

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ СТАБІЛЬНОГО ВУГЛЕВОДНЕВОГО КОНДЕНСАТУ

4.1 Мета роботи

Набуття навичок визначення густини стабільного вуглеводневого конденсату, різними методами.

4.2 Теоретична частина

Густина вимірюється масою тіла, заключеного в одиницю його об'єму, і в системі СІ має розмірність кг/м^3 . Густина – одна з головних характеристик газового (вуглеводневого) конденсату. В інженерних розрахунках використовують значення густини стабільного конденсату. Для визначення цієї густини на промислі відбирають пробу нестабільного конденсату в контейнери-пробовідбірники середнього тиску. В лабораторії пробу стабілізують шляхом термостатування контейнера і повільного випускання газу через охолоджувальні пастки. Конденсат із контейнера зливають у мірний циліндр і добавляють до нього рідину, що накопичилась у пастках. Це і є стабільний конденсат, густину якого потім визначають одним із методів, описаних нижче.

Конденсат, який отримують на промислі після вивітрювання в мірних ємностях, відрізняється від стабілізованого в лабораторії. Інколи помилково густину вивіреного конденсату приймають за густину стабільного. Це недопустимо, оскільки умови вивітрювання значно відрізняються від умов температурної стабілізації конденсату. Тому можна отримати різні значення густини конденсату.

За значенням густини стабільного конденсату підраховують його запаси, прогнозують видобуток, перераховують об'ємну кількість конденсату в масову і т. д.

Деякі характеристики конденсату, наприклад в'язкість, пов'язані певною залежністю з його густиною.

Густина конденсату, що видобувається, змінюється у процесі розробки газоконденсатного покладу, а також залежить від тиску і температури сепарації. Тому по зміні густини конденсату можна прогнозувати наближення газоводяного контакту до свердловини і контролювати ефективність промислової сепарації газоконденсатної суміші.

Порівнюючи густину конденсату, відібраного з газопроводу, з густиною конденсату, що видобувається, можна встановити причини поступлення конденсату в газопровід і т.д.

Таким чином, знання густини конденсату дає змогу вирішувати ряд практичних задач.

Густину конденсату в лабораторних умовах визначають методами, призначеними для визначення густини нафтопродуктів.

В інженерних розрахунках з нафтопродуктами також використовують поняття відносна густина. Відносна густина конденсату за стандартних умов $\bar{\rho}_{к.см}$ – це відношення густини конденсату за стандартних умов $\rho_{к.см}$ (тиск $P_{ст} = 0,1013$ МПа, температура $T_{ст} = 293$ К або 20 °С) до густини води при атмосферному тиску $\rho_{в.4}$ ($P_{ат} = 0,1013$ МПа) і температурі 4 °С.

$$\bar{\rho}_{к.см} = \frac{\rho_{к.см}}{\rho_{в.4}} \quad (4.1)$$

Оскільки в міжнародній системі одиниць СІ за одиницю маси (1 кг) прийнята маса одного дециметра кубічного дистильованої води при температурі 4 °С, то $\rho_{в.4} = 1000$ кг/м³. Тоді:

$$\rho_{к.см} = 1000 \bar{\rho}_{к.см} \quad (4.2)$$

Якщо густина конденсату визначена при температурі t , відмінній від 20 °С, то її значення можна перерахувати в стандартні умови (атмосферний тиск, $t = 20$ °С) за формулою:

$$\rho_{к.см} = \rho_{к.(t)} + \gamma(t - 20), \quad (4.3)$$

де $\rho_{к.(t)}$ – густина конденсату при температурі досліджень, кг/м³;

t – температура досліду, °С;

γ – температурна поправка кг/(м³·°С), значення якої наведено в таблиці 4.1.

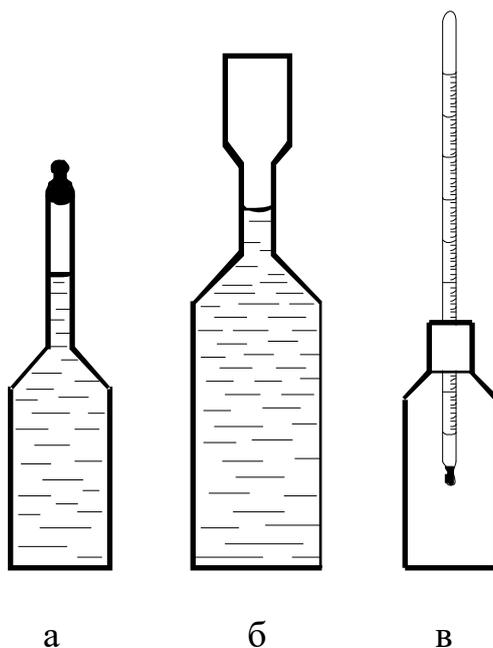
Густину конденсату визначають, в основному, двома методами: за допомогою пікнометрів та ареометрів. Густина конденсату можна визначити також гідростатичним зважуванням.

4.3 Опис приладів для визначення густини вуглеводневого конденсату

Пікнометри представляють собою скляні посудини різної форми і мають точний строго визначений об'єм. Пікнометри можуть бути з термометром або без нього (рисунок 4.1).

Таблиця 4.1 – Середні температурні поправки густини нафтопродуктів

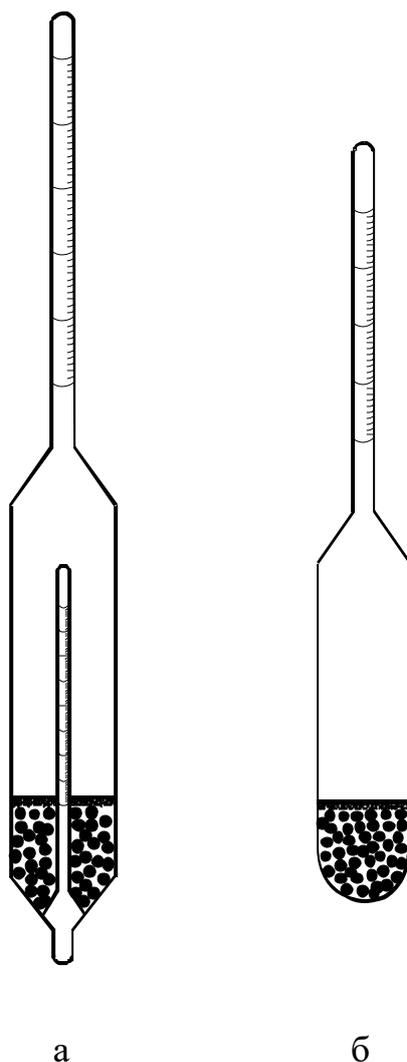
| Густина, кг/м ³ | Температурна поправка на 1 °С, кг/(м ³ ·°С) | Густина, кг/м ³ | Температурна поправка на 1 °С, кг/(м ³ ·°С) |
|----------------------------|--|----------------------------|--|
| 690,0-699,9 | 0,910 | 840,0-849,9 | 0,712 |
| 700,0-709,9 | 0,897 | 850,0-859,9 | 0,699 |
| 710,0-719,9 | 0,884 | 860,0-869,9 | 0,686 |
| 720,0-729,9 | 0,870 | 870,0-879,9 | 0,673 |
| 730,0-739,9 | 0,857 | 880,0-889,9 | 0,660 |
| 740,0-749,9 | 0,844 | 890,0-899,9 | 0,647 |
| 750,0-759,9 | 0,831 | 900,0-909,9 | 0,655 |
| 760,0-769,9 | 0,818 | 920,0-929,9 | 0,607 |
| 770,0-779,9 | 0,805 | 930,0-939,9 | 0,594 |
| 780,0-789,9 | 0,792 | 940,0-949,9 | 0,584 |
| 790,0-799,9 | 0,778 | 950,0-959,9 | 0,567 |
| 800,0-809,9 | 0,765 | 960,0-969,9 | 0,554 |
| 810,0-819,9 | 0,752 | 970,0-979,9 | 0,541 |
| 820,0-829,9 | 0,738 | 980,0-989,9 | 0,528 |
| 830,0-839,9 | 0,725 | 990,0-1000,0 | 0,515 |



а – на 5 мл; б – на 10 мл; в – пікнометр з термометром

Рисунок 4.1 – Пікнометри

Ареометр являє собою скляну трубку, в нижній частині якої знаходиться розширення, заповнене свинцевим дробом, ртуттю або іншою речовиною (рисунок 4.2). Всередині трубки є шкала з поділками, що показують значення густини. Інколи ареометри обладнані термометром для вимірювання температури, при якій визначають густину конденсату, оскільки густина залежить від температури.



а – з термометром; б – без термометра

Рисунок 4.2 – Ареометри для вимірювання густини конденсату

4.4 Методика проведення дослідів та обробка результатів

Перед визначенням густини конденсату пікнометр ретельно миють і просушують. Після цього його зважують на аналітичній вазі з точністю до 0,0002 г.

Потім визначають „водне число” пікнометра, тобто масу води в об’ємі пікнометра при 20 °С. Для цього пікнометр заповнюють дистильованою водою до мітки і витримують в термостаті при 20 °С не менше, ніж 30 хв. Надлишок води відбирають фільтрувальним папером. Рівень води в пікнометрі встановлюють по верхньому краю меніска.

Пікнометр із встановленим рівнем води при 20 °С ретельно витирають ззовні і зважують з точністю 0,0002 г.

За результатами дослідження визначають „водне число” пікнометра за формулою:

$$G = G_2 - G_1, \quad (4.4)$$

де G_1 – вага порожнього пікнометра, г;

G_2 – вага пікнометра з водою, г.

Після цього воду з пікнометра виливають, пікнометр висушують.

Сухий і чистий пікнометр заповнюють конденсатом дещо вище мітки за допомогою піпетки і витримують в термостаті впродовж 30 хв. Надлишок конденсату відбирають фільтрувальним папером. Після того, як рівень конденсату перестає змінюватись, його встановлюють по верхньому краю меніска. Пікнометр ззовні добре витирають і зважують з точністю до 0,0002 г.

Розраховують „видиму” густину конденсату за формулою:

$$\bar{\rho}_k = \frac{G_3 - G_1}{G}, \quad \text{або} \quad \bar{\rho}_k = \frac{G_3 - G_1}{G_2 - G_1}, \quad (4.5)$$

де G_3 – вага пікнометра з конденсатом, г.

„Видима” густина дає тільки наближене значення густини, оскільки зважування проводиться в атмосфері повітря.

„Видиму” густину конденсату перераховують у дійсну густину за формулою:

$$\rho_k(t) = (998,23 - 1,205) \cdot \bar{\rho}_k + 1,205 \quad \text{або} \quad \rho_k(t) = 997,025 \cdot \bar{\rho}_k + 1,205, \quad (4.6)$$

де 998,23 – густина води при 20 °С, кг/м³;

1,205 кг/м³ – густина повітря при 20 °С і барометричному тиску 760 мм.рт.ст.

Якщо густину конденсату визначають при температурі t , то здійснюють перерахунок густини конденсату при температурі 20 °С за формулою (4.3).

На лабораторних заняттях студенти отримують пікнометри, проводять всі зважування і розрахунки.

Розходження між паралельним визначенням густини конденсату не повинно перевищувати $0,4 \text{ кг/м}^3$.

Результати визначення густини конденсату заносяться в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати визначення густини конденсату за допомогою пікнометра

| Но- мер дос- лі- дів | Маса порож- нього пікно- метра $G_1, \text{ г}$ | Маса пікно- метра з водою $G_2, \text{ г}$ | Маса пікно- метра з конден- сатом $G_3, \text{ г}$ | „Водне число” пікно- метра $G, \text{ г}$ | „Видима” густина конден- сату $\bar{\rho}_k$ | Густина конде- сату при темпера- турі вимірю- вання $\rho_k(t),$ кг/м^3 | Густина конденсату, зведена до стандарт- них умов $\rho_{k.ст}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | Різниця між паралель- ними досліда- ми $\Delta\rho,$ кг/м^3 |
|----------------------------------|--|--|---|---|--|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | | | | | | |

Для визначення густини конденсату ареометром необхідно в скляний циліндр (без поділок) ємністю не менше 300 см^3 налити конденсат, попередньо зведений за допомогою термостата до температури $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Перевіривши температуру, обережно опускають у конденсат ареометр, притримуючи його рукою до тих пір, поки не стане очевидним, що він плаває. При цьому потрібно слідкувати, щоб ареометр знаходився якраз у центрі циліндра і ні в якому випадку не торкався його стінок (рисунок 4.3).

Коли ареометр встановився, проводять визначення густини конденсату по діленнях шкали ареометра. Ділення, напроти якого встановився верхній меніск рідини, характеризує значення густини досліджуваної рідини. Визначення густини конденсату проводять з точністю до третього знаку. Ще раз перевіряють температуру, виймають ареометр з конденсату, обмивають його водою, обережно обтирають і вкладають у футляр.

Якщо температура конденсату відрізняється від $20 \text{ }^\circ\text{C}$, то визначену по шкалі ареометра густину конденсату при температурі дослідження необхідно привести до густини при температурі $20 \text{ }^\circ\text{C}$ за формулою (4.3).

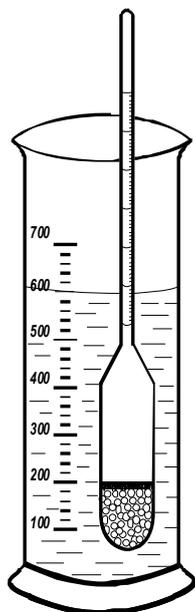


Рисунок 4.3 – Визначення густини конденсату ареометром

Результати досліджень зводяться в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Результати визначення густини конденсату за допомогою ареометра

| Температура досліджу, °С | Густина конденсату при температурі визначення $\rho_k(t)$, кг/м ³ | Середня температурна поправка, кг/(см ³ ·°С) | Густина конденсату при 20 °С $\rho_{k,ст}$, кг/м ³ |
|--------------------------|---|---|--|
| | | | |

Студенти проводять визначення густини однієї і тієї ж проби конденсату за допомогою пікнометра та ареометра.

4.5 Контрольні питання

4.5.1 Якими методами визначають густину конденсату?

4.5.2 Що представляють собою пікнометр та ареометр?

4.5.3 Охарактеризуйте методику визначення густини конденсату за допомогою пікнометра?

4.5.4 Охарактеризуйте методику визначення густини конденсату за допомогою ареометра.

4.5.5 Як обробляють результати досліджу з визначення густини конденсату за допомогою пікнометра?

4.5.6 Як обробляють результати досліджу з визначення густини конденсату за допомогою ареометра?