

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Фізико-хімічні методи аналізу та технологія пально-мастильних матеріалів»
вибіркових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт
(Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів)

за темою № 1 - Вступ. Значення та мета фізико - хімічного аналізу нафти та нафтопродуктів

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 № 1

Розробник:

Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач - методист Давітая О. В.

Рецензенти:

- 1. Доцент кафедри автомобілів та тракторів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, к.т.н., доцент Павленко О. В.;*
- 2. Професор навчального відділу КЛК ХНУВС, к.х.н., доцент Козловська Т. Ф.*

План лекції

1. Вступ. Значення та мета фізико-хімічних методи аналізу пально-мастильних матеріалів.
2. Фактори, що впливають на достовірність, точність і відтворюваність експерименту.
3. Основні методи аналізу пально-мастильних матеріалів.
4. Кількісний хімічний аналіз, його значення і розвиток.
5. Загальний (елементарний) і фазовий хімічний аналіз.
6. Елементний аналіз.

Рекомендована література:

Основна

1. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти та газу : підручник. Львів : Львівська політехніка, 2020. 448 с. . URL : <https://odnb.odessa.ua/vnn/book/2491> (дата звернення: 19.07.2023).
2. Братичак М. М., Гринишин О. Б. Технологія нафти та газу. навчальний посібник. Львів: Львівська політехніка, 2013. 180 с.
URL :<https://vlp.com.ua/node/10089> (дата звернення: 10.07.2023).

Додаткова

3. Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу / Циганок Л. П., Бубель Т. О., Вишнікін А. Б., Вашкевич О. Ю. Дніпропетровськ : ДНУ ім. О.Гончара, 2014. 252 с. URL:http://library.dnu.dp.ua/Methodichki/analit_chimija.pdf (дата звернення: 10.08.2023).
4. Аналітична хімія і методи аналізу / Масленко С. М., Величко В. В., Великонська Н. М., Перескока В.В. : навч. посіб. Дніпропетровськ : НМетАУ. 2011.162 с. URL: https://nmetau.edu.ua/file/analithimiya_i_metodi_analizu.2011.pdf (дата звернення: 10.08.2023).

Текст лекції

1. Вступ. Значення та мета фізико-хімічних методи аналізу пально-мастильних матеріалів.

Основне завдання технічного аналізу в нафтогазопереробної промисловості - найбільш повно і чітко охарактеризувати необхідні хімічні, фізичні та експлуатаційні властивості кінцевих продуктів виробництва, з урахуванням специфічних особливостей їх призначення і застосування.

Не менш важливим завданням технічного аналізу є виробничо-технологічна оцінка вихідної сировини: сирої нафти, дистилятів і залишкових нафтових продуктів, природного, попутного і промислових вуглеводневих газів. Виробничо-технологічна оцінка проводиться головним чином за фізико-

хімічними показниками, які характеризують склад і властивості сировини. У недавньому минулому фізико-хімічні методи лабораторного аналізу були також неодмінною і головною складовою частиною технічного контролю за роботою окремих апаратів, установок і цехів. У ряді випадків і зараз ще лабораторний аналіз є дуже важливим, а іноді і визначальним елементом контролю виробництва. Однак основні завдання контролю за проведенням технологічних процесів в будь-яких галузях промисловості, в тому числі і в нафтогазопереробній, вирішуються в даний час на шляхах широкого впровадження автоматичних методів.

Автоматичне регулювання і контроль здійснюються тепер не тільки за основними параметрами хіміко-технологічних процесів (температура, тиск, об'ємна швидкість тощо), а й за такими властивостями нафтових продуктів, як густина, в'язкість, фракційний склад, температура спалаху, вміст сірки, колір, і іншими показниками, які визначаються автоматичними приладами, встановленими в потоці безпосередньо на технологічних установках.

До завдань технічного аналізу в нафтогазоперерабативающей промисловості входить також визначення складу і властивостей каталізаторів, технічної води і ряду допоміжних матеріалів і реагентів (сірчана кислота, їдкі луги, селективні розчинники, відбілюючі глини і багато інших).

У технічному аналізі перерахованих вище досить різноманітних продуктів застосовуються такі *способи, методи і прийоми дослідження*:

1. **Хімічні:** використовують класичні прийоми якісного і головним чином кількісного об'ємного, газометричного і рідше вагового методів аналізу, а також сучасні методи із застосуванням комплексонів і органічних реактивів.

2. **Фізичні:** визначення густини, показника заломлення, в'язкості, температури плавлення, температури замерзання, температури кипіння; визначення характеристик мастил і бітумів (пенетрація, дуктильність); різноманітні методи поділу, що базуються на застосуванні екстракції, перегонки, ректифікації, кристалізації та інших фізичних методах.

3. **Фізико-хімічні:** газо-рідинна і адсорбційна хроматографія газів і рідких сумішей органічних речовин, потенціометричне титрування, колориметрія і інші.

4. **Спеціальні методи** випробування різних експлуатаційних властивостей або складу аналізованого продукту. У цю групу слід віднести такі методи і способи аналізу і випробування, які як би моделюють обстановку і умови, в яких використовується або працює той чи інший нафтопродукт, і фіксують його поведінку в цих умовах. До подібного роду визначень відносяться, наприклад, визначення рухових якостей рідкого палива (октанове число, цетанове число, сортність), визначення хімічної стабільності палив і олив в умовах прискореного окислення, визначення термоокислительной стабільності і миючих властивостей мастил для двигунів внутрішнього згоряння, визначення індексу активності каталізаторів, випробування на корозію нафтопродуктів і деякі інші.

Для проведення аналізів і встановлення якості нафтопродуктів всіма

зазначеними методами створені численні і різноманітні прилади та установки, які в більшості вимагають ручного управління.

Однак в останні роки і в області лабораторного контролю стали досить широко застосовуватися засоби автоматизації як для проведення самого аналізу, так і для фіксації його результатів. Особливо це відноситься до методів газо-адсорбційної і газо-рідинної хроматографії.

В даний час вже розроблені і впроваджуються в практику заводських лабораторій автоматизовані аналізатори для визначення основних якісних показників нафти та нафтопродуктів: фракційного складу, температури помутніння, кристалізації і застигання, температури спалаху, вмісту води і ін.

Пристаюючи до вивчення технічного аналізу, необхідно мати чітке уявлення про цілі і завдання цієї дисципліни і про тих необхідних умов, які повинні забезпечити отримання достовірних і точних результатів при практичному виконанні тих чи інших аналізів і визначень.

Однією з головних цілей вивчення курсу технічного аналізу є отримання чітких уявлень про те, які фізико-хімічні та спеціальні показники характеризують той чи інший продукт і які їхні відносна цінність і значення.

Ще більш важливо з'ясувати глибокі причинні зв'язку між якісними показниками кінцевих продуктів виробництва і поведінкою їх в реальних умовах експлуатації та застосування. Такий товарознавчий підхід дозволить в кінцевому підсумку більш глибоко оцінити важливість боротьби за якість продуктів нафтопереробки та нафтохімічного синтезу і необхідність впровадження передової технології і нових прогресивних методів переробки нафтової і газової сировини.

Безпосередніми завданнями практичного навчання в лабораторії технічного аналізу є вивчення теоретичних основ і апаратурного оформлення основних визначень і освоєння методики їх практичного виконання.

2. Фактори, що впливають на достовірність, точність, відтворюваність експерименту.

На достовірність, точність і відтворюваність результатів аналізів і технічних випробувань в практичних умовах виробничого підприємства впливають :

- міцні навички у експериментаторів;

- проба випробуваного продукту, що надійшла на аналіз, повинна бути відібрана з дотриманням всіх положень відповідних правил та інструкцій. Особливо важливо, щоб при маркувальних аналізах, коли встановлюється відповідність складу і властивостей даної партії аналізованого продукту вимогам ГОСТу або технічних умов, проба, яка надходить на аналіз, була дійсно середньою, а не випадковою;

- перед проведенням аналізу або випробуванням аналізований продукт повинен бути підготовлений відповідно до вимог методики (зневоднення, фільтрування, нагрівання, охолодження, подрібнення, перемішування і т.д.). Невиконання цих простих операцій може повністю знецінити результати

аналізу.

- метод аналізу, обраний для даного конкретного продукту і визначення, повинен бути або рекомендований ГОСТом або технічними умовами, або пройти попередню перевірку в декількох лабораторіях як на штучних сумішах, так і на реальних продуктах. Якщо трапляється нагода вибору, то завжди треба зупинитися на більш простих і доступних методах і на тих, де вплив різних зовнішніх факторії (чистота реактивів і т. П.) на точність аналізу менш значний. Для методів внутріцехових експрес-аналізів головні переваги це простота апаратури, методики і швидкість виконання. Для методів аналізу, які виконуються в нейтральних заводських лабораторіях, на базах, складах і тим більше в науково-дослідних інститутах. на перший план виступає вже не швидкість, а точність і відтворюваність результатів.

- при проведенні практичної роботи з аналізу або спеціальному випробуванню необхідно строго і точно дотримуватися всіх без винятку вказівок ГОСТів або запробованих прописів даної методики.

- підрахунки результатів аналізу слід проводити з точністю, передбаченою в Гості або прописи і забезпеченої точністю відповідних вимірювань.

3. Основні методи аналізу пально-мастильних матеріалів

Методи аналізу нафт, нафтових фракцій і пально-мастильних матеріалів відокремлюють декілька видів аналізу нафт і нафтових фракцій у відповідності зі способами вираження їх складу:

1) груповий аналіз вуглеводнів за типом молекул з виділенням вмісту аренів, алкенів, циклоалканів й алканів;

2) структурно-груповий аналіз складу з визначенням середнього вмісту структурних груп як таких, що побудовані з ароматичних кілець, насичених вуглеводневих кілець і алканових ланцюгів;

3) аналіз індивідуального складу;

4) елементний аналіз складу нафт за кількістю вуглецю, водню, сірки, азоту, кисню і мікроелементів.

Для аналізу нафт і пально-мастильних матеріалів застосовують різні методи їх попереднього виділення й розділення як за молекулярними масами, так і за хімічним складом.

Хімічні методи основані на неоднаковій реакційній здатності окремих компонентів, а фізичні (чи фізико-хімічні) – на різниці концентрацій компонентів у співіснуючих рівноважних фазах. Серед методів виділення вуглеводневих компонентів маємо методи перегонки і ректифікації (звичайної, азеотропної, екстрактивної), екстракції, абсорбції, кристалізації (звичайної, екстрактивної), адсорбційної хроматографії, термодифузії, дифузії через мембрани, утворення аддуктів та комплексів, а також в деякій мірі хімічні методи. Так, алкани і циклоалкани виділяють методами ректифікації, адсорбції на цеолітах, карбамідної депарафінізації, мікробіологічної депарафінізації, каталітичної гідродепарафінізації, екстрактивної кристалізації, термодифузії, комплексоутворення з

тіокарбамідом, а арили - методами екстракції, екстрактивної ректифікації, адсорбційної рідинної хроматографії. Сірковмісні сполуки виділяють методами екстракції, адсорбційної хроматографії, утворення солей і комплексів; азотовмісні - методами екстракції, адсорбційної хроматографії, утворення комплексів; кисневмісні – лужного виділення, оброблення різними реагентами, адсорбційної хроматографії, комплексоутворення, екстракцією; асфальтено-смолисті речовини – методами сольвентними, адсорбційними, термокаталітичними, хімічними та ін.

4. Кількісний хімічний аналіз, його значення і розвиток.

Науково-дослідна робота в галузі хімії і хімічної технології неможлива без застосування аналізу. Так, при одержанні нових хімічних сполук і матеріалів, включаючи вуглецьовмісні, дослідження їх складу, властивостей (розчинності, можливості хімічних перетворень), при вивченні залежності перебігу хімічних процесів від фізичних умов необхідне застосування методів кількісного аналізу. Тому спеціалісти, які працюють в усіх галузях хімічної (і не тільки) науки та виробництва, повинні знати методи і вміти правильно виконувати основні операції кількісного аналізу.

Залишаючи в стороні такі галузі знань і виробництва, як хімічна і харчова промисловість, геохімія і мінералогія, агрохімія і біохімія рослин, медицина, фармакологія, металургія, електронна і атомна техніка, а також багато інших, зосередимо увагу на ролі кількісного аналізу при дослідженні корисних копалин, зокрема природного газу і нафти. Цінність того чи іншого родовища природного газу визначається не тільки його розмірами, але й вмістом його основного компоненту - метану і супутніх домішок. Якість нафти кардинально залежить як від вмісту її основних фракцій (ациклічних насичених, нафтенів, ароматичних вуглеводнів), але й наявністю інертних та шкідливих домішок. Відомо, що сірка різко погіршує якість вуглеводневої сировини, ускладнює її переробку. Ось чому нафта аравійського півострова ціниться вище, ніж татарська чи тюменська. А всю цю інформацію може дати в першу чергу кількісний хімічний аналіз.

Коротко про головні етапи розвитку кількісного аналізу.

Хімічний аналіз як такий зародився ще в середні віки. Так, Арикола (1494 – 1555 рр) склав багато прописів аналізу, деякі з яких (зі змінами) застосовуються і зараз. Він описав терези у скляному ящику, тиглі, печі та інші апарати та інструменти.

Спеціальний термін “хімічний аналіз” вперше в XVII столітті застосував англійський вчений Р. Бойль для означення реакцій, за допомогою яких можливо визначити одні речовини у присутності інших. Він описав застосування лакмусу, методи відкриття сірчаної і соляної кислоти за допомогою солей кальцію і срібла та інші аналітичні реакції.

Відомі багато чисельні роботи шведського хіміка Т. Бергмана (середина XVII ст), який систематизував і розробив ряд методик. Зокрема він встановив,

що по вазі речовини, яка утворюється в результаті реакції, можна судити про кількість визначаємої речовини.

Однак ці та інші методи методики аналізу хоча і мали певне значення, не містили під собою твердого наукового обґрунтування. М. В. Ломоносов, а пізніше А. Л. Лавуазьє сформулювали закон збереження маси, створили наукове підґрунтя кількісному аналізу. Той же Лавуазьє виконав багато визначень за допомогою зважування, особливо кисневих сполук. Він визначив склад CO_2 , інших оксидів, наприклад P_2O_5 , води, створив основи елементарного аналізу органічних речовин: спалюючи органічну речовину, він визначав кількість водню і вуглецю по масі CO_2 і H_2O .

На початку XIX ст. Дж. Дальтон і Ж. Гей-Люссак встановили важливі залежності між об'ємом, масою, тиском і температурою газів і поклали початок газовому аналізу.

Одним з найбільш видатних хіміків-аналітиків першої половини XIX був шведський вчений І. Я. Берцеліус. Завдяки аналізу великої кількості сполук він визначив атомні маси всіх відомих тоді елементів з високою точністю: С — 12,12; Н — 1,0; О — 16,0; S — 32,3 тощо.

Великий вплив на розвиток аналітичної хімії у середині XIX ст. мали роботи німецького вченого К. Р. Фрезеніуса. Він розробив багато методів аналізу, які не втратили свого значення і зараз. Заснував в 1862 р. перший в світі аналітичний журнал (*Zeitschrift fur Analytische Chemie*), склав систематичний підручник з кількісного аналізу.

Методи титрування (об'ємний аналіз) застосовувались давно у технічному і фармацевтичному аналізі. В практику ж наукового дослідження об'ємний аналіз вперше (1824 – 1832 рр) ввів Гей-Люссак, використавши цей метод для визначення хлоридів срібла і кислот. Однак, об'ємний аналіз входив в коло наукових методів значно повільніше, ніж ваговий чи газовий. Титрування заліза (II) перманганатом було вперше застосовано в 1846 р., а перша невеличка інструкція щодо цієї групи методів було складено Ф. Мором в 1853 р.

В другій половині XIX і в XX ст. продовжувався інтенсивний розвиток теорії і методів аналітичної хімії. Могутніми поштовхами до цього були закон діючих мас, створення і розвиток електролітичної дисоціації. Ці та інші досягнення науки сприяли розробці теоретичних основ процесів осадження і розчинення, кислотно-основних рівноваг, комплексоутворення, окисно-відновних процесів. В цей же період на основі розвитку фізики, фізичної хімії і приладобудування почали створюватися інструментальні методи аналізу: електрохімічні, спектральні, хроматографічні та інші.

5. Загальний (елементарний) і фазовий хімічний аналіз.

Загальний хімічний аналіз має своєю метою встановити загальний вміст елементів, іонів або найбільш простих сполук, які входять до складу речовини:

у солі MgCl_2 — елементів Mg і Cl;

у сплаві бронза — елементів Cu, Sn, P;

у природній глині — простих оксидів SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , K_2O , Na_2O та інших;

у мінералізованих водах — іонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} і Cl^- .

Однак, для оцінки хімічного складу матеріалу і для характеристики його властивостей не завжди достатньо визначення вмісту того чи іншого елемента. У ряді випадків необхідно в'яснити, в складі саме яких сполук, фракцій чи мінералів знаходяться ті чи інші елементи, іони або групи атомів, і визначити кількісний вміст цих окремих конкретних сполук. Розв'язання подібних питань є задачею фазового аналізу.

Наведемо декілька прикладів фазового аналізу. Так, у глинах та бокситах SiO_2 входить до кварцу, глинистих алюмосилікатів (каолін $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$) та польового шпату ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$). Крім того, у таких мінералах міститься і гідратований оксид алюмінію $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Застосовуючи хімічну обробку цих мінералів, наприклад, сірчаною і плавиковою кислотою, можна поступово розчиняти окремі сполуки, отже здійснювати фазовий аналіз.

Вуглець у чавуні і сталі знаходиться у вільному стані (графіт), у вигляді твердого розчину із залізом і в складі хімічної сполуки карбиду заліза (Fe_3C , цементит). Співвідношення цих фаз суттєво впливає на міцність сталі, і тому повинно контролюватись.

Крім хімічних методів фазового аналізу застосовують і фізичні: мікроскопію шліфів сплавів і мінералів, вивчення магнітних властивостей, термографію, рентгенофазовий аналіз та інші.

При дослідженні сумішей газів і рідин використовують фракційну перегонку.

Для визначення малих кількостей тих чи інших елементів у присутності величезної кількості основних елементів знадобилося створення цілого ряду нових методів аналізу: спектрального, фотометричного, полярографічного, радіоактивіційного та ін.

6. Елементний аналіз

Основну частину нафти і нафтопродуктів становлять карбон (83-87 %) і водень (12-14 %). Їхній вміст і співвідношення корисно знати для розрахунків деяких процесів. Наприклад, процентне відношення масового вмісту водню до карбону (100 Н/С) показує, скільки необхідно додати водню до сировини в процесі воднезації (гідрокрекінгу), щоб отримати бажані продукти. Відношення 100 Н/С у бензині - 17-18, у нафті - 13-15, у важких фракціях 9-12. Під час каталітичного крекінгу відбувається перерозподіл водню між продуктами реакції. В ідеальному процесі крекінгу (коли весь водень сировини переходить у бензин) з нафти можна отримати 75-80 % бензину. Насправді в промислових умовах через газоутворення і реакції ущільнення вихід бензину зменшується до 40-50 %.

Результати елементного і структурно-групового складу вузьких оливних фракцій і важких залишків, з яких вилучення індивідуальних сполук практично неможливе, значно розширює уявлення щодо структури речовин, що входять до

складу цих фракцій, і побудувати модель їхньої усередненої молекули.

Масовий вміст сульфуру, кисню та нітрогену в нафті невеликий і сумарно рідко перевищує 3-4 %. Натомість на кожен одиницю маси цих елементів припадає 15-20 одиниць маси вуглеводневих радикалів, тому на частку вуглеводневої частини нафти припадає тільки 40-50 % від загальної маси нафти.

Елементний аналіз на карбон і гідроген оснований на беззалишковому спалюванні органічної маси нафтопродукту в потоці кисню до діоксиду вуглецю і води. Останні вловлюють і за їхньою кількістю розраховують вміст зазначених елементів. Необхідно, аби згоряння було повним (СО доокиснюють до CO_2), а продукти згоряння очищають від оксидів сульфуру, галогенів та інших домішок.

Визначення сульфуру можна проводити різними методами. Для легких нафтопродуктів застосовують ламповий метод або спалювання в кварцовій трубці. Для середніх і важких нафтопродуктів придатний метод змивання конденсату під час спалювання зразка в калориметричній бомбі. Сутність лампового методу полягає у спалюванні нафтопродукту в спеціальній лампі і уловлювання утвореного SO_2 в абсорбері з розчином Na_2CO_3 . Подальшим титруванням надлишку соди визначають її кількість, яка пішла на зв'язування SO_2 , і розраховують кількість сульфуру. Метод спалювання в трубці принципово нічим не відрізняється від лампового, тільки діоксид сірки, що утворився в процесі горіння, окиснюють гідроген пероксидом до триоксиду сірки; подальше визначення проводять, як за попереднім методом. Принцип методу змивання бомби полягає в спалюванні нафтопродукту в калориметричній бомбі, в яку попередньо заливають 10 cm^3 дистильованої води. Після спалювання воду з бомби і змиви з її стінок та інших деталей переносять у колбу, підкислюють, кип'ятять для видалення CO_2 , потім додають хлорид барію. Утворений осад сульфату барію відфільтровують, висушують і за його масою розраховують вміст сульфуру.

Вміст нітрогену визначають методом Дюма або Кьельдаля. Метод Дюма оснований на окисненні нафтопродукту твердим окиснювачем купрум (II) оксидом - в потоці CO_2 . Утворені в процесі окиснення оксиди нітрогену відновлюють міддю до азоту, який вловлюють після поглинання CO_2 , і за його об'ємом визначають кількість нітрогену в нафтопродукті. За методом Кьельдаля нафтопродукт окиснюють концентрованою сульфатною кислотою. З утвореного сульфату амонію, обробляючи лугом, виділяють нітроген у вигляді аміаку, який вловлюють титруванням розчином кислоти.

Вміст кисню найчастіше визначають за різницею між 100 % і сумарним вмістом усіх інших елементів у відсотках. Це неточний метод, оскільки на його результатах позначаються похибки визначення всіх інших елементів. Є прямі методи визначення окиснену, наприклад, гравіметричний метод піролізу нафтопродуктів в потоці інертного газу за присутності платинованого графіту і купрум (II) оксиду. Щодо вмісту кисню судять за масою вилученого CO_2 .

Сучасна аналітична практика для визначення елементного складу нафти і нафтопродуктів послуговується високопродуктивними аналізаторами:

- C, H, S, N, O;

- C, H, N;
- C,H.

Принцип дії цих аналізаторів оснований на хроматографічному розділенні продуктів згорання і дає змогу з високою точністю визначати вміст усіх або основних елементів.

Наприклад, елементні аналізатори для органічних сполук моделей 2400 Series II і 2410 Series II поєднують сучасний рівень автоматизації процесу аналізу зі змогою отримати надійні дані завдяки застосуванню високочутливих датчиків, детекторів і високоякісних реагентів. Такі аналізатори призначені для визначення вмісту C, H, N, S і O у різних органічних зразках - як твердих, так і рідких.

Визначення на цих аналізаторах здійснюють за допомогою однієї з двох класичних методик:

1) спалювання проби в атмосфері чистого кисню - для одночасного аналізу на карбон, гідроген і нітроген або для одночасного аналізу на карбон, гідроген, нітроген і сульфур;

2) піроліз проби в атмосфері газової суміші гелій/водень - для аналізу на вміст кисню.

Принцип роботи аналізаторів для визначення C-H-N та C-H-N-S оснований на класичній технології спалювання зразка в кисневмісному середовищі за температури до 1100 °C. O-аналіз - на методі відновлення в атмосфері He/H₂. Розділення утворених газів проводять на хроматографічній колонці.