

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
(ХНАДУ)

Центр освітніх послуг

Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності

ДИПЛОМНА РОБОТА
бакалавра

**ВИЗНАЧЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ВИМОГ
ДО СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ОБ'ЄМУ ПАЛИВА
В БАЦІ ДОРОЖНЬОЇ МАШИНИ**

Завідувач кафедри, канд. техн. наук, проф.



О.І. Богатов

Нормоконтролер, канд. техн. наук



М.В. Москаленко

Керівник, канд. техн. наук



І.О. Сєрікова

Студентка гр. ММз-51-18



Ю.О. Перетяченко

Харків – 2023

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Центр освітніх послуг
Кафедра Метрології та безпеки життєдіяльності
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування
Спеціальність: 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

проф. Богатов О.І.

“ _____ ” _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Перетяченко Юлії Олександрівні

1. Тема роботи: «Визначення метрологічних вимог до системи вимірювання об'єму палива в баці дорожньої машини»,
Керівник роботи Серікова Ірина Олексіївна, канд. техн. наук, доцент,
Затверджені рішенням Вченої ради механічного факультету "31" березня 2023 року протокол № 31.
2. Строк подання студентом роботи 10.06.2023 р.
3. Вхідні дані до роботи: 1 Параметри технологічного процесу системи визначення розходу, 2 Режими роботи вимірвального приймального тракту. 3 Вимірюваний параметр – швидкість обертання ротора датчика витрати пального.
4. Перелік питань, які потрібно розробити: 1 Вступ; 2 Аналіз методів визначення витрат пального; 3 Методика визначення динамічних характеристик вимірвальних каналів витрат пального; 4 Оцінка похибок вимірювання динамічних характеристик витратомірів; 5 Охорона праці і навколишнього середовища; 6 Висновки; 7 Список літератури.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): не задано.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Канд. техн. наук, проф. Богатов О.І.	03.04.2023	08.06.2023

7. Дата видачі завдання 03 квітня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення літератури.	3 квітня – 17 квітня 2023 р.	виконано
2	Визначення метрологічних вимог до систем обліку витрати палива	18 квітня – 24 квітня 2023 р.	виконано
3	Визначення метрологічних характеристик лічильників палива для промислової автотехніки	18 квітня – 24 квітня 2023 р.	виконано
4	Формулювання висновків	24 травня – 27 травня 2023 р.	виконано
5	Оформлення пояснювальної записки.	28 травня – 4 червня 2023 р.	виконано
6	Створення презентації на Power Point.	5 червня – 7 червня 2023 р.	виконано
7	Подання роботи керівнику	8 червня 2023 р.	виконано
8	Подання роботи на рецензію.	10 червня 2023 р.	виконано

Студентка

Перетяченко Ю.О.

Керівник роботи

Серікова І.О.

РЕФЕРАТ

Дипломна робота бакалавра: 95 с., 21 рис., 12 таб., 14 джерел, додаток.

ГІДРООБ'ЄМНИЙ ДАТЧИК, КІЛЬКІСТЬ ПАЛИВА, МЕТРОЛОГІЧНІ ВИМОГИ, МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА, СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ, ФІЛЬТРАЦІЯ СИГНАЛУ

Об'єкт дослідження – процес визначення кількості палива в баці дорожньої машини.

Мета роботи – визначення метрологічних вимог до системи вимірювання об'єму палива в баці дорожньої машини.

Методи дослідження - системного аналізу, математичного моделювання.

Проведений аналіз існуючих систем, що дозволяють проводити вимірювання кількості палива в баці. Побудована структурна схема системи визначення рівня розходу пального двигуном. Розглянуті характеристики гідрооб'ємних та ультразвукових датчиків вимірювання розходу пального. Розглянуті методи безпосереднього вимірювання рівня палива в баці. Проаналізовані способи встановлення вимірювальної системи в паливну систему транспортного засобу. Визначені метрологічні вимоги до системи вимірювання об'єму палива.

Обґрунтована розробка мікроконтролерної системи вимірювання кількості палива в баку з фільтрацією керуючих сигналів.

Результати дипломної роботи бакалавра можуть бути використані як у навчальному процесі, так і у виробничій діяльності.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Сучасні завдання та перспективи рівнометрії.....	6
2 Метрологічні вимоги до систем обліку	21
витрати палива.....	21
2.1 Методи контролю палива	21
2.2 Метрологічні характеристики ролико-лопасних витратомірів	24
2.3 Система контролю витрати палива СКАТ-1800	27
2.4 Система «БІС-Р» для вимірювання експлуатаційної витрати палива на дорожніх машинах	30
2.5 Метрологічні характеристики системи обліку палива «КВАРТА»	34
2.6 Метрологічні характеристики витратоміра-лічильника «Зліт МР».....	41
3 метрологічні характеристики Лічильників палива для промислової автотехніки.....	47
3.1 Похибки вимірювань витратомірів	49
3.2 Гідродинамічний опір витратомірів на овальних шестірнях.....	54
3.3 Метрологічні характеристики блоку СІД-1.....	59
3.4 Перетворення та обробка вимірюваних даних з датчиків	62
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	73
Висновки	78
Перелік посилань.....	79
Додаток А Ілюстративний матеріал до дипломної роботи бакалавра.....	80

ВСТУП

Розв'язок стратегічного завдання економії паливно-енергетичних ресурсів дорожніх машин неможливо без автоматизації технологічного процесу обліку й контролю витрати палива, тому що в теперішній час витрати на паливо, електроенергію й інші матеріальні ресурси є однією з найбільш значних статей витрат автомобільно-дорожньої галузі.

Ефективність обліку, контролю, нормування й аналізу витрати палива дорожніми машинами в експлуатації можна підвищити за рахунок застосування сучасних засобів вимірювання витрати палива й параметрів роботи машин, автоматизації процесів вимірювання й реєстрації, нових алгоритмів обробки даних в умовах дорожнього будівництва. Ефективність енерговитрачання в автомобільно-дорожній галузі визначається не тільки конструкцією технічних засобів, але й організацією усього перевізного процесу, умовами обслуговування машин, доріг й іншої техніки. На промисловому транспорті існують методики технічного нормування палива. Так, одним з основних питань при нормуванні витрати палива є вибір датчиків, для яких установлюється ця витрата, тому що умови роботи дорожніх машин у різних галузях промисловості різні. Крім того, тип машини й особливо марка палива суттєво впливають на витрату. До факторів, що впливають на витрату палива відносяться такі метрологічні характеристики, як профіль ділянки обігу, опір руху, температура зовнішнього повітря, масу машини, швидкість руху, серія, тип роботи, що виконується та інше. Необхідно також ураховувати, що додаткові затрати палива необхідні для забезпечення роботи дорожніх машин на холостому ході, двигуна на стоянках. Згодом практично всі компанії, що займаються вантажоперевезеннями, приходять до необхідності впровадження на своєму підприємстві системи контролю витрати палива. Це пояснюється тим, що при невеликому строку окупності підприємство одержує досить багато переваг, які дозволяють підвищити його рентабельність і конкурентоспроможність.

1 СУЧАСНІ ЗАВДАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РІВНОМЕТРІЇ

Регулярне проведення процедури калібрування засобів вимірювань є необхідною умовою своєчасного виявлення елементів, що втратили метрологічні характеристики, закладені виробником. Періодичність калібрування (перевірки) в ідеальному випадку повинна відповідати вказівкам виробника. Однак зазначені в технічній документації умови експлуатації не можуть відповідати реальним мінливим умовам. Отже процеси, що протікають у засобах вимірювальної техніки (ЗВТ), які викликають деградацію їх метрологічних характеристик, а точніше швидкість протікання, повинні знаходити відображення в довжині міжкалібровочного інтервалу (МКІ).

Для оцінки вірогідності вимірювальної інформації й терміновості обслуговування відповідного засобу вимірювання введено поняття статусу результату вимірювань - якісній оцінці [1]. У ряді праць говориться про необхідність формуванні нового підходу до побудови метрологічних систем, а саме в закладці «інтелекту», здатності до самодіагностики й самоконтролю. Такий підхід широко застосовується провідними світовими виробниками.

Однак існує й інший підхід, застосування якого має більші перспективи, який полягає в застосуванні структурно-алгоритмічних методів підвищення точності. Деякі із цих методів вигідно відрізняються тим, що не пред'являють вимог до довгочасної стабільності метрологічних характеристик ЗВТ, а забезпечують підвищення точності шляхом уведення інформаційної надмірності. Дана робота присвячена питанню застосування тестових методів підвищення точності інтервальних перетворювачів, на прикладі вимірника відстані до об'єкта - далекоміра - або до границі розділу різних середовищ - рівнеміра. Вимірники відстані діляться на активні й пасивні. Активні бувають акустичними, оптичними й лазерними. Пасивними бувають далекоміри, що використовують оптичний паралакс (наприклад, далекомірний фотоапарат), далекоміри, що використовують зіставлення об'єкта якому- небудь зразку й інші.

У загальному випадку завдання визначення відстані між активним дальноміром і метою зводиться до вимірювання відповідного інтервалу часу між зондувальним сигналом і сигналом, відбитим від мети. Розрізняють три методи вимірювання дальності залежно від того, який характер модуляції випромінювання використовується в далекомірі: імпульсний, фазовий або фазово-імпульсний.

Сутність імпульсної дальнометрії полягає в тому, що до об'єкта посилається зондувальний імпульс, який одночасно запускає часовий лічильник у далекомірі (рисунок 1.1, а). Коли відбитий об'єктом імпульс приходить до далекоміра, то він припиняє роботу лічильника. По часовому інтервалу перед оператором на дисплеї автоматично висвічується відстань до об'єкта.

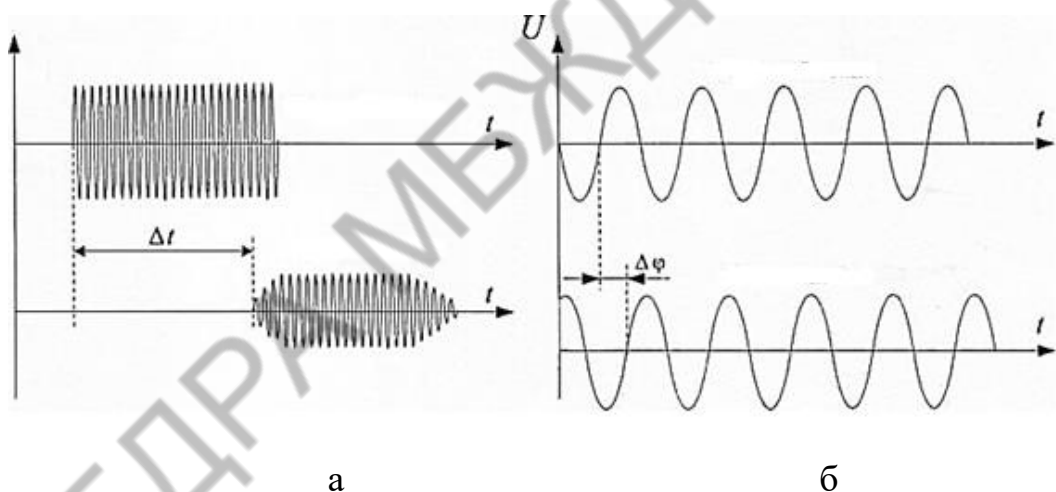


Рисунок 1.1 - Принцип роботи імпульсного далекоміра

Використовується наступне співвідношення

$$L = ct/2,$$

де L - відстань до об'єкта;

c - швидкість поширення зондувальної хвилі;

t - час проходження імпульсу до мети й назад.

При фазовому методу дальнометрії промінь модулюється за синусоїдальним законом. При цьому інтенсивність випромінювання міняється в значних межах. Залежно від дальності до об'єкта змінюється фаза сигналу, що падає на об'єкт. Відбитий від об'єкта сигнал приходить на прийомний пристрій також з певною фазою, що залежить від відстані (рисунок 1.1, б).

Імпульсний далекомір може вважатися найпростішим по схемній реалізації. Він, по суті, повторює добре відомий і давно застосовуваний у радіолокації принцип виявлення й наступного спостереження за об'єктом. Убік можливого знаходження об'єкта посилає короткий радіоімпульс. Потім приймач РЛС (радіолокаційна станція) включається на приймання відбитого від об'єкта сигналу. По затримці відбитого радіоімпульсу щодо зондувального визначається відстань до мети. При цьому кутові координати напрямку посилки радіоімпульсу відповідають кутовим координатам виявленого об'єкта. Точність вимірювання довжини визначається тривалістю радіоімпульсів.

Ультразвукові витратоміри використовуються для контролю витрати нафтопродуктів, а також різних розчинів. Їх відрізняє порівняно низька собівартість виготовлення, висока точність вимірювань, широкий діапазон перетворення рівня з дозволом не менше 1,0 мм. З простою конструкція первинного перетворювача рівня стає дешевшим настроювання й обслуговування, забезпечується висока експлуатаційну надійність [2]. Початок розробки ультразвукових методів вимірювань рівня й витрати рідини було покладено в 1919 р., але лише через тридцять років з'явилася можливість реалізувати ці методи [3]. Перші ультразвукові рівнеміри мали високу вартість і не забезпечували необхідної точності вимірювань. Це було обумовлено, насамперед, недостатнім рівнем розвитку електроніки.

В останні два десятиліття положення істотно змінилося. Дотепер відбувається вдосконалювання приладів, що реалізують ультразвукові методи вимірювання рівня й витрати рідини: технічні характеристики поліпшуються, а вартість знижується.

Ультразвукові методи дозволяють створювати рівнеміри й витратоміри, що володіють рядом переваг:

- висока точність вимірювання;
- простота експлуатації;
- висока чутливість;
- незначне енергоспоживання;
- широкий робочий діапазон;
- допустимість змісту у воді зважених часток, у тому числі, що володіють магнітними властивостями; можливість вимірювання рівня як рідких, так і сипучих середовищ різних характеристик;
- відсутність у приладах, що рухаються механічних частин, які піддаються зношуванню.

Ультразвукові рівнеміри є найбільш простими й дешевими неконтактними рівнемірами, з метрологічними характеристиками, що задовольняють вимогам автоматизації внутрішнього обліку на підприємствах. Вартість ультразвукових рівнемірів нижче, чим радіолокаційних, а надійність у процесі експлуатації вище.

Похибка ультразвукових рівнемірів більше радіолокаційних за рахунок набагато більш сильної залежності швидкості ультразвуку від температури й вологості повітря, чому радіолокаційних сигналів. Однак, при вимірюванні рівня сипучих матеріалів, що мають, як правило, нерівну похилу поверхню, і ультразвукові й радіолокаційні рівнеміри вимірюють рівень не на осі датчиків, а в області з досить значними поперечними розмірами (звичайно близько 10 % від відстані до поверхні). Ця невизначеність у місці формування відбитого сигналу дає похибка на 1-2 порядок більше похибки радіолокаційного рівнеміра й, у підсумку, похибка вимірювання рівня сипучих матеріалів для обох типів рівнемірів дуже близька. Загасання ультразвуку й електромагнітних хвиль у запиленім повітрі визначається, в основному, розсіюванням на частках пилу, і також має близьке значення. Вплив форми поверхні на точність вимірювання

виходить за рамки даної роботи, тому надалі приймемо допущення про те, що поверхня контрольованої речовини плоска.

Крім локаційних бувають рівнеміри поглинання й резонансні. У рівнемірах поглинання положення рівня визначається по ослабленню інтенсивності ультразвуку при проходженні через шари рідини й газу. У резонансних рівнемірах вимірювання рівня проводиться за допомогою вимірювання частоти власних коливань стовпа газу над рівнем рідини, яка залежить від висоти рівня.

Найбільше поширення одержали локаційні рівнеміри. Локація рівня може проводитися або через газове середовище над рідиною, або знизу через шар рідини. Недоліком першого типу рівнемірів є похибка від залежності швидкості звуку від вологості й температури газу й сильне поглинання ультразвуку газом, що вимагає більшої потужності джерела, чим при локації через рідину. Однак на показаннях таких рівнемірів не позначаються зміни характеристик речовини, рівень якої контролюється, тому вони можуть бути використані для вимірювання рівня неоднорідних рідин, що містять пухирці газу, що кристалізуються, або сипучих продуктів довільного состава. Рівнеміри з локацією через рідину можуть бути використані для середовищ під високим тиском, для них потрібна невелика потужність джерела, однак вони чутливі до включень у рідину, наприклад до пухирців газу при скипанні. Тому ці рівнеміри застосовні тільки для однорідних рідин. Крім того, вони чутливі до зміни параметрів середовища через залежність від них швидкості поширення ультразвуку. Класифікація рівнемірів наведена на рисунку 1.2.

Ультразвукові датчики рівня діляться на дві групи. У першій групі вимірювання рівня відбувається у всьому діапазоні вимірюваної величини, тобто можна виміряти будь-яке збільшення рівня роботи приладу, засноване на принципі ехо-локації. Друга група - вимірювання дискретних значень рівня. Дискретний спосіб вимірювання рівня дозволяє добитися значення похибки вимірювання, що залежить лише від точності установки датчиків. Однак він не дозволяє в кожний конкретний момент часу знати дійсне значення рівня.

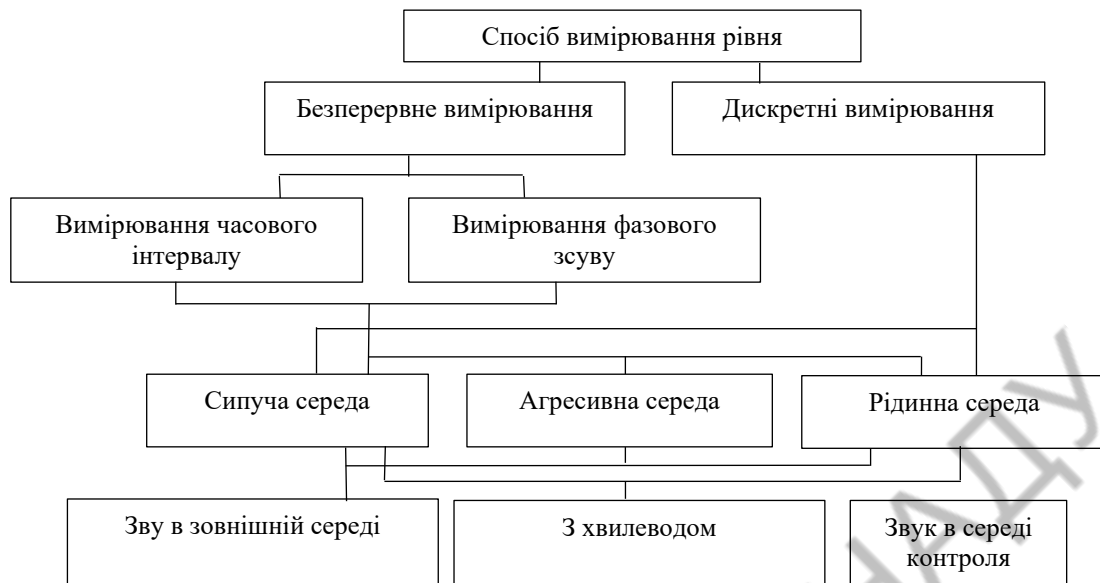


Рисунок 1.2 - Класифікація рівнемірів

До того ж з погляду того, що спосіб вимірювання передбачає контакт датчиків з контрольованим середовищем, слід урахувувати можливе забруднення або псування (у випадку якщо середовище агресивне) їхніх робочих поверхонь.

Якщо інформативним параметром брати зрушення фаз між випромєненим і прийнятим сигналом, то це дозволяє підвищити точність вимірювання, оскільки відпаде завдання вибору порога фіксації фронту прийнятої пачки імпульсів. При цьому рівнемір буде працювати як слідкуючий пристрій: по зміні зрушення фаз відслідковувати зміну рівня щодо деякої початкової точки. При цьому виникне завдання правильної початкової установки. Точність рівнеміра буде залежати від довжини хвилі, тобто від робочої частоти. Так, при частоті 40 кГц при нормальних умовах оточуючого середовища довжина хвилі буде рівна 8,5 мм. До того ж рівнемір повинен мати досить високу швидкість і при збогах у роботі буде потрібно заново робити початкову установку.

Багато в чому конструкція рівнеміра визначається тим, рівень якого середовища підлягає вимірюванню. Усі середовища за метрологічними

характеристиками можна умовно розділити на три групи: рідкі, сипучі й агресивні. Агресивні середовища в основній своїй масі є рідкими (наприклад розчини або розплави кислот) вони виділені в окрему групу, оскільки висувають підвищені вимоги до конструктивного виконання чутливих елементів. Найбільше просто визначити рівень рідини. Для цього є три варіанти: перший - пропустити звук у газовій середовищі, що лежить над поверхнею рідини, другий - пропускати звук у самій рідині, і третій - використовувати хвилевід. Самим універсальним за метрологічними характеристиками представляється рівнемір, конструкція якого передбачає розповсюдження звуку в повітряному середовищі. При цьому чутливі елементи (передавач і приймач) можуть мати невисокий ступінь захищеності від впливів навколишнього середовища.

Хвилевід доречно застосовувати у випадках, коли границя розділу середовищ нечітка в акустичному змісті, наприклад при наявності піни на поверхні рідини. Довжина хвилеводу визначає межі зміни вимірюваного рівня. Прикладом такого приладу є вимірник рівня ультразвуковий СУР-3 виробництва ЗАТ «Альбатрос», який призначений для контролю різних рідин, у тому числі нафта, нафтопродукти, розчинники, зріджені гази, кислоти, луги, інші агресивні й неагресивні середовища, у тому числі ті, що сильно піняться та володіють високою щільністю та в'язкістю.

Застосовується СУР-3 в системах автоматизації виробничих об'єктів нафтогазової, нафтохімічної, хімічної, енергетичної, металургійної, харчової і інших галузей промисловості в апаратах з атмосферним або надлишковим (до 2,0 МПа) тиском.

Принцип дії приладу заснований на вимірюванні часу поширення в сталевому дроті короткого імпульсу пружної деформації. По всій довжині дроту намотана котушка, у якій протікає імпульс струму, створюючи магнітне поле. У місці розташування поплавця з постійним магнітом, що сковзає уздовж дроту, у ній під дією магнітострикційного ефекту виникає імпульс поздовжньої деформації, який поширюється по дроту й фіксується закріпленим на ній

п'єзоелементом. Зовнішній вигляд і схематичний пристрій рівнеміра показаний на рисунку 1.3.

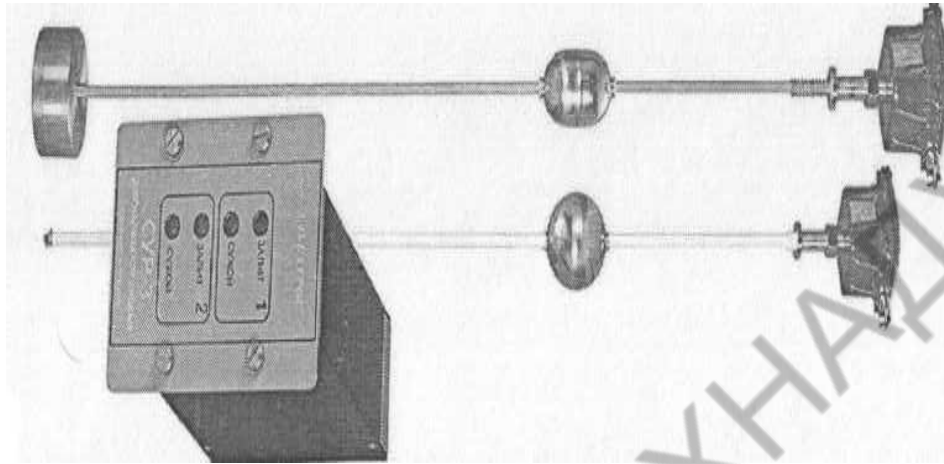


Рисунок 1.3 - Зовнішній вигляд рівнеміра

Із усього різноманіття вимірювальних приладів ультразвуковий рівнемір дає можливість із високою точністю визначити дійсне значення вимірюваної величини, що дає можливість проаналізувати точність вимірювання. Завдяки використанню ПК, підключеного по стандартному інтерфейсу, є можливість зберігати вимірювальну інформацію й обробляти її програмними засобами.

Проведення експериментів у робочому приміщенні з контролем температури дозволяє знати теоретичну швидкість ультразвуку, а отже, і значення похибки.

Така повнота інформації дозволяє провести повноцінний аналіз результатів і доцільності використання методів підвищення точності.

Ціль дипломної роботи бакалавра полягає в визначенні метрологічних вимог існуючих методів контролю групи приладів, об'єднаних загальним принципом вимірювання. У цю групу входять імпульсні рівнеміри й далекоміри, системи радіо- і гідролокації. Зведемо проаналізовані переваги й недоліки розглянутих ультразвукових рівнемірів у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Метрологічні характеристики ультразвукових рівнемірів

Переваги	Недоліки
<ul style="list-style-type: none"> - безконтактний; - ціна нижче, чим у конкуруючих; - досить велика межа вимірюваної відстані; - досить висока робоча температура; - можливість самоочистки датчика; - похибка вимірювання $\pm 0,1\%$; - нечутливість до зміни речовини контрольованого середовища; - висока швидкодія; - легкість монтажу. 	<ul style="list-style-type: none"> - на потужність відбитого сигналу впливає кут його падіння на поверхню; - монтаж вимагає точного наведення на контрольовану поверхню, щоб уникнути неправильних відбиттів; - на метрологічні характеристики виявляють акустичні властивості контрольованого середовища й середовища поширення; - запиленість при наповненні або спустошенні може впливати на точність вимірювань; - наявність мертвої зони; - на точність вимірювання рівня гранульованого продукту впливає розмір і положення гранул; - сильна залежність похибки від температури, вологості, состава середовища поширення.

Структурні методи підвищення точності ультразвукових рівнемірів. По своїм метрологічним характеристикам структурні методи підвищення точності ультразвукові рівнеміри діляться на наступні групи:

- рівнеміри з каналом автокорекції масштабу (застосування реперів);
- рівнеміри з параметричною термокомпенсацією мінливості швидкості звуку;
- рівнеміри без засобів компенсації.

Рівнеміри з параметричною термокомпенсацією мінливості швидкості звуку забезпечують середню точність вимірювань. У їхньому пристрої передбачене використання термодатчика, що дозволяє зробити корекцію швидкості звуку в повітрі при змінах температури. Вони мають малі габарити й прості при монтажі. Прості технічні рівнеміри без засобів компенсації забезпечують найнижчу точність вимірювань. Значення статичних похибок для всіх груп рівнемірів наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Значення статичних похибок для всіх груп рівнемірів

Умови експлуатації	Максимальна відносна похибка в % для пристроїв, що мають:		
	канал автокорекції масштабу	Параметричну термокомпенсацію мінливості швидкості звуку	без засобів термокомпенсації
У закритих приміщеннях, у лабораторних умовах при відсутності джерел тепла	0,07		
У цехових умовах, при відсутності сильних джерел тепла	од	0,3	
У закритих приміщеннях, у цехових умовах, при зміні температури на $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$			1,0
У закритих і відкритих приміщеннях при відчутних градієнтах температури до $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$	0,15		
У закритих і відкритих приміщеннях при градієнтах температури до $3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$		0,6	
На відкритому повітрі в нормальних умовах			2,0
на відкритому повітрі в складних метеоумовах (вітер, дощ, сніг при температурі $\pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)			5,0
На відкритому повітрі в складних метеоумовах (вітер, дощ, сніг при температурі від мінус $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$)	0,2	1,0	

До їхніх недоліків відносять необхідність виділення окремого вимірювального каналу для підключення термодатчика, а також необхідність калібрування термодатчика. При використанні декількох термодатчиків з однієї сторони відбувається значне ускладнення конструкції сонара, з іншої сторони збільшується час на калібрування термодатчика. До рівнемірів такого типу належать Rosemount серії 3100 виробництва фірми Emerson Process Management. Її рівнеміри оснащуються внутрішніми або виносними датчиками температури.

Також температурна компенсація передбачена в продукції серії KSONIK, Siemens, рівнеміри, лінійки Sitrans Echomax XPS та The Probe 7ML1201, Dinel рівнеміри серії ULM55 тощо [4-7].

Рівнеміри з каналом автокорекції масштабу використовують цілий ряд

удосконалень. Використання просторової локалізації ультразвукового променя дозволяє усунути негативний вплив додаткових відбивачів акустичного сигналу (елементів конструкції ємності, у якій відбувається вимірювання) на роботу рівнеміра.

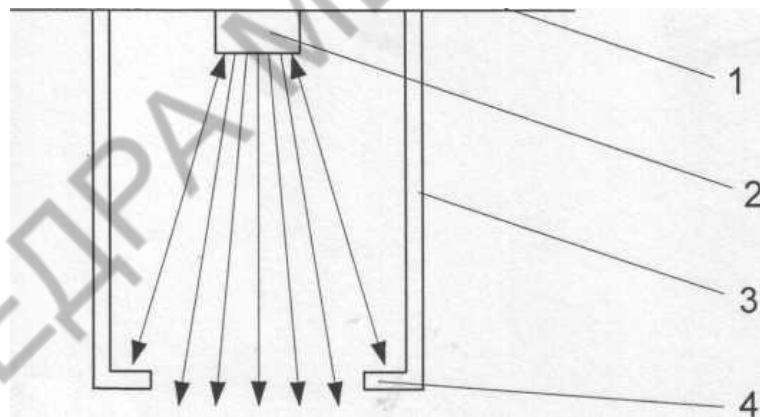
Існує кілька методів локалізації:

- за допомогою антени, що має гостру діаграму спрямованості;
- за допомогою спеціального «каналу» для поширення звукового сигналу.

Цей канал являє собою трубу - звуковод діаметром від 20 мм до 50 мм.

За принципом кріплення рівнеміри з каналом автокорекції можна підрозділити на 2 групи: контактні і безконтактні (немає контакту з вимірюваною рідиною не тільки датчика, але й усіх елементів конструкції).

Підвищенню точності сприяє використання реперного відбивача (або многореперної системи), розташованого між датчиком (антенною) і поверхнею рідини. На рисунку 1.4 показаний приклад такої конструкції.



1 - верхня стінка резервуара; 2 - приймально-випромінювач;
3 - звуковод; 4 - реперна поверхня

Рисунок 1.4 – Використання реперного відбивача в рівнемірі

Приймальник-випромінювач 2 випромінює у звуковод 3, виконаний у вигляді відрізка труби, на вільний кінець якої соосно встановлене кільце 4, що має внутрішній діаметр ледве менше внутрішнього діаметра труби. Видатна

усередину звуковода частина кільця являє собою реперну поверхню, від якої відбивається частина звукової хвилі. Описаний акустичний блок закріплений на кришці резервуара 1.

При вимірюванні рівня рідини в резервуарах акустичним ехо-методом встановлено, що похибка вимірювань рівня акустичним ехо-методом, через вплив середовища на швидкість поширення акустичної хвилі, може скласти порядку 5 %. Вимірювання проводилися в технологічному резервуарі з мазутом місткістю 1000 т і висотою 10,7 м. Показане, що на 80 % ця похибка обумовлена наявністю градієнта температури по висоті ємності. Повна зміна температури може досягати від 40 °С до 50 °С. Оскільки при вимірюванні відстані до реперного відбивача ультразвук, фактично, поширюється в середовищі з іншими умовами, то такий підхід не дозволяє говорити про підвищення точності, а іноді й навпаки.

Якщо температурний градієнт відомий і не змінюється, то можна вводити виправлення за обмірюваним значенням відстані. Вплив температурного градієнта між поверхнею вимірюваної рідини й поверхнею датчика в приладі Multiranger100 пропонується забирати за допомогою двох датчиків температури, один з яких розташований в ультразвукового датчика, а другий перебуває у вимірюваній рідині значенням температури, отриманим двома датчиками, обчислюється середнє значення температури, яке вважається дійсним, і по ньому розраховується значення швидкості. При лінійному температурному градієнті такий підхід є правильним і не дає похибки по вимірюванні значення рівня. В основному, на об'єктах, де використовується підігрів рідини (наприклад мазут), є присутнім нелінійний температурний градієнт, який практично неможливо виміряти, але він досить добре апроксимується лінійною функцією. У якості залежності швидкості ультразвуку від температури використовується емпірична формула для сухого повітря при нормальному тиску.

Повітряні потоки, орієнтовані паралельно осі випромінювання датчика не впливають на вимірювання рівня, тому що вимірюваний сигнал проходить як по

потоці, так і проти нього. Повітряні потоки (з іншою температурою й іншим составом, чим газове середовище, через яке проводиться випромінювання ультразвукового сигналу), орієнтовані строго перпендикулярно, можуть приводити тільки до зміни амплітуди прийнятого сигналу (за рахунок звуження або розширення характеристики спрямованості). Повітряні потоки, орієнтовані під кутом до осі випромінювання датчика, можуть приводити до значних змін часу приходу сигналу і його амплітуди внаслідок його відхилення від осі.

Але основна помилка вимірювання рівня буде виникати через зміни состава газового середовища, через яке здійснюється ультразвукова локація, тому для приладу Multirangerloo даються рекомендації, як поводити в ситуації, що склалася, а саме:

- необхідно виконати процедуру калібрування для визначення швидкості ультразвукових коливань, тобто при фактичній температурі визначити значення c_0 (це робиться автоматично в режимі калібрування швидкості при завданні відомої відстані);

- тому що температура на об'єкті може змінюватися, а температурна залежність при іншому составі газового середовища - інша, то необхідно робити калібрування приладу при кожній значній зміні температури, записуючи отримані значення швидкості;

- далі при роботі приладу й значній зміні температури калібрування не робити (тому що вона має на увазі знання фактичного значення рівня), а вводити раніше отримані значення швидкості.

Однак цьому підходу властиві ряд недоліків. Перший - дана процедура досить складна й, крім цього, можливі зміни состава середовища, не пов'язані зі зміною температури, що приводить до некоректності використовуваних каліброваних значень і необхідності виконання повторних калібрувань у робочому діапазоні температур. Як правило, при зміні температури, змінюється й склад газового середовища. Це пов'язане з різним ступенем випару рідини залежно від температури. Друге - не враховується можлива зміна состава

газового середовища, не пов'язане зі зміною температури, обумовлене технологічними факторами експлуатації ємності. Дуже часто рівнеміри встановлюються для вимірювання рівня рідких, паруючих середовищ, де є присутнім градієнт (вертикальний і радіальний) як температури, так і состава газового середовища. Наявність пар (аерозолів) рідини буде впливати на зміну швидкості поширення ультразвукових коливань, і приводити до великої похибки вимірювань.

Більш точні рівнеміри постачені додатковим відбивачем (репером), розташованим на заданому (відомому) відстані. Прилади цього типу, за часом приходу сигналу від реперного відбивача, безпосередньо визначають швидкість, тому ні состав газового середовища, ні тиск і вологість не впливають на точність вимірювання рівня.

Додавання додаткового датчика температури, розташованого у вимірюваній рідині, і обчислення середнього значення швидкості по обмірюваному до репера значенні швидкості й швидкості, обчисленої за обмірюваним значенням температури, дозволить забрати вплив лінійного температурного градієнта без багаторазового виконання процедури калібрування.

Багатореперна акустична система, що представляє собою набір реперів, розташованих уздовж осі випромінювання датчика на фіксованих відстанях друг від друга, дозволяє значно зменшити вплив не тільки лінійного, але й нелінійного температурного градієнта. Вплив повітряних потоків на обмірюване значення дистанції таке ж, як і для приладів першого типу.

Поряд з усіма перерахованими перевагами, основним недоліком рівнемірів з автокорекцією є їхні великі габаритні розміри. Використання системи кріплення репера, розташованого на досить великій відстані від датчика (порядку від 1 м до 1,5 м), приводить до збільшення габаритів і, як наслідок, до зниження міцносних характеристик конструкції, що закріплюється, а також складностям, що виникають при монтажі.

Таким чином, необхідність у формуванні нового підходу до підвищення точнісних характеристик ультразвукових рівнемірів. При створенні такого підходу слід враховувати можливість його застосування для приладів, що використовують схожий принцип роботи.

Таким чином:

- цифрові вимірювальні канали інтервального типу складаються із двох перетворювачів: перший здійснює перетворення вимірювана величина - часовий інтервал, другий часовий інтервал - кількість рахункових імпульсів;
- інтервальне перетворення є ознакою, яку до цього відносили до різних груп по інших класифікаційних ознаках, наприклад ультразвуковий рівнемір, часово - імпульсний вольтметр і ін.;
- головною перевагою приладів інтервального типу є те, що часовий інтервал можна вимірювати з найбільшою точністю;
- ультразвуковий рівнемір є приладом інтервального типу.

2 МЕТРОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ДО СИСТЕМ ОБЛІКУ ВИТРАТИ ПАЛИВА

2.1 Методи контролю палива

Існує два методи контролю палива: контроль витрати палива й контроль рівня палива в баку. Вони застосовуються для розв'язку однієї й тієї ж задачі, але шляхи реалізації при цьому в них зовсім різні, як різні й можливості, що з'являються при їхньому застосуванні.

Метод контролю витрати палива може відповісти на запитання про кількість палива, споживаного даним транспортним засобом за певний час. Для цього на борті автомобіля встановлюють витратомір (датчик витрати палива). GPS система контролю палива передає сигнал від цього датчика на диспетчерський пункт із інформацією про отримані дані. При використанні методу контролю витрати палива потрібно враховувати той факт, що в диспетчера не буде можливості проконтролювати час, місце й кількість заправлень, зроблених протягом заданого періоду, а також можливі зливи палива. Але, виходячи із заданого маршруту, можна зробити висновок про те, чи виконав водій усі рейси й не чи зробив несанкціонованих поїздок.

Вимірювання витрати палива передбачає використання датчиків витрати, що встановлюються в розриві паливних систем. Особливість таких датчиків полягає в тому, що вони показують не рівень палива, що залишилося, а кількість витраченого. Для максимально точного визначення витрати дизельного палива потрібна установка двох датчиків (або одного, але двоканального) на подачу, а також на «обратку». Якщо ж спробувати заощадити, і придбати один датчик, замкнувши «обратку» знову в паливну систему, такі дії абсолютно ні до чого гарному не приведуть, навпаки, двигун може втратити свою потужність, оскільки з «обратки» у нього буде надходити вже гаряче, спінене паливо, тоді як паливо в самому баку не буде підігріватися. Якщо використовувати два датчики,

то датчик витрати з «обратки» буде давати похибка, тому що потік палива після двигуна пульсує, на що датчик не розрахований.

Датчики витрати палива треба періодично чистити, щоб точність вимірювання після закінчення певного часу не мінялася, а сам датчик не впливав на потужність двигуна. Слід урахувати той факт, що датчики витрати палива здатні точно вимірювати миттєву витрату палива, а також витрату за період, однак не здатні показати ні місце, ні час, ні обсяг заправлень і зливів.

Метод контролю рівня палива більше підійде для того, щоб не допускати зловживань із боку водіїв транспортних засобів. На паливний бак установлюється датчик рівня палива, який буде передавати сигнали про рівень пального в баку й швидкості, з якої обсяг цього пального буде змінюватися. GPS система контролю палива буде передавати сигнали на диспетчерський пункт або на сервер центру моніторингу. Ця інформація буде візуалізована за допомогою графіка зміни рівня палива на борті транспортного засобу із часом. На цьому графіку будуть відбиті всі заправки, їх обсяг, місце й час. Також буде видне різке збільшення швидкості витрати палива у випадку його зливу (як під час руху, так і на зупинках).

Електронні датчики рівня палива (ємнісні й ультразвукові) дають найбільш повну й точну інформацію про час і місце заправки автомобіля, злив пального, про витрату палива в процесі руху. Ємнісні датчики одержали найбільше поширення, завдяки комбінації прийнятної ціни й високої якості вимірювань. Але в них також є недолік: вони працюють стабільно й без похибок тільки за умови стабільності якості палива й відсутності різких змін метеоумов. Ємнісний датчик являє собою довгий конденсатор змінної ємності, який занурений у бак. Його ємність, а отже й рівень вихідного сигналу будуть мінятися (усе залежить від того, яка саме частина датчика опущена в паливо). Про рівень точності ємнісного датчика цілком можна судити по числу точок вимірювань: так, у сучасних датчиків число це варіюється в межах від 1000 точок до 4000 точок на глибину. Якщо ж відобразити на графіку вступник з такого

датчика рівня палива сигнал при русі, то можна спостерігати численні сплески, які суттєво утрудняють аналіз. Із цієї причини контроль палива здійснюється за допомогою спеціальних математичних алгоритмів обробки даних.

Ультразвукові датчики працюють безвідмовно в будь-яких умовах, але коштують вони на порядок дорожче ємнісних. Тільки із цієї причини їх використовують тільки там, де інші датчики застосовувати не можна. Наприклад, під час перевезення вибухонебезпечних або хімічно нестабільних рідин, коли безпосередній контакт може привести до детонації. Ультразвуковий датчик рівня палива працює за принципом: випромінювач посилає сигнал, що відбивається від границі палива, що й вертається назад. Така електронна «начинка» датчика, у свою чергу, вимірює час проходження сигналу, після чого ділить його на два, оскільки сигнал ішов туди, і назад. Далі сигнал перетворюється в електричний, який пропорційний рівню палива в баку.

Сьогодні використовуються три способи контролю рівня палива за допомогою ультразвуку:

- випромінювач перебуває у верхній частині паливного бака. Сигнал поширюється в повітрі, доходячи до границі із самим паливом, після чого відбивається від нього, вертаючись назад;

- випромінювач перебуває на дні бака. Ультразвуковий сигнал проходить у товщі палива й відбивається від границі рідини й повітря;

- ультразвуковий датчик кріпиться під дном бака, випромінюючи сигнал крізь його стінку.

Таким чином, підключаючи штатний датчик контролю палива, можна бачити місце й час заправлення або слива палива, тоді як при наявності високоточного електронного датчика можна побачити й кількість заправлених або злитих літрів. Мало того, можливий навіть облік температурних змін і кутів нахилу паливного бака. Однак є один недолік: датчики рівня палива не можуть вимірювати злив, здійснюваний на ходу дуже малим потоком, а також не фіксують миттєву витрату палива.

Високоточні датчики витрати палива зафіксують витрату палива, але не дадуть інформації про зливи й заправлення, їх місці й часу. Для забезпечення стабільної роботи цього виду датчиків необхідне систематичне їхнє розбирання й чищення фільтрів.

При наявності високоточного датчика видно, скільки літрів заправлено або зливо. Обдурити такі датчики практично неможливо: при розрахунках витрати палива програма контролю враховує, включений двигун або виключений, показання тахометра, рухається машина або коштує та інше. Можливо навіть урахувати температурні зміни й кути нахилу паливного бака. За допомогою датчиків рівня можна легко відстежити таке зловживання, як обналічування карток.

2.2 Метрологічні характеристики ролико-лопасних витратомірів

Ролико-лопасні гідромашини (РЛГ) застосовуються в машинобудуванні як насоси, гідромотори, витратоміри й мають, при дотриманні типової єдності, значні конструктивні відмінності, що впливають на функціональні можливості РЛГ. Фірма " МЦ-СХІД" освоїла виробництво РЛГ у варіанті витратоміра власної оригінальної конструкції, що забезпечує техніко-економічні параметри значно більш високі, чим в гідромашин закордонних виготовлювачів.

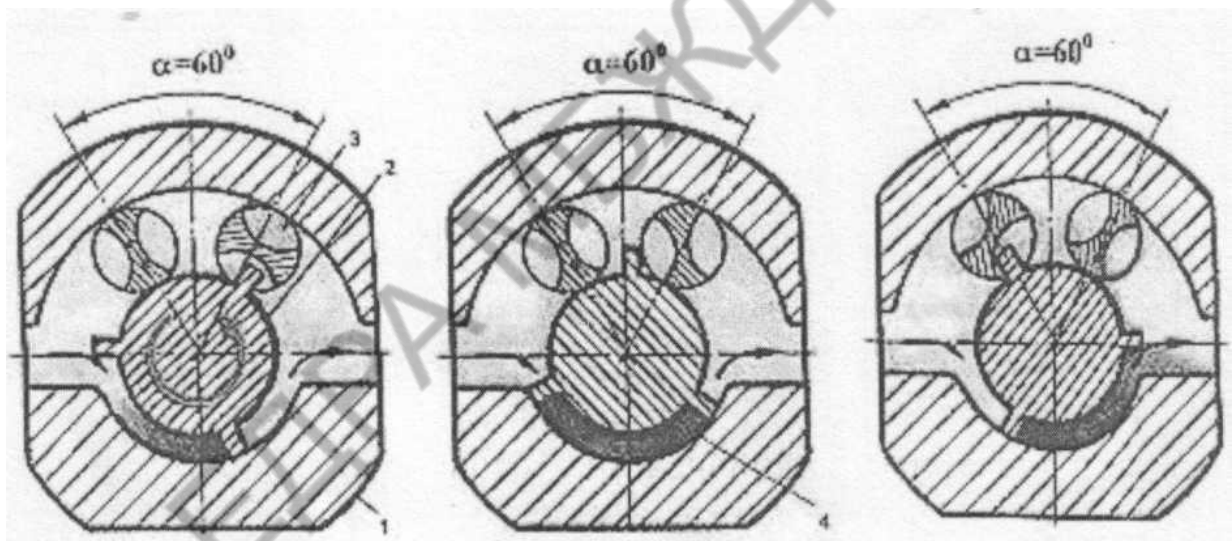
Прилад "МЦ-СХІД" являє собою об'ємний універсальний високоточний широкодіапазонний ролико-лопасний витратомір рідини й газу, він же лічильник кількості рідини й газу, який може працювати при тисках вимірюваного середовища до 40 МПа й виконувати функції дозатора.

Основні деталі витратоміра. Ротор і ролики-роздільники обертаються в герметичному корпусі потоком вимірюваного середовища. Синхронність обертання ротора й роликів забезпечується зубчастим механізмом синхронізації. Циліндричною ущільнюючою поверхнею ролики роздільники котяться по циліндричній поверхні ротора. Обертіві деталі встановлені в підшипники

ковзання або кулькові. Робоче середовище (рідина або газ) підводить через канал і давить на лопасть ротора. Потрапити у вихідний канал робоче середовище може тільки через кільцевий робочий простір, розташований напроти роликів-роздільників.

Конструкція витратоміра. Робочим середовищем можуть бути: нафта й нафтопродукти (мінеральні масла, мазут, бензин, гас, дизельне паливо та інше), вода, рідкі хімічні речовини, зріджений газ, кисень, азот, природний газ, фреон і багато інших однофазних рідин й газів.

Конструктивну схему й принцип роботи приладу можна зрозуміти з рисунку 2.1. У корпусі 1 обертається ротор з лопастями 2. Простір, обмежений сусідніми лопастями, це і є одиниця вимірюваного обсягу рідини (газу).



1-корпус; 2-ротор; 3-ролики; 4-одиниця вимірюваного обсягу

Рисунок 2.1 - Схема роботи ролик-лопасного витратоміра

Рідина проходить по витратоміру тільки по шляху, позначеному стрілками. Іти "в обхід" або "назад" не дозволяють ролики 3, по яких котиться ротор. Ролики не звичайні, у їхньому тілі пророблені вирізи - туди при обертанні попадають лопасті ротора, утворюючи свого роду однобічний турнікет, завжди замкнений

для зворотного ходу. Виходить, звичайні для приладів подібного призначення клапани стають непотрібними.

Це дуже важливо, оскільки скорочення кількості вузлів будь-якого агрегату насамперед означає збільшення його надійності. Зрозуміло, що обертання ротора й роликів відбувається абсолютно синхронно, що забезпечується спеціальним зубчастим механізмом.

Ролико-лопасні витратоміри по своїм технічним параметрам перевершують (майже на порядок) усі відомі вітчизняні й закордонні датчики витрат і можуть бути використані на стендовім устаткуванні в якості зразкового метрологічного засобу. Для ролико-лопасних витратомірів характерні безшумність у роботі, чутливість навіть до краплинних витрат робочої рідини, мала інерційність обертових частин, довговічність і надійність. Область застосування ролико-лопатевих витратомірів дуже широка: вимірювання витрат на іспитових стендах, у гідроприводах верстатів і технологічного встаткування, на стаціонарних і пересувних бензо- і маслозаправних станціях, у паливних системах карбюраторних і дизельних двигунів автомобілів, тракторів, будівельно-дорожніх, сільськогосподарських, лісозаготівельних машин, дорожні машини і судів, як дозатори при заливанні танкерів, ж/д цистерн, резервуарів.

Витратомір оснащений вбудованим електронним датчиком і програмувальним мікропроцесорним приладом з рідкокристалічним дисплеєм. Електроніка витратоміра має автономне живлення на 3 - 5 років і герметизований вихід на вторинний електронний прилад або комп'ютер, що управляє механізмами дозування. Для метрологічного застосування або при необхідності проведення високоточних вимірювань у технологічних процесах, витратомір оснащений датчиком з високою розв'язною здатністю.

У таблиці 2.1 наведені технічні характеристики універсальних ролико-лопасних витратомірів і лічильників кількості рідини й газів.

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики універсальних ролико-лопасних витратомірів і лічильників кількості рідини й газів

Типорозміри	Діаметр умовного проходу, мм ²	Робочий тиск, МПа	Похибка	Маса, кг
ОР-40/32	6	5	0,35	0,3
ОР-40/16	6	5	0,35	0 4
ОІ-4 ПРО/8	8	5	0 35	0,5
ОР-40/4	10	2,5	0.25	1,0
ОР-40	20	10	0.2	2,0
ОР-100	2,5	7,5	0 2	8
ОР-1000/4	50	5	02	20
ОР-1000	65	3	02	40
ОР-1000x2	1000	2,5	0 2	60

2.3 Система контролю витрати палива СКАТ-1800

Система має наступні метрологічні властивості:

- витрата палива;
- залишок палива в баку (опція);
- оберти двигуна, мотогодини, час роботи двигуна;
- час включення додаткового встаткування, витрату палива в цьому режимі;
- час роботи двигуна в заданому режимі роботи;
- будь-які параметри (положення контролера, температуру, тиск, потужність (при електротрансмісії) і ін.

СКАТ-1800 є офлайн системою. Тобто реєстратором, який накопичує в собі дані (але тільки по лічильниках-витратомірам - їх останнє значення) і передає їх на вбудований екран.

Проте, існує можливість СКАТ-1800 online підключення до GPS-реєстраторам по інтерфейсу 232 або 485. Тим самим додаючи в систему функції онлайн-контролю й контролю місця розташування.

Состав системи:

- реєстратор БУК або БУК-Р;
- двокамерний витратомір Р1800.

При використанні БУК можливе підключення тільки витратоміру, датчику мотогодин і спідометра.

При використанні БУК-Р необхідне підключення додаткових датчиків;

- адаптера живлення (перетворювача напруги);
- додаткових датчиків;
- адаптерів підключення до штатних датчиків дорожніх машин;
- монтажного ящика.

Визначення витрати палива. Установка системи не вимагає зміни схеми паливоподачі. Паливний насос низького тиску (ПННТ) забирає паливо з бака через фільтр грубого очищення палива й нагнітає паливо через фільтр тонкого очищення в паливний насос високого тиску (ПНВТ). Обсяг палива, що нагнітається, як правило в рази більше споживання ПНВТ - надлишок скидається в бак через пропускний клапан. Такий принцип допомагає здійснити охолодження вузлів ПНВТ проточним паливом, а з іншого сторони - підігрів бака. Витрата палива визначається як різниця між подачею палива і його поверненням. При установці одного одинарного витратоміра й зміни схеми паливоподачі зі скиданням зворотного палива перед датчиком будуть спостерігатися наступні несприятливі явища: погіршення підігріву паливного бака; підвищене нагрівання ПНВТ; саботаж водіїв, що списується на зміну паливної системи. При установці двох таких витратомірів зміни схеми паливоподачі не відбувається. На рисунку 2.2 наведена принципова схема установки системи контролю.

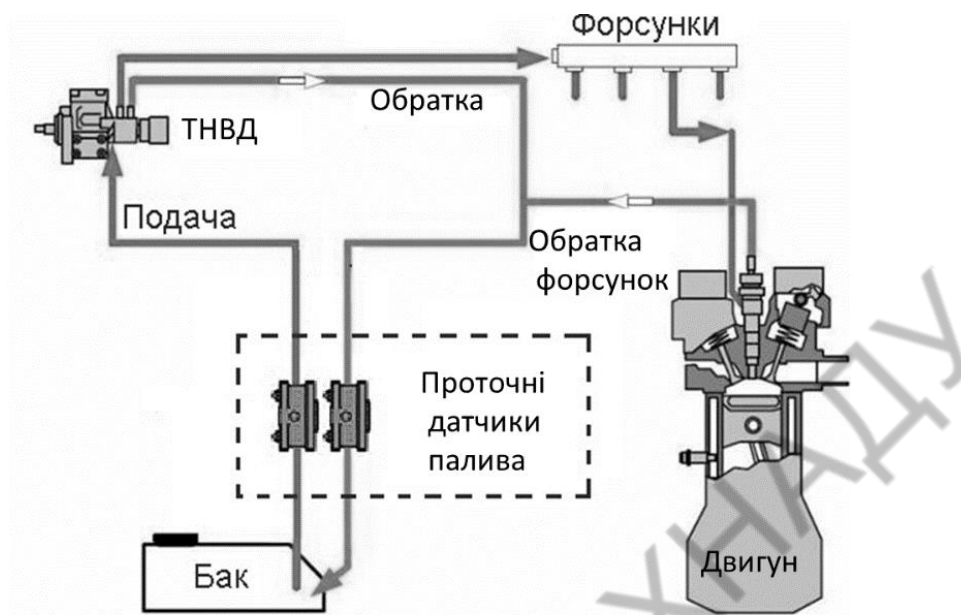


Рисунок 2.2 - Схема принципова установки системи контролю

Застосування системи дозволяє:

- виконувати контроль витрати палива дорожньої машини в експлуатації, вести автоматизований облік і нормування;
- оперативно контролювати технічний стан дорожньої машини, запобігаючи випадки перевитрати палива й відмов систем;
- удосконалювати систему змісту дорожніх машин з обліком їх поточного технічного стану;
- оперативно контролювати параметри, що виявляють вплив на безпеку руху;
- оцінювати рівень майстерності й дисципліни;
- робити оцінку режимів і реальної завантаженості й вживати заходів для їхнього раціонального використання на ділянках роботи й маршрутах.

Основні функції:

- запис параметрів через фіксовані інтервали часу (від 1 хв до 24 год);
- відображення маршруту руху дорожніх машин;

- відображення в клієнтській програмі у вигляді миттєвих значень і графіків за звітний період (температура, рівень палива в баках, час роботи, температура масла, температура води, тиск масла, швидкість, оберти двигуна, позиція контролера, температура і т.д.);

- система може інформувати користувача про критичні значення параметрів у реальному часі;

- функція Geofence дозволяє вам визначити географічну зону, при перетинанні об'єктом границь якої користувач сповіщається повідомленням;

- зібрані дані відправляються на сервер по GPRS через фіксовані інтервали (які можливо змінювати від 1 хв до 24 год) або SMS.

Економічний ефект:

- запобігання розкрадання дизельного палива з дорожніх машин в експлуатації;

- оперативне відстеження технічного стану дорожньої машини, своєчасний ремонт і, як наслідок, запобігання перевитрати палива й випадків відмови;

- вживання організаційно-оперативних заходів, що забезпечують раціональне використання кожної дорожньої машини на окремих ділянках виробництва й маршрутах;

- зниження витрати палива за рахунок впровадження системи об'єктивного нормування, автоматизованого обліку й контролю.

2.4 Система «БІС-Р» для вимірювання експлуатаційної витрати палива на дорожніх машинах

Апаратурний вимірювання експлуатаційної витрати палива був актуальним завданням, розв'язати яке не дозволяла протягом багатьох років відсутність технологічних можливостей. Цим питанням займалися різні організації, але розв'язок, до останнього часу, не було знайдено. Відсутність

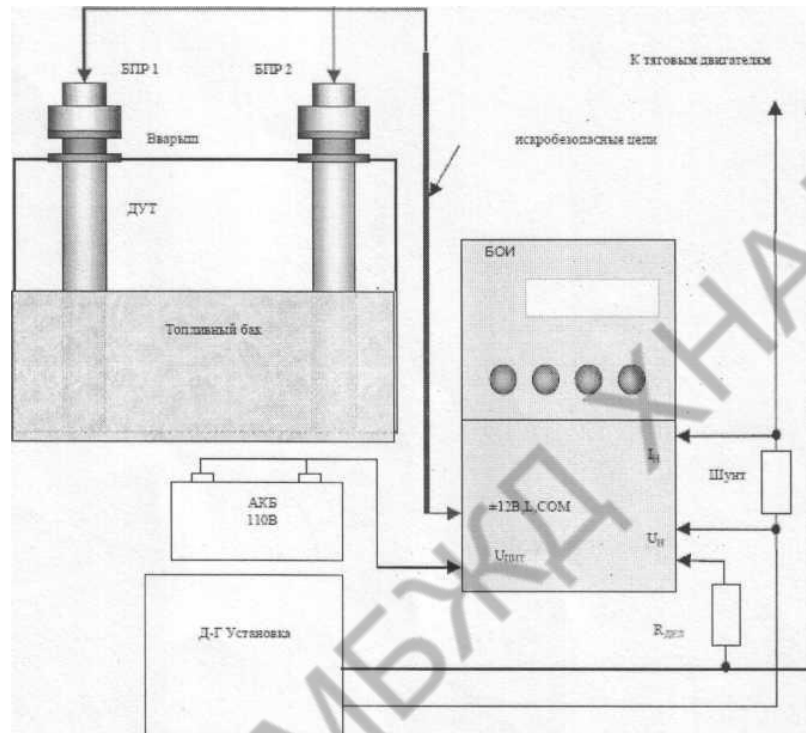
засобів вимірювань експлуатаційної витрати палива є основною причиною неможливості достовірного планування паливних ресурсів.

У теперішній час для визначення кількості палива в баку використовуються або лінійки із ціною ділення 100 л, або «стекла» із ціною одного розподілів 50 л. Ця точність визначення обсягу палива має похибку, у першому випадку ± 50 л, у другому - ± 25 л, у випадку, якщо має місце заводське калібрування засобів вимірювань. Якщо проводився ремонт паливного бака або заміна лінійок «стекла» у процесі експлуатації, у такому випадку, говорити про точність вимірювань обсягу палива в баку взагалі нема сенсу, тому що похибка може перевищити ± 100 л.

Харківським підприємством НП «Резерв-1» була розроблена система «БІС-Р», що дозволяє вимірювати миттєву витрату палива на будь-якому режимі роботи, тобто, практично, експлуатаційна витрата палива. Система «БІС-Р» є контрольно-вимірювальною системою й має наступні метрологічні властивості:

- електроживлення системи здійснюється від акумуляторних батарей, номінальною напругою від 60 В до 150 В;
- споживана потужність не більш 20 Вт;
- похибка вимірювання температури палива в баку не більш ± 1 °С;
- граничний рівень вимірювання палива не більш 960 мм;
- похибка визначення рівня палива в баку не більш ± 1 мм;
- рівень вимірювання наявності води (підтоварної) у паливі не більш 50 мм;
- похибка визначення рівня ± 3 мм;
- похибка обчислення електричної потужності дизель-генераторної установки не перевищує 3 %;
- максимальний час нагромадження інформації про витрату палива - не більш 10 діб;
- програмне забезпечення системи дозволяє зробити аналіз витрати палива відповідно до поставленого завдання.

Система «БІС-Р» являє собою розподілену контрольну-вимірну мікропроцесорну систему. Структурна схема системи «БІС- Р» представлена на рисунку 2.3.



БОІ- блок обробки інформації; БІР - блоки перетворювачів і індикації контрольованих параметрів; ДГУ- датчики рівня й температури; ДГ- дизель-генератор; АКБ- Акумуляторна батарея

Рисунок 2.3 - Схема структурна системи « Біс-Р»

Блок обробки й індикації (БОІ) є центральним приладом, який забезпечує живлення блоків перетворювачів (БІР), обробку й індикацію контрольованих параметрів. Блоки БІР є первинними перетворювачами сигналів від датчиків рівня палива, води й температури. Датчиком струму в колі тягових двигунів є штатний шунт. Датчиком напруги є виносний резистивний дільник.

Робота системи заснована на безперервному контролі витрати палива відповідно до обмірюваної потужності, що розвивається дизель-генераторною тяговою установкою.

Блок БОІ один раз у секунду опитує блоки БПР для одержання інформації про рівень палива й температури, а також робить вимірювання потужності. Інформація про рівень палива перераховується в обсяг відповідно до каліброваної таблиці паливного бака, що зберігається в пам'яті БОІ. Один раз у дві хвилини усереднені значення обсягу, температури й потужності записуються в довгочасний архів БОІ. Таким чином, у пам'яті блоку БОІ формується масив даних за 10 діб роботи з дискретністю 2 хв.

Інформацію, що нагромадилася в блоці БОІ, можна переписати в знімний модуль пам'яті МП-1. Періодичність зчитування інформації - не більш 10 діб.

Усі вимірювані параметри, що й обчислюються, можна спостерігати на індикаторі БОІ. Крім цього, БОІ має вбудований годинник реального часу з можливістю індикації часу й дати.

Датчики рівня й температури встановлюються в паливному баку. Блоки БПР встановлюються на паливному баку. Блоки БОІ розміщаються в кабіні, на висоті, зручній для візуального огляду. Кабель зв'язку й живлення БОІ-БГ1Р прокладається в будь-якій зручній місці, захищається металорукавом і кріпиться за допомогою хомутів до корпусу.

Калібрування паливного бака проводиться повірником мірною посудиною ємністю 50 л. Дані, накопичені системою в блоці БОІ, можуть бути перенесені за допомогою модуля пам'яті в ЕОМ. Як приклад, зовнішній вигляд звіту про витрату палива за 10 діб представлений на рисунку 2.4. На рисунку кружками позначений час перерв. Програма дає можливість проаналізувати роботу на маршрутах. З рисунку видно, як у процесі рядової експлуатації змінюється практично «миттєва» потужність, а також зміни в процесі експлуатації витрати палива. Ці дані дозволяють визначити витрату палива в будь-який момент експлуатації дорожньої машини, що дозволить аналізувати причини мінливого витрати палива, запобігти не виробничим витратам палива, розробити заходу для зниження експлуатаційної витрати палива.

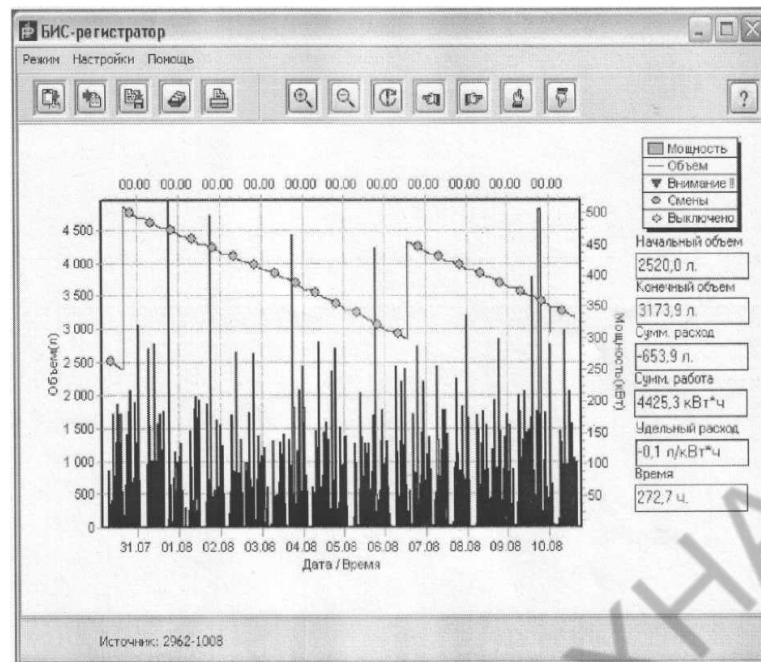


Рисунок 2.4 - Приклад звіту про витрату палива за 10 діб

Програма «Біс-Реєстратор» також дає можливість формування змінних звітів роботи дорожніх машин.

Результати роботи програми можуть бути збережені у вигляді окремого файлу, додані в архів даної дорожньої машини або роздруковані на принтері.

Описана вище система «БІС-Р» може стати потужним інструментом для контролю й нормування витрати палива дорожніх машин з дизель-генераторною установкою. Середня економія палива, обладнаних системою «БІС-Р» за півроку склала $\sim 4\%$.

2.5 Метрологічні характеристики системи обліку палива «КВАРТА»

Одним з головних резервів скорочення економічних витрат є скорочення витрат на паливно-енергетичні ресурси в перевізному процесі. Почата реалізація різних технічних проектів: застосування електронних систем подачі палива й регулювання частоти обертання дизеля, впровадження систем підігріву дизеля в

режимі відстою, застосування двохдизельних силових установок [8]. Однак, першочергову важливість у розв'язку поставленого завдання має створення автоматизованих систем вимірювання й обліку палива в баках дорожніх машин.

Існуюча система вимірювання витрати дизельного палива дорожніми машинами має велику похибка, а також дає можливість впливу на процес вимірювань суб'єктивного фактора. Витрата визначається за сукупним даними пунктів екіпірування й паливомірної рейки бака. Крім того, існуюча система обліку палива має наступні метрологічні властивості:

- кількість палива на початок зміни;
- кількість палива на кінець зміни.

Акценти в розв'язку завдань автоматизації обліку палива на дорожніх машинах повинні бути розставлені в такий спосіб. Перше:

- про автоматичні, метрологічно достовірні вимірювання і реєстрацію кількості палива в баку в початковій і кінцевій точці маршруту (зміни); про автоматичні, метрологічно достовірні вимірювання та реєстрацію кількості палива, заправленого при екіпіруванні;

- про внесення у звітний документ (маршрутний аркуш) кількості палива в баку в початковій і кінцевій точці маршруту (зміни) і заправленого при екіпіруванні за даними вимірювальної системи;

- про автоматичний, метрологічно достовірний вимірювання і реєстрацію кількості палива в баку на кожній проміжній стоянці; про післярейсовий аналіз (порівняння) даних реєстрації, маршрутного аркуша й пункту екіпірування.

Друге:

- про оцінні автоматичні вимірювання і реєстрацію кількості палива в баку в процесі просування дорожньої машини по маршруту;

- про післярейсовий аналіз оцінки витрати палива по маршруту, час й швидкості з урахуванням умов поїздки: обмежень швидкості, заборонних сигналів, зупинок і т.д.

Третє:

- про достовірні вимірювання кількості електрики, виробленого дизель-генератором;

- про аналіз оцінки витрати палива по виробленій енергії з урахуванням числа обертів валу й позицій контролера.

При побудові єдиної інформаційно-вимірювальної системи для зниження вартості й узгодження з іншими встановленими електронними приладами, вимірник кількості палива повинен бути виконаний у модульному варіанті. Це дозволить нарощувати функції системи в міру відпрацьовування методології аналізу одержуваної інформації про параметри роботи дорожніх машин й витрати дизельного палива з наступною видачею рекомендацій з поліпшення теплотехнічного стану дорожньої машини, оптимізації його завантаження, проведення профілактичних робіт і ремонтів [9].

Виходячи із цих основних вимог, ВАТ "Електромеханіка" розробило вимірники кількості палива КВАРТА й КВАРТА-М. Для зв'язку з іншими системами використовується інтерфейс CAN 2.0. Завдяки цьому індикація й реєстрація даних про кількість палива теоретично може здійснюватися кожним із уже встановлених приладів, що мають вихід в CAN, або спеціальним реєстратором.

Зокрема, у якості такого реєстратора пропонується використовувати електронний швидкостемір КПД-ЗП. У цьому випадку інформація про витрату палива записується в штатний модуль пам'яті швидкостеміра паралельно із саморозчепленням інформацією. При розкодуванні модуля інформація з робочого місця розшифровувача надходить у комп'ютерну мережу. Далі на автоматизованому робочому місці, певному розпорядчим документом, дані аналізуються на предмет наявності несанкціонованих втрат палива, а так само зчитується кількість палива, заправленого при екіпіруванні. При накладенні витрати палива на карту маршруту інформація про швидкість, пройденому шляху, сигнали світлофора й режимах гальмування може служити засобом визначення стану паливної системи й манери керування. При статистичній

обробці інформація про витрату палива може бути основою для діагностики дорожньої машини й визначення ступені підготовки водія. За аналогією з мережною базою даних саморозчеплення інформації може бути побудована мережна база даних.

При розробці системи й виборі датчиків акцент робився на надійність, мінімізацію ціни й кількості доробок паливної системи при монтажі й обслуговуванні [10]. Крім того, дана система обліку палива абсолютно не ускладнює й не змінює вже наявну в депо технологію. Раніше для запису інформації про паливо доводилося виходити з кабіни й зчитувати їх з мірного скла. Тепер досить нажати кнопку на блоці керування КПД-ЗП і переписати число з індикатору в маршрутний аркуш, а наприкінці зміни здати модуль пам'яті й маршрутний аркуш. Практично у всіх є робочі місця розшифровувачів з необхідним програмним забезпеченням, тому процес розкодування модуля пам'яті не зажадає додаткових кадрів і матеріальних вкладень. Крім того, для експлуатації даної системи не потрібно практично ніякого додаткового навчання співробітників, оскільки все відбувається в штатному для КПД-ЗП режимі. Система обліку палива «КВАРТА» Моніторинг витрати палива. Установка фактів несанкціонованих втрат палива й визначення кількості загубленого пального.

Система обліку палива «КВАРТА» складається з датчиків рівня й температури, установлених у бак, і блоку обліку палива, розміщеного в кабіні. Магнітострижінні датчики рівня й температури типу ПМП-201 поплавкового типу внесені до Державного реєстру засобів вимірювання і мають похибку вимірювання рівня ± 1 мм. Для ТЕМ-2 така похибка вимірювань рівня дає точність вимірювання об'єму ± 7 л.

Компенсація нахилів в шляху проходження досягається розміщенням датчиків симетрично по діагоналі бака. ПМП-201 мають вибухозахищене виконання та цифровий канал зв'язку.

Блок обліку палива виконує наступні метрологічні функції:

- одержання даних від датчиків рівня й температури, компенсація коливань рівня палива в процесі руху дорожньої машини;
- зберігання градуїровочної таблиці бака дорожньої машини;
- розрахунки по градуїровочній таблиці обсягу палива при поточній температурі;
- приведення обсягу палива до температури 20 °С;
- передача розрахункових даних по каналу зв'язку в інші системи.

«КВАРТА» у мінімальному виконанні не має датчиків щільності і рівня, оскільки це ускладнює систему, підвищує вартість її життєвого циклу й знижує надійність. Щільність змінюється тільки при вступі на пункти екіпірування нової партії палива й може бути обмірювана в лабораторії (або взята із супровідних документів на паливо). Щільність можна регулярно вводити в базу даних при розшифруванні. Теоретично, наявність такого датчика потрібно із двох причин:

- для захисту паливної апаратури від поломок внаслідок влучення в неї води;
- для запобігання зливу палива під видом води.

Однак паливозабірник піднятий над днищем бака так, щоб у баку залишалося від 200 л до 500 л, а за 1 місяць у баку накопичується не більш від 10 л до 15 л води. Тому щоб вода потрапила в паливозабірник, її потрібно «збирати» протягом року або використовувати паливо дуже низької якості. Ні те, ні інше практично неможливо, тому що за якістю палива стежить відповідна служба, а регламент ТЕ вимагає регулярно проводити злив води. Знаючи загальний обсяг палива й води до зливу й обсяг палива (без води) після зливу, кількість зливої води нескладно обчислити.

Основними вимогами ДСТ, пропонованим до систем вимірювання обсягу палива в резервуарах є:

- формування системи на основі первинних вимірювальних перетворювачів (датчиків) і самого резервуара;

- проведення градуювання резервуара з дотриманням певного набору правил.

Проте, система «КВАРТА» може застосовуватися для внутрішньовідомчого обліку палива там, де немає грошових розрахунків між організаціями або підрозділами, або не передбачається судове переслідування працівників за розкрадання. Індикаторна система має ненормовані помилки, але, оскільки датчики метрологічно атестовані, а градуїрочна таблиця не змінюється, помилки системи мають постійний за часом характер. Тому помилка системи у визначенні витрати буде мінімальної й приблизно рівною поміліметровій місткості бака. Дане твердження ілюструється розшифруванням процесу заправлення, наведеного на рисунку 2.5.

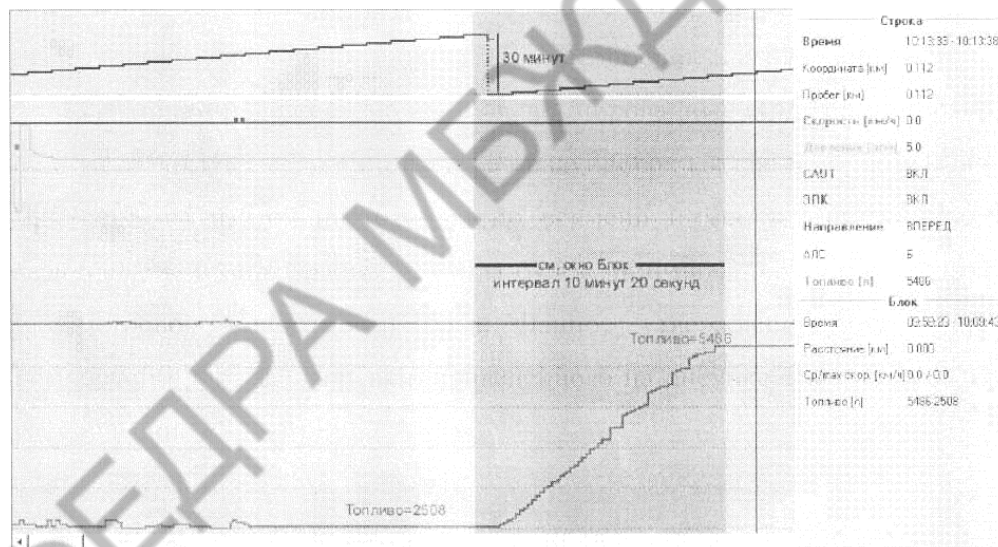


Рисунок 2.5 - Розшифрування процесу заправлення, зареєстрованого неградуїрованою системою «КВАРТА»

Метрологічна атестація системи виконується в три етапи:

- градуїровка бака дорожньої машини й системи «КВАРТА» об'ємним методом. Запис отриманої таблиці в блок обліку палива;

- спільна метрологічна перевірка відградуїрованого бака дорожньої машини й системи «КВАРТА»;
- оформлення результатів перевірки в органах державного метрологічного нагляду.

На рисунку 2.6 зафіксований процес зливу палива при виключеній системі «КВАРТА».

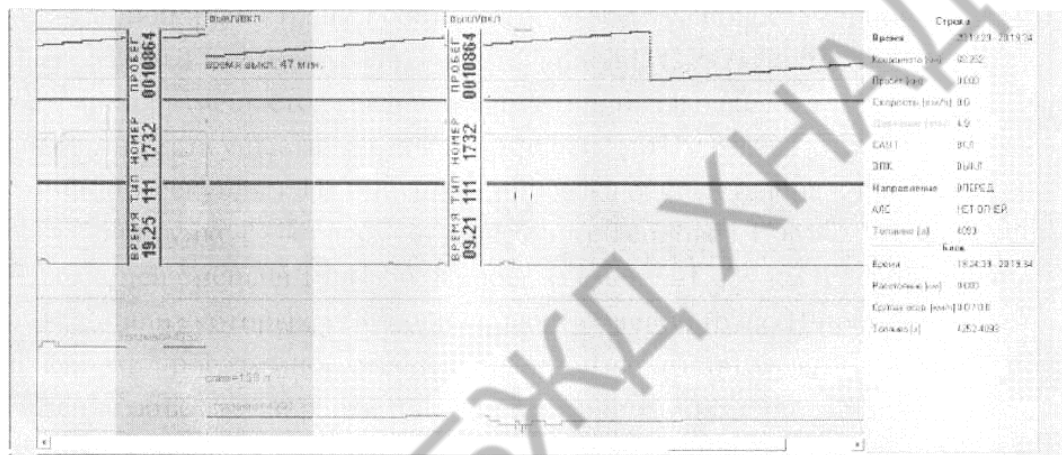


Рисунок 2.6 - Реєстрація зливу палива при виключеній системі «КВАРТА»

Градуїровка й перевірка проводяться шляхом заповнення бака відомими дозами палива, що пройшли через повірник лічильник. Час виконання градуїровки бака або перевірки системи «КВАРТА» для дорожніх машин до 1 год. Число доз залежить від обсягу й форми бака, причому одинична доза для градуїровки повинна лежати в межах від 100 л до 200 л, а при перевірці 300 л.

Таким чином, відомим обсягам палива приписується обмірюваний системою «КВАРТА-М» рівень і виходить градуїровочна таблиця реального бака. Загальна похибка системи буде дорівнювати сумі похибок її власної вимірювальної частини й лічильника, за допомогою якого проводилася перевірка. Звичайно пункти екіпірування постачені лічильниками

нафтопродуктів типу ППО 40-0,6 СУ, що мають відносну похибку $\pm 0,5$ %. Ця похибка перейде в похибку системи «КВАРТА-М». Для дорожньої машини відносна похибка вимірювань обсягу становить приблизно $\pm 0,67$ %, але при визначенні витрати абсолютна похибка не буде перевищувати 0,5 мм.

Споживач може не виконувати метрологічну перевірку, а зробити тільки градуїровку. Оскільки архітектура розробленої системи є відкритою, можливості системи можуть бути розширені за бажанням замовника шляхом установки додаткових датчиків і пристроїв. Значення, вимірювані цими датчиками, можуть бути записані в модуль пам'яті разом із саморозчепленням інформацією й оброблені на кожному з перерахованих вище робочих місць.

До додаткових датчиків і пристроїв метрологічних вимірювань відносяться наступні:

- датчик числа обертів генератора;
- датчик потужності (струму й напруги) генератора;
- датчик положення рукоятки контролера;
- датчик положення крана машиніста;
- приймач GPS/ГЛОНАСС (глобальне позиціонування);
- передавач GSM/GPRS (передача даних по каналах мобільного зв'язку);
- датчики температури, тиску масла та ін.

Споживач може поступово нарощувати функції системи в міру необхідності й готовності апаратних засобів, технологічної й нормативної баз.

2.6 Метрологічні характеристики витратоміра-лічильника «Зліт МР»

Актуальність теми обліку будь-якого виду палива й контролю над його витратою є сьогодні очевидним фактом, який немає необхідності обґрунтовувати. Різні контрольно-вимірювальні системи й прилади допомагають здійснювати такий моніторинг на всіх етапах життя палива: від видобутку, транспортування й переробки нафти до спалювання готового

продукту в казанах і камерах згоряння двигунів. При цьому витратоміри й лічильники палива розміщуються як на стаціонарних об'єктах, так і на транспорті (водному, залізничному, автомобільному).

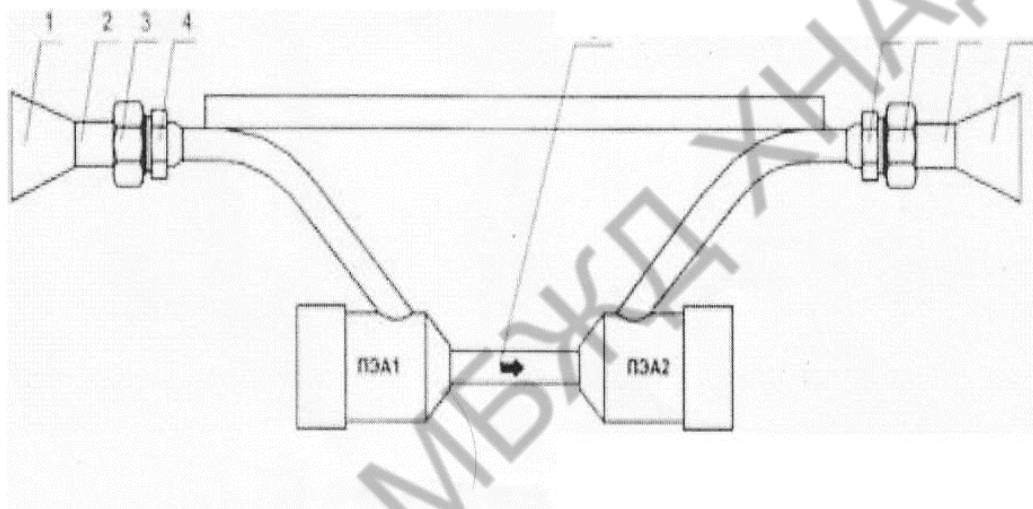
Однак відсутність на ринку систем обліку не дозволяє споживачеві повною мірою використовувати досягнення науково-технічного прогресу. Так, наприклад, облік витрати дизельного палива в цей час проводиться, як правило, по різниці кількості палива в баку дорожньої машини за певний проміжок часу. При цьому нерідко заповнення бака визначається візуально по мірному склу. Такий підхід приводить до того, що кількість витраченого дорожньою машиною палива вимірюється з великою похибкою, що, у свою чергу, викличе певні труднощі у виконанні аналізу витрати ГСМ із обліком фактично виконаної роботи і її технічного стану. У результаті ми маємо штучне завищення нормативів витрати палива й відсутність зацікавленості в його економії. Альтернативою такого підходу є створення систем диспетчеризації й контролю над параметрами руху на транспорті з використанням, у тому числі, і сучасних засобів вимірювання витрати.

По запиті організацій, що займаються впровадженням систем моніторингу транспортних засобів, на ЗАТ «Зліт» була розроблена модифікація витратоміра-лічильника «Зліт МР» виконання УРСВ-520В для вимірювання витрати й обсягу дизельного палива в паливних системах. Даний витратомір є наступним поколінням добре відомого нашим Замовникам витратоміра-лічильника «Зліт МР» виконання УРСВ-110, призначеного для вимірювання витрати грузлих рідин. У порівнянні зі своїм попередником він дозволяє реалізовувати багатоканальну схему вимірювання витрати.

Витратомір-Лічильник ультразвуковий двоканальний «ЗЛІТ МР» виконання УРСВ-520У призначений для вимірювань середньої об'ємної витрати й обсягу палива в напірних трубопроводах. Він задовольняє експлуатаційним вимогам, пропонованим до встаткування дорожніх машин, а також має можливість сполучення з системою диспетчеризації й моніторингу. Витратомір

УРСВ-520В може виконувати вимірювання в широких діапазонах температури й в'язкості робочого середовища в різних умовах експлуатації.

Відмінною рисою конструкції вимірювальної ділянки (ВД) витратоміра УРСВ-520В є застосування сполучної арматур, використовуваної в паливних системах дизельних двигунів. Конструкція ВД представлена на рисунку 2.7. У складі витратоміра можуть поставлятися ВД, виготовлені вуглецевої сталі (ІУ-032), нержавіючої сталі (ІУ-132) і сталі 09Г2С (ІУ-232).



1 - конусний перехід; 2 - ніпель кульовий; 3 - накидна гайка; 4 - штуцер; 5 - ІУ.

Рисунок 2.7 - Збірно-зварена конструкція для установки ВД в трубопровід

Використовувана в системах живлення двигунів схема з рециркуляцією палива визначає спосіб застосування двоканального витратоміра УРСВ-520М. Вимірювальні ділянки витратоміра встановлюються в напірну і зливну магістраль (рисунок 2.8). Витратомір проводить вимірювання обох каналів і здійснює обробку результатів вимірювання.

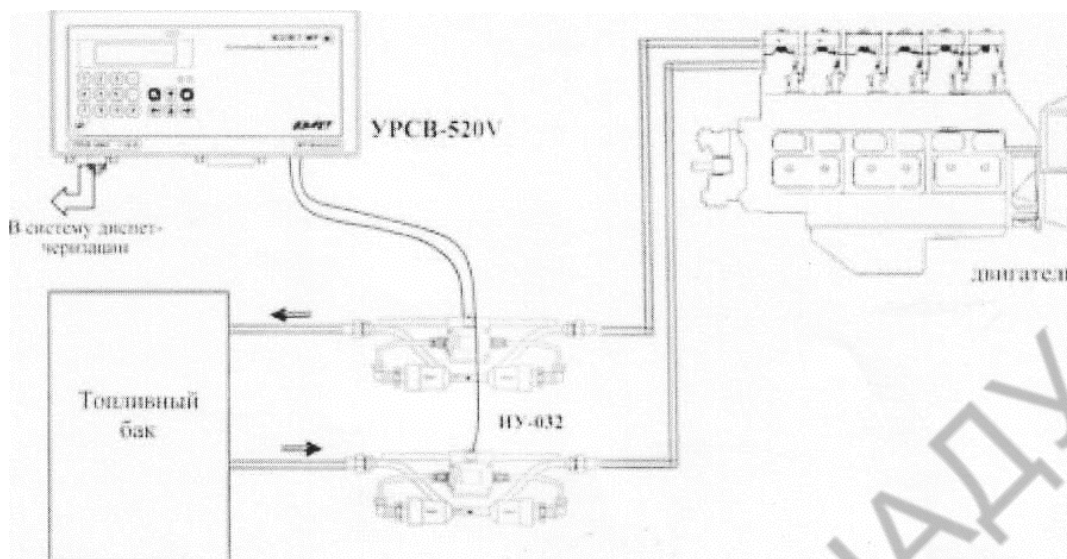


Рисунок 2.8 - Схема принципова установки витратоміра UPCB-520B у систему живлення двигуна

Додатково до основних функцій вимірювання середньої об'ємної витрати й обсягу палива у витратомірі UPCB-520B передбачена можливість визначення масової витрати й маси палива по кожному каналу відповідно до введеного у витратомір значення щільності палива. У витратомірі також реалізований алгоритм автоматичної корекції встановлених значень щільності й в'язкості при зміні температури й тиску палива в кожному трубопроводі.

Для визначення кількості витраченого палива у витратомірі UPCB- 520B до двом вимірювальним каналам доданий третій - обчислювальний канал. Він робить обчислення різниці обсягів (мас) палива, що пройшли через перший та другий канали. Програмно може задаватися різний порядок обчислення різниці обсягів (мас): $V_1 - V_2$ ($M_1 - M_2$) або $V_2 - V_1$ ($M_2 - M_1$). Для забезпечення коректної роботи витратоміра обчислення різниці проводиться тільки тоді, коли відбуваються вимірювання по обом каналам. А інакше витратоміром фіксується позаштатна ситуація й обчислення різниці обсягів (мас) не відбувається. Слід звернути увагу на те, що похибка обчислення різниці обсягів (мас) визначається похибкою, з якої ці обсяги (маси) були обмірювані в кожному каналі.

Результати вимірювань і обчислень по кожному каналу (у тому числі й каналу обчислення різниці обсягів) записуються у внутрішні архіви: годинний, добовий, місячний і інтервальний. Позаштатні ситуації й відмови, що виникають у процесі експлуатації витратоміра, фіксуються в журналах позаштатних ситуацій. Це дозволяє проводити аналіз роботи витратоміра УРСВ-520В и паливної системи в цілому за різні періоди часу.

Для забезпечення зовнішніх зав'язків витратомір УРСВ-520В має послідовні інтерфейси RS-232 і RS-485. Крім того, у витратомірі може бути використаний модуль універсальних виходів, здатний працювати в імпульсному, частотному й логічному режимі. Швидкість обміну по інтерфейсах і параметри зв'язки, призначення універсальних виходів і їх режими роботи, параметри вихідних сигналів, а також відключення виходів устанавлюються програмно.

Витратомір-лічильник ультразвуковий УРСВ «ЗЛІТ МР» виконання УРСВ-520В може застосовуватися як на залізничному, так і морському транспорті. При цьому визначимо наступні метрологічні вимоги при використанні даного витратоміра в системах моніторингу транспортних засобів:

- визначати поточну витрату палива;
- визначати обсяг витраченого палива;
- контролювати режими роботи двигуна;
- робити нормування й аналіз витрати палива в різних режимах експлуатації транспорту.

Можливості експлуатації витратоміра УРСВ-520В не обмежуються тільки зазначеними вимогами. Даний витратомір може бути встановлений і на стаціонарних об'єктах, на яких проводиться відбір палива з рециркуляційної магістралі. Витратомір УРСВ-520В може бути застосований не тільки для вимірювань витрати дизельного палива, але й для вимірювань витрати інших типів рідин у широких діапазонах їх температури й в'язкості.

У всіх розглянутих випадках надійна й стабільна робота ультразвукових витратомірів визначається поруч факторів, головним з яких є виконання

наступної умови - режим роботи й состав робочої рідини не повинні перешкоджати поширенню в ній ультразвукових коливань.

Утворення у паливній магістралі областей розрідження й (або) наявність у робочій рідині великої кількості газових включень приводить, як правило, до нестійкої роботи ультразвукових витратомірів. Позитивний досвід експлуатації витратомірів УРСВ-520В на залізничному й морському транспорті показує, що існуючі там паливні системи дозволяють використовувати в них ультразвукові витратоміри для обліку витрати палива.

Витратомір-лічильник ультразвуковий УРСВ «ЗЛІТ МР» виконання УРСВ-520В знаходить широке застосування в складі інформаційно-вимірювальних систем і комплексів на дорожньо-будівельному, залізничному та морському транспорті, а також у нафтогазовій, хімічній і інших галузях промисловості.

3 МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛІЧИЛЬНИКІВ ПАЛИВА ДЛЯ ПРОМИСЛОВОЇ АВТОТЕХНІКИ

Для обліку витрати палива транспортними засобами на підставі багаторічного досвіду рекомендується використовувати витратоміри VZO або DFM (датчики витрати палива, ДРТ) компанії “Aquametro”, або системи підрахунку палива ПОРТ розробки ВКВ “МАЯК”.

Для автотехніки (вантажівки, автобуси, трактори, спецтехніка і інше) найбільше успішно зарекомендували себе лічильники швейцарського виробництва серії VZO, VZD і DFM, а також системи серії ПОРТ-1. Безпосередній вибір лічильника або системи обліку для визначення витрати на транспорті або дизель-генераторі в першу чергу ґрунтується на величині максимального потоку, який буде йти по паливній магістралі. Другим критерієм для вибору є необхідний функціонал приладу. Якщо зручно знімати показання витрати вручну, слід зупинитися на лічильниках палива із цифровим (механічним або ЖКД) індикатором на приладі - VZ04, VZ08, VZD4, VZD8, DFM, ПОРТ-1 з монітором, що приєднується. Якщо ж потрібна автоматизована система з виводом даних на комп'ютер, необхідно переконатися в наявності імпульсного виходу на витратомірі палива - VZ04 OEM, VZ08 OEM, VZD4, VZP4, VZD8, VZP8, DFM8, різні модифікації системи ПОРТ-1. Більш докладну інформацію із цього встаткування можна знайти в каталозі.

Щоб одержати високоточні дані в умовах клімату, рекомендовано використовувати систему DFM8D. Облік витрати палива системою DFM проводиться високоточним витратоміром спеціально адаптованим для роботи в умовах тряски й суворих умов в експлуатації, що дозволяють навіть компенсувати помилку через різницю температур палива, що підводиться й приділяється від двигуна.

Розв'язку по монтажу лічильників або систем для обліку витрати палива, як правило, не викликають утруднень і легко проглядаються безпосередньо на

місці. Монтаж проводиться відповідно зі схемами, зазначеними в інструкціях з монтажу й експлуатації.

Для вимірювання витрати палива на дорожніх машинах, судах, потужних дизель-генераторах використовуються витратоміри різних конструкцій, але основне поширення одержали витратоміри серії VZO (VZ015, VZ020, VZ025 навіть VZ040) і DFM (DFM8S, DFM8D, DFM20S, DFM25S) компанії “Aquametro”. Також останнім часом нами встановлюються витратоміри серії OGM шанхайської компанії “Maide Machine”, похибка вимірювань яких становить усього 0,25 %.

Основні схеми установки система контролю витрати палива для обліку витрати палива в паливній системі автотранспорту додаються в інструкціях з монтажу й експлуатації пропонованого встаткування. Основна схема побудови комплексу обліку витрати палива двигуном включає два датчики витрати палива, установлені на прямій і зворотної магістралі. Різниця показань датчиків витрати є реальною величиною споживаного двигуном палива.

Найкращих, точніше сказати, найточніших вимірювань за допомогою швейцарських витратомірів можна добитися, використовуючи лічильник палива DFM (датчики DFM з бортовим комп'ютером DFM-BC).

Система дозволяє робити обчислення з похибкою до 1 %.

На машинах, оснащених ТНВД, як правило можна використовувати схему закільцювання зворотної магістралі. Це дозволяє проводити прямі вимірювання витрати палива й заощаджувати на покупці встаткування, здобуваючи й установлюючи тільки один лічильник палива.

При монтажі приладів обліку витрати палива необхідно враховувати, що лічильники й додаткове встаткування слід установлювати в місцях, зручних і доступних для монтажу, обслуговування й зняття показань. Установка лічильника палива проводиться з дотриманням напрямку стрілки, наявної на корпусі витратоміра.

Схема живлення двигунів у переважній більшості - двотрубна система. Звичайно, правильним варіантом підключення системи контролю витрати палива є варіант вибору системи диференціального вимірювання потоків.

Але вартість системи контролю витрати палива із двома витратомірами досить висока, ця ж причина не дозволяє використовувати лічильник DFM, а точність вимірювань не завжди потрібна настільки висока. Тому на деяких видах транспорту (звичайно це сільгосптехніка, спецтехніка, вітчизняний вантажний автотранспорт та інший) успішно застосовується установка одного лічильника серії VZO (VZ04 або VZ08) або ДРТ системи ПОРТ-1.

3.1 Похибки вимірювань витратомірів

Більшість існуючих механічних проточних витратомірів (турбінних, лопасних, крильчатих, з обертовою шайбою і інших) мають заявлену паспортну точність від $\pm 0,5\%$ до $\pm 2,5\%$ вимірюваного значення. Точність $\pm 1\%$ означає, що в даному діапазоні вимірювань (як правило, співвідношення мінімального й максимального потоків витратоміра становить 1:10 - 1:20) показання витратоміра можуть перебувати в діапазоні $0,99 V_{\text{вим}} - 1,01 V_{\text{вим}}$, де $V_{\text{вим}}$ – фактичний обсяг рідини, що пройшов через витратомір (лічильник).

Даний обсяг є сумою «мініоб'ємів», тобто тих обсягів рідини, які проходять через лічильник за один оберт турбіни, шестірень, шайби і т. д.

Для його підрахунку використовують так званий «К-Фактор» - коефіцієнт, що виражає співвідношення між одиницями об'єму рідини, що перекачується (як правило – 1 л) до обсягу, що перекачується витратоміром за один оберт, інакше

$$V_R = \Delta V_R \cdot K_R, \quad (3.1)$$

де V_R – обсяг, що пройшов через витратомір;

ΔV_R – обсяг палива (рідини), що відміряється за один оберт вимірювального вузла витратоміра;

KR – кількість обертів, що доводиться на 1 л (1 м³ і т.д.).

Таким чином, нижчеподаний графік точності витратомірів – це фактично графік зміни даного числа залежно від потоку (рисунок 3.1).

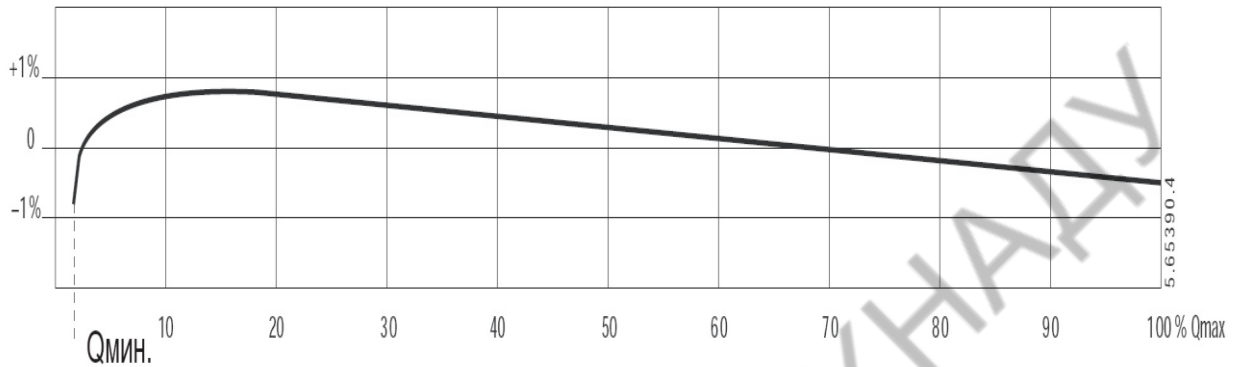


Рисунок 3.1 -Типовий графік залежності точності витратоміра від потоку

Пояснення до графіка: по вертикалі – точність вимірювань витратомірів, по горизонталі – значення вимірюваної витрати (в % від максимального).

Причому потрібно врахувати, що форма даного графіка буде індивідуальною для кожного приладу й залежить як від точності виготовлення комплектуючих, так і від їхньої комбінації в даному конкретному витратомірі. Безумовно, вона буде залежати також і від в'язкості вимірюваної рідини.

Розглянемо ситуацію, коли при розв'язку стандартного завдання вимірювання витрати палива автомобіля МАЗ 6312А8 у паливну систему його двигуна включається два однотипні витратоміри (з паспортною точністю $\pm 1\%$) у прямий і зворотний трубопроводи відповідно.

Необхідно чітко представляти, що обсяг споживання двигуном палива й обсяг палива, що прокачується паливним насосом через двигун, можуть відрізнитися від трьох-чотирьох до десяти й більш раз. Наприклад, по двигунах МАЗ 6312А8 - при споживанні від 30 л/год до 39 л/год продуктивність паливного насоса від 240 л до 250 л/год.

Розглянемо самий типовий і характерний варіант - коли у вимірюваному діапазоні величин витратомір у паливопроводі прямій подачі має похибку, близьку до максимальної зі знаком «+», а у зворотному – також близьку до максимально дозволеної, але зі зворотним знаком (-). Таким чином, при потоці 240 л/год й споживанні 30 л/год маємо наступні метрологічні характеристики:

- показання витратоміра 1 $V_1 = 240 \cdot 1,01 = 242,4$ л/год;
- показання витратоміра 2 $V_2 = (240 \dots 30) \cdot 0,99 = 207,9$ л/год;
- витрата палива 34,5 л/год;
- витрата палива фактична 30,0 л/год;
- похибка фактична до $(34,5 \dots 30,0) / 30,0 \cdot 100 \% = \pm 15\%$.

У загальному вигляді сумарна точність такої системи з двох витратомірів палива на прямому й зворотному потоці виражається наступною формулою

$$\pm \Delta R_{\text{системи}} = \pm \delta R \times (V_{\text{прямий}} + V_{\text{зворотний}}) / (V_{\text{прямий}} - V_{\text{зворотний}}), \quad (3.2)$$

де $\Delta R_{\text{системи}}$ – сумарна похибка системи;

δR – відносна (паспортна) точність витратомірів, що входять у систему (уважаємося її однаковою);

$V_{\text{прямий}}$ – пряма витрата палива;

$V_{\text{зворотний}}$ - зворотний потік палива.

Із цієї формули очевидно, що при малих витратах і великих потоках без застосування додаткових заходів похибка такої системи буде прагнути до величезних значень, на порядок перевищуючи заявлену точність властиво витратомірів.

Додаткова похибка, внесена зміною температури палива, складається із трьох типів похибок:

- похибка, обумовлена зміною температури палива при зміні зовнішніх умов (температури навколишнього середовища);

- похибка зміни температури палива в паливному баку при підігріві його потоком прогрітого палива зі зворотного трубопроводу;

- похибка, обумовлена різницею температур палива в прямому й зворотному паливопроводах.

Сумарна похибка, внесена температурною складовою, може становити від 3 % до 4 % додатково до вищезгаданої. Таким чином, сумарна похибка може досягати декількох десятків відсотків при паспортній точності витратомірів в $\pm 1\%$.

Умови максимального потоку й мінімальної витрати – це умови холостого ходу прогрітого двигуна, але навіть при цих умовах потік, створюваний паливним насосом низького тиску, буде в кілька раз менше максимального. Реально точність системи можна значно поліпшити досить простими й ефективними методами – як апаратними, так і програмними.

Апаратно, наприклад, добором пар витратомірів із близькими за знаком і величині значеннями граничних відхилень, або установкою одного витратоміра за схемою «із закілюванням» (реалізована не для всіх типів двигунів і, у свою чергу, має ряд істотних недоліків).

Програмно дана проблема вирішується лінеаризацією характеристик системи й додатково - введенням фіксованих поправочних коефіцієнтів, у тому числі й температурних, для різних значень потоків або установкою апаратно-програмного забезпечення, що враховує в тому числі й температурні коливання рідини. Комплексне застосування вищезгаданих розв'язків дозволяє звести похибка системи до мінімуму.

Витратоміри із овальними шестірнями мають, на відміну від більшості інших типів витратомірів індивідуальні паспорти калібровки для кожного витратоміра з конкретними значеннями К-Фактора, тобто для даного витратоміра

$$V_{\text{фактичний}} = \delta V_{\text{Дарконт}} \cdot K,$$

де $\delta V_{\text{Дарконт}}$ – обсяг рідини, що перекачується, витратоміром за один оберт;
 K - «К-Фактор» конкретного витратоміра, замість того, щоб затверджувати, що

$$0,99 V_{\text{фактичний}} \leq \delta V_{\text{Дарконт}} \cdot K \leq 1,01 V_{\text{фактичний}}$$

Таким чином, різко знижується негативний вплив точності витратоміра на точність системи.

Величина потоку, при якій перевіряються витратоміри, обирається таким чином, що максимальні відхилення значень К-Фактора щодо обмірюваного - практично однакові по величині й різні за знаком. Таким чином, при введенні точного значення K (з точністю до третього знаку після коми) зазначеного в каліброваному сертифікаті кожного витратоміра:

- зводиться до «нуля» похибка показань даного витратоміра при значеннях потоку, близьких до перевірочних (графічно це можна представити, як зсув графіка зміни коефіцієнта K його перетинання з «нульовою горизонталлю» при тестовім значенні потоку);

- відхилення від даного значення будуть фактично вдвічі - утрое нижче, чим максимально припустимі ($\pm 1\%$) і укладаються в діапазон $\pm 0,4\%$ до $0,5\%$.

Завдяки високій повторюваності показань витратомірів Дарконт ($\pm 0,03\%$) при використанні їх у складі комплексів АСУ ТП або GPS-Моніторингу транспорту після проведення декількох вимірювань і зіставлення реальних значень витраченого палива на холостому ході (або при малих значеннях витрат) і заміряних датчиками, можна додатково поліпшити точність диференціального обліку шляхом уведення поправочних коефіцієнтів у програмне забезпечення.

Якщо дана точність недостатня, виготовляється система, що складається із двох витратомірів і суматора-диференціатора RT12, із багато крапковим калібруванням на всьому діапазоні вимірювань. Точність такої системи лежить у межах $\pm 0,2\%$.

3.2 Гідродинамічний опір витратомірів на овальних шестірнях

Гідродинамічний опір витратомірів, заснованих на різних принципах вимірювань, безумовно, різний. Найменший мають витратоміри, засновані на ультразвуковому, електромагнітному, масовому (коріолісовому) принципах, при яких практично не створюється перешкода потоку рідини. Що стосується механічних проточних витратомірів - це лопасні й турбінні витратоміри. По ряду обмежень вони можуть застосовуватися не у всіх областях промисловості, і непридатні для точного визначення витрати палива в транспорті (реальна точність для них – від $\pm 5\%$ до 7%), що дає від 60% до 80% похибки в заснованих на них диференціальних вимірювальних системах.

Практика показала, що реально працездатні в системах вимірювань датчики обліку палива двох-трьох типів – з обертовою шайбою (поршнем), шайбою, що гойдається, й шестерні – на звичайних або овальних шестірнях.

Зрівняємо ці два типи витратомірів з погляду гідродинамічного опору, який вони створюють у паливній системі двигуна. Витратоміри з обертовою шайбою створюють опір потоку дизельного палива (залежно від його величини) у межах від 10 мБар до 100 мБар. Значення для витратомірів на овальних шестірнях трохи вище – від 10 мБар до 450 мБар. Це означає, що для витратомірів на обертовій шайбі для дизпалива мінімальна висота для вступу палива «самопливом» становить близько 10 см, а для витратомірів на овальних шестірнях від 40 см до 50 см.

Для порівняння – стандартний тиск, створюваний паливним насосом підкачування (ТННД) становить від 2,5 Бар до 7,0 Бар, що необхідно, у тому

числі й для компенсації гідравлічного опору, створюваного фільтром тонкого очищення палива в міру його забруднення (до 1,5 Бар). Таким чином, тиску створюваного насосом паливопідкачки цілком достатньо для включення в систему одного або двох витратомірів (при диференціальній системі вимірювання витрати палива). Більш високі значення гідродинамічного опору витратомірів на овальних шестірнях пояснюється, у тому числі й дуже точним виготовленням вимірювальних елементів (шестірень і камер), що виключають ефект «витоку», характерний для витратомірів на обертовій шайбі, коли при малих значеннях потоків шайба залишається нерухомою (підрахунок не ведеться), а паливо проходить через витратомір неврахованим. Витратоміри на овальних шестірнях фіксують будь-яку мінімальну витрату рідини при трохи більшому коефіцієнті відносної точності.

Витратоміри, призначені для вимірювань невеликих (від 200 л/год до 500 л/год) витрат рідини в тривалому режимі, виготовляються тільки у виконанні з обертовою шайбою й з овальними шестірнями (рисунк 3.2).

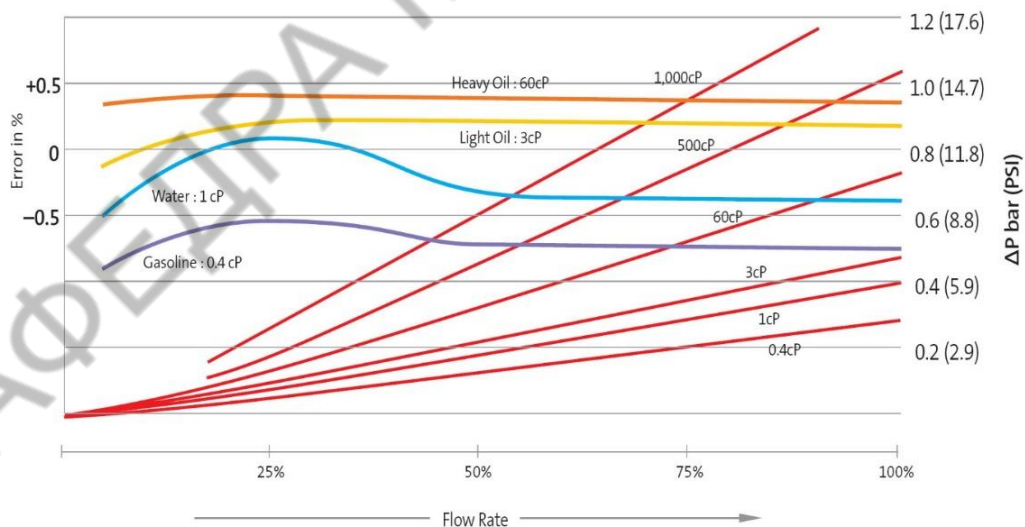


Рисунок 3.2 - Гідродинамічний опір витратомірів на овальних шестірнях

Нижчевикладений матеріал присвячений більш вузькій області застосування даного методу вимірювань - використанню диференціального методу вимірювання витрати палива транспортних засобів.

Існує основна похибка, внаслідок вищевказаних причин і додаткова похибка, внесена зміною температури палива, яка метрологічно складається із трьох типів похибок:

- похибка, обумовлена зміною температури палива при зміні зовнішніх умов (температури навколишнього середовища);
- похибка зміни температури палива в паливному баку при підігріві його потоком прогрітого палива зі зворотного трубопроводу;
- похибка, обумовлена різницею температур палива.

Також можливий прояв наступних причин, що знижують метрологічну точність вимірювань дифсистеми:

- повітря, що попадає в паливопровід повернення палива. Це відбувається, як правило, при несправній паливній апаратурі ТС і/або розгерметизації паливопроводу на ділянці усмоктування (наприклад до насоса підкачування). Усі витратоміри об'ємного типу, до яких відносяться й механічні витратоміри вважають обсяг речовини, що проходить через них, тобто вони благополучно порахують увесь обсяг паливо- повітряної суміші;
- зворотньо – поступовий рух палива в лінії подачі при несправному паливному насосі.

Рух палива в обох напрямках, що викликає неправильне (подвійне) спрацьовування магніточутливих елементів витратомірів (коли шестірня або шайба тільки що «пройшли» повз нього), і збільшує кількість імпульсів, вироблених витратоміром, завищуючи його показання.

Використання після витратоміра зворотного клапана, встановленого таким чином, що при реверсивному русі палива він закривається. Зусилля

спрацьовування повинне бути мінімальним для зниження гідродинамічного опору в системі.

Переваги - простота реалізації, універсальність.

Недоліки - додатковий опір потоку, створюване зворотним клапаном.

Установка як витратомірів лічильників Дарконт серії ІМ (ОМ) з метрологічною функцією РР. Ця функція, реалізована на базі датчика Холу, дозволяє не підраховувати зворотний (дублюючий) прохід шестірні повз магніточутливий елемент.

Гідності - простота реалізації (не потрібні додаткові елементи), не збільшується гідродинамічний опір у лінії.

Недоліки: опція нестандартна, необхідно спеціально замовляти витратомір з нею, що збільшує строк поставки, вимагає підключення витратоміра тільки по датчику Холу.

До наступної проблеми віднесемо повітря в паливопроводі, вспінювання палива.

Розв'язок: при неможливості встановити причину течі в усмоктувальному трубопроводі, перший і єдиний розв'язок – установка повітревідалювача. Для потоків палива до 120 л/год вона легко вирішується за допомогою повітревідалювачів фірм OVENTROP (наприклад модель Тос-Uno-N), AFRISO, TIGERLOOP, GOK.

За рекомендацією виробника для потоків вище 120 л можлива установка декількох повітревідалювачів паралельно (наприклад Tigerloop Twin 50700E) . У той же час, якщо опиратися на дані наданого їм же графіка (рисунок 3.3), потік через повітревідалювач можна довести до 300 л/год. Падіння тиску при цьому на ньому не перевищить 0,2 атм. Можна також використання промислові моделі, які розраховані в основному на потоки від 10 л/хв.

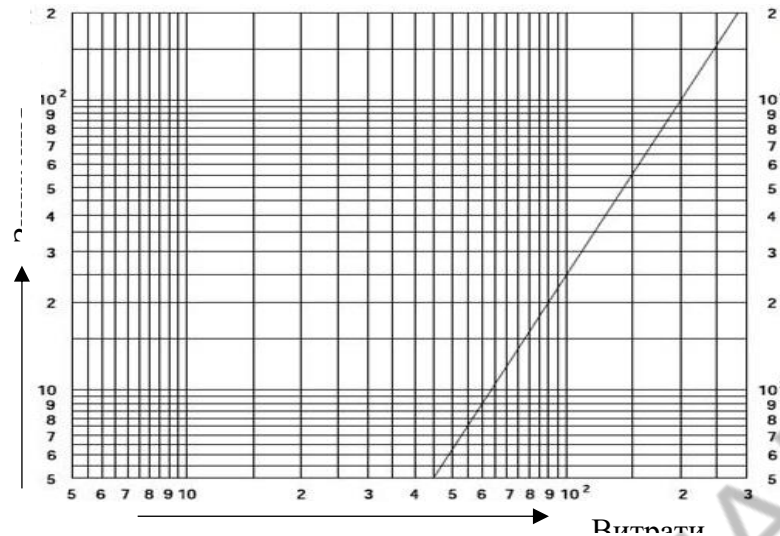


Рисунок 3.3 – Втрати тиску у трубопроводі

Проблема у відношенні додаткової (температурної) похибки викликана різницею температур, а саме:

- температур у паливопроводі подачі й зворотному викликана нагріванням палива у двигуні;

- температур палива на початку роботи двигуна й при режимі роботи, що встановився, коли досягається тепловий баланс палива в баку (втрати в навколишнє середовище й нагрівання від двигуна);

- температур навколишнього середовища (наприклад ніч- день, зима-літо).

Найпростіше - усереднити похибки, внесені даними факторами, внести їх в К-Фактор (інша назва - коефіцієнт перетворення або кількість імпульсів на 1 л минаючого палива) і працювати з цими значеннями.

Переваги - простота. Відомо емпіричне значення поправочного коефіцієнта для К – факторів витратомірів подачі й об'ратки – близько 2 %. Інші фактори, як правило, не враховуються.

Недоліки: сумарна похибка може досить відрізнятись від цього значення (наприклад, ці значення для зими й літа будуть зовсім різними).

3.3 Метрологічні характеристики блоку СІД-1

У його комплектацію входять два термодатчика й поправочні коефіцієнти для потоків подачі й повернення змінюються в режимі «он-лайн» щодо паспортних даних для ДТ при нормальних умовах мінус 20 °С.

Переваги - на порядок більш точний облік похибок, немає необхідності в постійному коректуванні поправочних коефіцієнтів.

Недолік: необхідність використання додаткового блоку, програмування його на комп'ютері за допомогою прикладеного ПЗ. Цей недолік компенсується універсальністю й більшою кількістю функцій даного блоку, який може використовуватися, у тому числі і як високоточний диференціальний суматор.

Найпростіше й саме очевидне - зменшувати значення над дробовою рисою й збільшувати значення дільника. Зменшити δR , тобто поліпшити точнісні характеристики витратомірів, що входять у систему.

Переваги системи - простота.

Недоліки - більшість проточних витратомірів, що застосовуються у вимірюванні витрати палива, мають точність від $\pm 0,5\%$ до $\pm 1\%$. Чим вище точність – тем вище ціна, причому, як правило, ця залежність ближче до квадратичної (поліпшуючи точність на порядок, вартість лічильника зростає на два).

Зменшення множника ($V_{\text{прямий}} + V_{\text{зворотній}}$).

Ці значення, як правило, задані досить жорстко виробником транспортного засобу – подача обумовлена продуктивністю паливного насоса подачі (підкачування) палива, зворотний потік – витратою палива двигуном ТС.

Як можливий розв'язок можна розглянути варіант, запропонований одним з дилерів компанії Технотон, що одержав серед інсталяторів назва «схема Колошинського». Його зміст у тому, що між магістраллю подачі й зворотної

встановлюється пропускний клапан (кран) таким чином, що він частково перенаправляє потік палива вхідний у двигун в обрaтку. Він може бути як регульованим вручну, так і механічним або електромагнітним.

Поки реалізований варіант із механічним виконанням витратоміра.

Схема установки витратоміра на "розрядженні" наведена на рисунку 3.4. А на рисунку 3.5 зображена схема установки витратоміра на "нагнітанні".

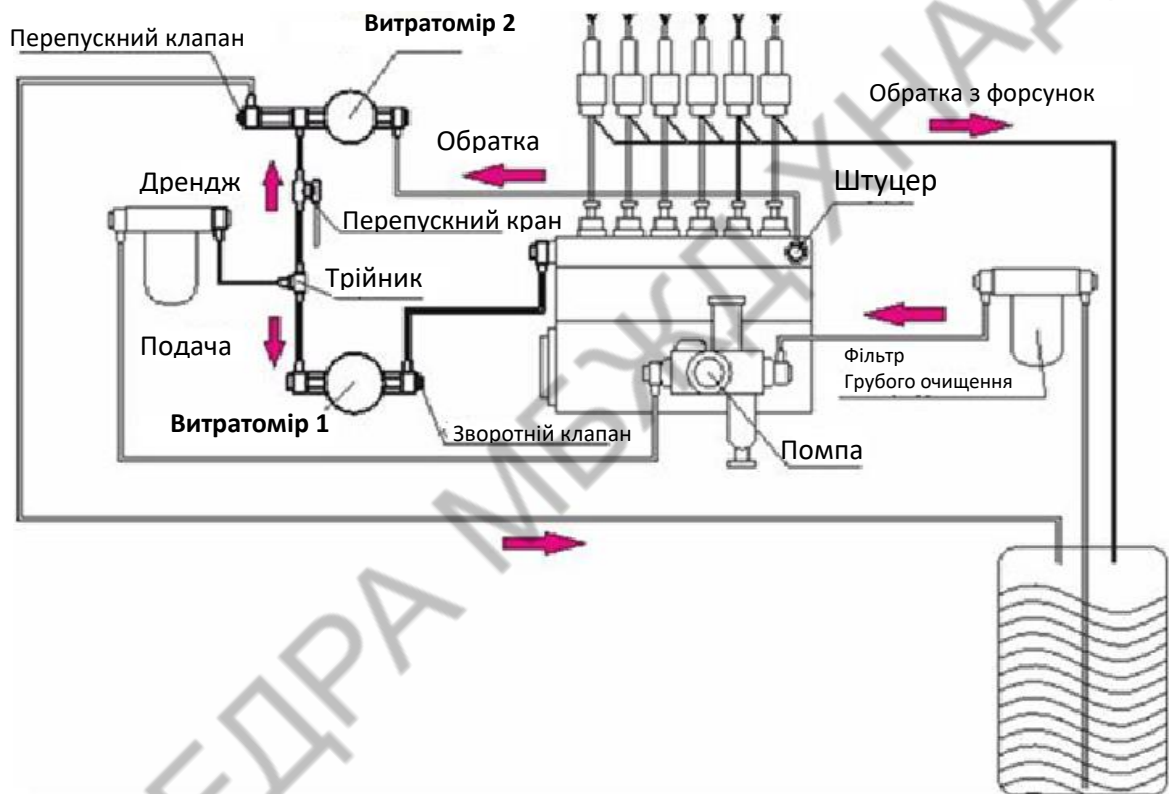


Рисунок 3.4 - Схема установки витратоміра на "розрядженні"

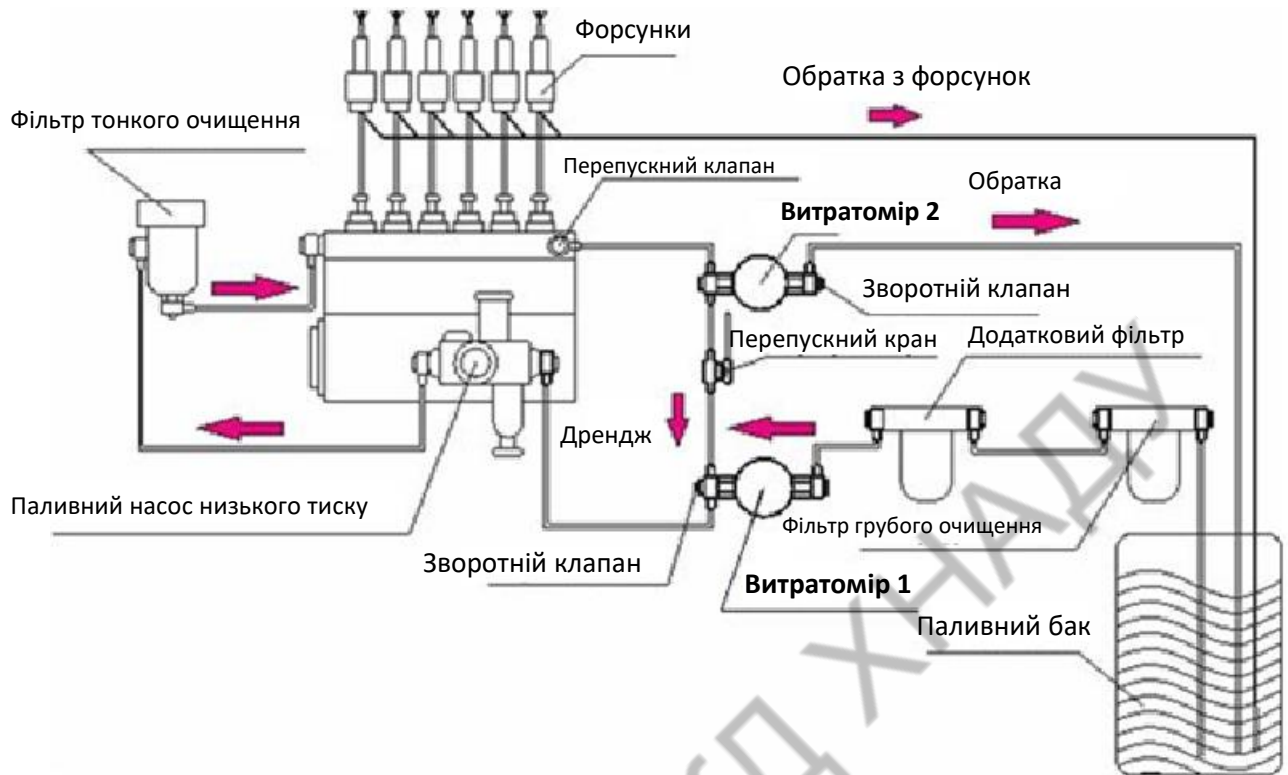


Рисунок 3.5 - Схема установки витратоміра на "нагнітанні"

До переваг віднесем наступні метрологічні характеристики:

- можна використовувати витратоміри для меншої витрати палива й, таким чином, зменшити вартість системи;
- при частковому відкриванні крана й напрямку частини палива по малому колі витрати палива ($V_{\text{прямий}} + V_{\text{зворотній}}$) через витратоміри подачі й зворотного потоку знизяться, що сприяє підвищенню точності системи;
- паливо все-таки частково вертається в бак, таким чином, ми уникаємо існуючих проблем схем «повної за кільцювання».

Недоліки - при різних навантаженнях витрата палива двигуном по-різному. Таким чином, установити «універсальне» положення крана практично неможливо. Це може викликати перегрів і вихід з ладу двигуна при роботі під навантаженням. Можливо це вирішується установкою регульованого крана, керованого навантаженням двигуна.

3.4 Перетворення та обробка вимірюваних даних з датчиків

Розглянемо розробку витратоміра для багатопотічної системи упорскування, тому що ця система одержала найбільше поширення.

Многопотічна система упорскування палива (MFI) складається з датчиків, які визначають стан роботи двигуна, блоку керування двигуном (ЕСМ), який управляє виконавчими пристроями на підставі інформації від датчиків. Блок керування двигуном (ЕСМ) управляє форсунками для безпосереднього упорскування палива, подачею повітря при роботі двигуна в режимі холостого ходу й регулює кут випередження запалювання. Крім того, блок керування двигуном (ЕСМ) обладнано декількома діагностичними функціями, які спрощують пошук похибок.

Керування моментом і часом відкриття паливних форсунок здійснюється таким чином, щоб підтримувалося оптимальне співвідношення повітря й палива на всіх експлуатаційних режимах роботи двигуна. У впускному каналі кожного циліндра встановлена одна паливна форсунка. Паливо з паливного бака подається під тиском, створюваним паливним насосом і регульованим регулятором тиску. Таким чином, паливо стабільно розподіляється до кожної паливної форсунки. Упорскування палива здійснюється кожною форсункою один раз за два оберти колінчатого валу, у послідовності роботи циліндрів 1-3-4-2. Блок керування двигуном ЕСМ збагачує паливну суміш, працюючи по "незамкнутому циклу" при прогріві двигуна й роботі під високим навантаженням. Крім того, при роботі гарячого двигуна при нормальних навантаженнях блок керування двигуном ЕСМ управляє співвідношення паливоповітряної суміші на підставі сигналів від датчика, що обігрівається, кисню в режимі "замкненого циклу", для забезпечення нормальної роботи трикомпонентного каталітичного нейтралізатора.

Частота обертання колінчатого валу на холостому ході підтримується на оптимальному рівні подачею додаткового повітря, що проходить в обхід

дросельної заслінки, відповідно до змін умов і навантаження двигуна. Блок керування двигуном ЕСМ управляє частотою обертання колінчатого валу на холостому ході (ISC), підтримуючи попередньо задану частоту залежно від температури охолодної рідини та навантаження від системи кондиціонування повітря. Крім того, коли вимикач системи кондиціонування повітря виключений, у той час як двигун працює в режимі холостого ходу, регулюється подача додаткової кількості повітря в обхід дросельної заслінки, для того щоб уникнути коливань у частоті обертання двигуна.

Комутатор потужності, розташований у колі низького напруження системи запалювання відкриваючись і закриваючись, управляє струмом, що протікають у первинній обмотці котушці запалювання.

Комутатор управляє установкою кута випередження запалювання, щоб забезпечити оптимальний кут випередження запалювання на всіх експлуатаційних режимах роботи двигуна. Установка кута випередження запалювання визначається блоком керування двигуном ЕСМ залежно від частоти обертання, обсягу вступника повітря, температури охолодної рідини й атмосферного тиску.

Оскільки в паливній магістралі підтримується постійний тиск, а керування подачею палива здійснюється часом відкриття форсунки, то для того, щоб визначити кількість поданого в циліндри палива, досить знати продуктивність форсунок і час їх відкриття.

Схема витратоміра палива представлено на рисунку 3.6. На даній схемі представлений електронний блок керування, який за допомогою розмикання контактів на масу транспортного засобу управляє часом упорскування на форсунках. З форсунок знімається керуючий сигнал, який об'єднується в одну загальну лінію й подається на DC/DC перетворювач, який у свою чергу знижує амплітуду імпульсів до 5 В. Далі сигнал надходить на вхід мікроконтролера, у якому відбувається обробка інформації й наступна її видача на цифровий індикатор.

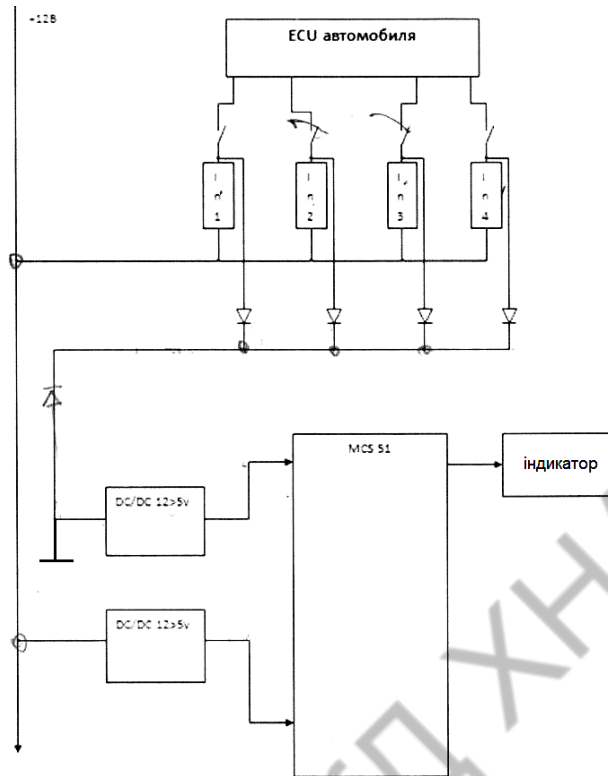


Рисунок 3.6 - Схема роботи витратоміра палива

Таким чином, для реалізації вимірника витрати палива буде потрібний мікроконтролер сімейства МК51, два DC/DC перетворювача та трьохрозрядний семисегментний індикатор із драйверами послідовного інтерфейсу.

Введення інформації на 7 сегментні індикатори буде проходити через драйвер з послідовним інтерфейсом. На рисунку 3.7 представлена функціональна схема модуля. Кожним семисегментним індикатором управляє окрема мікросхема, що містить:

- 8-розрядний зсувний регістр;
- паралельний регістр-засувку;
- керований вихідний буфер.

Послідовне з'єднання мікросхем у коло дозволяє нарощувати розрядність світлодіодного семисегментного індикатора.

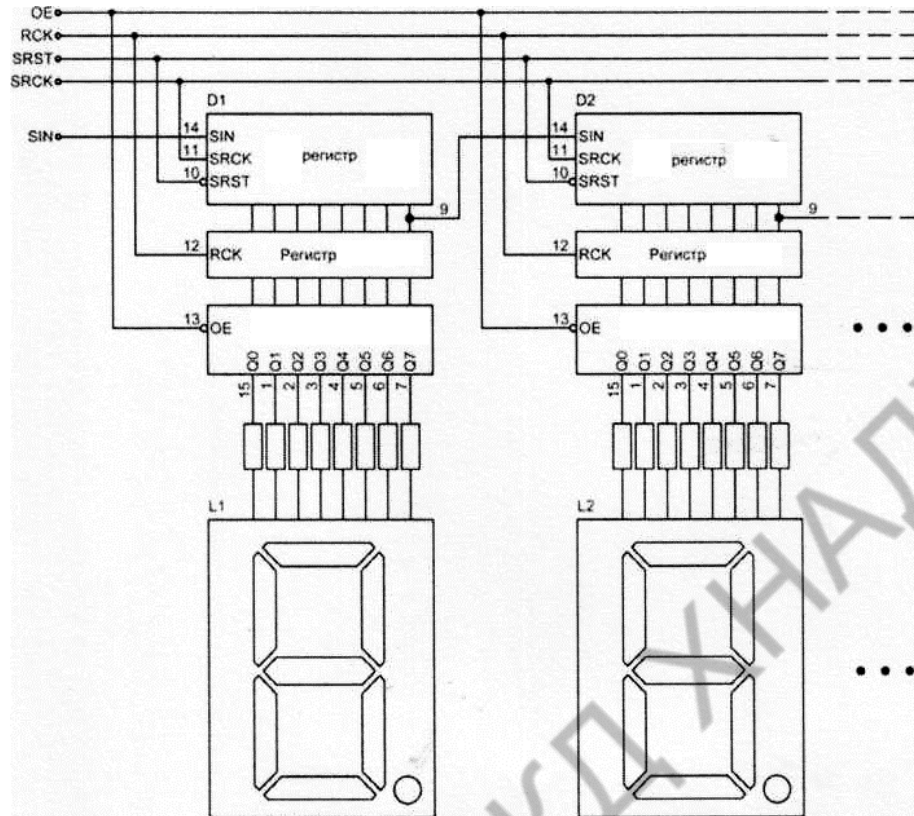


Рисунок 3.7 - Функціональна схема модуля керування індикатором

Керуючі сигнали при цьому залишаються колишніми, відповідно збільшується лише число даних, що завантажуються біт. У якості мікросхем виберемо MAX7219 і MAX7221, що мають від 4,5 В до 5 В напругу живлення.

У якості DC/DC перетворювача напруги буде використовуватися перетворювач DET01M-05. Він має вхідну напругу 12 В, вихідну 5 В. Монтується на плату й має ізольований корпус. Робоча температура від мінус 40 °С до 85 °С.

У якості мікроконтролера візьмемо МК51.

МК51 має у своєму складі: процесор, до складу якого входять 1-байтний арифметично-логічний пристрій (АЛП) та схема апаратної реалізації команд множення й розподілу, що стирається постійним запам'ятовуючим пристроєм програм ємністю 4 Кбайта, оперативний запам'ятовуючий пристрій даних ємністю 128 байт; два 16-бітних таймера/лічильника; програмувальні схеми

введення/виводу (32 лінії); блок дворівневого векторного переривання від п'яти джерел; асинхронний канал дуплексного послідовного введення/виводу інформації зі швидкістю до 375 кбіт/с; генератор, схему синхронізації та керування.

Мікроконтролер виконаний на основі високорівневої П-МОП технології й випускається в корпусі БІС, що має 40 зовнішніх виводів. Через чотири програмувальні порти введення/виводу МК51 взаємодіє із середовищем у стандарті ТТЛ-схем із трьома станами по виходу. У сучасному виконанні мікроконтролер може бути виконаний також у КМОП виконанні (рисунок 3.8).

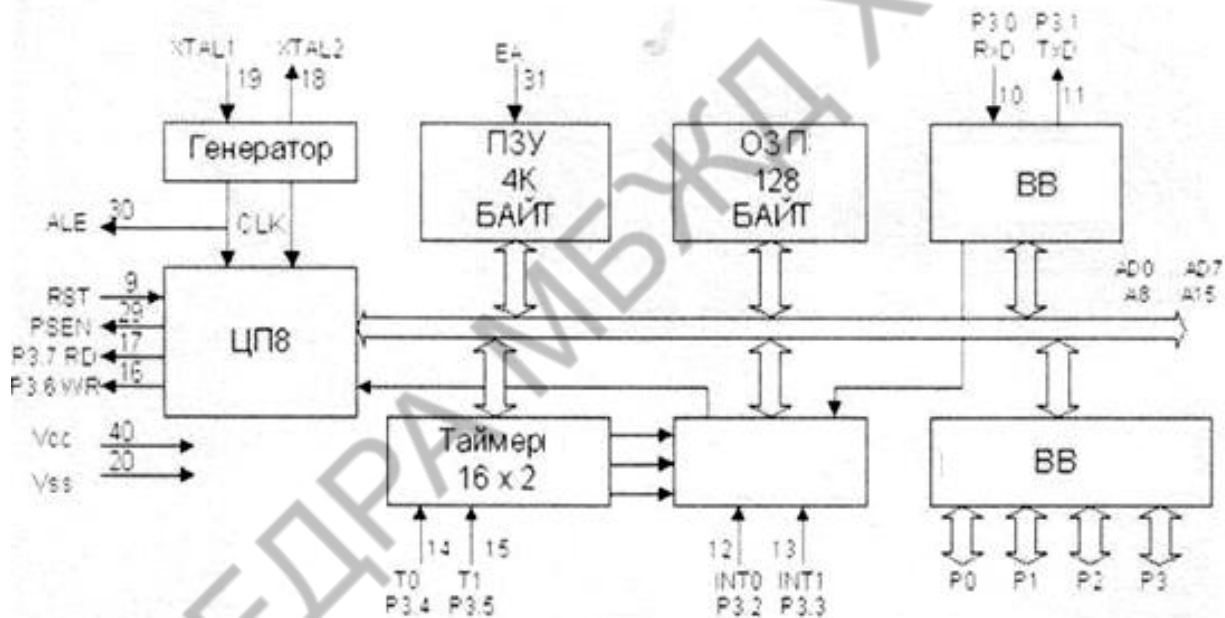


Рисунок 3.8 - Організації МК51

Призначення виводів:

- GND - потенціал землі;
- EA/VPP - відключення резидентної пам'яті програм/напруга програмування (21В);
- VCC - основна напруга живлення 5В;

- ALE/PROG - строб адреси зовнішньої пам'яті/ для подачі рівня GND при програмуванні;
- PSEN - дозвіл зовнішньої пам'яті програм;
- RD – сигнал, що стробірується при читанні із зовнішньої пам'яті даних або пристрою введення/виводу;
- WR – сигнал, що стробірується при записі в зовнішню пам'ять даних або пристрою введення/виводу;
- TE - вхідний сигнал, опитуваний по командах умовного переходу, так само використовується при програмуванні;
- T1 - вхідний сигнал, опитуваний по командах умовного переходу, використовується в якості входу внутрішнього лічильника зовнішніх подій;
- INTO, INTI - сигнал запиту переривання;
- RST/VPD - сигнал загального скидання/вхід живлення при зниженім енергоспоживанні;
- RXD і TXD - входи послідовного інтерфейсу;
- XTAL1, XTAL2 - входи підключення кварцового резонатора;
- P0, P1, P2, P3 - квазідвоспрямовані порти паралельного введення- виводу (порт P3 несе додаткові функції).

8-бітний арифметико-логічний пристрій може виконувати арифметичні операції додавання, вирахування, множення й розподілу; логічні операції й, або, що виключає або, а так само операції зрушення, скидання, інвертування і т.д. В АЛП є програмно недоступні регістри T1 і T2, призначені для тимчасового зберігання операндів, схема десяткової корекції й схема формування ознак. Важливою особливістю АЛП є його здатність оперувати не тільки байтами, але й бітами. Окремі програмно доступні біти можуть бути встановлені, скинуті, інвертовані, передані, перевірені й використані в логічних операціях.

Пам'ять програм і пам'ять даних, розміщені на кристалі МК51, фізично й логічно розділені, мають різні механізми адресації, працюють під керуванням різних сигналів і виконують різні функції.

Пам'ять програм (РПП): має ємність 4 Кбайта й призначена для зберігання команд, констант, що управляють слів ініціалізації, таблиць перекодування вхідних і вихідних змінних і т.п. РПП має 16-бітну шину адреси, через яку забезпечується доступ з лічильника команд або з регістру покажчика даних. Останній виконує функції базового регістру при непрямим переходах по програмі або використовується в командах, що оперують із таблицями.

Пам'ять даних (РПД): призначена для зберігання змінних у процесі виконання прикладної програми, адресується одним байтом і має ємність 128 байт. Крім того, до адресного простору РПД примикають адреси регістрів спеціальних функцій.

Пам'ять програм, так само як і пам'ять даних, може бути розширена до 64 Кбайт шляхом підключення зовнішніх БІС.

У МК51 передбачено чотири банки по вісім робочих регістрів R0...R7; банк вибирається полем RS у слові стану програми. Вони виконують загальноцільові функції по проміжному зберіганню даних. За аналогією із МК48 R0 і R1 реалізують також функцію 8-розрядних покажчиків даних. За допомогою набору робочих регістрів суттєво зменшується тривалість перемикання контекстів ЦП, що дуже важливо для мікроконтролерів реального часу. У МК51 відсутнє обмеження, що накладаються на процедури обслуговування переривань, властиві МК48.

Пам'ять програм (64 Кбайт) - однорідна лінійна область, реалізована як внутрішніми, так і зовнішніми засобами. Для сумісності із МК48 передбачений ряд команд, які дозволяють розглядати пам'ять у вигляді набору 2-кбайтних банків. Подібно архітектурі МК48 усі банки робочих регістрів, а також системний стік розташовуються у внутрішній пам'яті даних. Визначені два способи адресації пам'яті: прямий (direct) і непрямий (Ri, де $i = 0..1$). За допомогою прямої адресації доступна тільки молодша адресного простору внутрішньої пам'яті даних (128 байт), тоді як непряма забезпечує доступ до будь-якого її гнізда з діапазону 256 байт. Уведення прямої адресації розширило

можливості однокристальних мікроконтролерів по обробці даних. Зокрема, з'явилися засоби доступу до робочих регістрів і системному стеку, інтерпретуємим як звичайні ячійки пам'яті.

Мікроконтролер МК51 має розвинену підсистему введення-виводу й засобу керування режимом реального часу. Для їхнього керування в мікроконтролері передбачений ряд регістрів, які розміщені в окремо прямо адресуємому просторі спеціальних регістрів (128 байт). Сюди ж включені й деякі регістри ЦП. Простір спеціальних регістрів разом з молодшою частиною адресного простору внутрішньої пам'яті даних утворюють прямо адресуємому область. При цьому спочатку розміщається молодша половина простору внутрішньої пам'яті даних, а потім простір спеціальних регістрів.

Центральний процесор МК51 містить спеціальну логіку для виконання ряду однобітних операцій, у яких роль акумулятора реалізує прапорець переносу СУ. Для зберігання булевих даних в архітектурі МК51 передбачений окремий прямо адресуємий простір BSEG (256 біт), який фізично сполучений із прямо адресуємою частиною внутрішньої пам'яті даних і областю спеціальних регістрів. Наприклад, акумулятор А, доступний як елемент регістрової пам'яті, може бути прямо адресований і як елемент простору спеціальних регістрів (адреса 0e0h), і як область бітов з адресами 0E0h...0E7h. При цьому бітова адреса 0e0h ставиться до молодшого розряду акумулятора.

Розміщені в області спеціальних регістрів чотири 8-розрядних регістри з спрямованим портом введення-виводу сполучені з бітовим простором, що забезпечує доступ до окремих їхніх розрядів незалежно друг від друга.

У складі МК1 уведений дуплексний периферійний зв'язувальний адаптер, який може бути запрограмований для роботи в одному із чотирьох основних режимів:

- синхронний послідовний ВВ зі швидкістю OSC/12;
- асинхронний з 10-бітовим кадром і змінною швидкістю передачі;
- асинхронний з 11-бітовим кадром і фіксованою швидкістю передачі

OSC/32 або OSC/64;

- асинхронний з 11-бітовим кадром і змінною швидкістю передачі.

Через універсальний асинхронний прийомопередавач (УАПП) здійснюється приймання, передача інформації, представленої послідовним кодом, у повному дуплексному режимі обміну. До складу УАПП входять регістри, що ухвалює й передавальний, що зрушують, а також спеціальний буферний регістр (SBUF) прийомопередавача. Запис байта в буфер приводить до автоматичного перепису байта в регістр, що зрушує і ініціює початок передачі байта. Наявність буферного регістру приймача дозволяє сполучати операцію читання раніше прийнятого байта із прийманням чергового байта. Якщо до моменту закінчення приймання байта попередній байт не був лічений з SBUF, то він буде загублений.

Керування режимом роботи УАПП здійснюється через спеціальний регістр із символічним іменем SCON. Цей регістр містить не тільки керуючі біти, що визначають режим роботи послідовного порту, але й дев'ятий біт прийнятих або переданих даних (RB8 і TB8) і біти переривання прийомопередавача (RI і TI).

Два програмувальні 16-бітних таймера/лічильника (T/C і T/C1) можуть бути використані в якості таймерів або лічильників зовнішніх подій. При роботі в якості таймера вміст T/C інкрементується в кожному машинному циклі. При роботі в якості лічильника вміст T/C інкрементується під впливом переходу з 1 в 0 зовнішнього вхідного сигналу, що подається на відповідний (TE, T1) вивід МК51. Тому що на розпізнавання переходу потрібно два машинні цикли, тобто максимальна частота підрахунку вхідних сигналів рівна $1/24$ частоти резонатора. На тривалість періоду вхідних сигналів обмежень зверху немає. Для гарантованого прочитання вхідного рахованого сигналу він повинен утримувати значення 1 як мінімум протягом одного машинного циклу.

Зовнішні переривання INT0 і INT1 можуть бути викликані або рівнем, або перепадом сигналу з 1 в 0 на входах МК51 залежно від значень керуючих біт IT0 і IT1 у регістрі TCON.

Переривання можуть бути викликані або скасовані програмою, тому що всі розглянуті вище прапори переривань програмно-доступні й можуть бути встановлені/скинуті програмою з тим же результатом, як якби вони були встановлені/скинуті апаратурними засобами.

У блоці реєстрів спеціальних функцій є два реєстри, призначених для керування режимом переривань і рівнями пріоритету. Їхні символічні імена ІЕ і ІР відповідно.

На вхід мікроконтролера будуть надходити імпульси з форсунок амплітудою в 5 В. Для того, щоб виміряти кількість палива у циліндрі потрібно буде виміряти тривалість усіх вступників на вхід імпульсів у плинні визначеної ділянки часу, скласти їх і помножити на коефіцієнт, що враховує продуктивність форсунок й конструкційні особливості системи подачі палива.

Для прикладу візьмемо ділянку вимірювання суми імпульсів в 1 с. У плинні цього часу циклічно буде вимірюватися тривалість імпульсів. Після того, як від початку відліку буде відлічений час в 1 с, усі вимірювання будуть складені й помножені на коефіцієнт. Результат виведеться на семи сегментні індикатори по послідовному інтерфейсу. І наступний вимірювання почнеться по такому ж алгоритму.

Інформація буде виводитися з періодом, який буде містити в собі час вимірювання тривалості імпульсів форсунок, а так само часу обробки й виводу інформації контролером. Для збільшення швидкодії системи можна буде зменшити час вимірювання тривалості імпульсів або час обробки й виводу інформації.

Для вимірювання часу імпульсу застосуємо метод дискретного рахунку. Сутність методу в порівнянні вимірюваного інтервалу часу (тривалості імпульсу) з дискретним інтервалом, що відтворюють одиницю часу. Даний підхід заснований на програмному опитуванні рівня сигналу на вхідній лінії мікроконтролера, на яку надходять імпульси. Коли програмно фіксується високий (активний) рівень сигналу, включається засіб вимірювання - таймер.

При програмній фіксації низького рівня - завершення активної фази імпульсу - таймер виключається й набиране в таймері значення виражає тривалість імпульсу в одиницях T_i . Після цього відбувається обробка й видача інформації. Вимірювання проводяться циклічно. Для організації в схему необхідно включити генератор тактових імпульсів, опираючись на який будуть відбуватися точні вимірювання й обчислення.

Схема обчислення часу імпульсу наведена на рисунку 3.9.

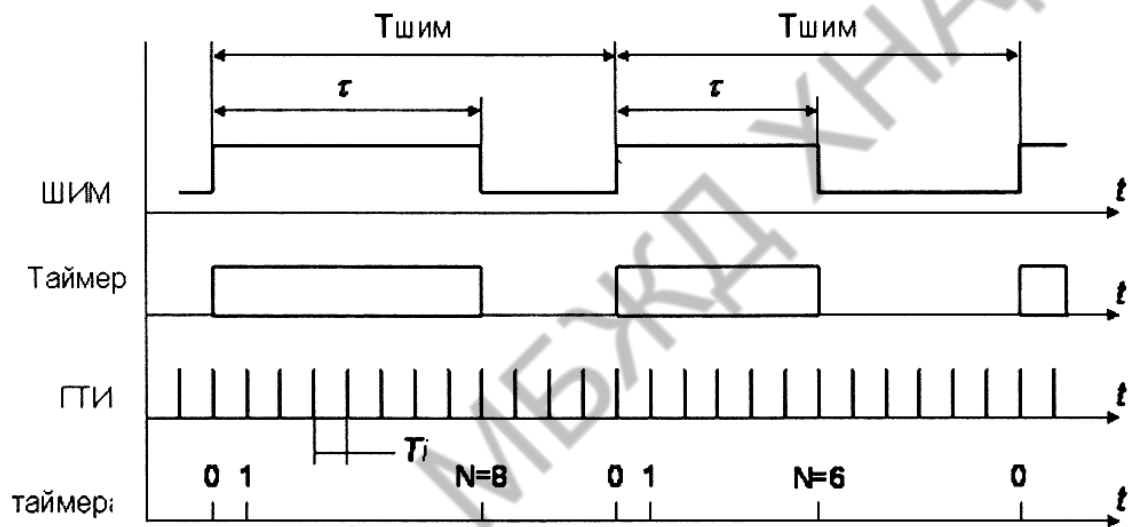


Рисунок 3.9 - Схема вимірювання тривалості імпульсу

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Метою цього розділу дипломної роботи є визначення шкідливих і небезпечних виробничих факторів при розробці, налагодженні й експлуатації розробленого пристрою, а також розробка заходів, які спрямовані на створення умов праці, які відповідають вимогам норм і стандартів по охороні праці та техніки безпеки. Особлива увага буде приділена факторам, які можуть подіяти на працездатність монтажника. Також необхідно провести аналіз безпеки проведення робіт. Це пов'язано з тим, що при виконанні цих робіт необхідно виконувати пайку, проводити вимірювання режимів роботи схеми, налагодження, контроль та інше.

Шкідливі фактори та способи їхнього усунення при експлуатації електричного вимірювача кількості палива в баці наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Шкідливі фактори та методи їхнього усунення при експлуатації електричного вимірюванняювача кількості палива в баці

Шкідливі фактори	Методи усунення
При роботі електричного вимірювача виникають підвищені рівні електромагнітного випромінювання.	Екранування феромагнітними матеріалами
Підвищена яскравість світла. При русі автомобіля часто сонце потрапляє в очі, що викликає тимчасове осліплення, а також у нічний час далеке світло автомобілів, що рухаються на зустрічі, сліпить	Використання захисного козирка та затемнення лобового скла (від сонця). У нічний час доби необхідно перемикаєти на ближнє світло, та правильно регулювати фари.
Підвищений рівень інфрачервоного випромінювання. Нагріте лобове скло автомобіля випромінює підвищений рівень інфрачервоного випромінювання	Примусове обдування скла потоками повітря
Підвищений рівень шуму та вібрації	Використовування шумо- та віброізоляції

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів. До основних шкідливих і небезпечних факторів, що впливають на працівників, які задіяні на виробництві електронних схем відносять:

- підвищені рівні електромагнітного поля (рівні випромінювання повинні відповідати);
- недостатня освітленість робочої зони (умови освітленості виробничих приміщень повинні задовольняти нормам;
- небезпека поразки електричним струмом;
- незадовільні параметри мікроклімату робочої зони (величини показників мікроклімату у виробничих приміщеннях повинні задовольняти нормам;
- вміст (у повітрі робочої зони) шкідливих речовин різного характеру в небезпечних концентраціях, що перевищують гранично припустимим;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищена напруженість електричного поля промислової частоти на робочому місці.

Умови праці на робочому місці. Приміщення, у якому відбуваються технологічні операції по виготовленню та налагодженню виробу перебуває в панельному будинку. Вібрації й шкідливі речовини відсутні. Покриття підлоги - керамічна плитка.

Геометричні розміри приміщення:

- довжина $a = 10,0$ м;
- ширина $b = 5,0$ м;
- висота $h = 3,4$ м.

Кількість осіб, що працюють у приміщенні – 6 персон.

Визначимо значення площі й обсягу приміщення:

- $S_1 = a \cdot b = 5 \cdot 10 = 50$ м² – площа приміщення;
- $S_{\Pi} = 8,5$ м² – загальна площа столів і шафи;
- $S = S_1 - S_{\Pi} = 41,5$ м²;

$$- V=S \cdot h=141,1 \text{ м}^3.$$

Розрахуємо значення площі й обсягу приміщення на одну особу, результати внесемо в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Значення площі й обсягу приміщення на одну особу

Параметр	Норматив	Існуючі
Площа, S	Не менш 4,5 м ²	6,9 м ²
Обсяг, V	Не менш 15 м ³	23,5 м ³
Висота	Не менш 3 м	3,4 м

Обсяг приміщення на одну людину та корисна площа більше нормативного значення.

Мікроклімат. Розглянемо такі параметри мікроклімату як температура, вологість і рухливість повітря залежно від виду виконуваних робіт, періоду року.

Роботу, що виконується в розглянутому приміщенні можна віднести до категорії 1а, бо вона виконується сидячи й не вимагає фізичних зусиль. Енерговитрати організму людини при такому виді робіт становлять до 120 ккал/рік.

Джерелом теплового випромінювання є радіатор центрального опалення, що складається із семи секцій.

Параметри мікроклімату підтримуються системами кондиціонування та обігріву.

Нормовані значення параметрів мікроклімату та оптимальні й припустимі норми температури, відносної вологості й швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в таблиці 4.3.

Оцінка санітарних норм умов праці при пайці елементів. При збиранні використовується ручна пайка, виконана електричним паяльником потужністю від 20 Вт до 40 Вт. Питоме утворення аерозолю свинцю при цьому становить від 0,02 мг/100 пайок до 0,04 мг/100 пайок.

Таблиця 4.3– Оптимальні та припустимі параметри мікроклімату

Період року	Температура повітря, °С		Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
Холодний	22...24	21...25	40...60	не більше 75	0,1	не більше 0,1
Теплий	22...24	22...28	40...60	55 при 28 °С	0,1	0,1...02
Існуючий	22...24		55		0,1	

Відповідно до збірного креслення, як припій використовується олов'яно-свинцевий припій, а флюс використовується безлужний. Для видалення залишків флюсу застосовується етиловий спирт або ацетон. До складу припою входить олово Sn у кількості від 60 % до 62 % і свинець Pb у кількості від 38 % до 40 %.

Флюс складається із соснової каніфолі в кількості від 15 % до 28 %, і етилового спирту в кількості від 72 % до 85 %.

Свинець є надзвичайно небезпечною речовиною (клас 1), ГДК у повітрі робочої зони 0,01мг/м. Олово є речовиною помірковано небезпечною (клас 3) ГДК 10 мг/м. Спирт етиловий є безпечною речовиною (клас 4) ГДК у повітрі робочої зони 1000 мг/м³.

Визначимо концентрацію аерозолі свинцю, мг/м

$$C_{\text{факт.}}=0,6 \cdot v \cdot n \cdot N \cdot t / V,$$

де v - питома утворення аерозолі свинцю ($v=0,03\text{мг}/100$ пайок);

n - кількість пайок у хв ($n=2$);

N - кількість робочих місць ($N=4$);

V - обсяг приміщення, м ($V=141$);

t - тривалість складання виробу, годин ($t=8$ год).

$$C_{\text{факт.}} = 0,6 \cdot 0,03 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 8 / 141 = 0,00817.$$

Отже, при заданих умовах технологічного процесу концентрація аерозолю свинцю в повітрі робочої зони не буде перевищувати гранично припустиму концентрацію 0,01 мг/м. Так як пари свинцю не перевищують ГДК, то немає необхідності в додатковій вентиляції ділянок по роботі з пайкою.

КАФЕДРА МБЖД ХНАДУ

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі бакалавра були визначені метрологічні вимоги до високоефективної системи визначення рівня палива в паливному баці дорожньої машини. Очевидна необхідність у розробці даної системи, тому що вона дозволяє значно підвищити ефективність та економію використання за рахунок постійного контролю витрат палива.

Проведений аналіз існуючих систем, що дозволяють проводити вимірювання кількості палива в баці. Побудована структурна схема системи визначення розходу пального двигуном. Розглянуті характеристики гідрооб'ємних та ультразвукових датчиків вимірювання розходу пального. Розглянуті методи безпосереднього вимірювання рівня палива в баці. Проаналізовані способи встановлення вимірювання системи в паливну систему транспортного засобу.

З'ясовано, що використання гідрооб'ємних датчиків в складі приладу визначення витрат пального дозволяє визначати об'єм палива, споживаного двигуном. Визначити залишок пального в баці можливо використовуючи аналітичні алгоритми для обробки інформації, що отримується з гідрооб'ємних датчиків в складі приладу визначення витрат. Був описаний пристрій, що дозволяє обробляти вхідні сигнали з гідрооб'ємних датчиків в складі приладу визначення витрат і видавати на цифровий індикатор витрати палива дорожньої машини. Даний пристрій поєднує низьку вартість і високу надійність.

Обґрунтована розробка мікроконтролерної системи вимірювання кількості палива в баку з фільтрацією керуючих сигналів.

Результати дипломної роботи бакалавра можуть бути використані як у навчальному процесі, так і у виробничій діяльності.

Мета роботи досягнута, завдання на дипломне проектування виконані в повному обсязі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. Д. : Донбас, 2007. Т. 2 : Л. Р. 670 с. ISBN 57740-0828-2.
2. Рівнемір, Level gauge.. Інформаційний сайт про рівнеміри.
3. Зівенко Олексій (21.04.2021). Рівнеміри хвильовідні радарні для безперервного вимірювання рівня та температури «MIRA+» Настанова з експлуатації. <https://digitalamico.com/level-sensor/> (укр.). Amico Digital, LLC. Процитовано 12.11.2021.
4. Рівнеміри – принцип дії. <https://ayvaz.com.ua/ua/news/72-urovnyemery-printsip-deystviya>
5. Модельний ряд ємнісних рівнемірів для рідких продуктів. <https://abvstroy.com.ua/ua/p1307386172-eknostnye-urovnyemery-dlya.html>
6. М. Рафікумазан. Мікропроцесори й машинне проектування мікропроцесорних систем. Київ. 1988.
7. Сединин В.І., Микушин А.В. Однокристальний мікроконтролер сімейства MCS-51 фірми INTEL 8хс51GB. 2001.
8. Боборыкин А.В., Липовецкий Г.П., Однокристальні мікроэвм. 1994.
9. В.В. Сташин, А.В. Урусов, О.Ф. Мологонцева. Проектування цифрових пристроїв на однокристальних мікроконтролерах. 1990.
10. Фрайден Дж. Сучасні датчики. Довідник.: Техносфера, 2005.
11. Алексеев О.П., Богаевский А.Б., Волков В.П. Мікроконтролери для транспортного й промислового застосування. Харків : ХНАДУ. 2004. 156 с.
12. Гоулд Б., Рабинер Л. Теорія й застосування цифрової обробки сигналів. - К.: 1978.
13. Мелик-Шахназаров А.М., Маркатун М.Г., Дмитрієв В.А. Вимірювальні прилади із вбудованими мікропроцесорами. К.:, 1985. 240 с.
14. Мирский Г.Я. Мікропроцесори у вимірювальних приладах. К: Радіо й зв'язки, 1984. 160 с.

ДОДАТОК А ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

КАФЕДРА МБЖД ХНАДУ

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
(ХНАДУ)

Цент освітніх послуг

Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності

ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ
бакалавра

ВИЗНАЧЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ
ОБ'ЄМУ ПАЛИВА В БАЦІ ДОРОЖНЬОЇ МАШИНИ

Завідувач кафедри канд. техн. наук, проф.



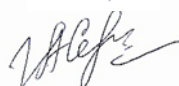
О.І. Богатов

Нормоконтролер канд. техн. наук



М.В. Москаленко

Керівник канд. техн. наук



І.О. Серікова

Студентка гр. ММз-51-18



Ю.О. Перетяченко

Харків - 2023

МЕТА РОБОТИ, ЗАДАЧІ, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета роботи – визначення метрологічних вимог до системи вимірювання об'єму палива в баці дорожньої машини.

Задачі дослідження:

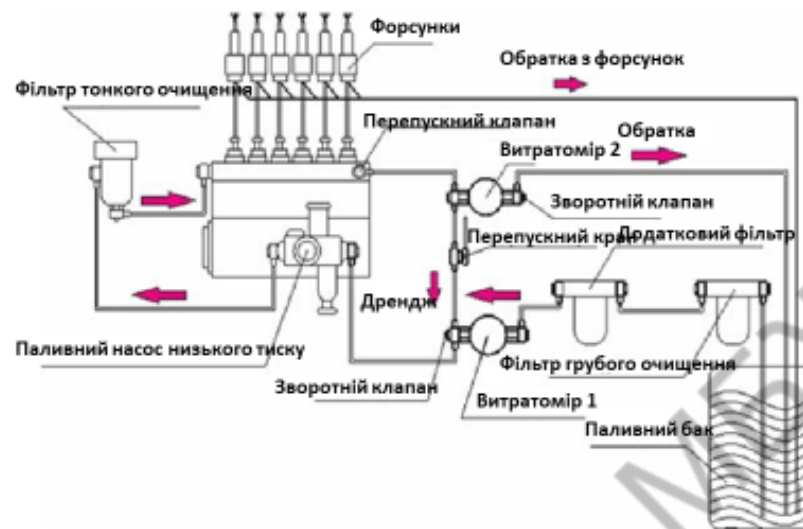
- проаналізувати способи вимірювання рівня палива;
- побудувати структурну схему системи визначення розходу пального двигуном;
- розглянути метрологічні характеристики гідрооб'ємних датчиків вимірювання витрат пального;
- розглянути метрологічні характеристики ультразвукових датчиків вимірювання розходу пального;
- розглянути методи безпосереднього вимірювання рівня палива в баці;
- проаналізувати способи встановлення вимірювальної системи в паливну систему транспортного засобу, визначити метрологічні вимоги.

Об'єкт дослідження – метрологічні вимоги до системи вимірювання кількості палива в баці дорожньої машини.

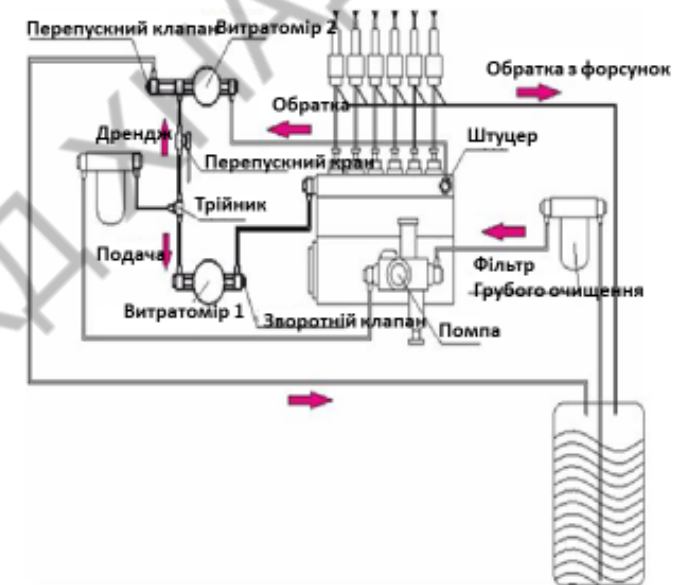
Предмет дослідження – статистичний аналіз витрати палива.

ВСТАНОВЛЕННЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ВИТРАТИ ПАЛИВА

3



Встановлення систем контролю витрати палива на "розрідженні"



Встановлення систем контролю витрати палива на "нагнітанні"

КАФЕДРА МЕНЕДЖМЕНТУ

РІЗНОВИДИ РІВНЕМІРІВ ПАЛЬНОГО В БАЦІ

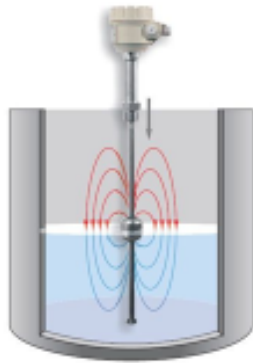
4



	<u>Рівнеміри</u>
<u>Контактні</u>	<u>Ємнісні</u>
	<u>Гідростатичні</u>
	<u>Байпасні</u>
	<u>Магнітострикційні</u>
	<u>Магнітні</u>
	<u>Мікроволнові рефлексні</u>
<u>Безконтактні</u>	<u>Буйкові</u>
	<u>Ультразвукові</u>
	<u>Мікроволнові радарні</u>
	<u>Радіоізотопні</u>

ПРИЛАДИ КОНТРОЛЮ ВИТРАТИ ПАЛИВА

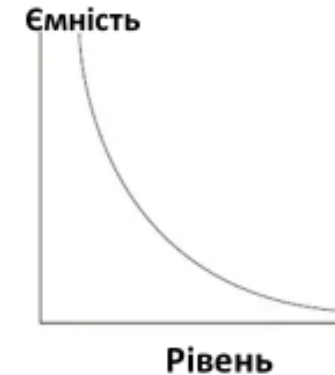
5



Герконові датчики рівня

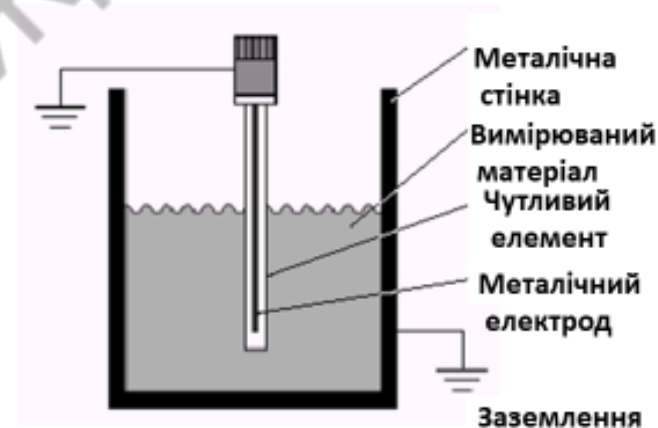
У порівнянні з ультразвуковими або радарними рівнемірами герконові датчики відрізняються більш низькою вартістю. Герконові датчики мало чутливі до можливого утворення піни або пилу на поверхні продукту

Вимірюється рідина, що проводить.
Довжина зонда до 1 м



Метрологічні характеристики герконового датчика рівня:

- опір в контактній області 0,1 Ом
- час замиканням електричної кола 1 мс
- час розмикання електричного кола 2 мс
- комутована напруга 5 В
- число спрацьовувань геркона 10^3 - 10^8



Ємнісні рівноміри для рідини

ПРИЛАДИ КОНТРОЛЮ ВИТРАТИ ПАЛИВА

Магнітострикційні рівнеміри

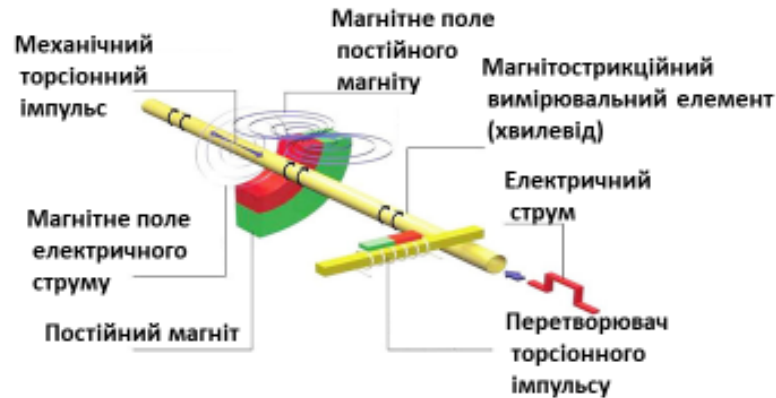
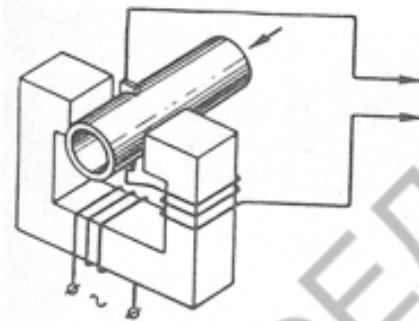


Схема індукційного витратоміра



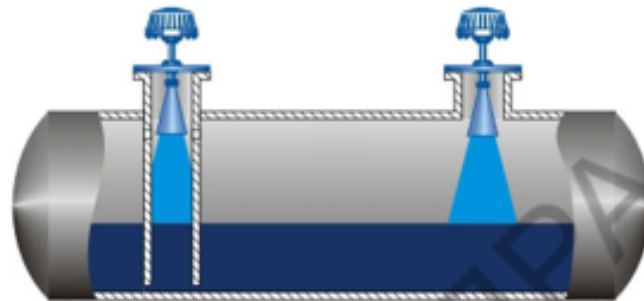
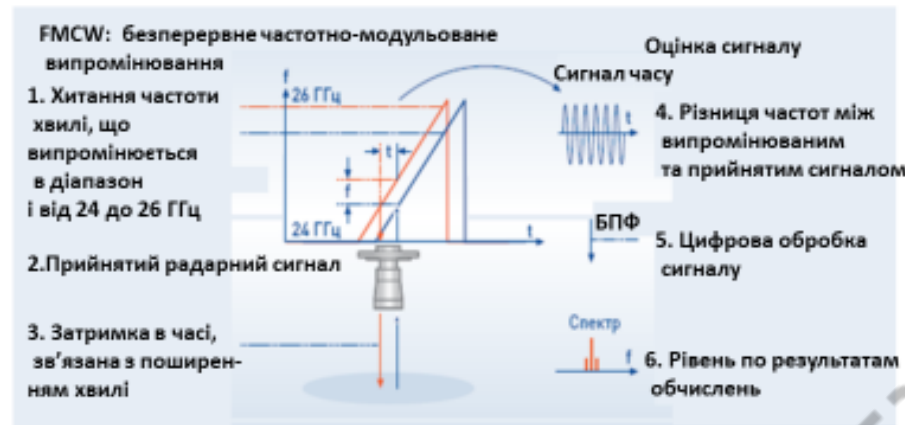
Питома електропровідність дизельного пального 150 пОм/м при 20° С.

Мінімальною електропровідністю 2 мОм/см

Витратоміри призначені для вимірювання витрати там, де швидкість рідини знаходиться в інтервалі від 0,01 м/с до 10 м/с. Найбільша точність вимірювання досягається в інтервалі від 1 м/с до 10 м/с.

Похибка вимірювань рівня	± 0,5 мм
Чутливість засобів вимірювання рівня	0,1 мм
Повторюваність вимірювань рівня	± 0,1 мм
Напруга живлення	9 + 30 В постійного струму
струм	<30 мА
Максимальне навантаження	500 Ом
Похибка вимірювання температури	± 0,5 ° С
Діапазон вимірювань температури	-25 ° С + +130 ° С
Чутливість вимірювання температури	± 0,0625 ° С
Температура навколишнього середовища	-40 ° С + +60 ° С

ПРИЛАДИ КОНТРОЛЮ КІЛЬКОСТІ ПАЛИВА



Мікрохвильової радарний рівнемір

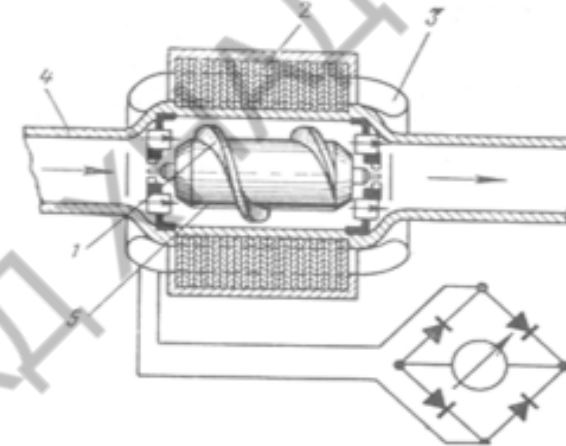


Схема турбінного витратоміру:
1-турбіна; 2- статор; 3- обмотка; 4- трубопровід;
5- магніт

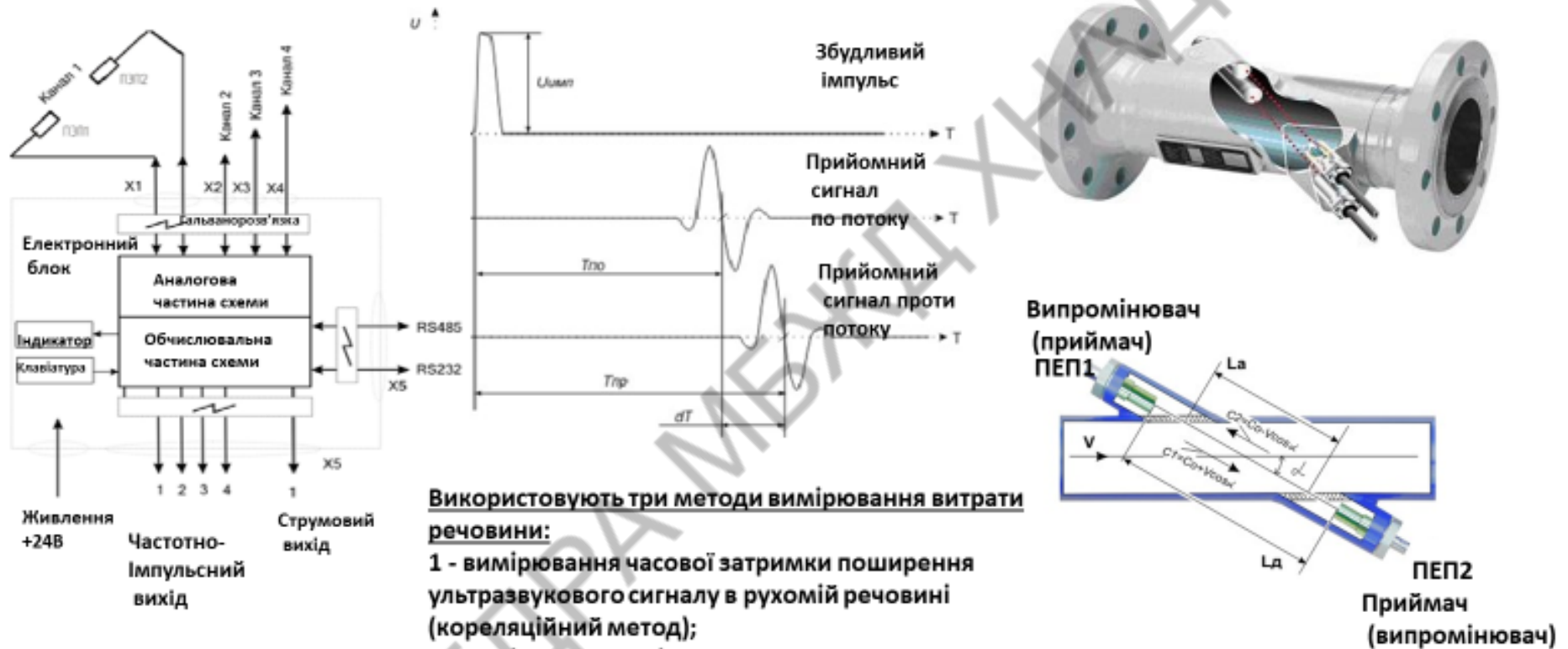
Метрологічні характеристики:

- діапазон витрат: від 10 т/год до 4000 т/год;
- похибка вимірювання: від 0,15 % до 0,3 %;
- максимальний тиск: 20 МПа.



Масовий турбінний витратомір

УЛЬТРАЗВУКОВІ ВИТРАТОМІРИ



ПРИЛАДИ КОНТРОЛЮ КІЛЬКОСТІ ПАЛИВА без механічних частин та випромінювачів

вихрові витратоміри



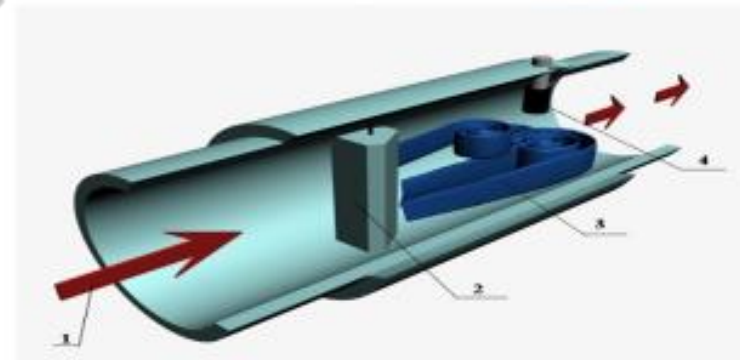
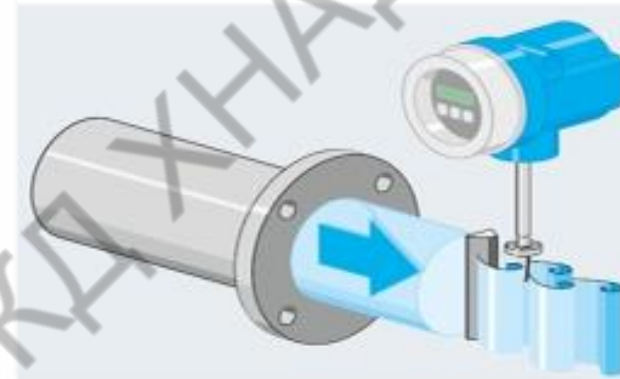
Переваги:

- відносна похибка 1,5 %;
- низький вплив забруднення.

Недоліки:

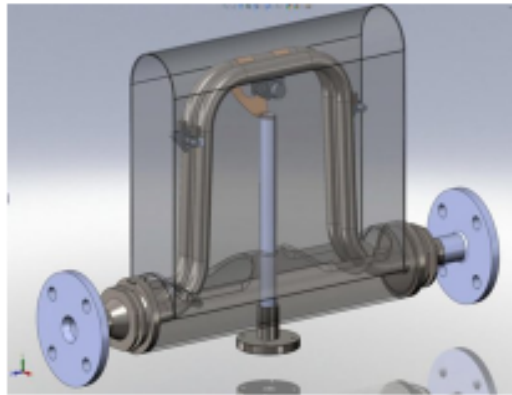
- необхідність високої швидкості потоку;
- втрати тиску в потоці;
- вплив вібрації на результат.

Принцип дії вихрових витратомірів даного типу заснований на вимірюванні частоти коливань вихорів, що виникають в потоці в процесі вихроутворення (ефект Кармана)



ПРИЛАДИ КОНТРОЛЮ КІЛЬКОСТІ ПАЛИВА без механічних частин та випромінювачів

Витратоміри Коріоліса



Принцип дії даних витратомірів заснований на вимірюванні частоти коливань U-образних трубок, по яких рухається речовина, що вимірюється

Використовують для вимірювання масової витрати речовин ефектом Коріоліса, який полягає в появі сил інерції при русі тіла в напрямку під кутом до осі обертання.

Переваги:

- пряме вимірювання масового потоку з високою точністю вимірювання;
- зміна в'язкості та щільності палива мало впливає на вимірне значення.

Недоліки:

- погана нульова стійкість;
- трохи більший вміст газу в рідині може спричинити значне погіршення точності вимірювань;
- чутливий до зовнішніх вібраційних перешкод;
- вимірювання внутрішньої стінки трубки, корозія та забруднення осаду можуть вплинути на точність вимірювання;
- втрати тиску великі.



РІЗНОВИДИ ПІД'ЄДНАНЬ ПРИЛАДІВ КОНТРОЛЮ ВИТРАТИ ПАЛИВА

11

Витратоміри з різницею тиску



Різьбові
під'єднання

Лопатеві
витратоміри



Фланцеві
під'єднання

Турбінні
витратоміри



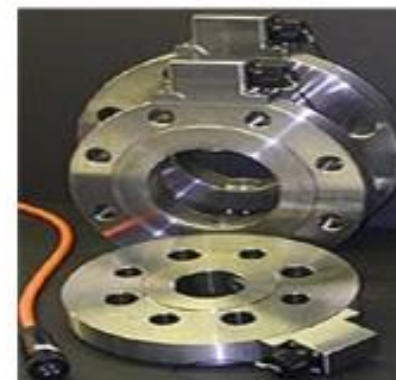
Міточні витратоміри



Ультразвукові витратоміри



Оптичні витратоміри



ГІДРООБ'ЄМНИЙ ДАТЧИК ВИТРАТИ ПАЛЬНОГО

12



Датчики витрати палива
Eurosens direct



Mechatronics

ДРТ Eurosens direct
монтуються на двигунах
машин і генераторів
потужністю до 600 кВт

Метрологічні характеристики:

- максимальний тиск: 25 бар
- номінальний тиск: 0,2 бар
- макс / хв температура: 80 / - 40 °C
- відносна вологість навколишнього середовища при T = 20 °C не більше 95 %
- напруга живлення: DC від 10 В до 50 В
- струм споживання при U = 12 В: не більше 50 мА
- струм споживання при U = 24 В: не більше 25 мА
- абсолютна тонкість фільтрації вимірюваної рідини: не більше 0,08 мм
- ступінь пило та вологозахисту: IP56
- Цифрові інтерфейси K-Line, а також RS232 / RS485

ЕЛЕКТРОННИЙ ДИФЕРЕНЦІЙНИЙ ГІДРООБ'ЄМНИЙ ВИМІРЮВАЧ

13



Конструктивне виконання приладу



Схема встановлення приладу

ВИСНОВКИ

14

В дипломній роботі бакалавра були визначені метрологічні вимоги до високоефективної системи визначення рівня палива в паливному баці дорожньої машини. Очевидна необхідність у розробці даної системи, тому що вона дозволяє значно підвищити ефективність та економію.

Проведений аналіз існуючих систем, що дозволяють проводити вимірювання кількості палива в баці. Побудована структурна схема системи визначення розходу пального двигуном. Розглянуті характеристики гідрооб'ємних та ультразвукових датчиків вимірювання розходу пального. Розглянуті методи безпосереднього вимірювання рівня палива в баці. Проаналізовані способи встановлення вимірювальної системи в паливну систему транспортного засобу. Визначені метрологічні вимоги до системи вимірювання об'єму палива.

З'ясовано, що використання гідрооб'ємних датчиків в складі приладу визначення втрат пального дозволяє визначати об'єм палива, споживаного двигуном. Визначити залишок пального в баці можливо використовуючи аналітичні алгоритми для обробки інформації, що отримується з гідрооб'ємних датчиків в складі приладу визначення втрат. Був описаний пристрій, що дозволяє обробляти вхідні сигнали з гідрооб'ємних датчиків в складі приладу визначення втрат і видавати на цифровий індикатор витрати палива дорожньої машини. Даний пристрій поєднує низьку вартість і високу надійність. Обґрунтована розробка мікроконтролерної системи вимірювання кількості палива в баку з фільтрацією керуючих сигналів. Результати дипломної роботи бакалавра можуть бути використані як у навчальному процесі, так і у виробничій діяльності.

Результати дипломної роботи бакалавра можуть бути використані як у навчальному процесі, так і у виробничій діяльності. Мета роботи досягнута, завдання на дипломне проектування виконані в повному обсязі.