

Характеристика нафти – визначення густини, в'язкості, градусів API на SVM 3001

Придатний для використання у нафтовидобувних компаніях, підприємствах трубопровідного транспорту, нафтопереробних заводах; для контролю якості та в дослідних лабораторіях

Забезпечення безперебійного видобутку та транспортування нафти, та необхідність знати, як рафінувати певну сировину, потребує визначення в'язкості, густини та градусів API. **SVM 3001** може визначати всі ці параметри одночасно.



Нафта – основа більшості сучасних продуктів

1 Вступ

Незліченна кількість продуктів, з якими ми стикаємося у повсякденному житті, виготовляється з нафти. Ви **тільки замисліться** - бензин, дизельне паливо, мастила, гас або пластмаси, багато текстильних волокон, фармацевтична та косметична продукція- всі ці продукти є нафтою, яка була певним чином перероблена.

Нафта - це речовина, яка видобувається з свердловини або з нафтових пісків і, перед тим, як її можна буде використовувати потребує переробки.

Елементний склад

Нафта - неоднорідна суміш різних складових. Відносний вміст органічних молекул істотно варіюються в залежності від родовища:

Елемент	Вміст [%]
Вуглець	83 ... 87
Водень	10 ... 14
Азот	0.1 ... 2
Кисень	0.05 ... 1.5
Сірка	0.05 ... 6 або навіть більше
Метали	< 0.1

Існує чотири основні типи вуглеводнів з яких складається нафта:

Вид вуглеводню	Вміст
Парафіни	15 ... 60
Нафтени	30 ... 60
Ароматичні	3 ... 30
Асфальтени	залишок

Класифікація сирих нафт

Нафта класифікується за густиною API (градуси API, число API), але густина та в'язкість також дуже важливі.

Категорія	густина в градусах API (° API, число API)
Легкі нафти	API > 38
Середні нафти	38 > API > 29
Важкі нафти	29 > API > 8.5
Екстра важкі нафти	API < 8.5

Нафти з низьким показником API часто виявляють високу в'язкість і густина.

Нафту можна також класифікувати за вмістом сірки: якщо сірки менш ніж 1% м/м, її називають малосірчатою або солодкою, а якщо понад 1% м/м, то високосірчатою або ж кислою.

2 Дослідження нафти

Навіщо вимірювати в'язкість?

Залежно від походження нафти, її в'язкість може коливатись від близької до води ("легка нафта") до майже твердої ("екстра важка нафта").

В'язкість є важливим параметром при транспортуванні. З свердловини до нафтопереробного заводу нафту можна транспортувати різними способами: трубопроводами, вантажними автомобілями, залізничними вагонами, баржами і суднами.

Енергія, необхідна для транспортування нафти

через трубопровід, пропорційна до в'язкості цієї нафти.

Для важкої нафти (бітуму) в'язкість потрібно зменшити, щоб забезпечити належне транспортування. Максимальна в'язкість, яку потрібно підтримувати, складає 350 мм²/с (сСт) при робочій температурі трубопроводу. Ця температура змінюється кроком в два тижні від 7,5 до 18°C за плановим графіком від зими до літа. Для досягнення потрібної в'язкості важку нафту змішують з розчинником. Або для зниження в'язкості можна використовувати нагрівання трубопроводу.

Густина не повинна перевищувати 940 кг/м³ при 15 °C.

Яку нафту можна досліджувати на SVM?

- Оброблена сировина – забруднювачі, які могли залишитись від буріння, такі як пісок або вода - видаляються.
- «Мертва» нафта - нафта без газоподібних речовин (таких як метан, етан, пропан або бутан) та інших летких компонентів (наприклад, H₂S).
- Сира нафта з низьким вмістом компонентів, які легко випаровуються - див. 4.3.2.
- Оскільки сира нафта також може бути клейкою речовиною, під час вимірювання можуть супроводжуватись шурхотінням або шумом. Для таких нафт можна використовувати опціональні РЕЕК підшипники, оскільки вони забезпечують краще само змащування, ніж керамічні підшипники.

3 Досліджувані зразки

У звіті описано дослідження чотирьох різних нафт.

Зразок	Тип зразка
CO1003	Нафта з малою в'язкістю ASTM PTP*
CO1007	Нафта з малою в'язкістю ASTM PTP
CO1011	Нафта з середньою в'язкістю ASTM PTP
ENG6-31.8	Нафта з свердловини OMV**

* PTP = proficiency testing program - програма тестування кваліфікації. Такі програми визначають ефективність роботи окремих лабораторій для конкретних випробувань. Вони використовуються для постійного моніторингу лабораторій-учасниць.

** Австрійська нафто-газова компанія.

4 Вимірювання

4.1 Налаштування приладу

Конкретний метод був створений шляхом використання стандартного методу та вибору налаштувань та представлення вихідних даних відповідно до типу зразка.

Наступні налаштування відповідають ASTM D7042 та ASTM 4052:

- Method (Метод): Crude Oil (Сира Нафта)
- Precision class (Клас точності): Precise (Точно)
- Automatic repetitions (Циклів вимірювання): 5
- RDV limit (Відхилення в'язкості): 0.10 %
- RDD limit (Відхилення густини): 0.0002 г/см³
- Automatic prewetting (Автоматичне попереднє

зволоження): yes (так)

Зверніть увагу, що для інших сирих нафт, виходячи з властивостей зразка, може знадобитися змінити або клас точності на Fast ("Швидкий"), застосувати додатковий "час для врівноваження" ("equilibration time") та/або збільшити обмеження для RDV і RDD.

4.2 Калібрування

Використовуйте тільки калібрований прилад. Калібрування проводиться періодично з використанням сертифікованих еталонних стандартів. Відповідно до ASTM D7042, еталонні стандарти повинні бути сертифіковані лабораторією, яка відповідає вимогам ISO/IEC 17025 або відповідному національному стандарту. Відхилення стандартів густини не повинна перевищувати 0,0001 г/см³. Необхідно вказати відхилення (k = 2; достовірність 95%). Стандарти в'язкості повинні бути відстежуваними з попередніх процедур.

Використовуйте один або декілька стандартів, так щоб захопити весь діапазон в'язкості ваших зразків. За потреби застосовуйте корекцію калібрування для поліпшення відтворюваності.

4.3 Підготовка зразків для вимірювань

4.3.1 Відбирання зразка

Для відбирання зразка з лінії, танкеру або іншої ємності використовуйте металеву тару. Або можна використовувати скляну. Пластикова тара не підходить так як:

- пластик не здатний витримати летючі компоненти
- пластикові контейнери не можна нагрівати для приготування зразків з нафти високої в'язкості
- при відбиранні зразків, наприклад з лінії, може статися статичний розряд
- забруднення пластиком нафти, якщо нафта залишиться на довгий час у пластиковому контейнері. Сира нафта може розчинити певні компоненти пластику.

Радимо ознайомитись з ASTM D4057 - Standard Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products, Section 10.

4.3.2 Підготовка зразків

Як правило, сирі нафту особливо не підготовлюють перед вимірюванням. Виконуйте лише мінімально необхідну підготовку зразка, оскільки кожен крок фільтрації змінює в'язкість і густину. Якщо зразок відібраний давно – гомогенізуйте його для тесту, обережно його перемішавши, щоб поліпшити повторюваність вимірювання. При необхідності відфільтруйте частинки. ASTM D7042 рекомендує видаляти частинки розміром більше 75 мкм. Максимально допустимий розмір частинок - 200 мкм. Якщо

потрібно, відфільтруйте нафту за допомогою ситки або фільтра. Можна використовувати наступні розміри ситки, перелічені в Таблиці 1, в діапазоні між 75 і 200 мкм.

Розмір ситки	Розмір частинок мкм	Розмір ситки	Розмір частинок мкм
80	177	140	105
100	149	170	88
120	125	200	74

Таблиця 1. Параметри ситки фільтру і відповідні розміри частинок

Для деяких зразків може знадобитися дегазація. Або вимірювання можна проводити, використовуючи наповнювач пляшки під тиском. Застосування тиску під час вимірювання впливає на в'язкість та густину. Ступінь впливу залежить від конкретного зразка і становить приблизно 1% на бар..

Сира нафта з високою в'язкістю потребує попереднього прогрівання та гомогенізації. Підігрійте також ін'єкційний шприц, щоб уникнути сегрегації на холодному шприці при всмоктуванні зразка.. Для подібних зразків також необхідний пристрій для гарячого наповнення.

4.4 Наповнення

Рекомендується застосовувати одноразові 5 мл пластикові шприци (короткий час контакту нафти з пластиком не матиме негативного впливу на зразок). При використанні пристрою для гарячого заповнення потрібні шприци Luer-Lock 10 мл. Ніколи не використовуйте шприци з гумовими ущільнювачами, оскільки ці шприци, як правило, набирають бульбашки. Крім того, каучук є хімічно не стійким.

Переконайтесь, що система (вимірювальні комірки та шланги) є герметичною, чистою і сухою.

Введіть приблизно 1,5 мл. Після попереднього змочування заповніть додатково 1 мл або більше - до тих пір, поки в зливному шланзі не залишиться бульбашок. Типова кількість для достовірних результатів становить від 4 до 5 мл для SVM 3001. Об'єм може змінюватися в залежності від зразка.

4.5 Очищення

4.5.1 Розчинник

Для повного видалення сировини з вимірювальної комірки потрібен ароматичний розчинник.

Для вимірювань у цьому тесті зразків толуол використовували як перший розчинник, а як другий розчинник використовували петролейний ефір (діапазон кипіння від 100°C до 140°C). Якщо петролейний ефір недоступний, також підійде н-гептан, якщо температура очищення нижче температури кипіння цього розчинника.

4.5.2 Процедура очищення

- Торкніться кнопки очищення, щоб відкрити екран очищення. Слідкуйте за ним на протязі всієї процедури очищення, він надає інформацію про

стан очищення SVM.

- Витисніть зразок з комірки за допомогою шприца, наповненого повітрям.
- Наповніть приблизно 2 мл розчинника за допомогою шприца і залиште шприц з'єднаним.
- Переміщуйте плунжер шприца кілька разів вперед-назад (мотор працює на швидкості наповнення), щоб покращити ефективність очищення в комірці.
- Продуйте комірку протягом декількох секунд, щоб видалити суміш зразок-розчинник.
- Повторіть процедуру, поки рідина не досягне в'язкості розчинника, коли мотор працює на великій швидкості (використовуйте кнопку двигуна).
- Виконайте остаточне промивання легковисихаючим розчинником, щоб видалити залишки першого.
- Висушіть вимірювальну комірку, поки значення очищення в меню очищення не засвітиться зеленим.

5 Результати вимірювання

Дані вимірювання проводились з трьома зразками сирової нафти з РТР ASTM. Це підготовлена, майже «мертва» (дегазована) нафта. Четвертий зразок - це сира нафта зі свердловини OMV.

результати для однієї температури базуються на середніх значеннях з $n = 10$ вимірювань, результати сканування температури - на $n = 5$ вимірювань. Зразки РТР вимірювали згідно з ASTM D7042. Зразок ENG6-31.8 вимірювали у швидкому режимі вимірювання з додатковим часом встановлення рівноваги 90 секунд.

5.1 Кінематична в'язкість

Для визначення точності проводили повторні вимірювання при температурі 25 °C, 40 °C та 50 °C.

Повторювані вимірювання

Стандартне відхилення та повторюваність:

Зразок	T [°C]	Кін. В'яз. [мм ² /с; сСт]	Стд. відх 1 σ [%]	Повторюваність 2 σ [%]
CO1003		6.783	0.25	0.50
CO1007	25	3.651	0.07	0.13
CO1011		1030	0.17	0.34
CO1003		4.688	0.04	0.07
CO1007	40	2.697	0.15	0.30
CO1011		336.4	0.09	0.19
ENG6 - 31.8	50	13.22	0.18	0.36

Таблиця 2. Повторювані вимірювання кінематичної в'язкості.

Температурні сканування

T [°C]	CO1003	CO1007	CO1011	ENG6-31.8
45	4.206	2.467	245.25	15.34
40	4.679	2.687	334.46	18.12
30	5.922	3.240	668.93	37.70

20	7.739	4.000	1512.8	--
10	10.62	5.211	--	--

Таблиця 3. Кінематична в'язкість мм²/с (сСт) температурний скан

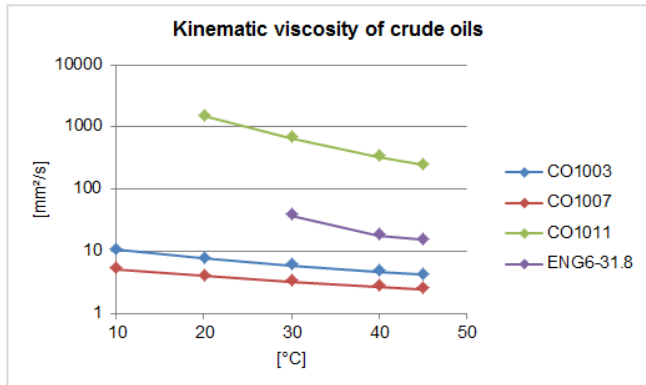
Дефіси (--) вказують на те, що при відповідних температурах не було отримано жодних результатів. Зразок вже зазнав фазової зміни, наприклад, парафінові компоненти утворили кристали.



SVM 3001

Наші контакти:

03028 Україна, м. Київ,
вул. Стратегічне шосе, 16
<http://dlu.com.ua>
Тел: +38 (044) 229-15-31
Факс: +38 (044) 229-15-30
e-mail: sale@dlu.com.ua



5.2 Густина – за розрахунками API SVM

Зразок	T [°C]	Густина, (API; SVM) [кг/м ³]	Стд. відх1 σ [кг/м ³]	Повторюваність 2 σ [кг/м ³]
CO1003	15	853.9	0.050	0.100
CO1007		823.9	0.052	0.103
CO1011		957.0	0.074	0.148
ENG6-31.8		881.6	0.162	0.324

Таблиця 4. Густина (API) сирої нафти

5.3 Показник API – за розрахунками API SVM

Зразок	T [°C]	API [°API]	Стд. відх1 σ [°API]	Повторюваність 2 σ [°API]
CO1003	15	34.11	0.028	0.056
CO1007		40.15	0.047	0.094
CO1011		16.22	0.006	0.012
ENG6-31.8		28.85	0.029	0.057

Таблиця 5. API нафти

6 Підсумки

SVM 3001 добре підходить для визначення кінематичної в'язкості, густини та градусів API нафти в межах специфікації приладу, за умови дотримання інструкцій, викладених у цьому звіті.