з відкритим, незамкненим вуглецевим ланцюгом. Їх називають ациклічними. За характером зв'язків між атомами вуглецю ациклічні вуглеводні поділяються на насичені та ненасичені.

Насиченими називають такі вуглеводні, атоми вуглецю в молекулах яких сполучені між собою простими (одинарними) σ -зв'язками. Всі інші одиниці валентності атомів Карбону у цих сполуках зайняті (насичені) атомами Гідрогену. Атоми вуглецю в молекулах насичених вуглеводнів перебувають у першому валентному стані, тобто в стані sp^3 -гібридизації. Насичені вуглеводні називають ще алканами, або парафінами. Парафінами їх називають тому, що довший час ці сполуки вважали малореакційноздатними (від лат. *parum* – мало і *affinis* – має спорідненість). Стара назва насичених вуглеводнів – аліфатичні, або жирні, вуглеводні (від лат. *aliphatic* – жирий). Ця назва походить від назви перших вивчених сполук, які колись відносили до цих речовин – жирів [2].

Алкани складають значну частину вуглеводнів нафти і природних горючих газів. Із нафти і горючих газів були виділені всі алкани нормальної будови, від метану до триаконтану (C₃₃H₆₈) включно. Вуглеводні, молекули яких мають на два атоми Гідрогену менше, ніж алкани, і характеризуються наявністю в молекулах подвійного карбон-карбонного зв'язку C=C (етиленовий зв'язок), називають алкенами, етиленовими вуглеводнями, або олефінами (від фр.

oléifiant – маслородний). Хімічний склад етиленових вуглеводнів описується загальною формулою C_nH_{2n} . Алкени утворюють гомологічний ряд, який можна записати, виходячи з гомологічного ряду алканів. Для цього потрібно відняти від дво сусідніх вуглецевих атомів алкану два атоми водню (по одному від кожного атома вуглецю) [3].

Алкени і багато їх похідних речовин називають олефінами, оскільки рідкі алкени є олійними речовинами (від лат. oleum – рослинна олія). Ненасичені вуглеводні, молекули яких містять між атомами Карбону потрійний зв'язок $-C\equiv C-$, називають ацетиленовими вуглеводнями, або алкінами. Потрійний зв'язок $-C\equiv C-$ для ацетиленових, як і подвійний $>C=C<$ для етиленових вуглеводнів, ввів у органічну хімію Е. Ерленмейєр у 1862 році для збереження в цих сполуках чотиривалентності Карбону [1].

Загальна формула ацетиленових вуглеводнів C_nH_{2n-2} . У молекулах алкінів на чотири атоми Гідрогену менше порівняно з алкенами. Алкіни утворюють гомологічний ряд, котрий можна легко записати, виходячи з гомологічних рядів алканів або алкенів. Для цього потрібно відняти від двох сусідніх вуглецевих атомів алкану чотирі атоми Гідрогену (по одному від тих атомів Карбону, які сполучені між собою подвійним зв'язком). Першим представником гомологічного ряду алкінів є ацетилен (етин) $H-C\equiv C-H$. Члени гомологічного ряду алкінів, як і члени рядів алканів і алкенів, відрізняються між собою на гомологічну різницю, групу $-CH_2$.

До ароматичних відносять сполуки, молекули яких містять циклічне угруповання з атомів Карбону, яке називається бензольним ядром. Це угруповання атомів одержало таку назву від назви першого члена гомологічного ряду цих речовин – бензену. Ароматичні сполуки можуть містити одне, два або більшу кількість бензольних ядер. Термін «ароматичні сполуки» виник на початку розвитку органічної хімії, коли органічні речовини поділяли на аліфатичні (жирні) і ароматичні. До ароматичних у той час відносили різноманітні сполуки, які мали приємний запах [1]. У природі вуглеводні зустрічаються в рідкому, твердому і газоподібному стані. У розсіяному вигляді присутні в атмосфері, воді, твердих породах (кероген), в концентрованому – у покладах вугілля, нафти, газу, газогідратів.

Природний газ – суміш газів, що утворилися в надрах землі при анаеробному розкладанні органічних речовин та/або при конденсації у пастках еманцій з верхньої мантії. Зазвичай, це суміш газоподібних вуглеводнів (метану, етану, пропану, бутану тощо), що утворюється в земній корі та широко використовується як високоекономічне паливо на електростанціях, у чорній та кольоровій металургії, цементній та скляній промисловості, у процесі виробництва будівельних матеріалів та для комунально-побутових потреб, а також як сировина для отримання багатьох органічних сполук [3].

Природний газ є корисною копалиною. Часто є побічним газом при видобутку нафти. Природний газ в пластових умовах (умовах залягання в земних надрах) перебуває в газоподібному стані у вигляді окремих скупчень (газові поклади) або у вигляді газової шапки нафтогазових родовищ – це вільний газ, або в розчиненому стані в нафті або воді (у пластових умовах), а в стандартних умовах (1,01325 МПа і 20°C) – тільки у газоподібному стані. Також природний газ може перебувати у вигляді газогідратів.

Поняття «газ» було введено голландським натуралістом і теософом-містиком Яном Баптистою ван Гельмонтом у 1620 році. При дослідженні процесу утворення деревного вугілля. За Гельмонтом, газ (від грецького «хаос») це речовина, яка у звичайних умовах може заповнювати весь доступний йому простір без стрибкоподібної зміни властивостей [1, 2].

Основну частину природного газу складає метан (CH_4) – до 98%. До складу природного газу можуть також входити більш важкі вуглеводні та інші гази:

- етан (C_2H_6),
- пропан (C_3H_8),
- бутан (C_4H_{10}),
- водень (H_2),
- сірководень (H_2S),
- діоксид вуглецю (CO_2),

- азот (N₂),
- гелій (He).

Природний газ не має кольору і запаху. Щоб можна було визначити витік по запаху, до нього перед подачею споживачам додають одорант – речовину з різким специфічним запахом. Як одорант може використовуватися етилмеркаптан – C₂H₅SH або суміш природних меркаптанів – СПМ (C₂H₃P). У магістральних газопроводах транспортується неодоризований газ, оскільки одорант належить до групи агресивних речовин, що спричиняють корозію стінок труб [5].

Фізико-хімічні властивості, параметри, які характеризують газ (конденсат) за умов пластових тисків і температури:

- густина,
- в'язкість,
- вологовміст,
- розчинність,
- зворотна конденсація,
- критична температура і тиск,
- об'ємний коефіцієнт,
- коефіцієнт стисливості та ін.

Фізичні властивості природного газу залежать від наступних показників. Орієнтовні фізичні характеристики:

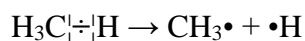
- Густина: $\rho = 0,7 \text{ кг/м}^3$ (сухий газоподібний) або 400 кг/м^3 (рідкий);
- Температура займання: $t = 650^\circ\text{C}$;
- Теплота згорання: $16\text{-}34 \text{ МДж/м}^3$ (для газоподібного);
- Октанове число при використанні у двигунах внутрішнього згорання: 120-130;
- Вологість природних газів. Природний газ в пластових умовах завжди насичений парами води. У газоносних породах завжди міститься зв'язана, підошова або крайова вода [1, 2].

Хімічні властивості окремих компонентів. Хімічні властивості насичених вуглеводнів зумовлені наявністю в їхніх молекулах атомів Карбону, Гідрогену і зв'язків С-Н та С-С. У молекулі метану – найпростішого алкану – хімічні зв'язки утворюють 8 валентних електронів (4 електрони атома вуглецю і 4 – атомів водню), які розміщені на чотирьох зв'язуючих молекулярних орбіталях. Отже, в молекулі метану з чотирьох sp³-гібридизованих орбіталях атома вуглецю і s-орбіталях чотирьох атомів водню утворюються чотири sp³-s (С-Н) ковалентних зв'язки.

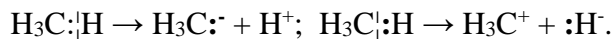
У молекулі етану, утвореній з двох вуглецевих тетраедрів, є один sp³-sp³ (С-С) ковалентний зв'язок і шість sp³-s (С-Н) ковалентних зв'язків. У розглянутих типах ковалентних зв'язків області найбільшої електронної густини знаходяться на лінії, яка зв'язує ядра атомів. Ці ковалентні зв'язки утворені локалізованими σ -МО (молекулярними орбіталями) і називаються σ -зв'язками. Важливою особливістю цих зв'язків є те, що електронна густина в них розподілена симетрично відносно осі, яка проходить через ядра атомів (циліндрична симетрія електронної густини). Завдяки цьому атоми або групи атомів, які сполучені з цим зв'язком, можуть вільно обертатися навколо осі зв'язку, не порушуючи перекивання орбіталях і не викликаючи деформації зв'язку [2].

Кожний хімічний зв'язок характеризується певною енергією. Висока енергія зв'язків С-С і С-Н зумовлює низьку реакційну здатність насичених вуглеводнів при кімнатній температурі. Так, алкани не знебарвлюють бромну воду, розчин перманганату калію, не взаємодіють з йонними реагентами (кислотами, лугами), не реагують з окислювачами, з активними металами. Тому, наприклад, металічний натрій можна зберігати в гасі, який є сумішшю насичених вуглеводнів. Навіть концентрована сульфатна кислота, яка обвуглює багато органічних речовин, при кімнатній температурі не діє на алкани. Враховуючи порівняно малу реакційну здатність насичених вуглеводнів, їх деяких час називали парафінами. Алкани не мають здатності приєднувати водень, галогени тощо. Тому цей клас речовин назвали насиченими вуглеводнями.

Хімічні реакції алканів можуть відбуватися за рахунок розриву зв'язків С-С або С-Н. Розрив С-Н-зв'язків супроводжується відщепленням атомів водню з утворенням ненасичених сполук з подальшим заміщенням відщеплених атомів водню іншими атомами чи групами атомів [2]. Залежно від будови алкану і умов реакції в молекулах насичених вуглеводнів зв'язок С-Н може розриватися гомолітично:



і гетеролітично:



При цьому можуть утворюватися вільні радикали, що мають неспарений електрон, але не мають електричного заряду, або карбокатиони чи карбаніони, які мають відповідні електричні заряди. Вільні радикали утворюються як проміжні частинки в реакціях радикального механізму, а карбокатиони і карбаніони – в реакціях йонного механізму.

Внаслідок того, що зв'язки С-С неполярні, С-Н-зв'язки – малополярні і ці σ -зв'язки мають низьку поляризованість, гетеролітичний розрив σ -зв'язків у молекулах насичених вуглеводнів з утворенням йонів вимагає великої затрати енергії. Гомолітичне розщеплення цих зв'язків потребує менше енергії. Тому для насичених вуглеводнів більш характерними є реакції, які відбуваються за радикальним механізмом. Розщеплення σ -зв'язку С-С вимагає меншої затрати енергії, ніж розщеплення зв'язку С-Н, оскільки енергія С-С-зв'язку менша від енергії С-Н-зв'язку. Проте хімічні реакції частіше відбуваються з розщепленням С-Н-зв'язків, оскільки вони більш доступні для реагентів [1].

Метан використовують як паливо – у теплоенергетиці, промисловості, побуті. Іноді він слугує заміником бензину в автомобільних двигунах. На транспортних засобах встановлюють балони з природним газом, який міститься в них під високим тиском. Метан також є цінною хімічною сировиною для синтезу органічних речовин.

Етан, пропан і бутан використовують менше, ніж метан. Суміш зріджених газів пропану і бутану заповнюють балони різної ємності, які застосовують у побуті для газових плит. Якщо вентиль балона відкрити, то з нього виходитиме газ, а не рідина. Пропан-бутанова суміш – один із видів пального в двигунах внутрішнього згорання. Етан в деяких країнах використовується для виробництва етилену. Також із бутану добувають значну кількість оцтової кислоти. Гомологи метану з кількістю атомів від 5 до 18 є компонентами бензину і гасу [1].

Перегонкою нафти, а також термічним її розкладом добувають багато вуглеводнів та їх сумішей. Суміш рідких вуглеводнів – уайт-спірит, петролейний ефір – слугують розчинниками для лаків і фарб. Різноманітного застосування набули вазелін (суміш рідких і твердих насичених вуглеводнів) і парафін. Етилен використовують як сировину для виробництва поліетилену, а також для добування етилового спирту, органічних розчинників, інших речовин. Додавання невеликої кількості етилену в повітря теплиць прискорює досягання овочів і фруктів. Найбільше ацетилену витрачається на виробництво етилового спирту, оцтової кислоти, полімерів, органічних розчинників. Завдяки високій температурі, що досягається під час горіння ацетилену в атмосфері кисню, його використовують при зварюванні й різанні металів. Ацетилен і кисень підводять у спеціальний пальник, а полум'я спрямовують на метал. Працюючи з ацетиленом, слід пам'ятати, що суміш цього газу з повітрям або киснем вибухонебезпечні. Ароматичні вуглеводні широко застосовуються у виробництві барвників, пластичних мас, хіміко-фармацевтичних препаратів, вибухових речовин, синтетичних волокон, моторного палива тощо [3].

Список використаної літератури

4. Аврааменко Н. М. Ароматичні вуглеводні. Фармацевтична енциклопедія. URL: <http://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/4318/aromatichni-vuglevodni>
5. Аврааменко Н. М. Насичені вуглеводні. Фармацевтична енциклопедія. URL: <http://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1182/nasicheni-vuglevodni>
6. Білецький В. С., Гайко Г. І., Орловський В. М. Історія та перспективи нафтогазовидобування – навчальний посібник / Львів : «Новий Світ – 2000», 2019. – 302 с.