

Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Кафедра хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Завідувач кафедри хімії _____ Миронюк І.Ф.
“ ____ ” _____ 2020 р.

Лабораторні роботи з курсу

Хімія і технологія хлорорганічних сполук і полімерів
(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 102 хімія_
(шифр і назва спеціальності)
інститут, факультет природничих н
(назва інституту, факультету)

Івано-Франківськ – 2020 рік

Лабораторна робота №1

Тема: Фізичні властивості нафти і нафтопродуктів для синтезу ХОС і полімерів

Мета: Ознайомитися з методами визначення в'язкості рідких нафтопродуктів і дати оцінку впливу в'язкісно-температурних властивостей на роботу двигуна.

Обладнання та матеріали:

- Віскозиметри капілярні зі скла з малим коефіцієнтом температурного розширення (наприклад, боросилікатного), що забезпечують необхідну точність.
- Віскозиметри типів ВПЖТ-1, ВПЖТ-2, ВПЖТ-4, ВНЖТ згідно ГОСТ 10028-81. Можливе використання віскозиметрів типів ВПЖ-1, ВПЖ-2, ВПЖ-4, ВНЖ.
- Паперовий фільтр.
- Термометр.
- Термостат.
- Секундомір.
- Воронка.
- Гумова трубка.
- Гумова груша.
- Гліцерин (3 л).
- Зразок нафтопродукту (50 мл).

Загальні положення

Перед виконанням лабораторної роботи необхідно проаналізувати вплив в'язкості моторного масла на роботу й термін служби двигуна на підставі рекомендованих навчальних посібників.

Властивість рідини чинити опір плину (переміщенню одного прошарку рідини відносно іншого) під дією зовнішньої сили називається в'язкістю (внутрішнім тертям). Перешкоджають переміщенню прошарків рідини сили молекулярного зчеплення.

В'язкість визначають для рідких нафтопродуктів, напруга зрушення яких пропорційно швидкості деформації, так званих ньютонівських рідин. В'язкість їх не залежить від дотичного напруження та градієнта швидкості. Розрізняють динамічну й кінематичну в'язкість.

Динамічна в'язкість служить мірою опору рідини плину. Коефіцієнт динамічної в'язкості – це відношення діючого дотичного напруження до градієнта швидкості. За одиницю динамічної в'язкості у системі СІ прийнята в'язкість такої рідини, що чинить опір в 1 Н взаємному переміщенню двох шарів рідини площею 1 м², що перебувають один від іншого на відстані 1 м і переміщуються з відносною швидкістю 1 м/с.

Схема взаємного переміщення прошарків рідини показана на рис.1. Одиницею динамічної в'язкості в системі СІ є паскаль-секунда (Па×с). На практиці застосовують МПа×с = 10-3 Па×с, а також сантипуаз (сП = МПа×с).

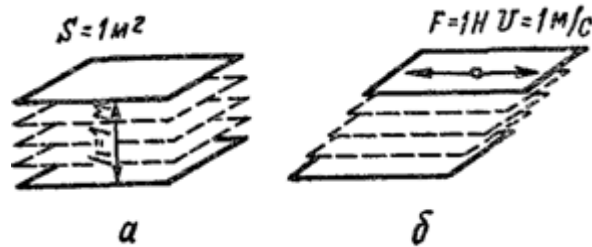


Рис.1. Схема взаємного переміщення прошарків рідини:

a – стан спокою; *b* – початок руху

Динамічну в'язкість h знаходять як добуток кінематичної в'язкості рідини n на її густину r при тій же температурі,

$$h = n \times r,$$

тобто кінематична в'язкість n – це відношення динамічної в'язкості h рідини до густини r при тій же температурі

Кінематична в'язкість служить мірою опору рідини плинущу під впливом гравітаційних сил.

Метод визначення кінематичної в'язкості полягає у вимірі часу витікання певного обсягу випробуваної рідини під впливом сили ваги. Кінематичну в'язкість знаходять як добуток обмірюваного часу витікання та постійної приладу для визначення в'язкості.

У системи СІ одиницею кінематичної в'язкості є м²/с. На практиці застосовується інша одиниця – мм²/с = 10⁻⁶ м²/с, а також сантистокс (сСт = мм²/с).

Віскозиметр Линкевича, показаний на рис.2, являє собою V-образну трубку 1, в одному коліні якої є дві калібровані кульки 4, що переходять у капілярну трубку, а в іншому коліні – розширена ємність 5, широка трубка 2 і відповідний відросток 3. Віскозиметри випускають із різним діаметром капілярів. Чим вища в'язкість нафтопродуктів, тим більший діаметр капіляра використовується. До кожного віскозиметра додається паспорт, у якому зазначається номер віскозиметра, його діаметр постійна величина C , виражена в мм²/с² (СТ). Діаметр віскозиметра вибирають таким, щоб час руху рідини було не менш 200 і не більше 600 с. Якщо постійну віскозиметра C помножити на час t у секундах витікання рідини в обсязі, кульки, то маємо значення кінематичної в'язкості n при температурі визначення.

В якості термостату віскозиметра використовують прозору посудину (рис.3). Нафтопродукт, що перебуває у віскозиметрі, занурюють не менш чим на 20 мм нижче рівня рідини в лазні й на 20 мм над дном.

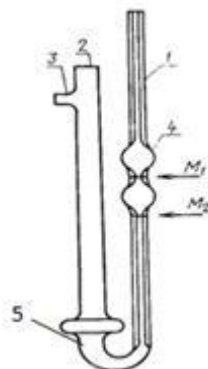


Рис.2. Віскозиметр Линкевича (ВПЖТ-2, ВПЖТ-4): 1 – V образна трубка; 2 – широка трубка; 3 – відвідної відросток; 4 – калібровані кульки; 5 – розширена ємність; М1 і М2 – мітки вимірювального обсягу

Хід роботи

В першу чергу слід обрати віскозиметр із межами виміру, що відповідають очікуваній в'язкості випробуваного нафтопродукту. Віскозиметр повинен бути сухим і чистим, тому поміж вимірюваннями слід промивати розчинниками (бензин-розчинник для гумової промисловості, нейтральний ефір, ацетон, толуол і т.п. Періодично віскозиметр промивають хромовою сумішшю, а потім дистильованою водою, ацетоном і просушують повітрям.

Пробу нафтопродукту фільтрують крізь сито, скляний або паперовий фільтр. Інколи нафтопродукт просушують безводним сульфонатом натрію або прожареною повареною сіллю, а вже потім фільтрують через паперовий фільтр. Віскозиметр заповнюють досліджуванним нафтопродуктом і розміщують у термостат 6 (рис.67.3), встановлюючи необхідну температуру.

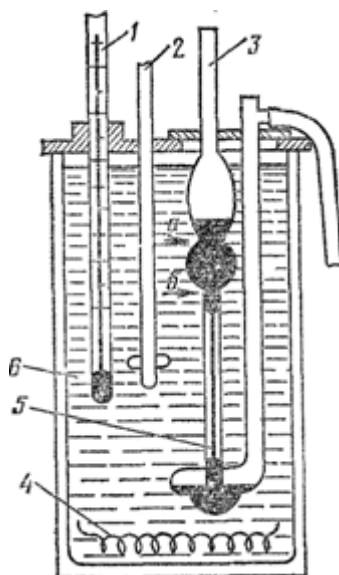


Рис.3. Прилад для вимірювання кінематичної в'язкості нафтопродукту:
1 – термометр; 2 – мішалка; 3 – віскозиметр; 4 – електропідігрівач;
5 – капіляр віскозиметра; 6 – термостат (лазня)

Заповнення термостату рідиною. Для заповнення термостата використовують наступні рідини: технічний етиловий для температури від -60 до $+15^{\circ}\text{C}$; дистильовану воду – для температури від 15 до 60°C ; гліцерин або розчин гліцерину з водою 1:1 або світле нафтове масло – для температури понад 60°C .

Вимірювання в'язкості нафтопродуктів

Примітка. У даній роботі вимірювання в'язкості за вказівкою викладача слід провести для дизельного палива або моторного масла

Випробуваний нафтопродукт (без домішок води або механічних домішок) залити в стаканчик у кількості 30-40 мл. Сухий і чистий віскозиметр заповнити обраним нафтопродуктом, для чого на відповідну трубку 3 (рис.3) надягти гумову трубку. Далі, затиснувши пальцем коліно 2 і перевернувши віскозиметр, занурити коліно 1 у посудину з нафтопродуктом і засмоктати його (за допомогою гумової груші, водоструминного насоса або іншим способом) до мітки М2, стежачи за тим, щоб у рідині не утворилися бульбашки повітря. Вийняти віскозиметр із посудини, швидко повернувши його в нормальне положення. Зняти із зовнішньої сторони кінця коліна 1 надлишок рідини, надягнувши на його кінець гумову трубку. Віскозиметр розмістити в термостат таким чином, щоб розширення 4 (рис.67.3) було нижче рівня рідини.

Увага! При роботі з віскозиметром варто бути обережним, щоб не зламати його. Для цього слід дотримуватися наступних правил:

- при заповненні та розташуванні віскозиметра треба тримати його за одне коліно; на яке надівається або знімається гумова трубка;
- не допускати потрапляння повітря у віскозиметр;
- при закріпленні віскозиметра в штативі на затягувати затискач надмірно сильно.

У термостаті виставити і весь час підтримувати необхідну для випробування температуру t (п).

Віскозиметр і досліджуваній нафтопродукт утримувати в термостаті при заданій температурі протягом 15 хв.

Через гумову трубку, надягнуту на вузьку частину віскозиметра, нагнітати за допомогою груші нафтопродукт у кульку 4 трохи вище мітки a , стежачи за тим, щоб не було розривів нафтопродукту й бульбашок повітря.

Спостерігаючи за протіканням нафтопродукту через капіляр 1 у розширення 3 (рис.67.3), ввімкнути секундомір, коли рівень рідини досягне мітки a . Секундомір зупинити, коли рівень палива досягне мітки b , яка розташована нижче двох кульок. Записавши час витікання (визначений секундоміром, з точністю до 0,2 секунди, повторити досвід не менш двох разів, тобто одержати три виміри, що повинні відрізняти поміж собою не більше ніж на 0,5 %.

На підставі трьох отриманих відліків знайти середнє арифметичне й розрахувати кінематичну в'язкість досліджуваного нафтопродукту (ν) у мм²/с по формулі

$$\nu = C \cdot \tau,$$

де C – постійна віскозиметра, мм²/с²; τ – середній арифметичний час витікання нафтопродукту у віскозиметрі, с.

Обчислити значення ν (з точністю до тисячних) і результати занести в табл.67.1.

Таблиця.1

Результати вимірів в'язкості випробуваного зразка

Найменування проби	Час витікання, с	Середній час витікання,	В'язкість, мм ² /с	Марка нафтопродукту за

	1	2	3	с		ДСТУ

Отримані результати вимірів порівняти із ДСТУ (табл.67.2, 67.3 залежно від виду нафтопродукту), зробивши висновки щодо його придатності.

Таблиця.2

Показники кінематичної в'язкості дизельного палива

Показник	Марка палива (ДСТУ 3868-99)	
	З	Л
В'язкість кінематична при 20°C, мм ² /с	1,8-6,0	3,0-6,0

Таблиця.3

Показники в'язкості моторних масел

Показники	Марки моторних масел згідно SAE J300							
	АЗМОЛ 20W40	АЗМОЛ Супер 15W40	АЗМОЛ Турбо 2 10W40	АЗМОЛ Лидер М-5/40	АЗМОЛ М-2042 (М-8Г2К)	АЗМОЛ М-3042 (М-10Г2К)	ESSO ULTRA 5W30	ESSO ULTRA 10W40
В'язкість кінематична, мм ² /с при 100°C	12,5-16,3	13,5-14,5	14,0-16,3	13,0-16,3	7,5-8,5	10,5-11,5	10,1	14,5

Контрольні запитання

- Від яких факторів залежить коефіцієнт рідинного тертя?
- Чим відрізняються динамічна, кінематична й умовна в'язкості? У яких одиницях вони вимірюються?
- Яким експлуатаційно-технічним вимогам повинні відповідати моторні масла та до дизельних палив?
- Чому дизельне паливо повинне мати певну в'язкість?

- Як впливає в'язкісно-температурна характеристика на експлуатаційні властивості нафтопродуктів?
- Як впливає на в'язкість нафтопродуктів їх температура?
- Від яких експлуатаційно-технічних властивостей дизельного палива залежить надійність подачі його в циліндри двигуна?
- За якими ознаками класифікуються автомобільні масла?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Тема: Вплив абсолютизованого етанолу на властивості бензинів

Мета: отримати абсолютизований етанол та вивчити його вплив на деякі фізичні властивості бензинів різних марок та їх октанове число.

Обладнання та реактиви:

- спирт етиловий 95%;
- кальцій хлорид;
- кальцій оксид;
- бензин А-80;
- бензин А-95;
- колба В'юрца;
- холодильний Лібіха;
- хлоркальцієва трубка;
- вакуумний алонж;
- хлоркальцієва трубка;
- електронагрівач;
- портативний октанометр для експрес- аналізу палива марки Shatoh.

Теоретичні відомості

Абсолютний спирт знаходить застосування в промисловості органічного синтезу . Він широко застосовується також в лабораторній практиці.

Відповідно до технічних умов абсолютний спирт повинен був відповідати таким вимогам: концентрація не менше 99,7%, вміст альдегідів не більше 5 мг на 100 г спирту, вміст органічних кислот в перерахунку на оцтову не більше 1 мг на 100 мл. Спирт не повинен містити сухого залишку, мінеральних кислот, лугів і фурфуролу. Колір - повністю прозорий, безбарвний. Спирт не повинен мати стороннього запаху.

Абсолютний спирт, який утворює стійкі суміші з бензином, набув широкого поширення в ряді зарубіжних країн як моторне паливо. Встановлено, що додавання абсолютного етилового спирту до бензину підвищує антидетонаційні властивості моторного палива та його октанове число , що дозволяє застосовувати більш високі ступені стиснення палива.

Етиловий спирт, який одержують звичайними методами ректифікації, не може містити більше 95,7% мас. спирту, так як ця величина відповідає вмісту його в азеотропній суміші, яка утворюється спиртом з водою при нормальному тиску.

У більшості випадків в народному господарстві використовується етиловий спирт з вмістом води 4,43% мас. або трохи більше. Однак для деяких цілей необхідний етиловий спирт, який практично не містить води - абсолютний етиловий спирт, наприклад, для паливної, лакофарбової, фармацевтичної, косметичної та парфумерної галузей промисловості.

Для задоволення потреби промисловості в абсолютному етиловому спирті створений ряд способів його виробництва із загальною назвою: абсолютизація етилового спирту.

Відомо кілька методів отримання абсолютного спирту:

- за допомогою зв'язування води твердими водозв'язуючими реагентами;
- із застосуванням рідких водозв'язуючих реагентів ;
- із застосуванням методів, заснованих на явищах азеотропізму;
- із застосуванням розчинів солей, що зміщують азеотропну точку (сольова абсолютизація);
- використання явища дифузії парів через пористі перегородки;
- абсолютизація під вакуумом.

З перерахованих методів абсолютизації спирту метод зневоднення за допомогою твердих водовіднімаючих реагентів отримав застосування в лабораторних умовах. Так, наприклад, застосовуючи негашене вапно, можна отримати абсолютний спирт, так як вода поглинається вапном з утворенням гідроксиду кальцію.

Аналогічну дію чинять хлористий кальцій, ацетати калію і натрію, гіпс.

Зневоднення спирту за допомогою твердих водовіднімаючих речовин використовувалося і в промислових масштабах, проте широкого поширення воно не набуло. Не отримав також широкого застосування метод зневоднення за допомогою рідких водовіднімаючих реагентів (гліцерин). Застосовуючи чистий гліцерин, отримують спирт концентрацією 99,2%. Застосовуючи гліцеринові розчини зневоднюючих солей (CaCl_2 , K_2CO_3), отримують спирт концентрацією 99,9-100%, однак і цей метод не набув поширення, як і метод зневоднення, заснований на різній швидкості дифузії парів спирту і води через мембрани, і перегонка під вакуумом.

В даній роботі використовується комбінований спосіб абсолютизації, який базується на взаємодії оксиду кальцію з водою, яка міститься в етанолі та певних конструктивних особливостях установки (рис.1) для відгонки абсолютизованого етанолу з реакційної суміші, які перешкоджають потраплянню вологи в етанол з навколишнього середовища.

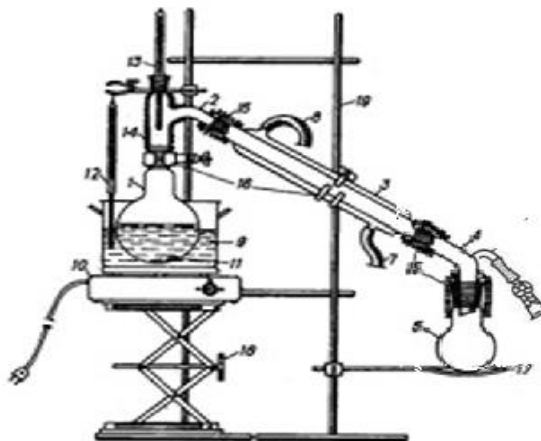


Рис.1. Установка на шліфах для перегонки: 1 - перегінна колба, або колба В'юрца; 2 - насадка В'юрца (не потрібна, якщо використали колбу В'юрца); 3 - зворотний холодильник (Лібіха); 4 – алонж з хлоркальцієвою трубкою; 5 - приймач; 7 і 8 - гумові шланги для подачі і зливу охолоджувальної води; 9 - водяна лазня; 10 - електроплитка із закритим нагрівальним елементом; 11 - кипілки; 12 (не обов'язково закріплювати у штатив) і 13 - термометри для контролю температури рідинної лазні і парів рідини, яка переганяється; 14 - азбестова теплоізоляція (горловину колби можна обмотати азбестовою ниткою для ізоляції); 15 - сталеві пружинки або гумові кільця для зміцнення шліфів; 16 – лапки штативів; 17 - кільце, що підтримує приймальний посудину; 18 - підйомний "столік-підставка; 19 - пересувна монтажна рама, виготовлена з двох штативів.

Останнім часом широкого використання набули сумішеві бензиново-етанольні палива. Октанове число етанолу складає 105 одиниць, тому його введення в бензин підвищує октанове число бензину. При згорянні етанолу не утворюється побічних шкідливих речовин, що покращує екологічні характеристики палива.

Але сумішеві бензиново-етанольні палива є нестабільними при використанні водовмісного етанолу, тому використання абсолютизованого етанолу при виробництві таких палив є принциповим.

Хід роботи

1. Абсолютизація етанолу.

Прожарте 20 г кальцій оксиду при 850°C в муфельній печі протягом 2 год. Після охолодження печі обережно вийміть чашку з оксидом кальцію та помістіть в ексікатор, щоб уникнути поглинання вуглекислого газу з повітря та повторної карбонізації.

Складіть установку, яка зображена на рисунку. Перевірте всі з'єднання.

Наповніть хлоркальцієву трубку хлоридом кальцію. Для того в тонку частину трубки помістіть шматочок вати і на третину заповніть трубку хлоридом кальцію. Зверху помістіть ще шматочок вати, щоб уникнути контакту хлориду кальцію з повітрям.

Свіжоприготовлений оксид кальцію і кілька шматочків пемзи помістіть у перегінну колбу В'юрца та додайте 100 г 95% етанолу. Попередньо проаналізуйте етанол на відповідність заданої концентрації фактичній. Для цього визначіть пікнометричним

способом густину етанолу та за допомогою таблиці відповідності густини до концентрації визначте фактичну концентрацію вихідного етанолу.

Перегонку необхідно проводити в температурних межах кипіння абсолютного спирту 78,3°C.

Ведемо перегонку до сухого залишку в колбі.

За допомогою пікнометричного методу визначаємо густину отриманого спирту та за табличними даними визначаємо концентрацію

Зважте отриманий спирт та визначте масову частку втрат. За масою втрат зробіть висновок про наявність води у вихідному етанолі.

Дані занесіть в таблицю 1.

Таблиця 1

Результати вимірювань та обчислень

m, г вихід- ного етанолу	ρ , г/см ³ вихід- ного етанолу	ω , % вихід- ного етанолу	m, г отрима- ного етанолу	ρ , г/см ³ вихід- ного етанолу	ω , % вихід- ного етанолу	m, г втрат	η , % вихід продук- ту

2. Визначення октанових чисел сумішевих бензиново-етанольних палив.

Приготуйте три зразки сумішевих палив, визначте їх октанове число за допомогою октанометра Shatox 300 (будова приладу та принцип роботи розглянуті у лабораторній роботі №4).

Зразок №1 – 99% бензину марки А-80 і 1% абсолютизованого етилового спирту, №2 – 98% бензину марки А-80 і 2% абсолютизованого етилового спирту, №3 – 97% бензину марки А-80 і 3% абсолютизованого етилового спирту. Кожен замір зробіть тричі та визначте середнє значення октанового числа. Результати занесіть у таблицю 2.

Таблиця 2

Визначення октанового числа бензиново-етанольних сумішевих палив

Номер зразка	Октанове число бензиново-етанольних сумішевих палив			
	ОЧ ₁	ОЧ ₂	ОЧ ₃	ОЧ _{сер}
1				

Контрольні питання

1. Охарактеризуйте відомі способи абсолютизації етанолу.
2. Які основні недоліки відомих способів абсолютизації етанолу?
3. Що називають бензиново-етанольними сумішами?
4. Охарактеризуйте основні проблеми використання бензиново-етанольних сумішей.
5. Октанове число спирту. Вплив спирту на октанове число бензинів.
6. Охарактеризуйте використаний в лабораторній роботі спосіб абсолютизації етанолу за допомогою удосконаленої перегінної установки.

Список використаних джерел

1. Добросердов Л.Л. Труды Ленинградского технологического института пищевой промышленности. Т.ХV, 1958.
2. Ошмян О.Е. Труды ВНИИСПа. Вып. 10, 1953.
3. Patart. Zeitschrift fur spiritusindustrie. N 45, 1936.
4. Марийе Ш. Перегонка и ректификация в спиртовой промышленности. Снабтехиздат, 1934 г.
5. Фремель В.Б. Спиртовая промышленность, 1936, № 7.
6. Вовк Е.А. Получение абсолютного спирта азеотропным методом. Кандидатская диссертация, 1941.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Тема: Фракційна перегонка нафти та нафтопродуктів для синтезу ХОС і полімерів

Мета роботи: ознайомитися з методом визначення фракційного состава палива згідно ГОСТ 2177 (ISO 3405), надавши оцінку впливу окремих фракцій бензину на роботу двигуна.

Обладнання та реактиви:

- Прилад для розгону нафтопродуктів.
- Колбонагрівач з реостатом.
- Мірний циліндр ємністю 100 мл.
- Мірний циліндр ємністю 10 мл.
- Термометр типу ТИН4-2 зі шкалою виміру від 0 до 360°C.
- Азбестова прокладка.
- Колодій.
- Зразок палива (100 мл).

Теоретичні відомості

Перед виконанням лабораторної роботи необхідно ознайомитися з рекомендованою літературою, звернувши особливу увагу на властивості палива, що впливають на безвідмовну роботу двигуна.

Завдання роботи: провести розгін бензину; визначити характерні крапки фракційного складу, вид і марку палива, зіставивши отримані результати з вимогами ДСТУ 4063-2001; дати експлуатаційну оцінку по фракціях палива; дати висновок щодо його використання у двигуні й про вплив фракційного складу на витрату палива й зношування двигуна.

Бензини являють собою суміш вуглеводнів, яким притаманна різна випаровуваність. Випаровуваність характеризує швидкість і повноту переходу бензину з рідкого в пароподібний стан і визначається його хімічним складом. Бензини як складна суміш різних вуглеводнів википають не при одній постійній температурі, а в широкому діапазоні температур (30...215°C). Випаровуваність бензину оцінюється згідно температурних меж його википань і за температурами википань його окремих частин – фракцій.

Фракційний склад є головним показником випаровуваності автомобільного бензину, найважливішою характеристикою його якості. Від фракційного складу бензину залежать легкість пуску двигуна, час його прогріву, прийомістисть і інші експлуатаційні показники.

На рис.1 наведена крива розгону бензину й зазначені його основні фракції – пускова, робоча й кінцева.

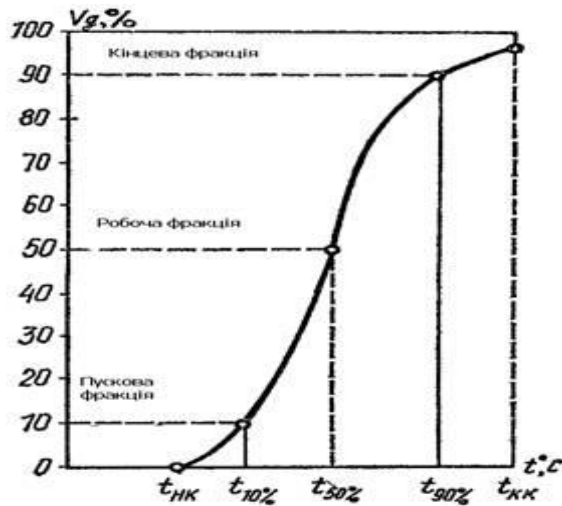


Рис.1. Крива розгону бензину

Пускову фракцію бензину становлять найбільш низькокиплячі вуглеводні (перші 10% обсягу дистилату). У робочу фракцію входять дистилати від 10 до 90 % обсягу й у кінцеву – від 90% обсягу до кінця кипіння бензину. За ДСТУ 4063-2001 фракційний состав бензину нормують п'ятьма характерними температурами: початку перегонки, перегонки 10 %, 50 і 90 % обсягу й кінця кипіння. Фракційний склад бензину повинен бути таким, щоб забезпечилися гарний пуск двигуна й швидкий розгін автомобіля, низька питома витрата палива, рівномірний якісний і кількісний розподіл горючої суміші по циліндрах двигуна, мінімальне зношування поршнів і циліндрів.

Температури *початку перегонки* й *перегонки 10%* бензину характеризують пускові властивості палива. Якщо в бензині не вистачає низькокиплячих фракцій, то при запуску холодного двигуна частина бензину не встигає випаруватися й потрапляє в циліндри в рідкому стані. Горюча суміш виявляється Perezбідненою, вона не запалюється від електричної іскри й пуск двигуна стає неможливий. Рідкий бензин у циліндрах змиває змащення, а в картері двигуна розріджує моторне масло. Тому в мить запуску й при наступному прогріванні спостерігається тертя деталей циліндропоршневої групи без достатньої кількості мастильного матеріалу. Мастила виявляється недостатньо для утворення на поверхнях деталей міцної плівки. У цьому випадку відбувається зношення тертьових деталей двигуна, так звані пускові, ступінь яких залежить від кількості бензину, що не випарувався, тривалості запуску, прогріву двигуна та швидкості відновлення масляної плівки на циліндрах. Чим менше час випаровування бензину у впускній системі двигуна, чим триваліше є пуск і гірша подача мастила до тертьових деталей, тим значніше пускові зношення.

Зміст низькокиплячих вуглеводнів у сучасних автомобільних бензинах контролюється трьома показниками: температурою початку перегонки, температурою перегонки 10 % бензину та тиском насичених парів.

Відповідно до діючих стандартів температура початку перегонки автомобільних бензинів повинна бути не нижче $30\text{ }^\circ\text{C}$, а 10 % бензину повинні переганятися при температурі не вище $75\text{ }^\circ\text{C}$. Завдяки цьому на бензинах забезпечується запуск холодного двигуна при температурі навколишнього повітря вище $-10\text{ }^\circ\text{C}$. Поява парових корок за цих умов практично не можлива.

Температура перегонки 50% бензину, що характеризує швидкість прогріву та прийомісткість двигуна, нормується для робочої фракції (обсяг дистилатів від 10 до 90%).

Прогрів двигуна триває від митті пуску до часу встановлення стійкого режиму роботи. Наприкінці прогріву в режимі холостого ходу досягається майже повне випаровування бензину у впускному трубопроводі. Чим легшим є фракційний склад і нижча температура перегонки 50 % бензину, тим скоріше прогрівається двигун. Бензин з низькою температурою перегонки 50 % швидше випаровується у впускному трубопроводі, наповнення циліндра горючою сумішшю поліпшується, потужність двигуна зростає. При низькій температурі навколишнього повітря необхідно застосовувати бензини з низькою температурою перегонки 50 % палива.

Прийомістисть – це властивість двигуна в прогрітому стані під навантаженням швидко переходити від малої частоти обертання до більшої при різкому відкритті дросельної заслінки. Для забезпечення гарної прийомістості двигуна потрібно, щоб циліндри двигуна в мить дроселювання наповнювалися збагаченою пальною сумішшю. При різкому відкритті дросельної заслінки до впускного трубопроводу надходить більша порція холодного повітря й рідкого бензину, що приводить до різкого погіршення умов пароутворення через недостачу теплоти для повного випару палива.

Якщо бензин має високу температуру перегонки 50 % палива, то деяка частина висококиплячих вуглеводнів, що становлять робочу фракцію палива, у системі живлення не встигає випаровуватися. У цьому випадку горюча суміш перезбіднена, і двигун не здатен досягти високої частоти обертання колінчатого вала й навіть може зупинитися.

Для відновлення теплового режиму системи живлення двигуна потрібен певний час. Теплова рівновага встановлюється тим швидше, чим краще йде процес випару й сумішоутворення, чим більше в бензині низькокиплячих вуглеводнів. Отже, прийомістисть двигуна багато в чому залежить від температури перегонки 50 % бензину. Зі зниженням цієї температури прийомістисть поліпшується й час розгону автомобіля скорочується. Оптимальний розгін автомобіля спостерігається за умови такої випаровуваності бензину, при якій створюється горюча суміш із повітря й пари палива в співвідношенні 12:1.

Якщо випаровуваність бензину гірша, а отже й вища температура перегонки 50 % палива, тоді утвориться бідна суміш і час розгону автомобіля збільшується. Температура перегонки 50% бензину повинна бути не більше 120°C. При таких температурах забезпечуються швидкий прогрів і гарна прийомістисть двигуна під час експлуатації автомобіля.

Температури перегонки 90% і кінця кипіння бензину характеризують повноту його випару. Якщо в бензині утримується багато висококиплячих вуглеводнів, то умови роботи двигуна аналогічні умовам пуску холодного двигуна на бензині з низькою температурою початку перегонки. Висококиплячі вуглеводні не випаровуються у впускному трубопроводі двигуна й потрапляють у циліндри у вигляді рідини. Деяка частина її випаровується й згоряє, а частина, що залишилася, стікає по стінках циліндра й змиває з них мастило. Потрапляючи в картер двигуна, важкі фракції бензину розріджують масло й знижують його в'язкість. У тих місцях, де змите мастило, спостерігаються тертя без мастильного матеріалу й підвищене зношування деталей

При використанні бензинів з високою температурою кінця кипіння підвищуються зношування двигуна, кількість відкладень на його деталях і збільшується витрата палива.

Температура перегонки 90 % палива для автомобільного бензину повинна бути не вище 190°C. Кінець кипіння бензину повинен бути не вище 215°C.

Хід роботи

Перед виконанням досліджень холодильник (рис.2) слід заповнити водою з снігом або льодом. При відсутності снігу або льоду через холодильник пропустити водопровідну воду з такою швидкістю, щоб її температура на виході холодильника не перевищувала 30 °С. Температуру вимірювати термометром типу ТН2.

Визначивши вимірювальним циліндром 100 мл досліджуваного палива, перелити його в колбу, тримаючи останню в такому положенні, щоб відвідна трубка була спрямована нагору. Усередину колби кинути 2-3 шматочки пористої речовини (порцеляни, шамоту).

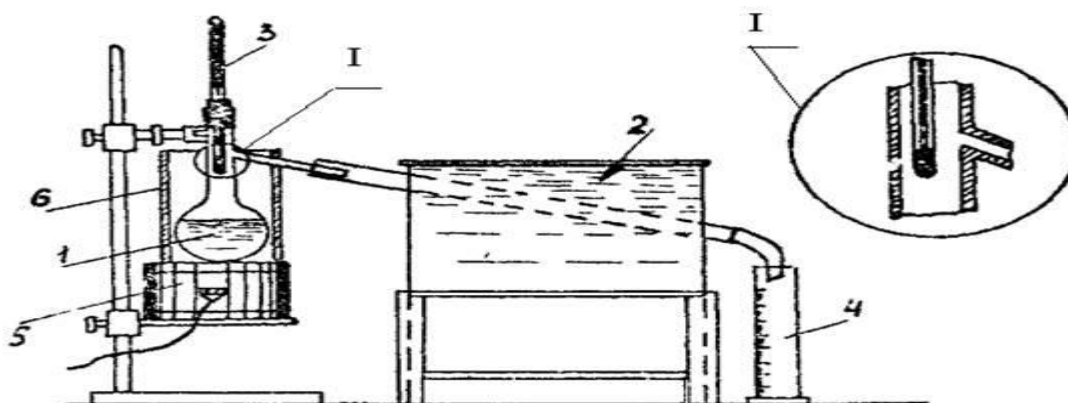


Рис.2. Прилад для визначення фракційного состава бензину: 1 – колба з паливом; 2 – холодильник; 3 – термометр; 4 – мірний циліндр; 5 – нагрівальний прилад; 6 – захисний кожух

Після заповнення колби 1 бензином (100 мл) у шийку колби вставити термометр типу ТИН4-2, щоб вісь термометра збігалася з віссю колби, а верхівка ртутної кульки перебувала на рівні нижнього краю відвідної трубки в місці її припаю. Після цього колбу виставити на азбестову прокладку й закріпити відвідну трубку в холодильнику за допомогою коркової пробки.

Колбу закрити захисним кожухом, а мірний циліндр розташувати під нижній кінець відвідної трубки холодильника таким чином, щоб трубка входила в циліндр не менш, ніж на 25 мм, але не нижче відмітки 100 мм. Після проведення зазначених підготовчих операцій приступити безпосередньо до проведення процесу перегонки.

Перегонку здійснювати в наступному порядку:

- Ввімкнути нагрівальний прилад. Інтенсивність нагрівання повинна бути такою, щоб перша крапля дистиляту впала із трубки холодильника не раніше, ніж через 5...10 хв. Температуру, зафіксовану термометром у момент падіння першої краплі, умовно прийняти за температуру початку перегонки.
- Подальшу перегонку вести зі швидкістю 4...5 мл/хв, що відповідає 20...25 краплям за 10 с. Запис показань термометра вести через кожні 10 мл перегнаного дистиляту.
- Після відгону 90 % дистиляту нагрівання колби відрегулювати таким чином, щоб до кінця перегонки залишилося 3-5 хв. Перегонку закінчити, коли ртутний стовпчик зупиниться. У цей момент записати температуру кінця перегонки, вимкнути підігрів, зняти захисний кожух і дати колбі прохолонути протягом 5 хв.

4. Після охолодження колби, вийняти термометр і зняти колбу з приладу. Залишок, що залишився в колбі, злити в мірний циліндр на 10 мл і замірити з точністю до 0,1 мл.
5. За результатами перегонки заповнити протокол (табл.69.1).

Результати роботи

Показники	Обсяг відгону, %	При темп., °С	А-76 ДСТУ 4063-2001	А-92 ДСТУ 4063-2001	А-95 ДСТУ 4063-2001
Температура початку перегонки бензину, °С, не нижче			30	30	30
не вище	10		75	75	75
“_”	20		-		
“_”	30		-		
“_”	40		-		
не вище	50		120	120	120
“_”	60		-		
“_”	70		-		
“_”	80		-		
не вище	90		190	190	190
кінець кипіння бензину, °С, не вище	-		215	215	215

залишок у колбі, %, не більше	-		1,5	1,5	1,5
залишок і втрати, %, не більше	-		4,0	4,0	4,0

6. Порівняти отримані результати з показниками ДСТУ 4063-2001 і зробити висновок про відповідність зразка палива по цьому показнику нормам стандарту.
 7. Дати експлуатаційну оцінку випробуваному паливу, оцінивши залежність пускових якостей бензину, його здатності забезпечувати достатню прийомісткість двигуна, утворювати парові корки й розріджувати масло в картері від значень характерних крапок фракційного состава.

За графіком (рис.3), що визначає залежність зношування двигуна й витрати палива від температури кінця перегонки бензину, проаналізувати роботу двигуна на випробуваному паливі.

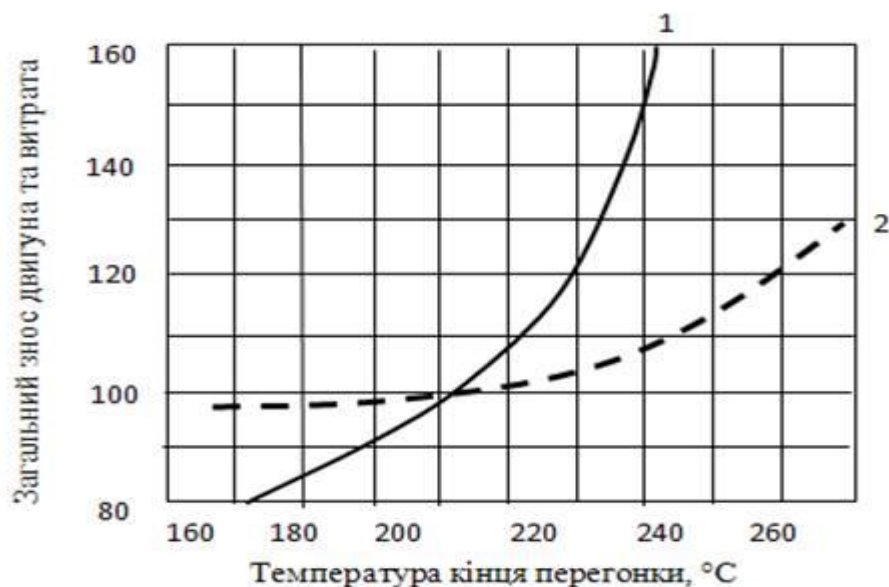


Рис.3. Графік залежності зношування двигуна й витрати палива від температури кінця перегонки: 1 – крива зношування двигуна; 2 – крива витрати палива

Дати оцінку якості бензину, зазначивши, до яких наслідків призведе використання даного палива на практиці.

Контрольні запитання

- З якою метою визначають фракційний склад палива?
- Які точки фракційного состава бензину нормуються згідно ДСТУ 4063-2001?
- Як впливає фракційний состав палива на режим роботи двигуна?
- Чому бензини різних видів відрізняються за своїм фракційним складом?
- Як змінюється фракційний склад палива при зберіганні і як це позначається на роботі двигуна?
- Як впливає фракційний состав на економічність двигуна?

ЛАБОРАТОРНО РОБОТА №4

Тема: Визначення експлуатаційних властивостей нафтопродуктів, як сировини для ХОС

Мета: визначити октанове число бензинів різних марок та цетанове число і температуру замерзання дизпалив різних марок.

Реактиви та обладнання:

- бензин А-80;
- бензин А 92;
- бензин А95;
- дизпаливо марки Л;
- дизпаливо марки З;
- портативний октано/цетанометр марки Shatox300.

Теоретична частина

Детонація моторних палив ([англ. engine knocking](#)) — процес надмірно швидкого (вибухового) згорання паливо-повітряної суміші у циліндрі [двигуна внутрішнього згорання](#). Поява [детонації](#) залежить від параметрів та режиму роботи двигуна а також, від детонаційної стійкості пального, що характеризується [октановим числом](#). Вона викликає дзвінкий металевий «стукіт», [вібрацію](#), а також, перегрівання двигуна та може спричинити його пошкодження.

Октанове число (ОЧ) — умовний показник, що характеризує здатність палива забезпечити бездетонаційну роботу двигунів із примусовим запаленням. Октанове число — це вміст (за об'ємом) ізооктану (ОЧ=100) в суміші з н-гептаном (ОЧ=0), еквівалентний по детонаційній стійкості досліджуваному паливу. Октанове число може бути і більше 100 і менше нуля.

Цетанове число характеризує [займистість дизельних палив](#). Ц.ч. чисельно дорівнює об'ємній частці цетану ($C_{16}H_{34}$, гексадекан), ц.ч. якого приймається за 100, у суміші із α -метилнафталином (ц.ч. = 0). Коли ДП характеризується такою ж займистістю, визначеною на дослідному [двигуні](#), що і модельна суміш цих двох [вуглеводнів](#), то цетанове число даного палива приймають рівним відсотковій частці цетану у цій суміші. Чим воно більше, тим легша займистість суміші при стисненні.

Оптимальну роботу стандартних двигунів забезпечують палива з ц.ч. 40—55. При ц.ч. меншому від 40 різко зростає затримка запалювання (час між початком вприскування і займанням палива) і швидкість наростання [тиску](#) в камері згорання, збільшується зношування двигуна. Стандартне паливо характеризується цетановим числом 40—45, а паливо вищої якості (преміум) має цетанове число 45—50.

Преміум ДП є легшим і містить більше легкозаймистих легких фракцій і тому придатніше для запуску двигуна у холодну погоду; крім того, співвідношення [водню](#) до [вуглецю](#) у легких фракціях вище, тому при згоранні такого ДП утворюється менше диму. При ЦЧ понад 60 знижується повнота згорання палива, зростає димність викидних [газів](#), підвищується витрата палива. Деякою мірою ЦЧ залежить від групового складу палива (частки [парафінів](#), [олефінів](#), [нафтенів](#), [ароматиків](#)). Парафіни здатні до самозаймання при низьких [температурах](#) і є корисним компонентом ДП.

Є різні способи визначення октанового та метанового числа.

Октанове число визначається на спеціальних установках шляхом порівняння характеристик горіння випробуваного палива й еталонних сумішей ізоектану (детонаційна стійкість якого прийнята за 100) і н-гептану (детонаційна стійкість якого прийнята за 0). Випробування протікають у двох режимах: жорсткому (частота обертання колінвалу 900 хв^{-1} , температура всмоктуваної суміші $149 \text{ }^\circ\text{C}$) і м'якому (600 хв^{-1} , температура всмоктуваного повітря $52 \text{ }^\circ\text{C}$). Одержують відповідно моторне і дослідницьке октанове числа (ОЧМ і ОЧД). Різниця між ними називається чутливістю і характеризує ступінь придатності бензину до різних умов роботи двигуна. Вважають, що ОЧД краще характеризує бензини при їзді в міських умовах, а ОЧМ — в умовах високих навантажень і швидкостей. Середнє арифметичне між ОЧД й ОЧМ називають октановим індексом, прирівнюють до дорожнього октанового числа, що нормується стандартами деяких країн (наприклад, США) і вказується на бензоколонках як характеристика палива, що продається.

Недоліком цього найбільш поширеного способу є значна тривалість визначення (не менше 120 хв), дорожняча самої установки і еталонних палив. Крім того, цей спосіб може бути використаний тільки на стаціонарній великогабаритній установці, що утруднює його широке застосування.

Відомий спосіб визначення октанового числа бензинів, заснований на вимірі інфрачервоних спектрів (ІЧ-спектрів), тобто спектрів електромагнітного випромінювання з довжиною хвилі $\lambda \geq 800 \text{ нм}$. При контролі октанового числа або цетанового числа комплексної суміші, що містить вуглеводні та (або) заміщені вуглеводні, вимірюють величину поглинання в ближній ІЧ-області спектра на одній довжині хвилі в одному або декількох діапазонах, вибраних з групи, яка складається з таких діапазонів: 1572-1698, 1700-1726, 824-884, 2058-2130 нм. Здійснюють математичне перетворення сигналу у вихідний сигнал, що визначає октанове число або цетанове число суміші.

Істотним недоліком спектрального методу є відсутність чутливості до додавання присадок, які підвищують октанове число бензинів. Це призводить до низької точності вимірювань.

Відомий також спосіб визначення октанового числа палива, за яким подають повітря і паливо в сферичний реактор, нагрітий до $280\text{-}320 \text{ }^\circ\text{C}$. Після закінчення реакції холоднополуменевого окислення октанове число визначають за максимальним значенням температури реакції холоднополуменевого окислення палива.

До недоліків визначення октанового числа бензинів способом холоднополуменевого окислення слід віднести необхідність попереднього калібрування. В процесі роботи на установці складно домогтися стійкої роботи, і як наслідок, визначення октанового числа здійснюється з великою похибкою.

Найбільш близьким за технічною сутністю є спосіб визначення октанового числа (ОЧ) палив, що полягає у визначенні значення ОЧ по залежності ОЧ від інформаційних параметрів, таких як діелектрична проникність ϵ бензину, густина бензину ρ , температура бензину t . У цьому випадку пристрій для визначення октанового числа містить ємнісний датчик, включений до частотно-залежний ланцюг автогенератора. Паралельно ємнісного датчика підключені елементи компенсації з датчиками температури і щільності. Теоретичною основою даного способу служить відома взаємозв'язок електрофізичного параметра нафтопродуктів (діелектрична проникність) зі структурними та фазовими перетвореннями.

До недоліків цього способу слід віднести визначення ОЧ бензину по залежності ОЧ від одноразово визначаються інформаційних параметрів (діелектричної проникності ϵ ,

густини бензину ρ і температури t), що знижує точність визначення ОЧ бензинів з різними хімічними домішками.

На основі визначення діелектричної провідності працює октано/цетанометр Shatox300. Принцип роботи приладу полягає у визначенні детонаційної стійкості бензинів, само займистості дизельних палив і параметрів масел на підставі вимірювання їх діелектричної проникності і питомого об'ємного опору. Датчик приладу являє собою нерозбірну конструкцію у вигляді склянки ємністю 75 мл. Її об'єм визначає характеристики сигналу генератора, розміщеного в нижній частині датчика. Також датчик має вбудований елемент, чутливий до змін температури зразка палива. Він комплектується імітатором, який дозволяє провести перевірку працездатності приладу без використання зразків палив.

Рис.1. Датчик та імітатор проби приладу

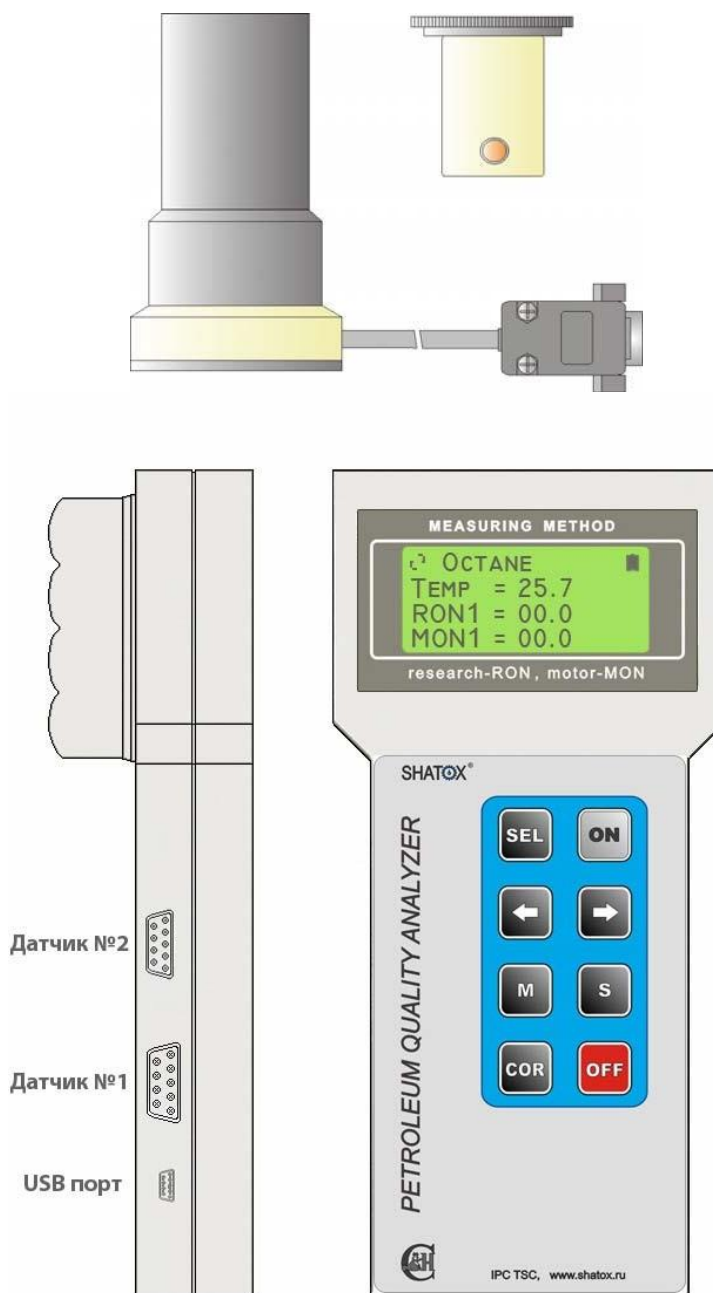


Рис.2. Зовнішній вигляд приладу (електронний блок)

Електронний обчислювальний блок обробляє сигнал датчика, робить всі необхідні обчислення, а також безперервно тестує стан основних функціональних вузлів приладу. Зовнішній вигляд електронного обчислювального блоку представлений на рис.2.

На лівому боці знаходяться роз'єми для підключення датчиків і роз'єм для підключення до комп'ютера.

На передній панелі розташований рідкокристалічний дисплей і кнопки управління. Показання дисплея детально розглянуті в п. 3.3. У таблиці 2 описані функції кнопок управління.

Кнопка	Функція	Додаткова функція
[ON]	Включення пристрою	
[OFF]	Виключення пристрою	
[<=>] [=>]	Переключення режимів роботи	Перегляд результатів вимірювань, корекція параметра (+ -)
[SEL]	Вибір параметра в режимі вимірювання	Вибір коректуючого параметра
[S]	Збереження результату в пам'ять приладу	Вибір операції (+ - <> z) при корекції
[M]	Вхід в режим перегляду збережених показників	
[COR]	Вхід в корекцію	Видалення всіх результатів вимірювань з пам'яті прилада (подвійне натискання)

На задній панелі електронного обчислювального блоку знаходиться батарейний відсік.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ заливати в датчик приладу інші рідини, крім бензинів, дизельних палив і олів.

Робота прилада допускається при температурі навколишнього повітря від мінус 10 °С до плюс 45°С. При вимірах поза зазначеного температурного діапазону значення вимірної температури буде блимати.

Переконайтеся в правильності установки елементів живлення. Схема правильного підключення вказана в батарейному відсіку електронного обчислювального блоку.

Хід роботи

