

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації, електроінженерії та радіоелектроніки

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра електронної техніки

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри електронної техніки

Вовна О.В.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«__» _____ 2020 р.

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка електронного пристрою контролю витрати палива в колонці»

Виконав: студент 3 курсу, групи ЕЛТп-17

(шифр групи)

спеціальності 171 Електроніка

(шифр і назва спеціальності)

Дідоренко Віталій Віталійович

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник завідувач кафедри ЕТ, д.т.н., проф.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

О.В. Вовна

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

*Засвідчую, що у цій випускній кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.*

Студент _____

(підпис)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації, електроінженерії та радіоелектроніки

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра електронної техніки

(повна назва кафедри)

Захист відбувся _____

(дата)

з оцінкою _____

Секретар ДЕК _____

(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра

Тема: «Розробка електронного пристрою контролю витрати палива в колонці»

Спецчастина: _____

Виконавець, студент

гр. ЕЛТп – 17

Дідоренко В.В.

(підпис, дата, П.І.П)

Керівник

проф. Вовна О.В.

(підпис, дата, П.І.П)

Консультанти:

проф. Зорі А.А.

(підпис, дата, П.І.П)

проф. Вовна О.В.

(підпис, дата, П.І.П)

доц. Лактіонов І.С.

(підпис, дата, П.І.П)

ст. викл. Тюрін Є.А.

(підпис, дата, П.І.П)

Нормоконтроль

проф. Вовна О.В.

(підпис, дата, П.І.П)

Покровськ – 2020

**Державний вищий навчальний заклад
"Донецький національний технічний університет"**

Інститут, факультет Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, електроінженерії та радіоелектроніки

Кафедра Електронна техніка

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації

(шифр і назва)

Спеціальність 171 Електроніка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри електронної техніки

Вовна О.В.

«_____» _____ 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Дідоренко Віталій Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка електронного пристрою контролю витрати палива в колонці

керівник проекту (роботи) Вовна Олександр Володимирович, д.т.н., проф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 30.03.2020 року № 180

2. Строк подання студентом проекту (роботи).

3. Вихідні дані до проекту (роботи).

Технічна документація та матеріали з переддипломної практики

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) аналіз та характеристика об'єкту; обґрунтування та розробка структурної схеми електронного пристрою; розробка принципової схеми електронного пристрою; оцінка метрологічних характеристик; синтез мікропроцесорної частини електронного пристрою; розробка конструкції та зовнішнього вигляду електронного пристрою.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	зав. каф. ЕТ, д.т.н., проф., Вовна О.В.		
2	проф. каф. ЕТ, д.т.н., проф., Зорі А.А.		
А	зав. каф. ЕТ, д.т.н., проф., Вовна О.В.		
3.1	проф. каф. ЕТ, д.т.н., проф., Зорі А.А.		
3.2	доц. каф. ЕТ, к.т.н., Лактіонов І.С.		
Б	ст. викл. каф. ОП, Тюрін Є.А.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз характеристик і параметрів паливороздавальної колонки і постановка завдання на розробку електронного пристрою		
2	Розробка структурної схеми електронного пристрою контролю витрати палива в колонці		
3	Розробка принципової схеми електронного пристрою контролю витрати палива в колонці		
5	Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуаціях на підприємстві		

Студент

(підпис)

Дідоренко В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Вовна О.В.

(прізвище та ініціали)

ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

Посада П.І.Б.	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Дідоренко, В.В. Розробка електронного пристрою контролю витрати палива в колонці / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 171 Електроніка. – ДВНЗ «ДонНТУ», Покровськ, 2020.

Пояснювальна записка: 63 стор., 26 рис., 20 посилань.

У випускній кваліфікаційній роботі виконано розробку електронного пристрою контролю витрати палива в колонці. Електронний пристрій призначений для здійснення вимірювального контролю та керування витратою пального в колонці в умовах автоматичної заправної станції. Пристрій за завданням з пульта дистанційного керування здійснює вимірювальний контроль витрати пального, відображає дані щодо зміни поточної витрати, вартості пального та загальну суму виданого на індикаторах, також він передає отримані дані до пульта керування.

Метою розробки є покращення метрологічних характеристик, інформативності та ефективності пристрою вимірювального контролю та обліку реалізованого пального на автоматній заправній станції, а також підвищення оперативності керування витратою пального й зменшення впливу людського фактору.

Виконано проектування електронного пристрою вимірювального контролю витрати пального в колонці: розроблена схема структурна електронного пристрою; схема перетворення вихідного сигналу від датчику витрат пального; блок гальванічної розв'язки вихідних сигналів датчика витрат пального від мікропроцесорного блоку.

Ключові слова: вимірювання, контроль, витрата, пальне, роздавальна колонка, точність, мікропроцесорний блок, керування.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК І ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВО-РОЗДАВАЛЬНОЇ КОЛОНКИ І ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ.....	8
1.1 Принцип роботи паливо-роздавальної колонки та її складових частин.....	8
1.2 Аналіз методів вимірювального контролю витрати.....	16
1.2.1 Турбінні лічильники.....	17
1.2.2 Об'ємні лічильники.....	19
1.2.3 Барабанні лічильники.....	26
1.3 Вибір методу вимірювання витрати для електронного пристрою, що розробляється.....	28
1.4 Постановка задачі на проектування електронного пристрою.....	28
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ВИТРАТИ ПАЛИВА В КОЛОНЦІ.....	30
3 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ВИТРАТИ ПАЛИВА В КОЛОНЦІ.....	35
3.1 Розробка схеми перетворення вихідного сигналу датчику витрат пального.....	35
3.2 Розрахунок блоку гальванічної розв'язки вихідних сигналів сенсора витрат пального.....	44
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50
ДОДАТОК А – Технічне завдання на розробку електронного пристрою контролю витрати палива в колонці.....	52
ДОДАТОК Б – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуаціях на підприємстві.....	57

ВСТУП

Одним із напрямів інвестиційної стратегії провідних компаній, діяльність яких пов'язано з нафтовим забезпеченням, є інтенсивний подальший розвиток мережі автоматичних заправних станцій.

Значне зростання кількості автомобільного транспорту в Україні та відмова держаної монополії на ринку нафтопродуктів надало стимул до будівництва нових, а також переобладнання існуючих автоматичних заправних станцій. Це є одним з напрямів ділової, який нестримно розвивається в теперішній час. Більша кількість автоматичних заправних станцій в Україні почала відповідати міжнародним стандартам. Величина пропускної спроможності сучасних автоматичних заправних станцій збільшилася в рази. Також збільшилася кількість високопродуктивних колонок, що роздає паливо й підвищилася швидкість заправки автомобільного транспорту. На сучасних автозаправних комплексах можна отримати повний набір послуг, а саме дрібний ремонт, заміна мастила, мийка, магазин, кафе та ін.

Під час постійного оновлення технологій та засобів, які відповідають діючим стандартам у цій області, розробникам та власникам автоматичних заправних станцій необхідно своєчасно та правильно орієнтуватися в різноманітних технологіях, обладнанні та послугах, що запропоновано закордонними та вітчизняними виробниками.

На основі загальних тенденцій розвитку економічної ситуації в Україні можна стверджувати, що орієнтир на інноваційну діяльність, яка передбачає створення сучасних технологій, техніки й обладнання автоматичних заправних комплексів, разом зі впровадженням нових методів і засобів обслуговування споживачів, дозволить українським виробникам, які мають різні форми власності, затримати цей важливий для економіки України сегмент ринку, а також стабілізувати показники фінансової та виробничої діяльності.

Таким чином, розробка та впровадження вимірювального контролю витрати палива в колонці є важливою науково-технічною задачею.

1 АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК І ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВО-РОЗДАВАЛЬНОЇ КОЛОНКИ І ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ

1 Принцип роботи паливо-роздавальної колонки та її складових частин

На автоматичних заправних станціях України використовуються колонки, що роздають паливо різних типів. Вони відрізняються між собою принципом дії та конструкцією основних вузлів. За способом вимірювання витрати пального колонки, що роздають паливо, поділяють на періодичної дії, які мають в своєму складі мірні, та прямоточні, до складу яких водять лічильники рідини. У залежності від умов використання є різновиди колонок, які мають електричний, ручний та комбінований привід.

Промисловістю випускалося або випускається колонки, що роздаються паливо таких типів:

КЕР – стаціонарна колонка, яка має електричний привід, і ручне керуванням;

КЕК – стаціонарна колонка, яка має електричний привід, і комбіноване керуванням, тобто в дистанційному або ручному режимах;

КЕД – стаціонарна колонка, яка має електричний привід, і комбіноване дистанційне керування;

КЕМ – стаціонарна колонка, яка має електричний привід, і місцеве керування;

НО – стаціонарна колонка, яка має електричний привід, і автоматичний задаючий пристрій;

КР – переносна колонка, яка має ручний привід і ручне керування.

Гідравлічну принципову схему колонки, що роздає паливо, наведено на рисунку 1.1, де позначено: «1 – клапан приймальний; 2 – лічильник з сенсором витрати; 3 – вимірювач об'єму; 4 – клапан електромагнітний; 5 – рукав

напірний; 6 – індикатор; 7 – кран роздавальний; 8 – моноблок; 9 – фільтр грубого очищення; 10 – насос; 11 – фільтр тонкого очищення; 12 – газовіддільник; 13 – камера поплавцева».

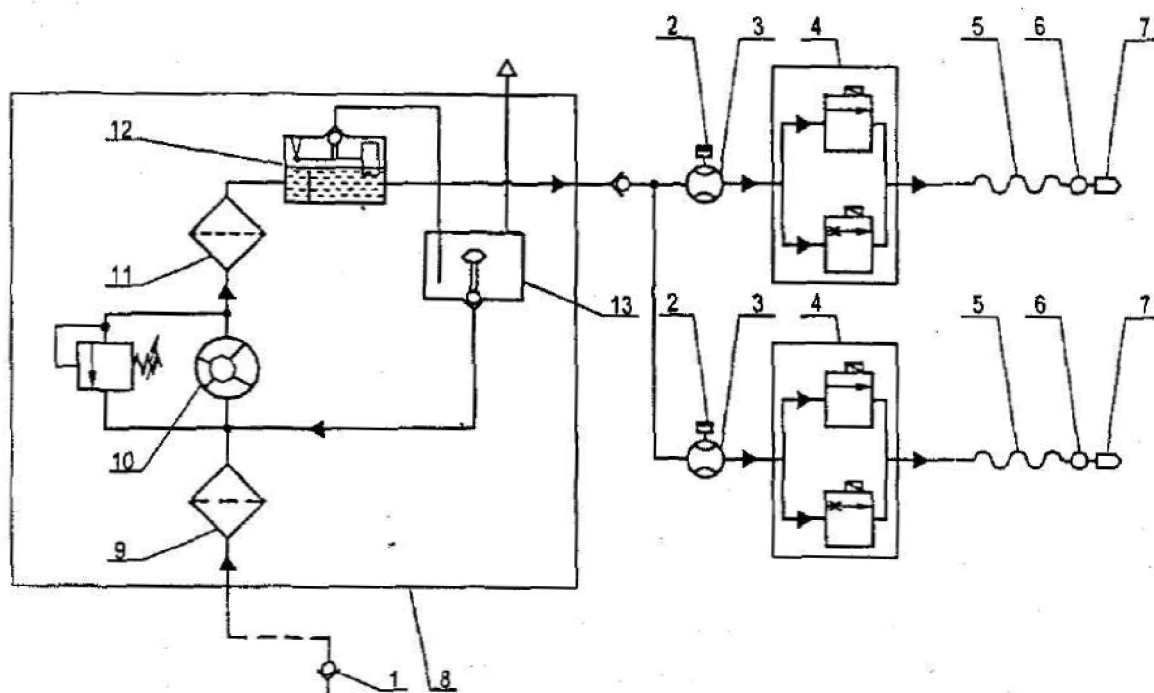


Рисунок 1.1 – Гідравлічна принципова схема колонки, що роздає паливо

Доза палива задається на блоці місцевого керування або на дистанційному пристрої. Як дистанційним пристроєм може бути персональний комп'ютер, пульт керування або касовий апарат.

Під час підняття роздавального крана включається автоматично електричний двигун. Від електричного двигуна отримує оперти насос моноблока, що здійснюється через кліно-ремінну передачу. Фільтрація пального здійснюється в моноблоці, а також виділення нього парогазової фракції. Пальне з моноблоку передається до вимірювача об'єму. Під час заповнення циліндрів вимірювача об'єму пального приводиться до руху поршні, що переміщуються з одного до іншого крайніх положень. Поступальна хода поршня з кулісою, на якій він закріплений жорстко, перетворюється до обертального руху колінчастого валу. Цей рух через сполучну муфту

передається до валу сенсора витрати пального.

Обертальний рух валу сенсора перетворюється до послідовності електричних імпульсів, що передаються пристрою відліку. Цей пристрій виконує розрахунок і індикацію інформації щодо разової видачі палива.

Приймальний клапан, схему якого наведено на рисунку 1.2, розміщено на приймальному трубопроводі, який знаходиться всередині резервуара з паливом. Цей клапан призначено для запобігання спорожненню магістралі під час розгерметизації гідросистеми колонки, що роздає паливо. На рисунку 1.2 наведено такі позначення: «1 – корпус; 2 – клапан; 3 – сідло клапана».

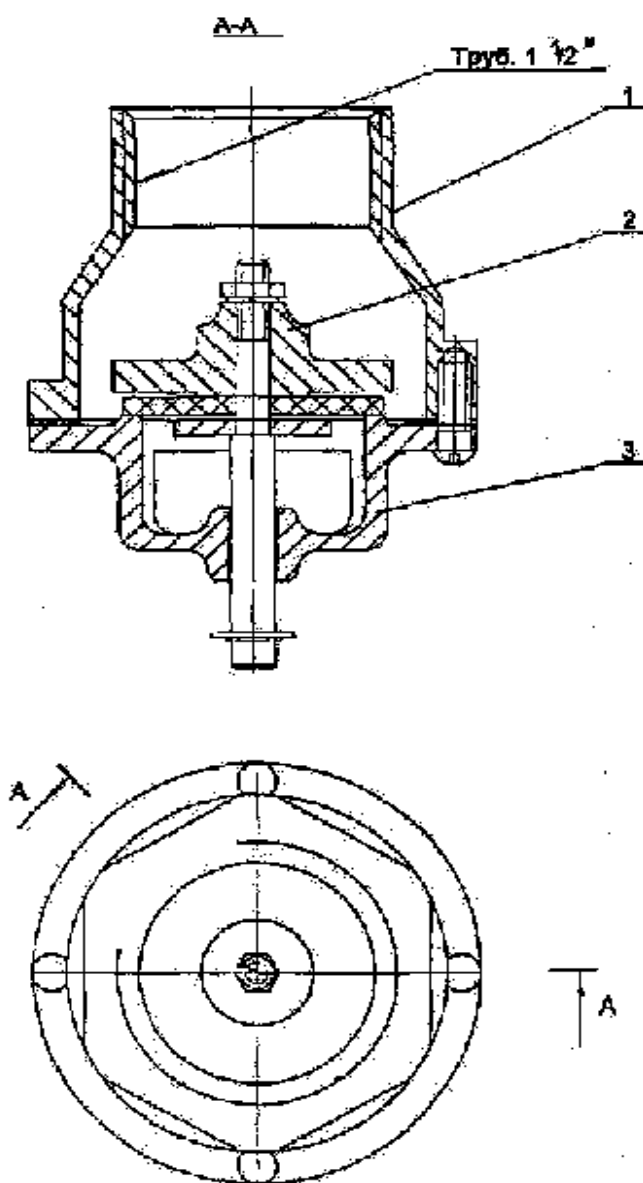


Рисунок 1.2 – Схема приймального клапана

Моноблок, схему якого наведено на рисунку 1.3, є комплексний агрегат, який виконує функції газовіддільника та насоса. Моноблок має в своєму складі корпус моноблока, до якого прикріплено знизу насос. Знизу корпуса моноблока закріплений приймальний фланець, а на кришці моноблока знаходиться випускний фланець.

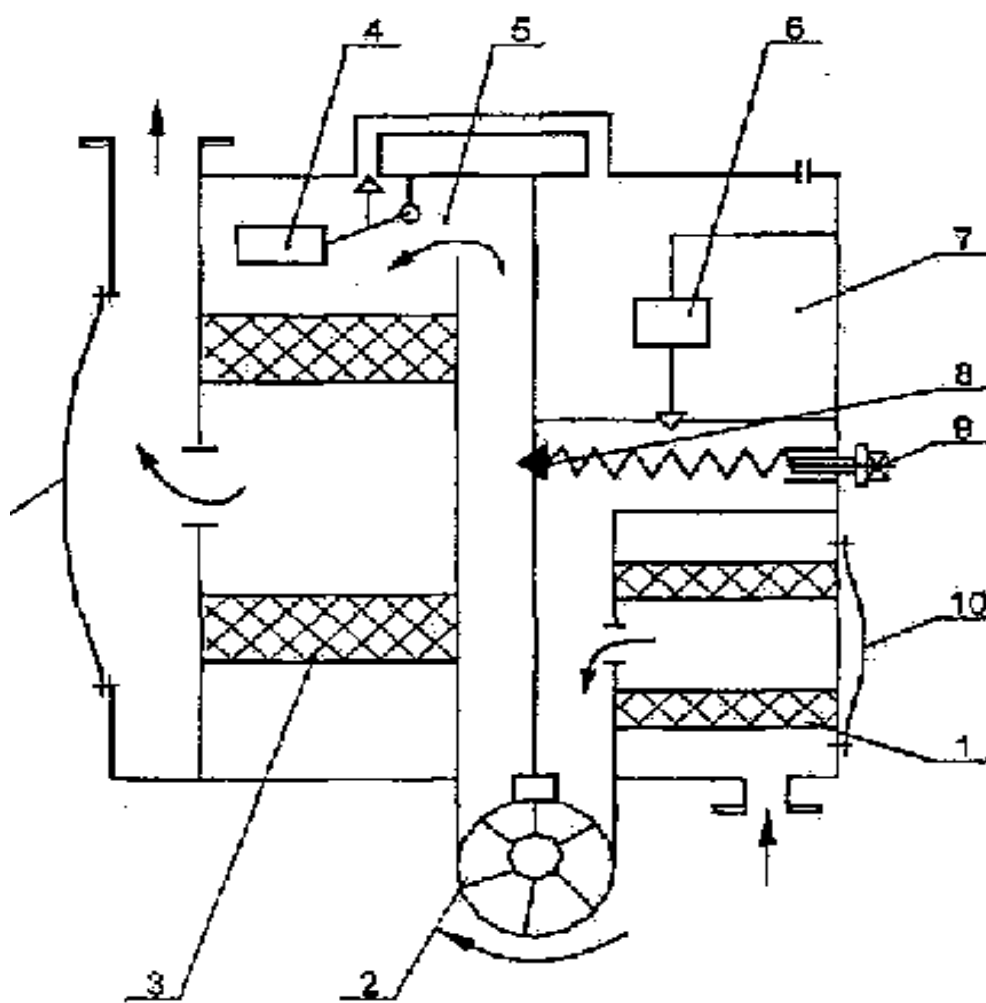


Рисунок 1.3 – Схема моноблоку

У корпусі моноблока знаходиться фільтр грубого очищення (1) за ходом потоку пального фільтр, а також насос (2), фільтр тонкого очищення (3), з якого виходить паливо. Також в корпусі розташований поплавцевий клапан (4) газовіддільної камери (5), поплавковий клапан (6) відстійника (7) і перепускний клапан (8) з гвинтом регулювання (9). Для здійснення заміни фільтрів є відповідні кришки (10, 11) на корпусі.

Під час роботи насоса моноблока на вході утворюється розрядка. Пальне з резервуару через фільтр грубого очищення подається до насоса, виходу якого під тиском воно надходить до газовіддільної камери. Пальне через фільтр тонкого очищення подається до виходу моноблока. Під час цього пари пального та повітря, яке піднімається до верхньої частини камери, через клапан камери газовідділення надходять до відстійника. Якщо має місце мала кількість повітря й пари в камері газовідділення, то клапан закривається, що дозволяє не протікати пальному до відстійник. Пальне конденсується у відстійнику, воно відстоюється, а під час відкриття поплавцевого клапану пальне передається до входу насоса. У верхній частині відстійника має місце отвір для виходу пари пального та повітря.

Під час роботи насоса, а також відсутності видачі пального роздавальний кран закритий. При цьому моноблок функціонує в режимі перепускання. Паливо під власним тиском відкриває клапан. Циркуляція пального здійснюється за колом: насос – перепускний клапан – насос. Перепускний клапан оснащено регулювальним гвинтом, за допомогою якого встановлюється величина тиску перепускання, під час дії тиску клапан відкривається.

Електромагнітний клапан, схему якого наведено на рисунку 1.4, є клапаном мембранного типу. Він призначено для зменшення витрати пального перед тим, як закінчується видача дози, а також для припинення подачі пального після того, як видачу дози закінчено. Керування клапаном відбувається завдяки двом електричним магнітами. Клапан має в своєму складі корпус і кришку, які розділено мембраною. На рисунку 1.4 наведено такі позначення: «1 – електромагніти; 2 – жиклер; 3 – кришка; 4 – корпус; 5 – основний клапан; 7 – жиклер; 8 – якір; 9 – гумові ущільнення».

Вимірювач об'єму, схему якого наведено на рисунку 1.5, призначено для вимірювання пального, яке проходить через колонку в одиницях об'єму. На рисунку 1.5 наведено такі позначення: «1 – корпус золотника; 2 – корпус; 3 – вал колінний; 4,5 – куліса; 6 – поршень; 7 – манжета; 8 – золотник; 9 – кришка; 10 – ковпачок; 11 – гвинт регулювальний».

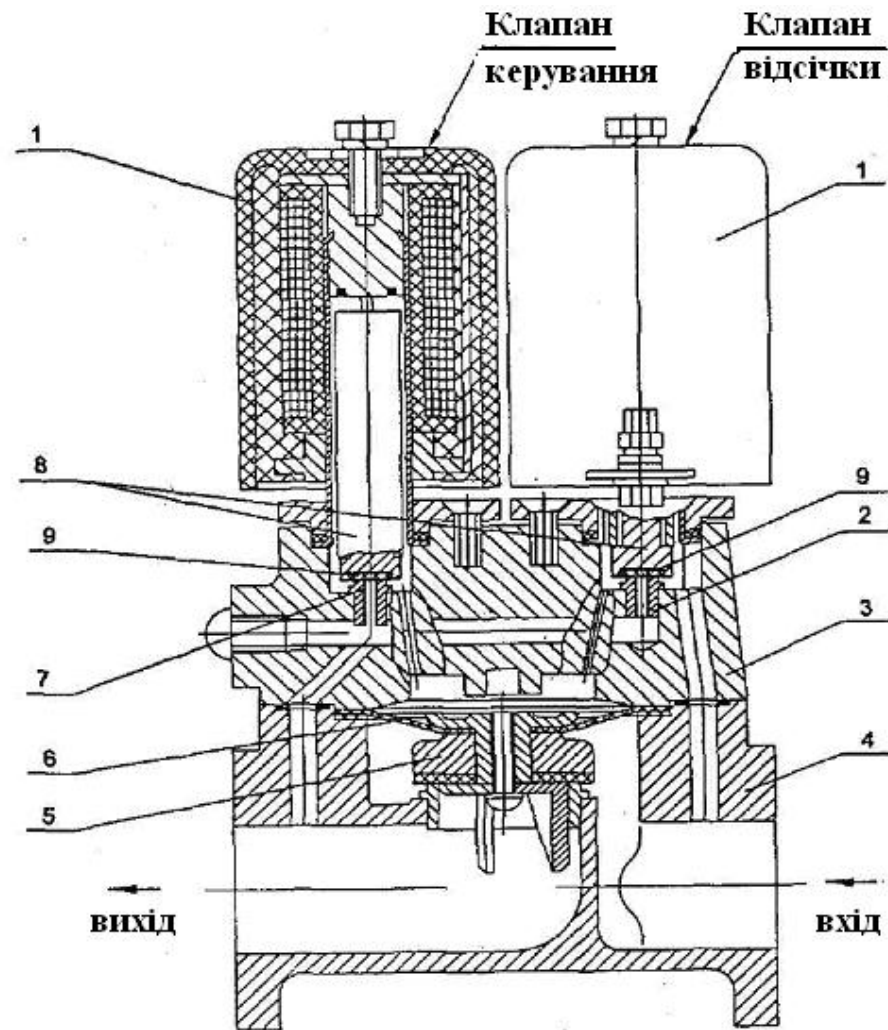


Рисунок 1.4 – Схема електромагнітного клапана

Як вимірювач об'єму використовується чотирициліндровий гідравлічний двигун. Циліндри цього двигуна працюють у спільному блоці. У циліндрах знаходяться куліси з поршнями, які ущільнені манжетами, що здійснюють притискання до циліндрів. Вони згорнуто до кільця спіральними пружинами. Потік пального завдяки золотнику спрямовано по черзі до кожного з циліндрів. Потік переміщує поршні з одного до іншого крайніх положень. Поступальна хода куліс з поршнями перетворюється до обертального рух колінчастого валу. Рух передається до датчика витрат з виносним лічильником. Кожна з пар поршнів може вільного ходити завдяки зазору між пазом куліси та роликами колінчастого валу. Хід куліс з поршнями регулюється гвинтами, тому є можливість змінити об'єм пального, що видається.

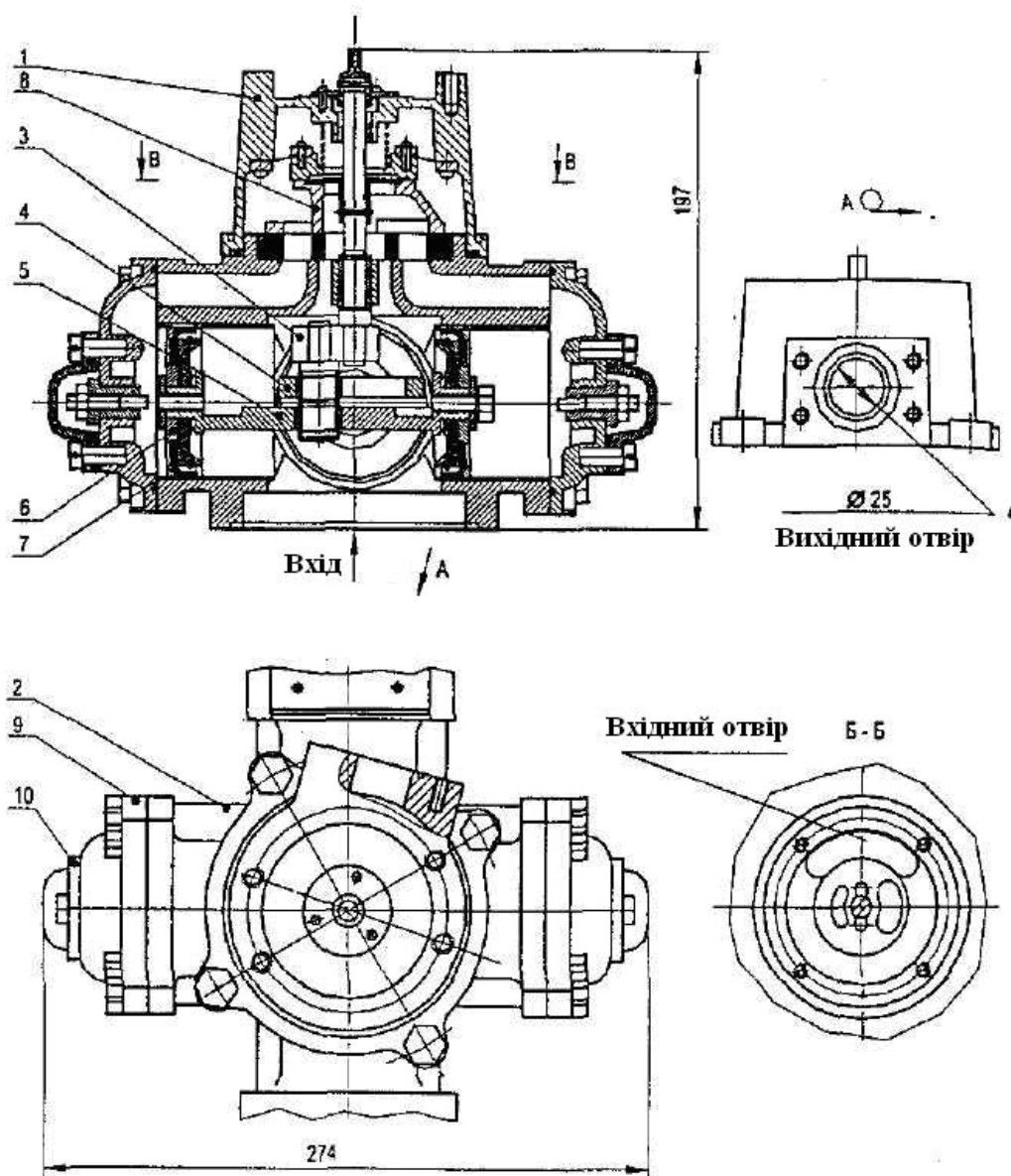


Рисунок 1.5 – Схема вимірювача об'єму

Сенсор витрати пального з виносним лічильником, схему якого наведено на рисунку 1.6 розміщується в вимірювачі об'єму. Від вимірювача вхідний валик отримає обертальний рух. Через черв'ячну передачу та гнучкий валик оберти від вхідного валика передаються до лічильника обертів. Лічильник встановлений до виносного відлікового пристрою, що здійснює реєстрацію кількості виданого пального. Скидання значень лічильника виключене.

На вхідному валу розміщений обтюратор, прорізи якого пропускають випромінювання в інфрачервоній області спектра до фотоприймача. Вихідні сигнали фотоприймачів підсилюються та передаються до виходів сенсора

витрати. Вихідні сигнали є двома послідовності імпульсів, що мають зсув один відносно іншого на 90° . Один період цих імпульсів відповідає видачі 10 мл пального. Лічильник з сенсором витрати повинен бути опломбованим.

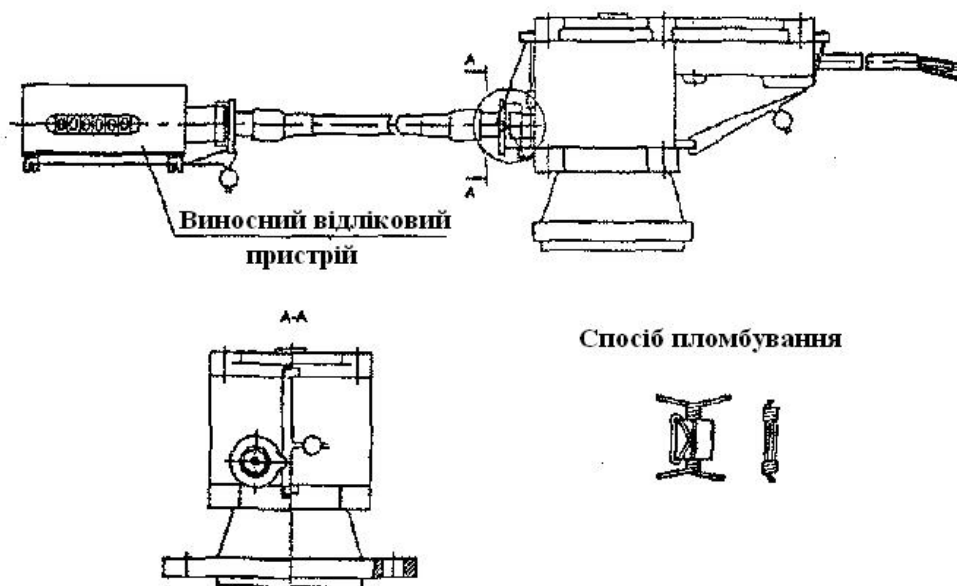


Рисунок 1.6 – Сенсор витрати з виносним лічильником

Індикатор, схему якого наведено на рисунку 1.7, використовується для візуального визначення наявності газу в пальному. На рисунку 1.7 наведено такі позначення: «1 – корпус; 2 – кільце; 3 – скло індикаторне; 4 – гайка; 5 – ГВИНТ».

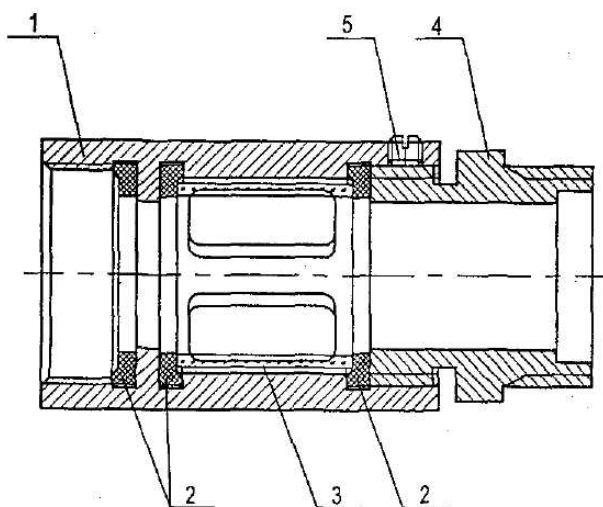


Рисунок 1.7 – Схема індикатора наявності газу в пальному

1.2 Аналіз методів вимірювального контролю витрати рідини

Витрата є кількістю речовини, яка протікає через перетин трубопроводу в одиницю часу. У відповідності з цим визначенням розрізняють об'ємну витрату, що вимірюється в одиницю об'єму й в одиницю часу $q_v = V/t$, а також масову витрату $q_m = m/t$.

Співвідношення цих витрат визначається за формулою $q_m = c \cdot q_v$. Об'ємна витрата розраховується за величиною об'ємного лічильника, які диференціюються за часом. Також величину об'ємної витрати можна визначити як добуток середньої швидкості потоку до площі поперечного перетину. У цій роботі необхідно зосередитися на методах вимірювання об'ємних витрат.

Під час застосування об'ємних методів витрати визначаються як послідовне підсумовування порцій середовища, що контролюється. Ці витрати проходять через вимірювальні камери, які мають певний об'єм чи витісняють з камер лічильника під час безперервного обертання його лопаток. У залежності від принципу дії об'ємні лічильники поділяють на такі типи

- об'ємні лічильники, які мають безпосередню дію. У цих лічильниках виконується послідовно відмірювання об'ємів з визначеним розміром, а також формою вимірювальних камер середовища, що контролюється. Потім завдяки рахунковому механізму визначається кількість порцій, яка пройшла через лічильник. Цей тип лічильників розділяються на ті, які звільняються й витісняються. У складі лічильників, що звільняються, є жорсткі камери, з яких середовище, що контролюється, вільно витікає. Лічильники, що витісняються, мають стінку мірної камери, що зсувається, під час цього витісняється середовище, що контролюється, та звільняється камери для наступної порції.

- безкамерні лічильники, за допомогою яких об'єм визначається непрямыми методами, а саме завдяки вимірюванню зсуву або швидкості потоку, під час інтегрування витрати за часом. Під час використання цих лічильників враховується щільність середовища, що контролюється.

1.2.1 Турбінні лічильники

Принцип дії швидкодіючих лічильників засновано на том, що потік середовища впливає на лопаті турбіни. Цей потік дає обертальний рух лопатям з кутовою швидкістю. Величина цієї швидкості є пропорційною витратами, при цьому лічильники підсумовують кількість обертів турбіни за відліковий проміжок часу. Сумарна кількість обертів N сенсора за проміжок часу відліку є пропорційною об'ємну кількості рідини V потоку за трубопроводом за той самий проміжок часу. Рівняння вимірювань швидкодіючих лічильників має такий вигляд:

$$V = c \cdot N,$$

де c – коефіцієнт, значення якого залежить від витрати й фізико-хімічних властивостей рідини, що вимірюється, а також від конструкції лічильника.

Швидкодіючі лічильники мають дві основні конструктивні модифікації: лічильники, які мають аксіальне й тангенціальне підведенням рідини до турбінного сенсора. Схему лічильника, який має аксіальне підведенням рідини, наведено на рисунку 1.8.

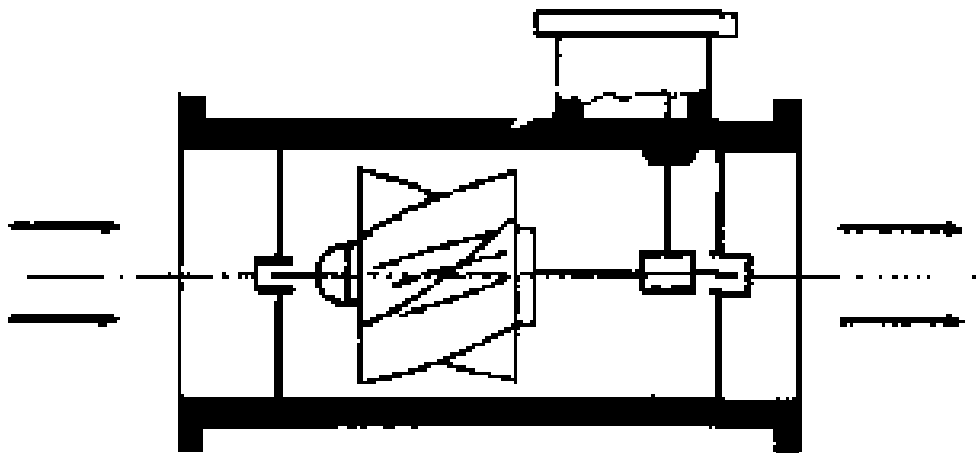


Рисунок 1.8 – Схема лічильника, який має аксіальне підведенням рідини

Потік рідини, який надходить до пристрою, вирівнюється с випрямлячем струму. Потім потік прямує до лопаті аксіальної турбіни, що виконано як багатозахідний гвинт. Обертання турбіни передається до рахункового пристрою через черв'ячну пару.

Схему лічильника, який має тангенціальне підведенням рідини, наведено на рисунку 1.9.

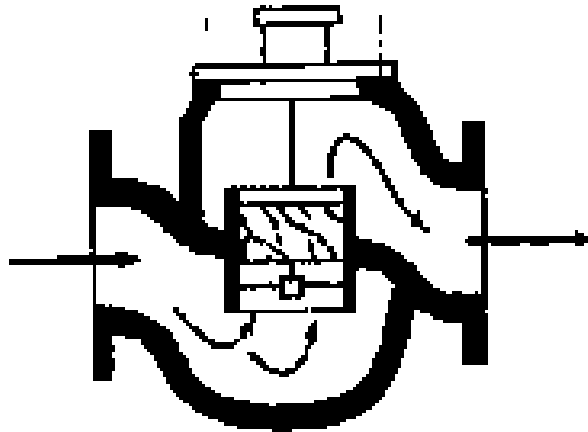


Рисунок 1.9 – Схема лічильника, який має тангенціальне підведенням рідини

У зазначених лічильниках турбіну виготовляють з вертикальними прямими лопатями. Потік рідини знаходить за дотичною до кола, яке описується середнім радіусом лопатей. Рідина підводиться на лопаті однією (лічильники з одним струменем) або декількома (лічильники, які мають багато струменів) струменями (див. рис. 1.10).

Конструктивною відмінністю лічильників з багатьма струменями від лічильників з одним струменем є те, що турбіну розміщують у циліндричній камері. Ця камера має два ряди, які рівномірно розподілено за колом отворів. Через нижній отвір рідина надходить до лопаті турбіни, а через верхній, який є зворотнім за напрямом, ряд рідина відводиться з камери. У лічильниках з багатьма струменями з прямим і зворотним потоком рідини в залежно від напрямку потоку призначення отворів може змінювати.

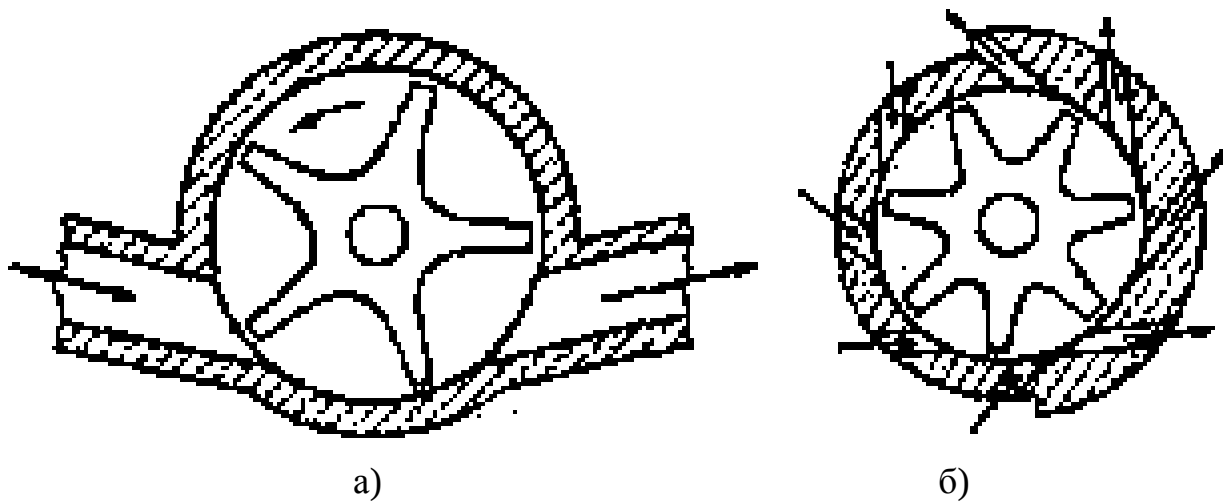


Рисунок 1.10 – Лічильники, що мають один струмінь (а) та багато струменів (б)

У лічильників, що мають один струмінь та багато струменів, є ряд переваг та недоліків. Так, лічильники з одним струменем є простішими за конструкцією, вони мають менші втрати тиску. Проте, ці лічильники є менш надійними під час експлуатації. У них відбувається одностороннє зношення опори, а також значна зміни значень під час засмічення сітки фільтру. У лічильниках з багатьма струменями опора рівномірно зношується. Проте, під час однакового калібру лічильники мають меншу за діаметром турбіну, яка як швидко обертається, так і швидко зношується.

До істотних недоліків швидкодіючих аксіальних і тангенціальних лічильників можна віднести залежність їх вимірювальних значень від в'язкості рідини, що аналізується. Під час зміни в'язкості змінюється й коефіцієнт пропорційності у рівнянні. Отже, швидкодіючі лічильники використовуються тільки для вимірювання кількості води.

1.2.2 Об'ємні лічильники

До недоліків швидкодіючих лічильників можна віднести те, що їх результати вимірювання суттєво залежать від в'язкості рідини, яка протікає

через лічильник. Зазначений недолік відсутній в об'ємних лічильників, тому за їх допомогою вимірюють кількість нафтопродуктів і зріджених газів, чистих промислових рідин, тобто рідин, які мають широкий діапазон зміни в'язкості. Також об'ємні лічильники мають високу точність вимірювань, а значення їх відносної похибки становить не більше 0,5 %. Ця величина похибки є достатньою для умов промислового застосування.

Принцип дії об'ємних лічильників базується на підсумовуванні об'ємів рідини. Ця рідина витискається з вимірювальної камери об'єму за проміжок часу відліку. Вимірювальна камера зі заданим об'ємом, а також конфігурація та робочий орган, який переміщується в камері, є основними елементами об'ємних лічильників рідини. Як робочий орган використовується диск, поршень, шестерні та ін. Під дією тиску на вході та виході вимірювальної камери робочий орган лічильника переміщається під час протікання через камеру вимірювальної рідини. У кожному циклі переміщення робочий орган витискає об'єм рідини, що дорівнює V . Сумарна кількість переміщень N_c робочого органу визначається механізмом розрахунку. Різниця значень рахункового механізму наприкінці та спочатку проміжку часу визначає об'ємну кількість рідини V_T , яка протікає через вимірювальний об'єм за проміжок часу. Для всіх об'ємних лічильників загальне рівняння вимірювань має вигляд:

$$V_T = V \cdot N_c.$$

У залежності від конструкції робочого органу та від виду руху, що виконується органом під час роботи лічильника (обертальне, поступальне, ротаційне, процесійне – складне коливальне, планетарне – складне обертальне), об'ємні лічильники розділяють на:

- циліндрові (поршневі), які мають поступальну ходу циліндрового поршня;
- дискові (поршневі), які мають прецесивний рух дискового поршня;
- кільцеві (поршневі), що мають планетарний рух кільцевого поршня;

- круглі (шестерінчасті) з ротаційним обертанням круглих шестерень;
- овальні (шестерінчасті), які мають ротаційне обертанням овальних шестерень;
- камерні (лопатеві), що мають ротаційне обертанням лопатей, ці лопаті виконані як камери;
- пластинчасті (лопатеві) з ротаційним обертанням лопатей, зроблених у вигляді пластин.

1.2.2.1 Циліндрові лічильники (поршневі) поступальні застосовуються для вимірювання кількості рідин, яка має велику в'язкість: смоли, мазут та ін. За конструкцією лічильники, які мають циліндрові поршні відрізняються між собою їх кількістю, а також вертикальним або горизонтальним розташуванням, напрямом дії на поршень потоку рідини, а також видом розподільного пристрою. У лічильників, які мають циліндрові поршні, висока точність та чутливість. Лічильники, що застосовують ущільнені циліндрові поршні, мають похибку результатів вимірювання не більше 0,7 %. Зазначені лічильники є складними під час експлуатації, громіздкими, а також викликають великі втрати тиску.

1.2.2.2 Дискові лічильники (поршневі) процесійні використовуються зазвичай під час вимірювання кількості промислових рідин. Під час протікання вимірюваної рідини через лічильник під дією різниці тиску дисковий поршень має коливання. Кількість коливань поршня є пропорційною величиною від витрати вимірювальної. Ця кількість коливань визначається рахунковим механізмом. Дискові лічильники, якщо вони правильно виготовленні з відрегульовані мають високу чутливість. Вони можуть застосовуватися для вимірювання кількості рідин під час дії малих витрат. Чутливість лічильнику збільшується під час підвищення ваги диска та діаметру опорної кулі й діаметру диска. До недоліків цих лічильників відносять їх складність під час виготовлення та ремонту.

1.2.2.3 Поршневі лічильники (кільцеві) планетарні мають у своєму складі два порожні, які встановлено концентрично та підключено між собою перегородкою циліндрів. До такого типу вимірювальної камери розміщений кільцевий поршень з радіальним прорізом, що представлено на рисунку 1.11, який має вигляд тонкого обведеного кільця. Під час свого руху кільцевий поршень зсувається радіально уздовж перегородки. Це здійснює розділення вимірювальної камери. Одночасно вісь поршня Z пересувається завдяки внутрішній стінці внутрішнього циліндра. Поршень зсувається за зовнішній та внутрішній стінками вимірювальної камери.

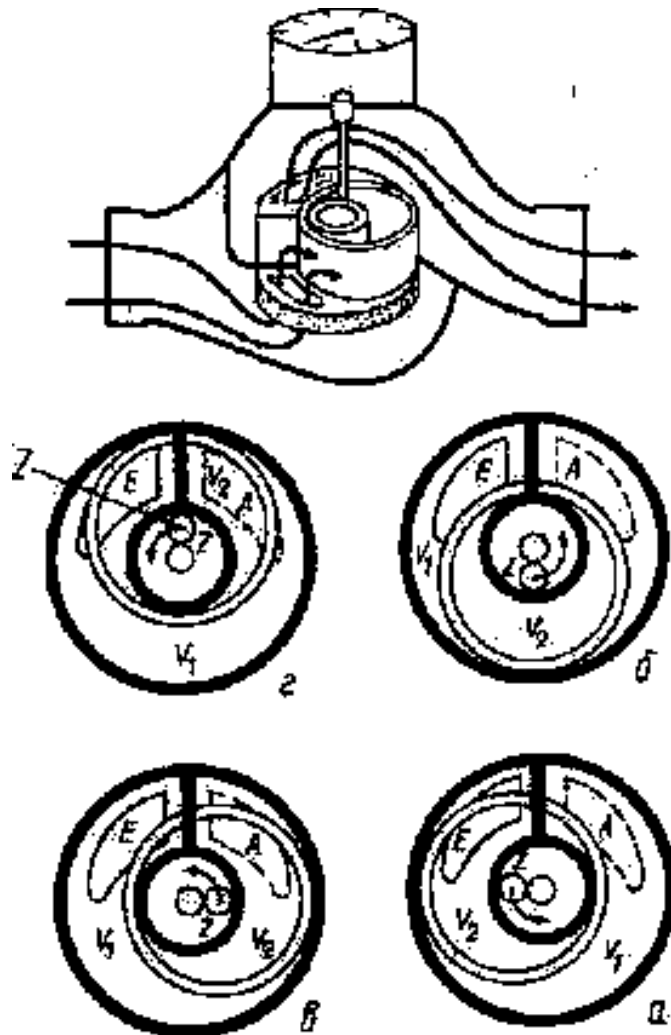


Рисунок 1.11 – Принцип дії лічильника, який має кільцеві поршні

Для входу і виходу середовища, що контролюється, передбачено на одному чи на різних торцях вимірювальної камери вхідний E та вихідний A

отвори. Конструкція унеможливорює їх з'єднання під час заповнення й спорожнення відповідних об'ємів V_1 та V_2 .

За повний цикл під час руху поршня через вимірювальний лічильник протікає кількість рідини, значення якої дорівнює об'єму камери. Точність лічильника кільцевого від напрямку потоку середовища, що контролюється, не залежить. Для нормального функціонування лічильника необхідно здійснювати попередню фільтрацію середовища. Похибка кільцевого лічильника визначається точністю під час виготовлення вимірювальної камери та поршня. Простота цих форм дозволяє виготовляти деталі, які мають малі допуски.

Лічильники з кільцевим поршнем мають більшу надійність під час експлуатації, якщо порівнювати їх з об'ємними лічильниками. Оскільки під час подачі рідини знизу до верху через отвори, які присутні в ребрі поршня, зменшується тертя об нижню основу камери. Для нормального функціонування лічильники необхідно здійснювати їх встановлювати на горизонтальних ділянках трубопроводу.

1.2.2.4 Лічильники ротаційні, які мають овальні шестерні. Схему лічильника, який має овальні шестерні, наведено на рисунку 1.12.

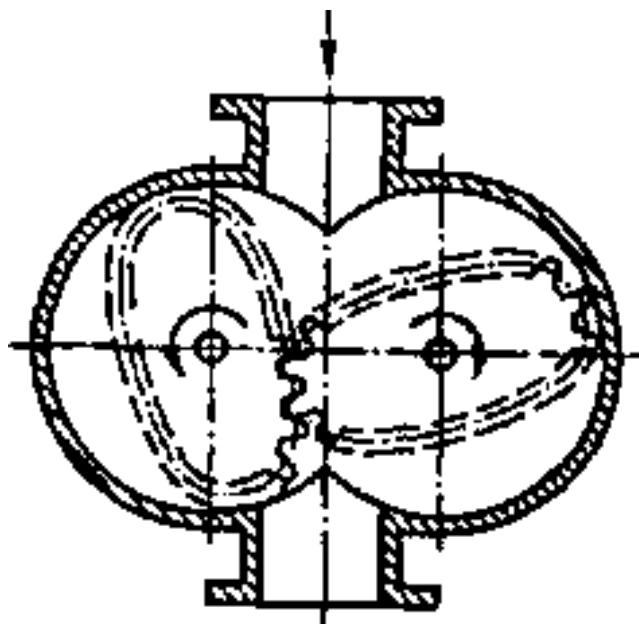


Рисунок 1.12 – Лічильник ротаційний, який має овальні шестерні

До вхідного патрубку лічильника надходить рідина, яка протікає через сітку фільтра до вимірювальної камери. Це призводить до обертання двох овальних шестерень, а потім рідина виходить через патрубок на виході. До складу однієї з шестерні входить трубку завдяки якій оберти передаються до передавального та рахункового механізмів. Принцип дії лічильників лічильника з овальними шестернями наведено на рисунку 1.13.

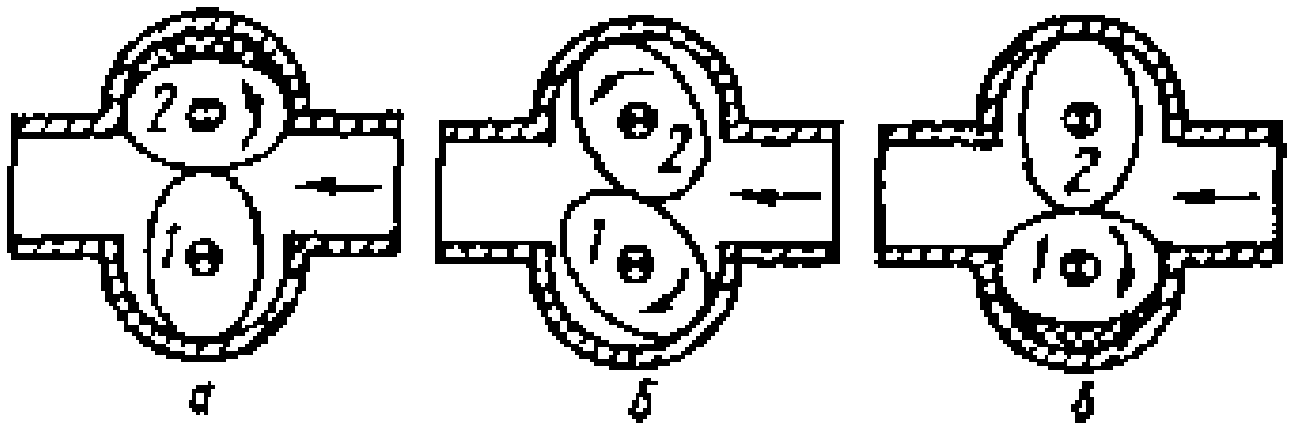


Рисунок 1.13 – Принцип дії лічильника, який має овальні шестерні

У першому положенні, що наведено на рисунку 1.13, а, різниця тиску між вхідною та вихідною частинами камери, що діє на кожну шестерню, утворює момент тільки на шестерні 2. Під дією цього моменту шестерні повертаються проти годинникової стрілки. На плечі шестерні 1 щодо осі їх обертання діють однакові сили під дією різниці тиску. У цьому положенні шестерня 2 обертається при дії моменту. Це приводить до обертання шестерні 1. У другому положенні, що наведено на рисунку 1.13, б на кожну з шестерень діють обертальні. Абсолютне значення кожного з моментів менше ніж той, що діє на шестерню 2 під час першого положенні. Це виникає під час часткового перекриття шестерень, тому з'являється зворотний момент, який діє з боку тиску вихідного патрубка. У третьому положенні, що наведено на рисунку 1.13, в обертаючий момент діє тільки на шестерню 1. Абсолютне значення цього моменту дорівнює такому, що діє на шестерню 2 під час першого положенні, проте його напрям за годинниковою стрілкою. У цьому

випадку шестерня 1 веде шестерню 2.

Під час дії сталого потоку рідини шестерні мають стале обертання. Кутова швидкість під час цього є постійною величиною, що витікає за кожен оборот вимірювальний об'єм, який обмежено стінками, а також камерою та шестернею. Для зменшення витоків, що не контролюються, вимірюваної рідини зазори між вершинами зубів й вимірювальною камерою, а також між торцями та стінками камери повинні мати мінімальне значення.

Хороша якість під час виготовлення та збірки шестерень, які мають оптимальні розміри зазорів, мала вага шестерень забезпечує високе значення чутливості лічильника, який має овальні шестерні. Також у цих вимірювачах є незначний вплив вихідних значень під час зміни в'язкості рідини. Тому, зазначені лічильники мають широке застосування під час вимірювання кількості, а також різноманітних рідин, а саме спирту, бензину та інших рідин, що мають малу в'язкість. Для вимірювання витрати цих рідин у зв'язку з шкідливим впливом сухого тертя, що обумовлено малою в'язкістю рідини, лічильники на баз інших типів небажано застосовувати.

1.2.2.5 Лопатеві (камерні) лічильники ротаційні, принцип дії цих лічильників наведено наведено на рисунку 1.14.

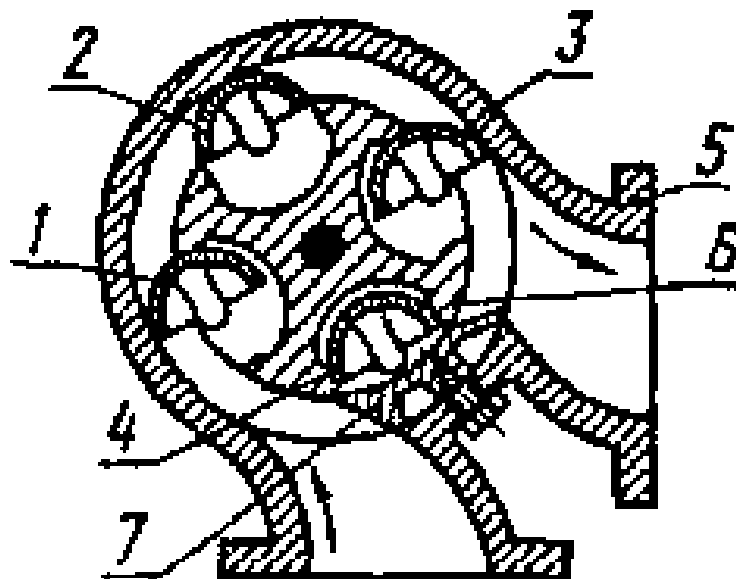


Рисунок 1.14 – Принцип дії лічильників з камерними лопатями

Корпус 5 підключений до двох патрубків, які використовуються для підведення та відведення вимірюваної рідини, патрубки розташовано під кутом 90° . Всередині циліндричної порожнини корпусу розташований ротор 6, який має чотири напівкруглими пази. У цих пазах розміщено чотири лопатки 1 – 4, що виконані як коритця. До торців ротора закріплено дві дискові пластини, які мають підшипники для вісі лопаток.

Система шестерінок встановлюється між задньою кришкою камери та однією з торцевих пластин, що дозволяє забезпечити нахил лопаток незмінним щодо горизонтальної осі лічильника. З вхідного до вихідного отворів перетіканню рідини перешкоджає наявність вставки 7. При дії різниці тиску в вхідному і вихідному патрубках ротор лічильника обертається. Під час цього у вихідного патрубка за кожен оберт викидається рідина, кількість якої дорівнює об'єму кільцевої камери. Цей об'єм обмежений поверхнею ротора та поверхнями торцевих кришок, а також внутрішньою поверхнею корпусу. Через передавальний механізм здійснюється обертання ротора, що надходить до рахункового механізму. Якщо якість виготовлення прилеглих торцевих поверхонь ротора й кришок, а також циліндричної поверхні корпусу висока, разом з еластичністю тонких півсферичних лопаток забезпечують мінімальний рівень неконтрольованих витоків рідини до лічильнику. Отже за допомогою цих лічильників виконують вимірювання кількості рідини, що має малу в'язкість, а саме спирту, легких нафтопродуктів, спирту та ін.

1.2.3 Барабанні лічильники

Схему принципову барабанного лічильника наведено на рисунку 1.15. Барабан обертається навколо своєї вісі має внутрішній розподілений та зовнішній вимірювач циліндрів. Вимірювальний циліндр роздільний на три камери 4, 8, 1, які мають перегородки рівного об'єму. Рідина переходить завдяки трубопроводу 7 до розподільного внутрішнього циліндру. Рідина

переливається через щілину 2 та заповнює камеру 4. Після заповнення камеру 4 за допомогою переливного ребра рідина переходить до камери 5.

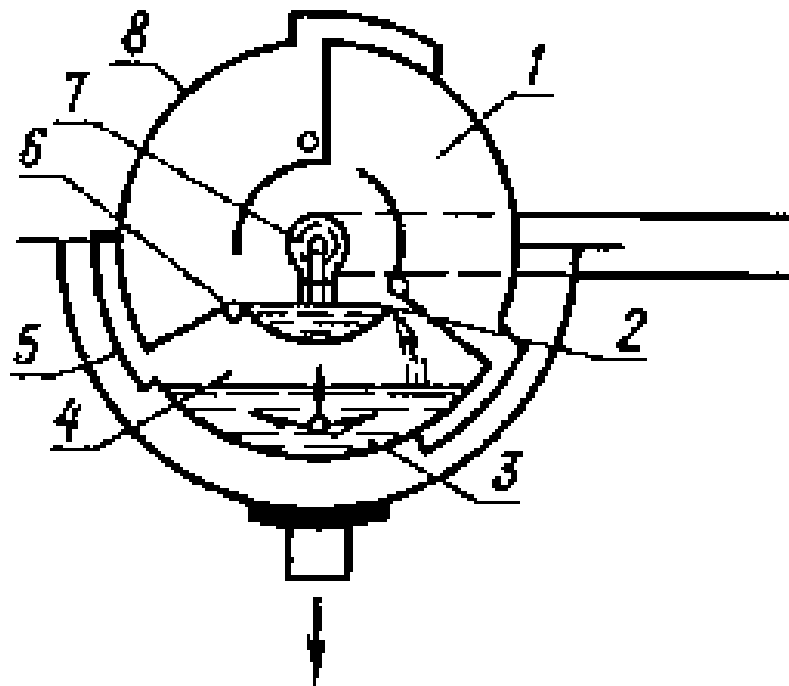


Рисунок 1.15 – Схема принципова барабанного лічильника

Завдяки зсуву центру тяжіння 3 барабан починає набирати оберти проти годинникової стрілки. Рідина з камери 4 витікає до нижньої частини корпусу лічильника, а потім надходить до вихідного трубопроводу. Повторюється цикл заповнення камер, а барабан переходить до стійких обертів, що передаються до рахунковому механізму. Кількість рідини, що вимірюється, пропорційна числу обертів барабана, а також робочому об'єму камер вимірювання.

Значення лічильника регулюється під час зміни об'єму камери. Для виходу повітря, яке виділяється з рідини, що вимірюється, під час заповнення камер, до стінок камер з отворами 6. Значення обертаючого моменту барабан, а також межа вимірювання лічильника залежать від щільності рідини.

Барабанні лічильники використовуються під час вимірювання кількості чистих, а також рідин, що мають малу в'язкість, у хімічній та спиртній промисловості. Якщо При балансуванні барабану добре, а також виконано правильно регулювання, то похибка цих лічильників не більше $\pm 0,5\%$.

1.3 Вибір методу вимірювання витрати для електронного пристрою, що розробляється

На базі недоліків і переваг, а також під час аналізу особливостей використання методів вимірювання витрати пального встановлено, що об'ємні лічильники забезпечують високу точність вимірювань. Значення відносної похибка вимірювання результату витрат становить не більше 0,5 %, що є достатнім для умов використання діапазону вимірювань.

Під час розгляду принципу роботи колонки, що роздає паливо, встановлено, що необхідно вести блок вимірювання об'єму. У цьому блоці паливо призводить до руху поршні, які зсуваються з одного до іншого крайніх положень.

Отже, для вимірювання витрати пального в колонках для роздавання паливо необхідно використовувати сенсор витрати, який є лічильником поршневим (циліндровим) поступальним.

1.4 Постановка задачі на проектування електронного пристрою

Електронний пристрій контролю витрати палива в колонці призначений для вимірювального контролю та керування витратою бензину для умов автоматичної заправної станції.

Електронний пристрій повинен бути виконаний на сучасній елементній базі. Пристрій повинен за завданням, яке надходить з пульта дистанційного керування, здійснювати контроль та керування витратою бензину. Необхідно передбачити індикацію поточного значення витрати, а також вартість палива й суму, на яку видане паливо на індикаторах. Отримані значення необхідно передавати до пульта оператора.

Для реалізації представлених завдань необхідно вибрати сенсор витрати бензину, а також розробити схеми структурну й принципову електронного пристрою. Необхідно вибрати спосіб індикації вимірювальних параметрів, а також розробити пристрій підключення до пульта дистанційного керування.

Електронний пристрій повинен усунути суб'єктивність отримання результатів вимірювання, а також автоматизувати процес керування витратою палива в колонці, що його роздає.

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ВИТРАТИ ПАЛИВА В КОЛОНЦІ

Для визначення витрати пального в теперішній час застосовується сенсор пального циліндричний (поршневий) поступальний, схему функціонування пристрою вимірювання витрати наведено на рисунку 2.1. Після підключення насоса витрата пального перетворюється до обертального рух колінчастого валу, змінюються обороти вала. Кількість обертів вала завдяки сенсору перетворюється до імпульсів, кількість яких є пропорційною від значення витрати пального, що роздається колонкою.

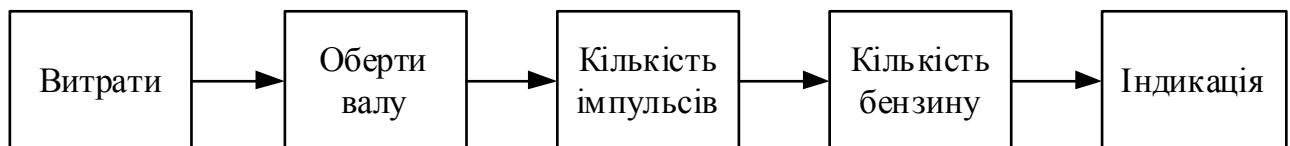


Рисунок 2.1 – Схема функціонування електронного пристрою
вимірювання витрати пального

У відповідності з технічним завданням величина відносної похибки вимірювання не повинна перевищувати 0,25 %. Величина цієї похибки визначається блоком перетворення обертів вала до кількості імпульсів. Як цей блок застосовується сенсор витрати пального, до складу якого входить диск з прорізами (обтюратор). Через цей диск проходить оптичне випромінювання інфрачервоного діапазону довжин хвиль, яке формується світловипромінюючими діодами та передається до фотодіодів. Визначимо необхідну кількість прорізів обтюратора для одержання заданої величини відносної похибки вимірювання витрати пального:

$$X_{\text{прорізів}} \geq \frac{1 \text{ імпульс} \cdot 100\%}{\delta} = \frac{1 \cdot 100}{0,25} = 400 \text{ штук.}$$

Застосування обтюратор, який має отриману кількість прорізів є недоцільним з конструктивної точки зору. Для визначення напрямку під час обертання валу сенсор витрати пального має два канали. Вихідні сигнали цих каналів зсунуто один відносно іншого на кут 90° . Тому кількість імпульсів підвищується в два рази, а кількість прорізів можна взяти в два рази менше, тобто $X_{\text{прорізів}} = 200$ штук. Також, у відповідності з технічним завданням, за один повний оберт обтюратору видається 0,5 літрів пального. Величина мінімальної кількості пального складає 2 літри. Величина похибки визначення витрати буде більшою, якщо маємо перший оберт обтюратору. Під час видачі 2 літрів пального величина похибки зменшиться в чотири рази та становить:

$$\delta_{2л} = \frac{\delta}{4} = \frac{0,25}{4} = 0,0625 \text{ \%}.$$

Якщо величина похибки вимірювання витрати пального повинна складати $\delta = 0,25 \text{ \%}$, то під час видачі мінімальної величини пального кількість прорізів у обтюраторів можна зменшити у чотири рази. Таким чином, отримано остаточну кількість прорізів, яка складає 50.

Схему структурну електронного пристрою контролю витрати палива в колонці наведено на рисунку 2.2, де наведено такі позначення: ПДК – пульт дистанційного керування; МПБ – мікропроцесорний блок; ДП₁ – ДП₄ – датчики положення пістолету (крану роздавача пального); К₁ – К₄ – контактори насосу; Н₁ – Н₄ – насоси; ВК₁ – ВК₄ – відсічні клапану; КЗВ₁ – КЗВ₄ – клапани зниження витрати; ДВП₁ – ДВП₄ – датчики витрати палива, БГР₁ – БГР₈ – блоки гальванічної розв'язки, БІ – блок індикації.

У електронному пристрої необхідно передбачити можливість здійснення вимірювального контролю й керуванням витратою пального чотирьох марок, що наведено на схемі структурної схеми.

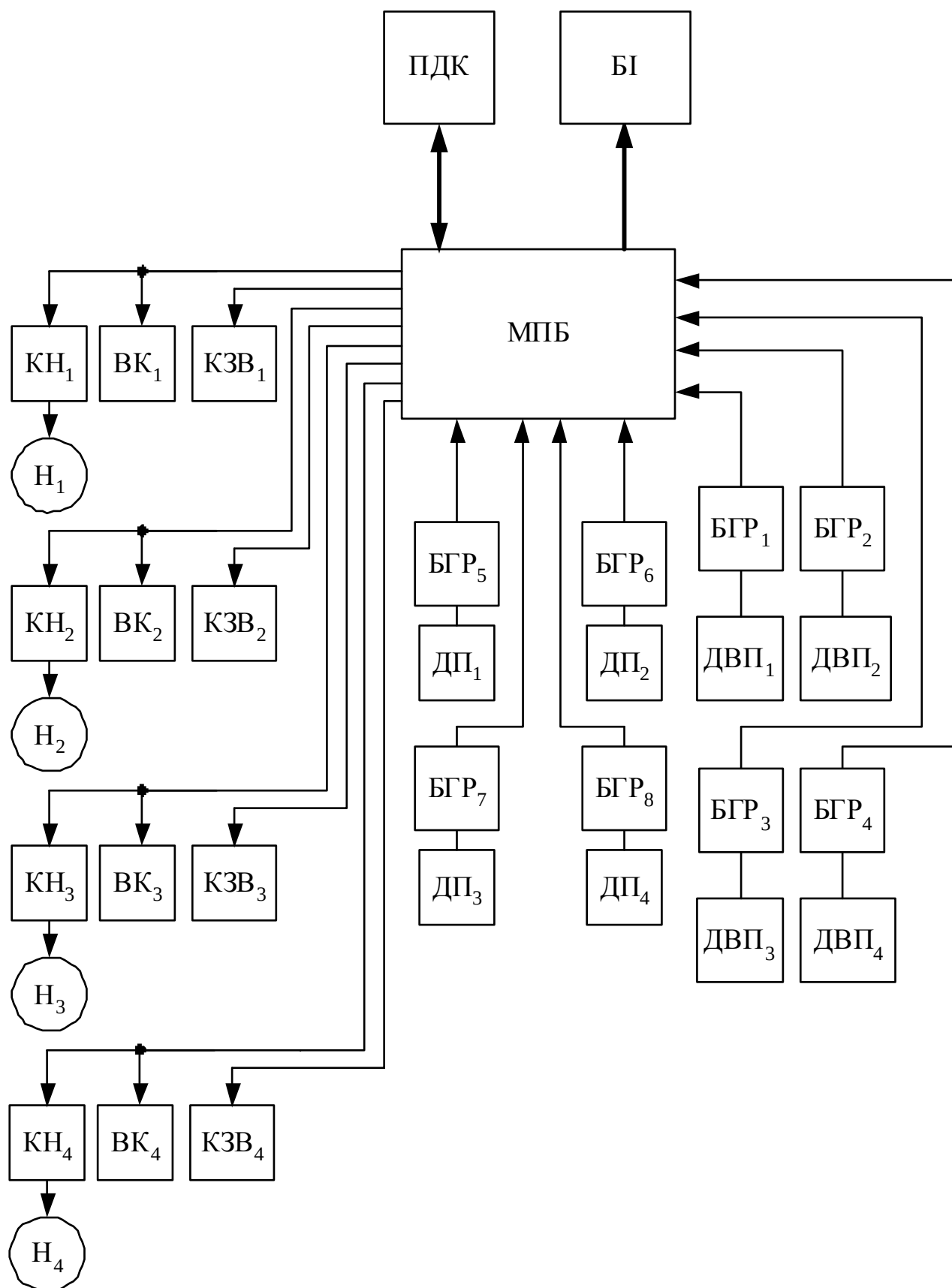


Рисунок 2.2 – Схема структурна електронного пристрою контролю витрати палива в колонці

Після зняття одного з чотирьох кранів роздавання палива (пістолетів) виконується розмикання відповідного ДП. Внаслідок цього МПБ надсилає сигнал до пульта дистанційного керування. Від пульта отримується у відповідь сигнал, який задає на видачу пального. Після отримання завдання від МПБ здійснюється тест індикатору, виконується обнуління даних на індикаторів, а також формується сигнал включення контактору насосу й відсічного клапану. Здійснюється подача палива через вимірювач об'єму, швидкість якої складає $1/3$ від номінального значення. На валу вимірювача об'єму розташовано сенсор витрати палива ДВП. Цей сенсор здійснює контроль об'єму палива, що проходить через дозатор. ДВП є диск з прорізами (обтюратор), через ці прорізи проходить оптичне випромінювання інфрачервоного діапазону довжин хвиль від світловипромінюючих до фотодіодів. Сигнали з виходу сенсора витрати палива є двома послідовностями імпульсів. Ці імпульси зсуно то між собою на кут 90° , що забезпечує визначення напрямку обертів. За один повний оберт обтюратора до виходу ДВП за кожним з каналів надходить 50 прямокутних імпульсів, кожному з яких відповідає 10 мл палива, що видається. Після проходження 10 періодів імпульсів, що відповідає 100 мл палива, МПБ генерує сигнал включення клапану для зниження витрати. Після цього швидкість подачі палива підвищується до номінального значення.

Паралельно МПБ надсилає слово стану до ПДК, здійснюється помноження виданої кількості літрів на ціну 1 літра. МПБ від БК отримує сумарне значення та передає кількість літрів й суму до блоку індикації.

Якщо кількість розданого пального менше заданого на 0,5 літри МПБ генерує сигнал відключення клапану зниження витрати, під час цього швидкість подачі палива зменшується до $1/3$ від номінального значення. Під час досягнення заданої кількості палива МПБ генерує сигнал відключення контактору насосу та відсічного клапана. За 2 секунди МПБ відстежує роботу ДВП для визначення переливання.

Під час замикання сенсору положення пістолету (пістолет повішений) МПБ надсилає слово стану до ПДК для визначення остаточної кількості палива,

що роздано, а також видачу сигналу щодо закінчення процесу заправки. Оператор ПДП виконує запис інформації до пам'яті та ПДК генерує сигнал зняття завдання для МПБ колонки, що роздає пальне. Після завершення цих операцій колонка готова до отримання нового завдання. Схему структурну пульта дистанційного керування наведено на рисунку 2.3, де представлено такі позначення: АД – адаптер; ПК – персональний комп'ютер пульта дистанційного керування.

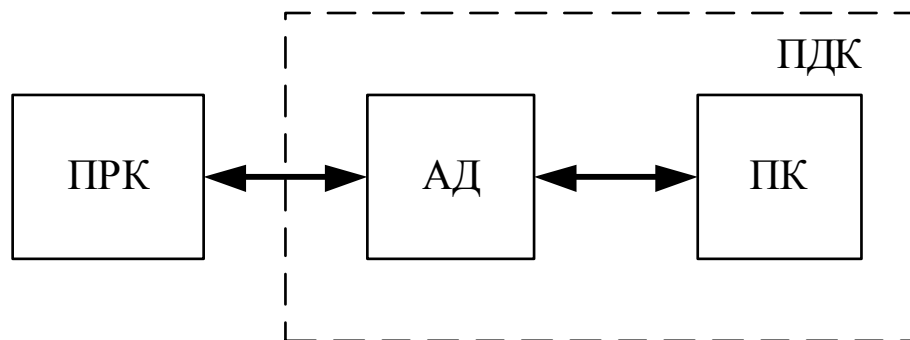


Рисунок 2.3 – Схема структурна пульта дистанційного керування

Адаптер виконує узгодження інтерфейсів колонки, що роздає паливо та персонального комп'ютера за протоколом RS-485.

3 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ВИТРАТИ ПАЛИВА В КОЛОНЦІ

3.1 Розробка схеми перетворення вихідного сигналу датчику витрат пального

До схеми перетворення вихідного сигналу датчика витрат пального (ДВП) пред'являються такі технічні вимоги:

- тип вихідного сигналу ДВП: прямокутні імпульси;
- діапазон зміни частоти імпульсів, Гц від 0 до 200;
- значення амплітуди вихідних імпульсів ДВП, В +12;
- величина амплітуда вихідного струму ДВП, мА не менш 10;
- зсув між імпульсами ДВП₁ і ДВП₂, градусів: 90;

Як оптоелектронні компонент ДВП застосовуються світловипромінюючі та фотодіоди інфрачервоного діапазону довжин хвиль. Спектральні характеристики світловипромінюючих і фотодіодів необхідно узгодити між собою.

Вимоги до світловипромінюючих діодів:

- діапазон довжин хвиль максимуму, $\lambda_{\max}$, мкм від 0,8 до 0,9;
- діапазон довжин хвиль, $\Delta\lambda$, мкм від 0,5 до 1,1;
- потужність випромінювання, мВт не менш 1,5;
- час збільшення імпульсу випромінювання, мкс не більше 10.

Вимоги до фотодіодів:

- діапазон довжин хвиль максимуму, $\lambda_{\max}$, мкм від 0,8 до 0,9;
- діапазон довжин хвиль, $\Delta\lambda$, мкм від 0,5 до 1,1;
- темновий струм, I_T , мкА не більше 1.

Схему принципову перетворення вихідного сигналу датчику витрат пального наведено на рисунку 3.1.

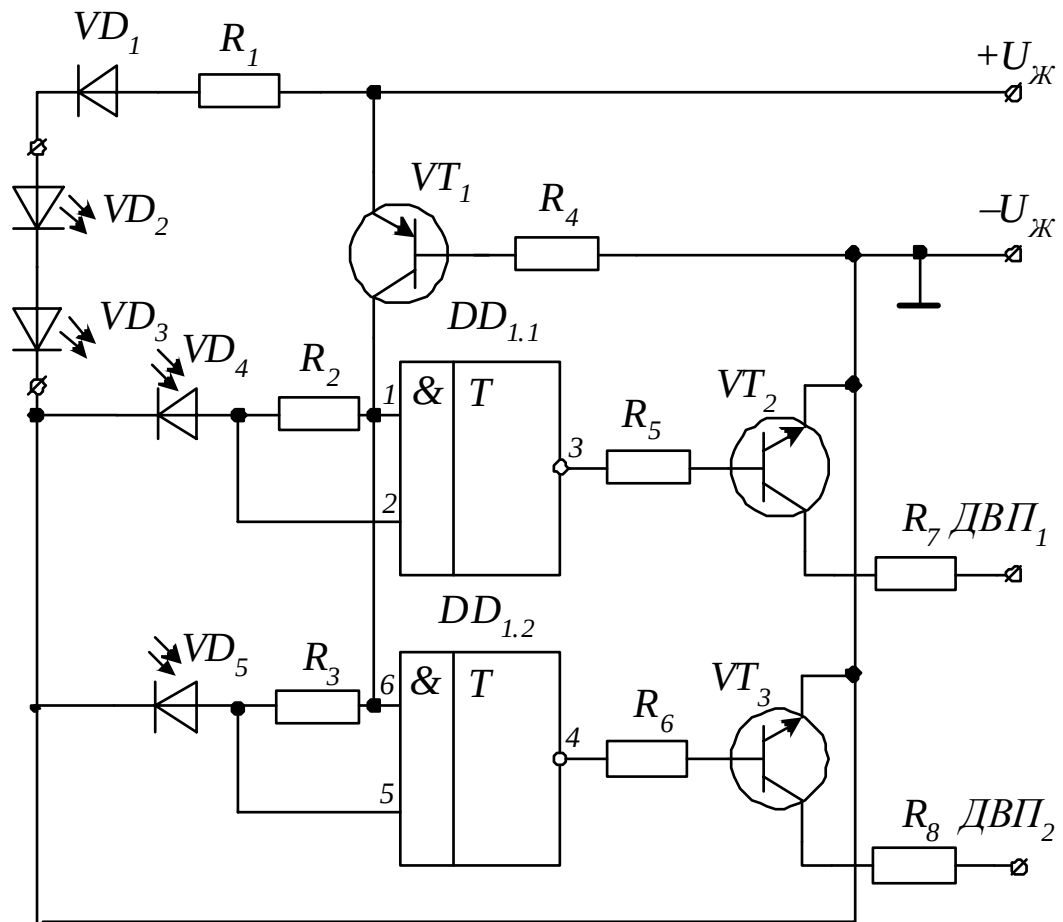


Рисунок 3.1 – Схема принципова перетворення вихідного сигналу датчику витрат пального

Під час потрапляння потоку оптичного випромінювання від світловипромінюючих діодів до фотодіодів, завдяки зміні струму фотодіода на входах логічних елементів величина напруги зменшується практично до нуля, що відповідає логічному стану нуля. Струм починає протікати через вихідне коло транзистору VT_1 та його відкриває. Транзистор VT_1 переходить до стану насичення. Струм, який протікав до цього моменту через світловипромінюючі діоди, повністю протікає через транзистор VT_1 , який знаходиться в відкритому стані. Логічні елементи переключаються на виході зі стану логічного нуля до логічної одиниці. Відбувається відкриття транзисторів VT_2 та VT_3 , вони переходять до стану насичення. На виході ДВП генерується передній фронт імпульсів. Схема зберігає цей стан до того, як потік оптичного випромінювання від світовипромінюючих діодів надходить до фотодіодів. Під час перекриття

оптичного потоку схема повертається до початкового стану, на виходах ДВП генерується задній фронт імпульсів.

Для реалізації схеми необхідно застосовувати логічні елементи, в яких напруга живлення становить більш 12 В. Отже, вибираємо мікросхему типу К561ТЛ1, яка є чотирма тригерами Шмідта з логікою 2І-НІ на вході. Мікросхему типу К561ТЛ1 має такі технічні характеристики:

– споживана потужність, P_D , мВт	200;
– струм споживання I_{CC} , мА	0,02;
– напруга живлення U_{DD} , В	від –0,5 до +20;
– час переключення t_{pHL} , нс	від 40 до 100;
t_{pLH} , нс	від 65 до 190.

Як випромінювач використовуємо світловипромінюючий діод інфрачервоного діапазону типу АЛ108А. Він має такі параметри:

– значення постійної прямої напруги, В	не менше 1,35;
– потужність випромінювання, мВт	не менше 1,5;
– величина постійного прямого струму, мА	не більш 110;
– значення прямого імпульсного струму, А, якщо $t_f=20$ мкс та $Q=2000$	10;
– час збільшення імпульсу випромінювання, мкс	не більш 2,4;
– діапазон температури, °С	від – 60 до + 85.

З аналізу технічних характеристик світловипромінюючого діода маємо, що для забезпечення величини максимальної потужності оптичного випромінювання необхідна величину прямого струму світловипромінюючого діода 110 мА. Значення напруги живлення вибирається 12 В. Під час відкритого стану транзистора VT_1 величина через його вихідне коло становить 110 мА. За цими даним вибираємо транзистор VT_1 , в колі якого включений світловипромінюючий діоди. Вимоги до вибору транзистору VT_1 :

$$U_{KE\text{ доп}} \geq U_{Ж} = 12 \text{ В}; \quad I_{K\text{ доп}} \geq I_{VD2} = I_{VD3} = 110 \text{ мА}.$$

За цими параметрам можна вибрати транзистор VT_1 типу КТ686Б. Цей транзистор є кремнієвим епітаксійно-планарним р-п-р типу, він є середньої потужності високої частоти. Основні технічні параметри транзистору КТ686Б:

– допустиме значення напруги колектор-емітер, $U_{KE\text{ доп}}$, В	45;
– допустима величина струму колектору, $I_{K\text{ доп}}$, А	0,8;
– допустиме значення напруги база-емітер, $U_{BE\text{ доп}}$, В	5;
– напруга насичення колектор-емітер, $U_{KE\text{ нас}}$, В	0,7;
– середнє значення модуля коефіцієнту передачі за струмом за схемою включення зі спільним емітером $ h_{21E} $	300.

Діод VD_1 повинен мати такі параметри:

$$U_{ЗВР} \geq U_{Ж} = 12 \text{ В}; \quad I_{ПР} \geq I_{VD2} = I_{VD3} = 110 \text{ мА}.$$

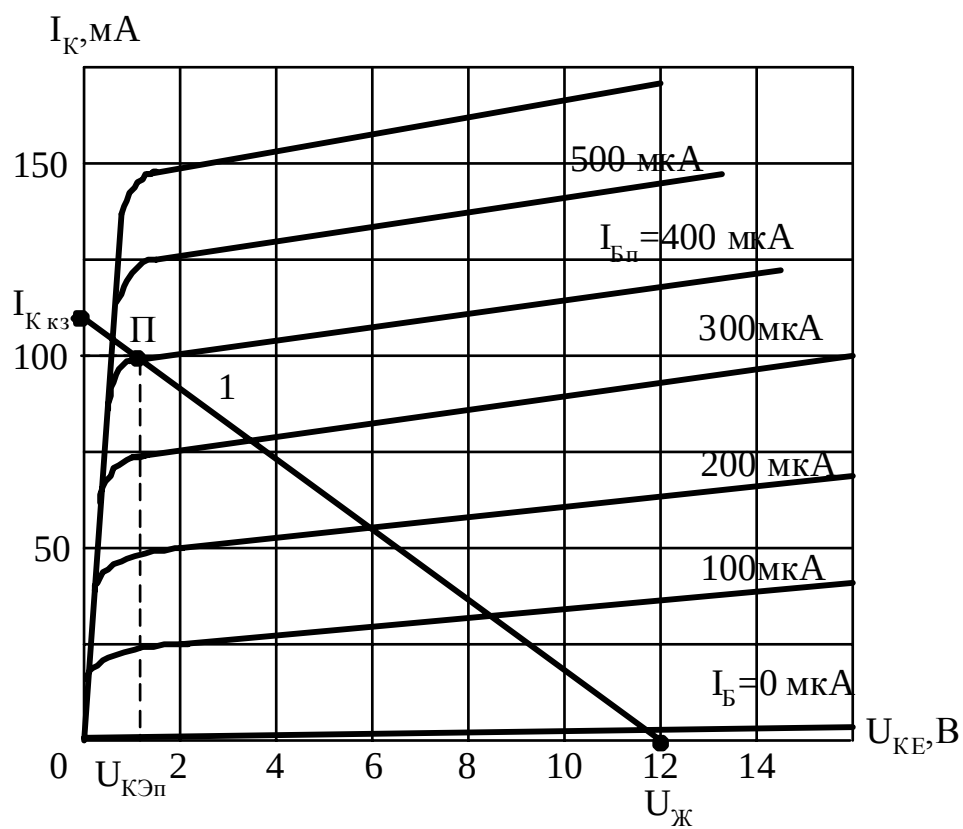
Вибираємо діод VD_1 типу 1N4148, який має такі технічні параметри:

– величина падіння напруги на діоді під час прямого включення, $U_{ЗВР}$, В	75;
– значення струму діоду під час його прямого включення, $I_{ПР}$, А	1;
– падіння напруги на діоді під час прямого включення, $U_{ПР}$, В	1.

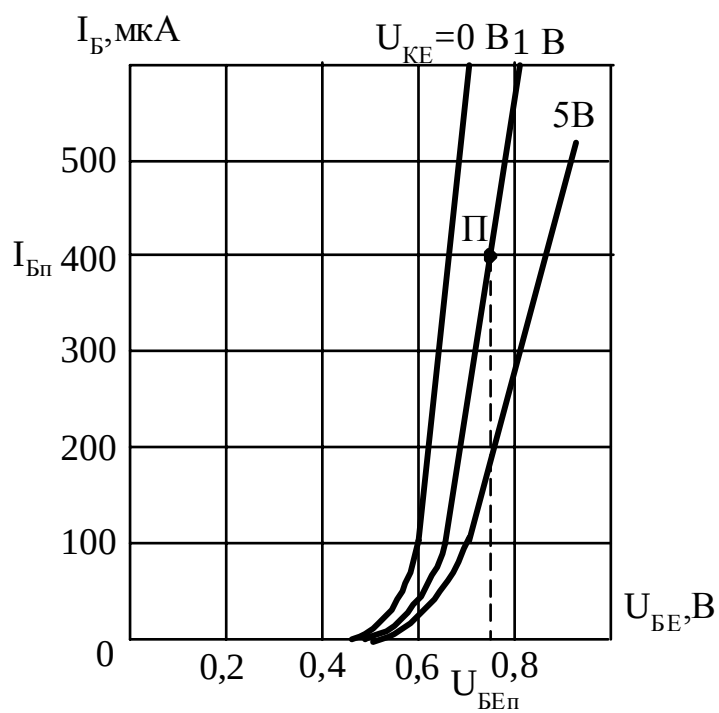
Максимальне значення струму колектора транзистора VT_1 повинно дорівнює струму, що протікає через діод VD_1 та світловипромінюючі діоди VD_2 та VD_3 :

$$I_{К\text{ КЗ}} = 110 \text{ мА},$$

а величина напруги живлення транзисторного ключа на базі VT_1 становить 12 В. Ліню навантаження за постійним струмом (лінія 1) проведено на в.а.х. транзистора типу КТ686Б, які наведено на рисунку 3.2. Для визначення значення падіння напруги на діоді VD_1 , що включений у прямому напрямі, застосовуємо в.а.х. діоду 1N4148, які наведено на рисунку 3.3.



а)



б)

Рисунок 3.2 – Вихідні (а) та вхідні (б) вольт-амперні характеристики транзистора VT_1 типу КТ686Б

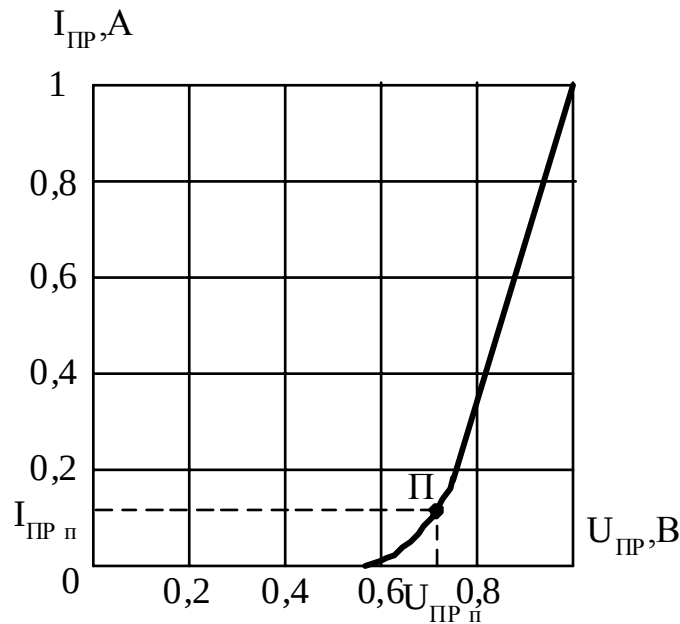


Рисунок 3.3 – Вольт-амперна характеристика діоду VD_1 типу 1N4148 під час прямого включення

З аналізу рисунку 3.3 видно, що під час дії значення прямого струму через діод VD_1 величина $I_{ПРn}=110$ мА, а падіння напруги при цьому становить $U_{ПРn}=0,7$ В. Аналогічним чином визначено падіння напруги на світловипромінюючих діодах VD_2 та VD_3 під час прямого включення. Вольт-амперна характеристика світловипромінюючих діодів VD_2 та VD_3 типу АЛ108А наведено на рисунку 3.4.

З аналізу рисунку 3.4 видно, що під час дії значення прямого струму через світловипромінюючі діоди VD_2 та VD_3 становить $I_{ПРn}=110$ мА, а величина падіння напруги на кожному з них $U_{ПРn}=1,35$ В. З урахуванням величини падіння напруги на діоді VD_1 типу 1N4148 та світловипромінюючих діодів VD_2 та VD_3 типу АЛ108А визначаємо номінальне значення опору резистора R_1 , яке дорівнює:

$$R_1 = \frac{U_{ж} - 2 \cdot U_{ПР} - U_{VD1}}{I_{VD ПР}} = \frac{12 - 2 \cdot 1,35 - 0,7}{110 \cdot 10^{-3}} = 78,2 \text{ Ом.}$$

Номінальне значення опору резистора дорівнює $R_1=82$ Ом.

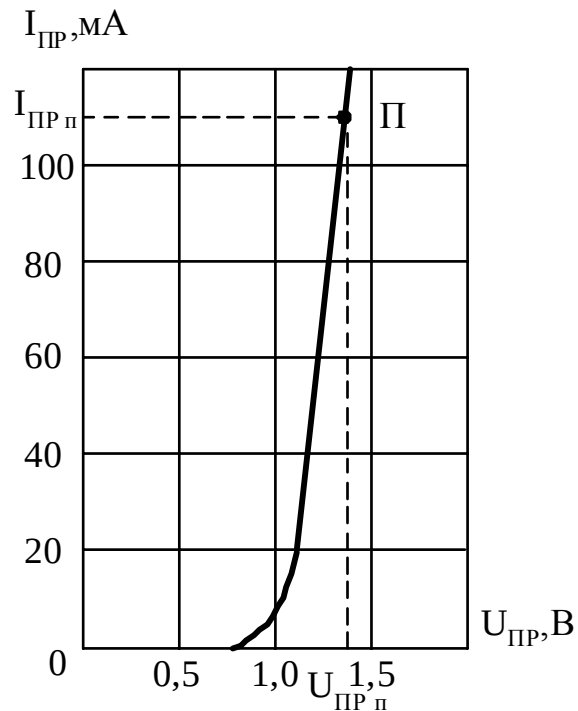


Рисунок 3.4 – Вольт-амперна характеристика світловипромінюючих діодів VD_2 та VD_3 типу АЛ108А

Потужність, величина якої розсіюється на резисторі R_1 , складає:

$$P_{R1} = (I_{VD_{ПР}})^2 \cdot R_1 = (110 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 82 = 0,99 \text{ Вт.}$$

Резистор R_1 вибираємо типу С2–23–2,0–82 Ом $\pm 10 \%$.

За допомогою вихідних в.а.х. транзистора VT_1 , які наведено на рисунку 3.2, визначаємо величину струму бази в точці П, значення якого становить $I_{Bн} = 0,4 \text{ мА}$. Вибираємо значення коефіцієнта насичення $S=2$ транзисторного ключа. При цьому розрахуємо величину струму бази насичення:

$$I_{Bн \text{ нас}} = S \cdot I_{Bн} = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ мА,}$$

розраховуємо номінальне значення опору резистору R_4 :

$$R_4 = \frac{U_{\text{ж}} - U_{\text{БЕ}n}}{I_{\text{БВТ}2}} = \frac{12 - 0,75}{0,8 \cdot 10^{-3}} = 14,1 \text{ кОм.}$$

Вибираємо номінальне значення опору резистора $R_4 = 15 \text{ кОм}$.

Потужність, величина якої розсіюється на резисторі R_4 , становить:

$$P_{R_4} = \frac{(U_{\text{ж}} - U_{\text{БЕ}n})^2}{R_4} = \frac{(12 - 0,75)^2}{15 \cdot 10^3} = 8,4 \text{ мВт.}$$

Вибираємо типу резистору R_4 : С2–23–0,125–15 кОм $\pm$ 10%.

У відповідності з технічним вимогами, що пред'являються до схеми перетворення вихідного сигналу ДВП, величина амплітуда вихідних імпульсів ДВП складає не менш +10 В, а значення амплітуди вихідного струму ДВП повинно бути більш 10 мА. Вимоги до вибору транзисторів VT_2 , VT_3 :

$$U_{\text{КЕ ДОП}} \geq 10 \text{ В}; \quad I_{\text{К ДОП}} \geq 10 \text{ мА.}$$

Цим параметрам задовольняє транзистор типу КТ660А. Він є кремнієвий епітаксійно-планарний п-р-п типу, має середню потужність та може працювати на високій частоті. Транзистор типу КТ660А має такі основні технічні параметри:

- допустима величина постійної напруги колектор-емітер, $U_{\text{КЕ ДОП}}$, В 45;
- допустима величина постійного струму колектору, $I_{\text{К ДОП}}$, А 0,8;
- значення напруги насичення колектор-емітер, $U_{\text{КЕ НАС}}$, В 0,05;
- середнє значення модуля коефіцієнту передачі за струмом за схемою включення зі спільним емітером $|h_{21E}|$ 165.

Для обмеження величини струму, який протікає через транзистор на рівні $I_{\text{К КЗ}}=10 \text{ мА}$ (див. рис. 3.5) застосовуємо резистори $R_7=R_8$, опір яких визначається таким чином:

$$R_7 = R_8 = \frac{U_{\text{ж}} - U_{\text{КЕн}}}{I_{\text{ККЗ}}} = \frac{12 - 1,0}{10 \cdot 10^{-3}} = 1,1 \text{ кОм.}$$

Проводимо лінію навантаження за постійним струмом на вихідних в.а.х. транзисторів VT_2 та VT_3 (лінія 1 на рис. 3.5). Потужність, величина якої розсіюється на резисторах R_7 та R_8 , дорівнює:

$$P_{R7} = P_{R8} = (I_{\text{ККЗ}})^2 \cdot R_7 = (10 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1,1 \cdot 10^3 = 0,11 \text{ Вт.}$$

Резистори $R_7 = R_8$ вибираємо типу С2–23–0,25–1,1 кОм $\pm$ 10%.

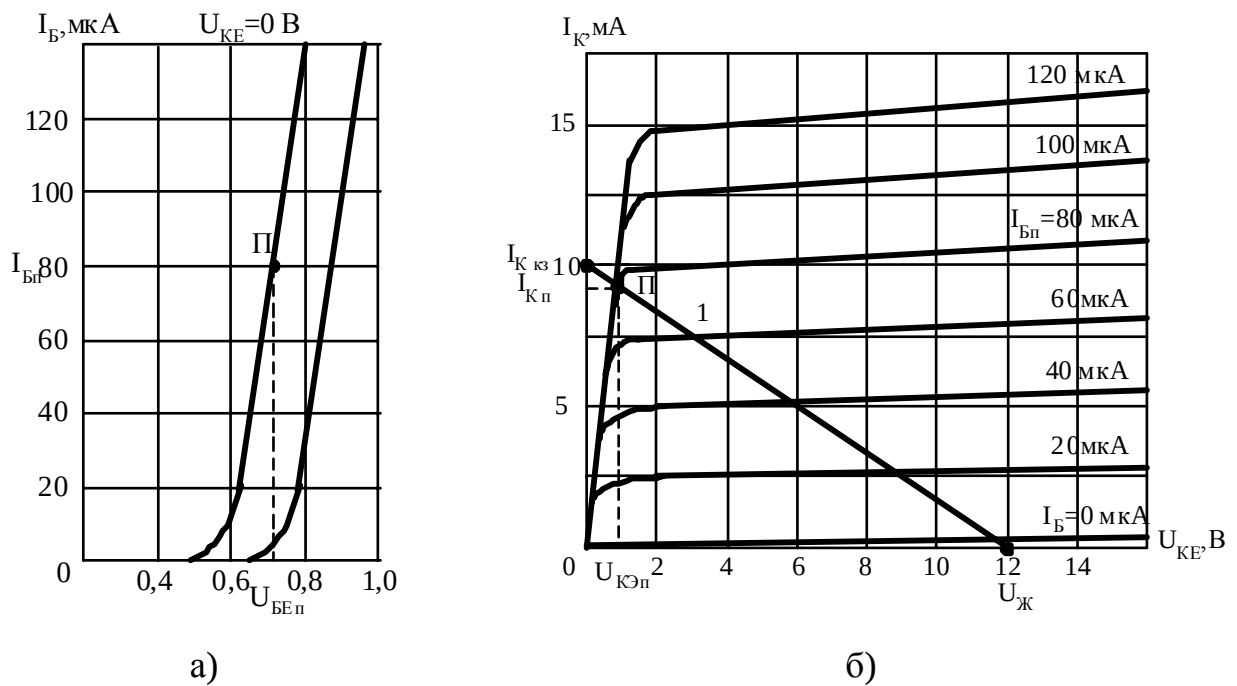


Рисунок 3.5 – Вхідні (а) та вихідні (б) вольт-амперні характеристики транзистора КТ660А

Координати точки спокою вибираються в режимі насичення транзистора (див. рис. 3.5), отже, знаходимо $I_{Bн} = 80 \mu\text{A}$. Вибирається величина коефіцієнта насичення $S=2$ транзисторного ключа. При цьому, значення струму бази насичення дорівнює:

$$I_{Bn} = S \cdot I_{Bn} = 2 \cdot 0,08 = 0,16 \text{ мА},$$

розраховується номінальне значення опорів резисторів R_5 та R_6 :

$$R_5 = \frac{U_{BX} - U_{BE n}}{I_{BVT 2}} = \frac{12 - 0,71}{0,16 \cdot 10^{-3}} = 70,6 \text{ кОм}.$$

Приймається номінальна величина опору резистору $R_5 = 75 \text{ кОм}$, потужність, величина якої розсіюється на резисторах R_5 та R_6 :

$$P_{R5} = P_{R6} = (I_{Bn})^2 \cdot R_5 = (0,16 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 75 \cdot 10^3 = 1,9 \text{ мВт}.$$

Резистори $R_5 = R_6$ вибираємо типу С2–23–0,125–75 кОм $\pm$ 10%.

3.2 Розрахунок блоку гальванічної розв'язки вихідних сигналів сенсора витрат пального

До параметрів блоку гальванічної розв'язки вихідних сигналів ДВП та мікропроцесорного блоку висувуються такі технічні вимоги:

– значення вихідної напруги ДВП, В	не більш +12;
– амплітуда вхідної напруги мікропроцесорного блоку вимірювача витрат, В	не менш +4;
– значення вихідного струму ДВП, мА	не більш 10;
– величина вхідного струму мікропроцесорного блоку вимірювача витрат, мкА	не більш 25;
– максимальна значення частоти імпульсної послідовності, Гц	не більш 200;
– величина напруги ізоляції, В	не менш 1500.

Схему принципова блоку гальванічної розв'язки вхідних сигналів наведено на рисунку 3.6. Якщо на виходах ДВП є значення напруги, що відповідає рівню логічного нуля, то транзистор VT_2 знаходиться в режим відсічки (закритий стан). Струм від джерела живлення $U_{Ж}=+12\text{ В}$ проходить через відкритий світловипромінюючий діоді оптрона DB_1 , резистори R_{10} , R_9 і R_7 . Потік оптичного випромінювання від світловипромінюючого діода оптрона DB_1 відкриває фототранзистор оптрона. На виході схеми гальванічної розв'язки генерується напруга, значення якої відповідає рівню логічної одиниці. У схемі гальванічної розв'язки здійснюється інвертування вихідного сигналу.

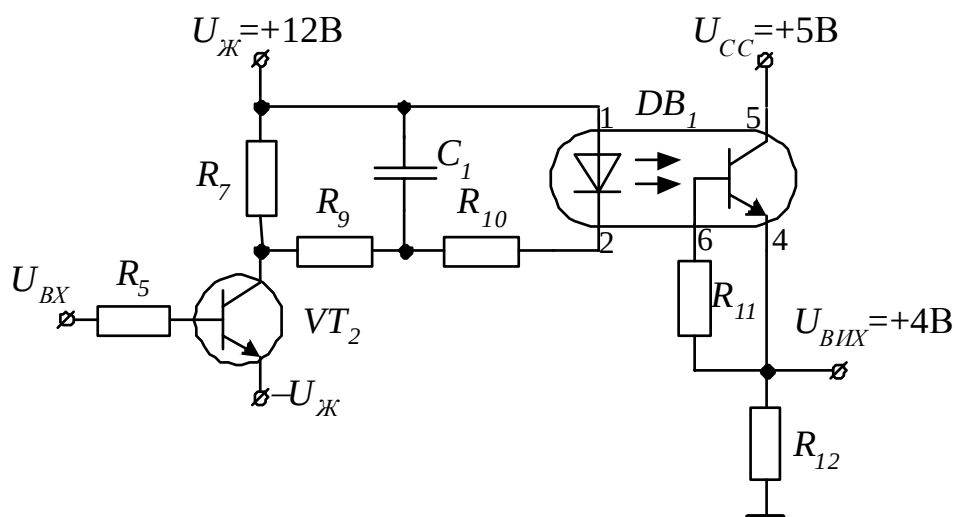


Рисунок 3.6 – Схема принципова гальванічної розв'язки вхідних сигналів

Під час наявності високого рівня вхідної напруги, значення якого відповідає рівню логічної одиниці, на вході схеми гальванічної розв'язки транзистор VT_2 переходить до насиченого стану. Струм від джерела живлення проходить через резистор R_7 , а також насичений транзистор VT_2 . Світловипромінюючий діод оптрона DB_1 включений у зворотному напрямі, під час цього включення він не випромінює оптичний потік. Фототранзистор оптрона DB_1 переходить до режимі відсічки (запертий стан). На виході схеми гальванічної розв'язки генерується напруга, значення якої відповідає рівню логічного нуля.

На основі технічних вимог до вхідного струму блоку гальванічної розв'язки, значення його вхідного струму повинно бути не більше 10 мА, а величина вхідної напруги не більше 12 В, отже, вимоги для вибору оптрона DB_1 :

$$U_{BX} \geq U_{Ж} = 12 \text{ В}; \quad I_{IP} \leq 10 \text{ мА}.$$

Цим параметрам задовольняє оптрон DB_1 типу 2N35, який має такі технічні характеристики:

- коефіцієнт передачі за струмом, C_{RT} від 100 до 600;
- величина вхідного струму оптрону, I_F , мА 10;
- максимальне значення напруги під час дії закритого стану транзистору, $U_{KE\max}$, В 30;
- значення напруги ізоляції, В 2500;
- кількість каналів 1.
- тип сигналу на виході DC.

Вхідну в.а.х. оптрону типу 2N35 наведено на рисунку 3.7, а вихідну в.а.х. оптрону 2N35 представлено на рисунку 3.8.

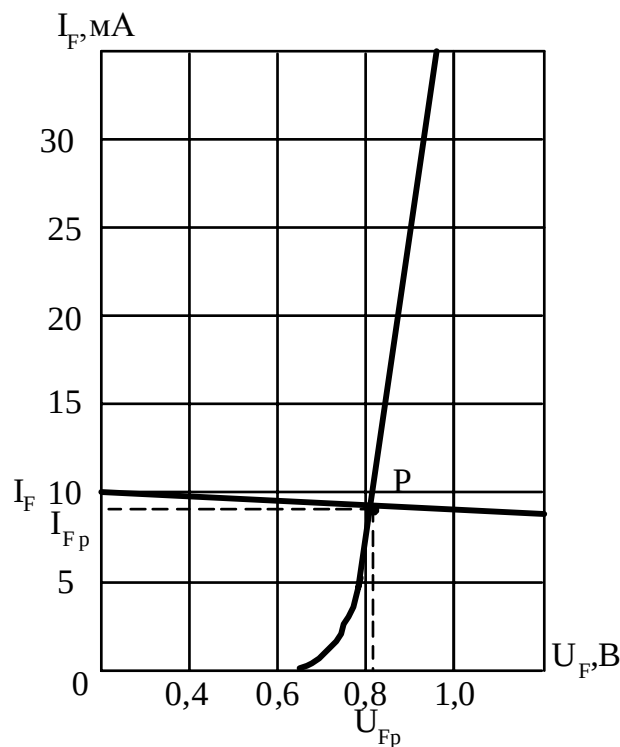


Рисунок 3.7 – Вхідна в.а.х. оптрону 2N35

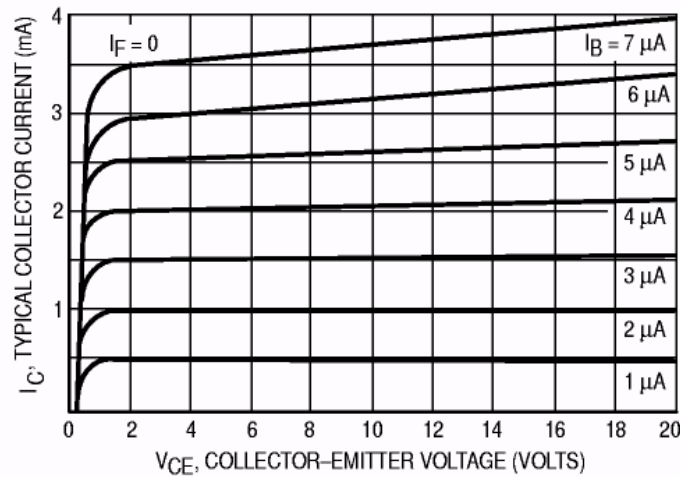


Рисунок 3.8 – Вихідна в.а.х. оптрону 2N35

Для забезпечення величини вхідного струму оптрону $I_F=10$ мА (див. рис. 3.7) значення сумарного опору резисторів дорівнює:

$$R_9 + R_{10} = \frac{U_{\text{ж}}}{I_F} = \frac{12 - 0,81}{10 \cdot 10^{-3}} = 1119 \text{ Ом.}$$

Номінальне значення опору резисторів становить $R_9 = R_{10} = 510$ Ом. Потужність, величина якої розсіюється на резисторах R_9 та R_{10} , дорівнює:

$$P_{R_{10}} = P_{R_9} = (I_F)^2 \cdot R_9 = (10 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 510 = 0,051 \text{ Вт.}$$

Резистори $R_9 = R_{10}$ вибираємо типу С2-23-0,125-510 Ом $\pm$ 10%.

Максимальне значення частоти імпульсів на вході схеми гальванічної розв'язки дорівнює 200 Гц. Величина періоду вхідних імпульсів дорівнює $T = 5$ мс. Для усунення високочастотних наведень використовується низькочастотний фільтр $C_1 - R_9$. Закон зміна напруги на конденсаторі C_1 може бути описано такою функціональною залежністю:

$$U_C(t) = U_{\text{ж}} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_{\text{ФНЧ}}}},$$

де $\tau_{\phi HC} = C_1 \cdot R_9$ – постійна часу RC-кола.

На основі допущення, що $\tau_{HC\phi} = 0,01 \cdot T = 0,01 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,05$ мс розрахується необхідне значення ємності конденсатору низькочастотного фільтра:

$$C_1 = \frac{\tau_{\phi HC}}{R_2} = \frac{0,05 \cdot 10^{-3}}{510} = 0,1 \text{ мкФ}.$$

Конденсатор $C_1=0,1$ мкФ вибирається типу К10-17-16-Н90-0,1мкФ.

Номінальне значення опору резистору R_{12} визначається на основі коефіцієнту передачі оптрону за струмом:

$$R_{12} = \frac{U_{CC}}{\frac{I_F}{CRT}} = \frac{5}{\frac{10 \cdot 10^{-3}}{400}} = 200 \text{ кОм}.$$

Потужність, величина якої розсіюється на резисторі R_{12} , дорівнює :

$$P_{R_{12}} = \left(\frac{I_F}{CRT} \right)^2 \cdot R_{12} = \left(\frac{10 \cdot 10^{-3}}{400} \right)^2 \cdot 200 \cdot 10^3 = 0,125 \text{ мВт}.$$

Резистор R_{12} вибирається типу С2-23-0,125-200 кОм $\pm$ 10%.

Для забезпечення надійного замикання вихідного транзистору застосовується резистор R_{11} типу С2-23-0,125-510 кОм $\pm$ 10%.

ВИСНОВКИ

У випускній кваліфікаційній роботі виконано розробку електронного пристрою контролю витрати палива в колонці. Електронний пристрій призначений для здійснення вимірювального контролю та керування витратою пального колонці в умовах автоматичної заправної станції. Пристрій за завданням з пульта дистанційного керування здійснює вимірювальний контроль витрати пального, відображає дані щодо зміни поточної витрати, вартості пального та загальну суму виданого на індикаторах, також він передає отримані дані до пульта керування.

Метою розробки є покращення метрологічних характеристик, інформативності та ефективності пристрою вимірювального контролю та обліку реалізованого пального на автоматній заправній станції, а також підвищення оперативності керування витратою пального й зменшення впливу людського фактору. Електронний пристрій вимірювального контролю витрат пального задовольняє таким технічним вимогам:

- значення номінальної витрати через кран, л/хв: 50;
- мінімальна кількість видачі пального, л: 2;
- величина відносної похибки вимірювання витрати, % не більш 0,25;
- кількість кранів у колонці 4.

Виконано проектування електронного пристрою вимірювального контролю витрати пального в колонці: розроблена схема структурна електронного пристрою; схема перетворення вихідного сигналу від датчику витрат пального; блок гальванічної розв'язки вихідних сигналів датчика витрат пального від мікропроцесорного блоку.

Пристрій розрахований на роботу в діапазоні зміни температур від -30 до $+45^{\circ}\text{C}$ під час дії відносної вологості повітря до 98% та барометричного тиску від 740 до 800 мм.рт.ст.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Цагарели, Д.В. Технологическое оборудование автозаправочных станций (комплексов) Автозаправочные станции / Д.В. Цагарели, В.А. Бондарь, Е.И. Зоря. – М.:ООО «Паритет Граф», 2000. – 408 с.
2. Устройство отсчетное «ЭЦТ 1-16К». Руководство по эксплуатации. – ЗАО «Научно-производственное предприятие по разработке и освоению автозаправочной техники», 2000. – 17 с.
3. Устройство отсчетное «Топаз - 106ЦМ». Руководство по эксплуатации. – Вологодск: ООО "ТОПАЗ-ЭЛЕКТРО ", 2001. –16 с.
4. Хансуваров, К.И. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара / К.И. Хансуваров, В.Г. Цейтлин. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 287 с.
5. Измерения в промышленности: Справ. изд. в 3-х кн. Кн.2. Способы измерения температуры: Пер. нем./ Под ред. Профоса П. – 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Металлургия, 1990. — 384 с.
6. Забродин, Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов / Ю.С. Забродин. – М.: Высшая школа, 1982. – 496 с.
7. Полупроводниковые приборы. Транзисторы средней и большой мощности./ Под ред. А. В. Голомедова. – М.: Радио и связь, 1989. – 640 с.
8. Шевченко, Н.Ф. Основы взрывозащищенности электрооборудования / Н.Ф. Шевченко, М.В. Хорунжий, Н.А. Бойков. – М.: Энергоиздат, 1982. –320 с.
9. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: Справочник/ Под ред. Г.С. Найвельта. – М.: Радио и связь, 1986. – 576 с.
10. Угрюмов, Е.П. Цифровая схемотехника / Е.П. Угрюмов. –СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 528 с.
11. Зубчук, В.И. Справочник по цифровой схемотехнике / В.И. Зубчук, В.П. Сигорский, А.Н. Шкуро. – К.: Техника, 1990. – 448 с.

12. Новиков, Ю.В. Разработка устройств сопряжения / Ю.В. Новиков, О.А. Калашников, С.Є. Гуляев. – М.: «Эком», 1998. – 224 с.

13. Схемотехніка електронних систем: підруч. для вищ. навч. закл.: у 3 т. Т. 1 Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої; Т. 2 Цифрова схемотехніка; Т. 3 Мікропроцесори та мікроконтролера / В.І. Бойко, А.М. Гуржій, В.Я. Жуйков, А.А. Зорі, В.М. Співак, Т.О. Терещенко. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища школа, 2004. – 1188 с.

14. Основи технічної електроніки: підручник у 2 т. Т. 2. Схемотехніка / В.І. Бойко, В.Я. Жуйков, А.А. Зорі, В.М. Співак, Т.О. Терещенко. – К.: Вища шк., 2007. – 512 с.

15. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: учеб. для вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – 4-е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2006. – 799 с

16. Хоровиц П. Искусство схемотехники: монография / П. Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: БИНОМ, 2009. – 704 с.

17. Щербаков В.И. Электронные схемы на операционных усилителях: справочник /В.И. Щербаков, Г.И. Гнездов. – К.: Техника, 1983. – 213 с.

18. Титце У. Полупроводниковая схемотехника: в 2 т.: пер. с нем. – Т.1. –/ У. Титце, К. Шенк. – М.: Додэка–XXI, 2008. – 832 с.

19. Опадчий Ю.Ф. / Аналоговая и цифровая схемотехника (Полный курс): учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; под ред. О.П. Глудкина. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2000. – 768 с.

20. Жидецкий, В.Ц. Практикум по охране труда / В.Ц. Жидецкий и др. – Л.: Афиша. – 2000 – 349 с.

Додаток А – Технічне завдання на розробку електронного пристрою контролю витрати палива в колонці

А.1 Найменування й область застосування пристрою

А.1.1 Повне найменування пристрою

Електронний пристрій контролю витрати палива в колонці, скорочено ЕПКВП.

А.1.2 Область застосування пристрою

ЕПКВП призначено для вимірювання та обліку витраченого реалізованого пального на автоматизованій заправною станцією. ЕПКВП може використовуватися як автономно, так і в складі автоматизованої системи керування автозаправною станцією.

А.1.3 Загальна характеристика об'єкту контролю

Паливо-роздавальні колонки, що входять до складу автозаправної станції, використовуються для видачі бензину із паливних резервуарів відповідно до отриманого завдання. Витрата бензину складає 50 л/хв., похибка визначення витрати становить 0,5 %.

А.2 Підстави для проведення проектних робіт

Підставою для проведення проектних робіт є наказ по ДВНЗ «ДонНТУ» № 180 від 30.03.2020 р. про затвердження тем випускних кваліфікаційних робіт бакалаврів.

А.3 Мета та призначення розробки

А.3.1 Мета розробки

Метою розробки є покращення інформативності, метрологічних характеристик і ефективності системи вимірювання та обліку витраченого реалізованого палива на автоматизованій заправній станції, підвищення оперативності керування витратою бензину та зменшення впливу людського фактору.

А.3.2 Призначення розробки

Призначенням розробки є контроль витрат бензину в паливо-роздавальних колонках в умовах автозаправної станції.

А.4 Джерела розробки

Технічна документація та звіт з переддипломної практики.

А.5 Технічні вимоги

А.5.1 Склад пристрою та вимоги до його складових частин

А.5.1.1 Найменування, кількість і призначення блоків пристрою

ЕПКВП повинен мати в своєму складі такі блоки, вузли і датчики:

- пульт дистанційного керування – формує завдання на роботу ЕПКВП;
- мікропроцесорний блок – обробляє сигнали від пульта дистанційного керування та визначає кількість виданого палива;
- датчик положення пістолета – визначає початок та кінець роботи

паливо-роздавальної колонки;

– датчик витрати палива – перетворює обертання валу вимірювача об'єму до послідовності прямокутних імпульсів;

– блок гальванічної розв'язки – призначений для гальванічної розв'язки сигналів з виходів датчиків з входами мікропроцесорного блоку;

– контактор (магнітний пускач) насоса – призначений для включення насоса, що подає паливо до паливо-роздавальний крана;

– клапан зниження витрати – призначений для зменшення швидкості потоки пального;

– блок індикації – відображає поточну кількість виданого пального в літрах та його вартість.

A.5.1.2 Конструктивні вимоги

Мікропроцесорний блок та блок гальванічної розв'язки мають бути виконані у вигляді одного конструктивного блоку, всі елементи якого розміщено на одній друкованій платі. Датчик витрати пального та блок індикації мають бути виконані у вигляді окремих блоків. Габаритні розміри системи не повинні перевищувати 250x150x30 мм.

A.5.1.3 Вимоги до ваги

Вага електронного пристрою не повинно перевищувати 5 кг.

A.5.2 Показники призначення

ЕПКВП повинен задовольняти таким вимогам:

- | | |
|--|----------------|
| – номінальна витрата через паливо-роздавальний кран, л/хв: | 50; |
| – мінімальна доза видачі, л: | 2; |
| – відносна похибка вимірювання витрати, % | не більш 0,25; |

	55
– кількість паливо роздавальних кранів	4;
– тип вихідного сигналу ДРТ:	прямокутні імпульси;
– кількість пального за один повний оберт вхідного валу, л	0.5;
– зсув фаз між імпульсами ДРТ1 і ДРТ2, градусів:	90;
– напруга живлення, В:	від 198 до 242;
– номінальна частота живлячої мережі, Гц:	50;
– діапазон відхилення напруги живлячої мережі від номінального, %:	від – 15 до + 10.

А.5.3 Вимоги до надійності

Середній наробіток на відмову, годин	не менш 5 000;
Середній час відновлення, годин	не більш 1,0;
Імовірність безвідмовної роботи	не менш 0,95.

А.5.4 Вимоги до технологічності, рівня уніфікації та стандартизації

ЕПКВП повинен бути технологічним у виготовленні та мати максимальну кількість уніфікованих та стандартизованих збірних одиниць.

А.5.5 Умови експлуатації

ЕПКВП, що проектується, повинен нормально функціонувати під час зміни температури навколишнього середовища від -30 до $+ 45^{\circ}\text{C}$, відносної вологості до 98 % та барометричного тиску від 740 до 860 мм.рт.ст.

А.5.6 Вимоги безпеки, охорони праці, здоров'я і навколишнього середовища

Заходи щодо охорони праці потрібно розробити відповідно до НПАОП, ДСТУ, ССБТ, СНіПами, правилами по ПУЕ, ПТБ та іншими спеціальними документами та підтвердити розрахунками або обґрунтуванням із посиланням на відповідний документ.

А.6 Етапи розробки

Випускна кваліфікаційна робота бакалавра відповідає стадії розробки «Технічне проектування» і повинен мати такі документи: пояснювальна записка; схема електрична структурна; схема електрична принципова.

ДОДАТОК Б – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуаціях на підприємстві

До приміщення науково-дослідного відділу й організації робочого місця з обліком шкідливих виробничих факторів пред'являється ряд вимог. Приміщення в якому знаходиться робоче місце з ПК повинно мати природне освітлення, бажано з однобічним розміщенням світопрорізів, площа осклянілості яких не повинна перевищувати 25 % від площі стіни світопрорізами. Віконні прорізи в приміщенні з ПК повинні мати регульовані жалюзі чи занавеси або інші сонцезахисні пристрої. Не допускається розташування робочих місць із ПК у підвальних і цокольних поверхах. Робочі місця з ПК рекомендується розміщати в окремих приміщеннях. Площа на одного працюючого з ПК повинна складати 6 м^2 , об'єм – 20 м^3 . Неприпустиме розташування ПК, при якому працюючий звернений обличчям, або спиною до вікон чи кімнати задньої частини ПК, у яку монтуються вентилятори.

Забороняється застосовувати для обробки інтер'єра приміщень із ПК полімерні матеріали (дерев'яностружечні плити, шпалери що миються, плівкові та рулоні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик та ін.), що виділяються в повітря шкідливі хімічні речовини, що перевищують гранично допустимі концентрації, не включені в «Перелік дозволених», МЗ» 1977-1985 р.

В лабораторії вимірювальної техніки та науково-дослідної роботи робочі місця з ПК розташовані від стіни з вікнами на відстані 1 м, відстань між столами складає 3 м. Екрани відеомоніторів ПК знаходяться від очей користувача на відстані 700 мм відповідно до СН 512-78, приміщення ($S=21 \text{ м}^2$, $V=73,5 \text{ м}^3$) дозволяє розташовувати більше 3 робочих місця.

Робочі місця в положенні сидячі відповідають вимогам ДСТ 12.2.032 – 78 та ДСТ 12.2.029 – 77. Поверхня робочого столу знаходиться на висоті 0,75 метрів від підлоги, розміри робочої поверхні стільниці складають 1050x590 міліметрів, розміри вільного простору для ніг під столом складає висота 650, глибина 550, ширина 450 міліметрів відповідно. Робочий стілець оснащений

підйомно-поворотнім пристроєм, що забезпечує регуляцію висоти сидіння і спинки, пневматичним і гідравлічними амортизаторами та обладнанні підлокітниками.

Б.1 Мікроклімат робочого місця

У приміщенні науково-дослідного відділу є джерела тепловиділення, тому необхідно визначити необхідні умови його вентилявання. Витрату повітря в приміщенні з додатковим тепловиділенням визначаємо за формулою:

$$L = \frac{Q_{\text{НАД}}}{c \cdot p \cdot (t_B - t_H)}, \quad (\text{Б.1})$$

де $Q_{\text{НАД}}$ – надлишкове виділення тепла в робочому приміщенні, ккал/год.; c – теплоємність повітря (0,237 ккал/кг); p – обсягова вага повітря (1,226 кг/м³); t_B – температура витяжного повітря (30°C); t_H – температура приточного повітря (20°C).

Розрахуємо надлишкове надходження тепла за наступною формулою:

$$Q_{\text{НАД}} = Q_{\text{УСТ}} + Q_{\text{ПЕР}} + Q_{\text{ОСВ}} + Q_{\text{СР}}, \quad (\text{Б.2})$$

де $Q_{\text{УСТ}}$ – виділення тепла від устаткування; $Q_{\text{ПЕР}}$ – виділення тепла робітниками; $Q_{\text{ОСВ}}$ – надходження тепла від електричного освітлення; $Q_{\text{СР}}$ – надходження тепла від сонячної радіації через вікна.

Визначимо виділення тепла від устаткування за формулою:

$$Q_{\text{УСТ}} = P \cdot K_a \cdot K_o \cdot 860, \quad (\text{Б.3})$$

де P – сумарна потужність устаткування, кВт/год; K_a – коефіцієнт установленної потужності (0,95); K_o – коефіцієнт одночасної роботи (1,0).

$$\begin{aligned} Q_{уст} &= [x_1 \cdot k_1 + x_2 \cdot k_2 + x_3 \cdot k_3 + x_4 \cdot k_4 + x_5 \cdot k_5 + x_6 \cdot k_6 + x_7 \cdot k_7 + \\ &+ x_8 \cdot k_8 + x_9 \cdot k_9] \cdot K_a \cdot K_o \cdot 860 = \\ &= [1 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,07 + 2 \cdot 0,4 + 1 \cdot 0,06 + 1 \cdot 0,05 + 1 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,15 + \\ &+ 1 \cdot 3,5] \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 860 = 5131 \text{ ккал/год.} \end{aligned}$$

Визначимо виділення тепла від обслуговуючого персоналу за допомогою наступної формули:

$$Q_{пер} = n \cdot g = 2 \cdot 100 = 200 \text{ ккал/год,} \quad (\text{Б.4})$$

де n – кількість працюючих; g – кількість тепла, що виділяє один працівник за годину (100 ккал/год.).

Визначимо надходження тепла від електричного освітлення за формулою:

$$Q_{осв} = E_M \cdot g_1 \cdot S = 300 \cdot 0,05 \cdot 21 = 315 \text{ ккал/год,} \quad (\text{Б.5})$$

де E_M – нормована освітленість для цієї зорової роботи, величина якої дорівнює 300 лк; g_1 – питоме тепловиділення на 1 м² підлоги при 1 лк освітленості (для / люмінесцентних ламп – 0,05 ккал/год.) S – площа приміщення, м².

Визначимо надходження тепла від сонячної радіації через вікна за наступною формулою:

$$Q_{сп} = F \cdot g_2 \cdot K_{осл} = 7,5 \cdot 65 \cdot 0,4 = 195 \text{ ккал/год,} \quad (\text{Б.6})$$

де F – площа віконних прорізів (3х2,5=7,5 м²); g_2 – кількість тепла, що

надходить через 1 м² віконного прорізу (65 ккал/год.); $K_{осл}$ – коефіцієнт ослаблення, приймаємо 0,4.

Визначимо кількість надлишкового тепла:

$$Q_{НАД} = Q_{УСТ} + Q_{ПЕР} + Q_{ОСВ} + Q_{СР} = 5131 + 200 + 315 + 195 = 5841 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо витрати повітря в приміщенні:

$$L = \frac{Q_{НАД}}{c \cdot \rho \cdot (t_B - t_H)} = \frac{5848}{0,237 \cdot 1,226 \cdot (30 - 20)} = 2010 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Існуюча в наявності система кондиціонування та вентилявання має продуктивність 2200 куб. м./годину, що задовольняє необхідним нормативам.

Параметри мікроклімату на робочих місцях регламентуються ДНАОП 0.03.3.15 – 86 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень № 4088–86». Відповідно доданих санітарних норм температура повітря, швидкість руху повітря та відносна вологість у холодні періоди року повинна складати (22 – 24) градуса за Цельсієм, 0,1 метра в секунду та 40-60 % відповідно. При збереженні всім параметрів можливе коливання температури від 21 до 25 градусів Цельсія. У теплі періоди року температура повітря повинна складати (23 – 25) градусів Цельсія, рухливість повітря (0,1 – 0,2) метрів секунду, вологість (40 – 60) %. Температура може коливатися від 22 до 26 градусів Цельсія при збереженні всіх інших параметрів мікроклімату. Вище зазначені норми цілком відповідають фактичним даним приміщення лабораторії вимірювальної техніки та науково-дослідним відділом.

Б.2.2 Розрахунок системи загального рівномірного освітлення з лампами розжарювання для приміщення, в якому використовуються зорові роботи високої точності

Розміри приміщення: довжина ($a=6$ м), ширина ($b=3,5$ м), висота ($h=3,5$ м). Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття $P_{стелі} = 70 \%$, $P_{стін} = 50 \%$. Висота робочих поверхонь (столів) $h_p = 0,7$ м. Для освітлення прийнято світильники типу УПМ-15, які підвищуються до стелі, відстань від світильника до стелі $h_c = 0,4$ м. Мінімальна освітленість за нормами $E=200$ лк.

1) Визначимо висоту підвісу світильників над підлогою

$$h_0 = H - h_c = 3,5 - 0,4 = 3,1 \text{ м.}$$

Для світильників загального освітлення з лампами розжарювання потужністю до 200 Вт мінімальна висота підвісу над підлогою відповідно до СНІП П-4-79 повинна бути у межах (2,5 – 4,0) м, залежно від характеристики світильника. В лабораторії вимірювальної техніки та науково-дослідному відділу відповідає цій вимозі.

2) Визначимо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p = 3,1 - 0,4 = 2,7 \text{ м.}$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками (L) та висоти їх підвісу (h).

3) Визначимо рекомендовану відстань між світильниками

$$L = 0,7 \cdot h = 0,7 \cdot 2,7 = 1,9 \text{ м.}$$

4) Розрахуємо необхідну кількість світильників

$$N = \frac{a \cdot b}{L^2} = \frac{6 \cdot 3,5}{2^2} = 6.$$

Приймаємо 6 світильників, враховуючи розміри приміщення розміщуємо їх у два ряди по 3 штуки.

5) Світловий потік лампи світильника (Φ_L) визначається за формулою:

$$\Phi_L = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta},$$

де E – нормативна освітленість, лк; K_3 – коефіцієнт запасу, який враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп; S – площа приміщення, що освітлюється, м²; Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення для ламп розширювання (1,15); N – кількість світильників; n – кількість ламп у світильнику; η – коефіцієнт використання світового потоку, який визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення (i) та коефіцієнтів відбиття стін та стелі.

6) Визначимо показник приміщення:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{6 \cdot 3,5}{3,5 \cdot (6 + 3,5)} = 2,21.$$

Коефіцієнт використання $\eta = 0,48$ для світильника УПМ-15 (при $i = 2,5$, $P_{стелі} = 70\%$, $P_{стін} = 50\%$)

Світловий потік одного світильника, а значить і лампи, оскільки за конструктивним виконанням у світильнику цього типу встановлена лише одна лампа, дорівнює:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 21 \cdot 1,15}{6 \cdot 1 \cdot 0,48} = 1677 \text{ лм.}$$

9) обираємо лампу Б-150 потужністю 150 Вт, світловий потік якої становить 2100 лм. Хоча це значення на 18% більше розрахованого, однак не перевищує встановлену норму ($-0\% < \Phi_{\text{л}} < +20\%$). Сумарна електрична потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні становить:

$$P_{\text{CB}} = P \cdot N = 150 \cdot 6 = 900 \text{ Вт.}$$