

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

Кафедра приладів та систем неруйнівного контролю

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Протасов А.Г.

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 6.051003 «Приладобудування»

на тему: «Прилад для вимірювання вологості тканин»

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи ПК-51

Федина Владислав Віталійович _____

Керівник:

к.т.н, доцент

Петрик В.Ф. _____

Консультант з розділу «Графічний»

асистент

Богдан Г.А. _____

Консультант з розділу «Технічний»

к.т.н, доцент

Баженов В.Г. _____

Рецензент:

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2019 року

| | | | | | | |
|-----------------------|----------------------------|-------------------|------------------|---|---|--------------------|
| | | | | | | |
| | | | | <i>ПК51170000.000</i> | | |
| | <i>ПІБ</i> | <i>Пі дп.</i> | <i>Д ата</i> | | | |
| <i>Розро б.</i> | <i>Федина В.В.</i> | | | <i>Відомість дипломного проекту</i> | <i>Л ист</i> | <i>Лис тів</i> |
| <i>Керів н.</i> | <i>Петрик В.Ф.</i> | | | | <i>1</i> | <i>1</i> |
| <i>Консу льт.</i> | <i>Баженов В. Г.</i> | | | | <i>НТУУ «КПІ» Каф. <u>ПСНК</u> Гр. <u>ПК-51</u></i> | |
| <i>Н. контр.</i> | | | | | | |
| <i>Зав. каф.</i> | <i>Протасо в А. Г.</i> | | | | | |

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Прилад для вимірювання вологості тканин»

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Приладобудівний факультет

Кафедра приладів та систем неруйнівного контролю

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки (програма професійного спрямування) – 6.051003
«Приладобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Протасов А.Г.

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Федина Владислав Віталійович

1. Тема проекту «Прилад контролю вологості тканин», керівник проекту
Доцент Петрик Валентин Федорович, затверджені наказом по університету від
«27» травня 2019 р. № 1384-с

2. Термін подання студентом проекту 10 травня 2019

3. Вихідні дані до проекту: вимірювання вологості оптичними методами, метод
контролю проходженням випромінювання;; тип перетворювача – параметричний;

4. Зміст пояснювальної записки

Вступ

1. Аналітичний огляд

2. Розрахункова частина

3. Розробка функціональної схеми

4. Розрахунок показників надійності

5. Конструкторсько-технологічна частина

6. Методика контролю

7. Аналіз похибок

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) 5 креслеників

1 – Схема електрична принципова

2 – Схема структурна

3 – Датчик випромінювання

4 – Датчик приймання

5 – Корпус

6 – Кінематична схема

7 – Тримач

6. Консультанти розділів проекту*

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|-----------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Графічний | асистент Богдан Г.А. | | |
| Технічний | к.т.н Баженов В.Г. | | |

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

| № з/п | Назва етапів виконання дипломного проекту | Термін виконання етапів проекту | Примітка |
|-------|---|---------------------------------|----------|
| 1 | Формулювання завдання проекту | 15.03.2019 | |
| 2 | Проведення аналітичного огляду | 10.04.2019 | |
| 3 | Розрахунок компонентів | 25.04.2019 | |
| 4 | Розробка експериментальної моделі | 15.05.2019 | |
| 5 | Розробка креслеників | 12.06.2019 | |

Студент
Керівник проекту

Федина В.В.
Петрик В.Ф.

Анотація

Даний дипломний проект складається з 68 сторінок, 35 ілюстрацій, 54 формул, 12 літературних джерел.

Ключові слова: Вимір вологості, Оптичний вологомір, Оптичні методи НК, Вологомір.

В дипломному проекті було проведено дослідження різних методів контролю вологості тканин.

Складено структурну та функціональну схеми. На основі креслеників було також розроблено принципіальну схему.

В результаті дослідження було обрано метод проходження випромінювання, що пройшло через ОК для подальших досліджень та розробки приладу.

Мета роботи полягає в дослідженні методів виміру вологості. Вибір методу для контролю всього ОК та розробка проекту приладу.

Об'єкт дослідження – процес виміру вологості методом проходження випромінювання через ОК.

Предмет дослідження – методи виміру вологості тканин

Наукова новизна – прилад спроектовано так, що ми можемо контролювати весь ОК з достатньо високою точністю

Abstract

This diploma project consists of 68 pages, 35 illustrations, 54 formulas, 12 literary sources.

Key words: Measuring moisture content, optical moisture meter, optical methods of non-destructive testing, Moisture meter.

In the diploma project the research of different methods of control of tissue moisture was conducted.

Structural and functional diagrams are made. Based on the drawings, a principal scheme was also developed.

As a result of the study, the method of radiation passing through the OK was selected for further research and development of the device.

The **purpose of the work** is to study the methods of measuring moisture. Choosing a method for controlling all OK and developing a device design.

The **object of the study** methods for measuring the moisture content of tissues

Scientific novelty - The device is designed in such a way that we can control all object of control with a sufficiently high accuracy

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Вступ | 11 |
| Розділ 1. Аналітичний огляд..... | 15 |
| 1.1. Постановка завдання..... | 15 |
| 1.2. Огляд існуючих методів | 15 |
| 1.2.1. Класифікація методів виміру вологості..... | 15 |
| 1.2.2. Спектральні характеристики вологих матеріалів | 21 |
| 1.2.3. ГЧ-вологоміри, основані на прийомі відбитого випромінювання... 24 | |
| 1.2.4. ГЧ-вологоміри, основані на прийомі випромінювання, яке пройшло крізь об'єкт контролю | 26 |
| 1.2.5. Оптиелектронні вологоміри..... | 30 |
| 1.3. Аналіз об'єкта контролю | 36 |
| 1.4. Вибір та обґрунтування методу контролю | 38 |
| 1.5. Обґрунтування вибору структурної схеми | 39 |
| Розділ 2. Розрахункова частина..... | 43 |
| 2.1. Розробка та розрахунок кінематичної схеми..... | 43 |
| 2.2. Розробка та розрахунок оптичної схеми..... | 49 |
| 2.2.1. Розробка оптичної схеми | 49 |
| 2.2.2. Розрахунок оптичної схеми | 50 |
| 2.2.3. Світлотехнічний розрахунок оптичної схеми | 53 |
| Розділ 3. Розробка функціональної схеми..... | 55 |
| 3.1. Розробка та опис структурної схеми | 55 |
| 3.2. Розробка та опис функціональної схеми..... | 56 |
| Розділ 4. Розрахунок показників надійності | 59 |
| Розділ 5. Конструкторсько-технологічна частина..... | 65 |
| Розділ 6. Методика контролю..... | 70 |
| Розділ 7. Аналіз похибок..... | 72 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| Список використаної літератури..... | 77 |
|-------------------------------------|----|

ВСТУП

Одною із актуальних проблем сучасної техніки являється контроль вологості твердих матеріалів. Сьогодні важко назвати об'єкти контролю або виробничі процеси, які б не боролися за підвищення якості промислової і сільськогосподарської продукції зв'язаної в першу чергу з виконанням всіх вимог державних стандартів, в тому числі і дотримання допустимих границь вологості матеріалів.

Кількісний вміст вологи, передбачений стандартами, визначається найрізноманітнішими методами, які залежать від властивостей контрольованих матеріалів. В даний час досліджуються і застосовуються десятки різних методів визначення вологості різноманітніших твердих тіл, рідин і газів. Багато із них увійшли до стандартів як обов'язкові при прийманні і контролі якості продукції; інші з успіхом використовуються при створенні експресних лабораторних і автоматичних промислових приладів – вологомірів.

До складу більшості неметалічних промислових виробів і сільськогосподарських продуктів входить волога, яка визначає їх технологічні і споживчі властивості. Як повна відсутність вологи так і її надлишок погіршує фізико-хімічні і фізико-механічні властивості більшості матеріалів, тоді як оптимальний її вміст (різний для різних матеріалів, виробів і продуктів) забезпечує їх високу якість.

Тому вологість матеріалів являється одним із найважливіших якісних показників продукції і строго регламентується державними стандартами.

У зв'язку з тим, що вологість матеріалів не тільки характеризує їх чисту вагу, але у ряді випадків впливає на їх технологічні властивості, в деяких галузях народного господарства крім обмежень, що передбачаються стандартами, користуються технічними нормами і умовами, які обмежують вологість сировини, напівфабрикатів і проміжних продуктів в процесі виробництва.

Обмежуючи допустиму вологість тих або інших матеріалів, в стандартах регламентуються також і різні методи визначення вмісту вологи, залежно від фізичних, фізико-механічних і фізико-хімічних властивостей контрольованих матеріалів. В більшості випадків це точні лабораторні методи, що забезпечують визначення кількісного вмісту вологи з необхідною точністю.

При визначенні і оцінці вмісту вологи в матеріалах, які контролюються, необхідно враховувати складні і різноманітні форми зв'язку вологи з матеріалом, а також здатність матеріалів поглинати або віддавати вологу.

Якнайповніша класифікація форм зв'язку вологи з матеріалом, дана П. А. Ребіндером, заснована на енергії, яка необхідна для її руйнування і видалення вологи з матеріалу: хімічна (іонна, молекулярна); фізико-хімічна (адсорбційна, осмотична); фізико-механічна (волога в капілярах і макрокапілярах, волога змочування).

Найміцнішим видом зв'язку є хімічний, яка обумовлена іонними і молекулярними взаємодіями в точних кількісних співвідношеннях, при яких молекули води не існують самостійно, а входять до складу молекул самої речовини і хімічно з ними пов'язані. Цю, хімічно зв'язану вологу не можна видалити сушкою або віджиманням. Видалення її пов'язане з руйнуванням молекули самої речовини. При такому руйнуванні речовина втрачає свої фізико-хімічні властивості і набуває нових. Цю вологу називають зв'язаною. Кількість її не визначається, оскільки вона є складовою частиною самої речовини.

До фізико-хімічних зв'язків відносяться адсорбційні і осмотичні зв'язки. Адсорбція як окремий випадок сорбції (поглинання газів або парів твердими і рідкими тілами) полягає в захопленні і утримуванні речовини (в даному випадку – вологи) поверхнею твердого тіла – адсорбентом. Волога адсорбується на зовнішніх і внутрішніх поверхнях пор і капілярів адсорбенту і може бути видалена випаровуванням. Осмотичний зв'язок вологи з матеріалом має місце у рослинних клітках, в які з навколишнього середовища проникає вода (дифузія вологи), що утримується силами цього зв'язку.

Фізико-механічний – найбільш слабкий зв'язок вологи з матеріалом. Він має місце при безпосередньому стиканні води з матеріалом або при поглинанні вологи матеріалом, коли волога заповнює пори і капіляри і механічно утримується в них. Така вільна волога може переміщатися в матеріалі у вигляді рідини або у вигляді пари, легко видаляється висушуванням і до певної міри віджиманням.

Виготовлення тканин відноситься до трудових процесів, які були пізнані людиною на найперших ступенях розвитку матеріальної культури. Проте було потрібно багато тисячоліть для того, щоб людина перейшла від примітивного ручного плетіння тканин до сучасного масового виробництва тканин різноманітних структур із самої різної сировини на могутніх фабриках, обладнаних верстатами, які працюють автоматично.

З розвитком техніки розвивалось і виробництво ткацьких станків. На сьогодні працюють універсальні базові станки ОАО «Текстильмаш» з мікропрокладальниками (рис. 2) здатні виробляти тканини з пряжі практично будь-яких видів, зокрема з бавовняної і шерстяної пряжі, з натурального шовку, з ниток хімічних волокон і смесок, жорстких волокон (льон), а також з комплексних ниток, поліпропіленових і поліетиленових монопіток.

Асортимент тканин, що виробляються, різноманітний: від простих побутових, вироблюваних в масовому порядку, до детально розроблених кареточних і жаккардових тканин, одноколірних і багатоколірних, одношарових і багатшарових.

Основою для виробництва таких різноманітних тканин є універсальні базові верстати з мікропрокладальниками.

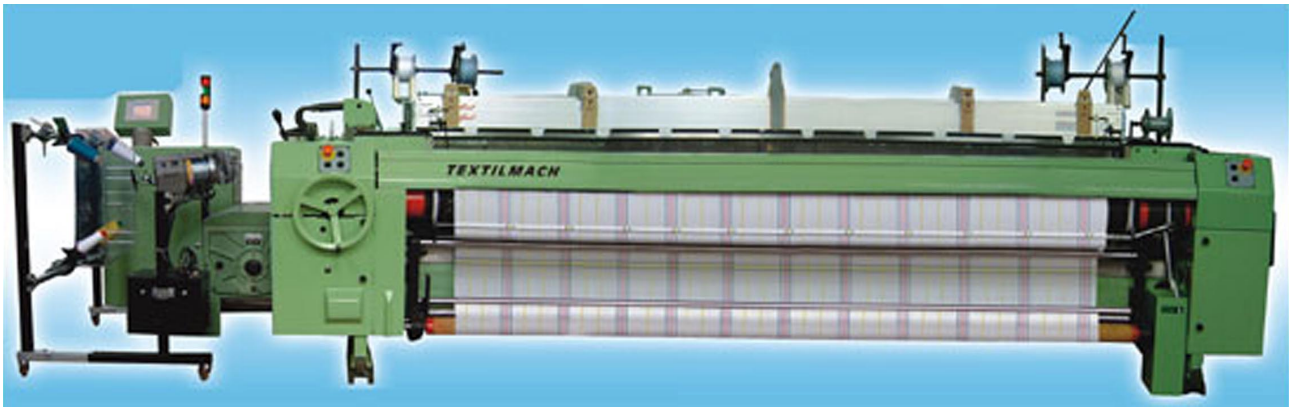


Рис. 1. - Універсальний базовий верстат СТБ з мікропрокладальниками.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Розробити прилад контролю вологості тканин для текстильної промисловості. Для цього розробити оптичний перетворювач та структурну, оптичну, функціональну, кінематичну і принципові схеми системи.

1.2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ

1.2.1. КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ВИМІРУ ВОЛОГОСТІ

Вологість – параметр, по якому визначають якість готової продукції.

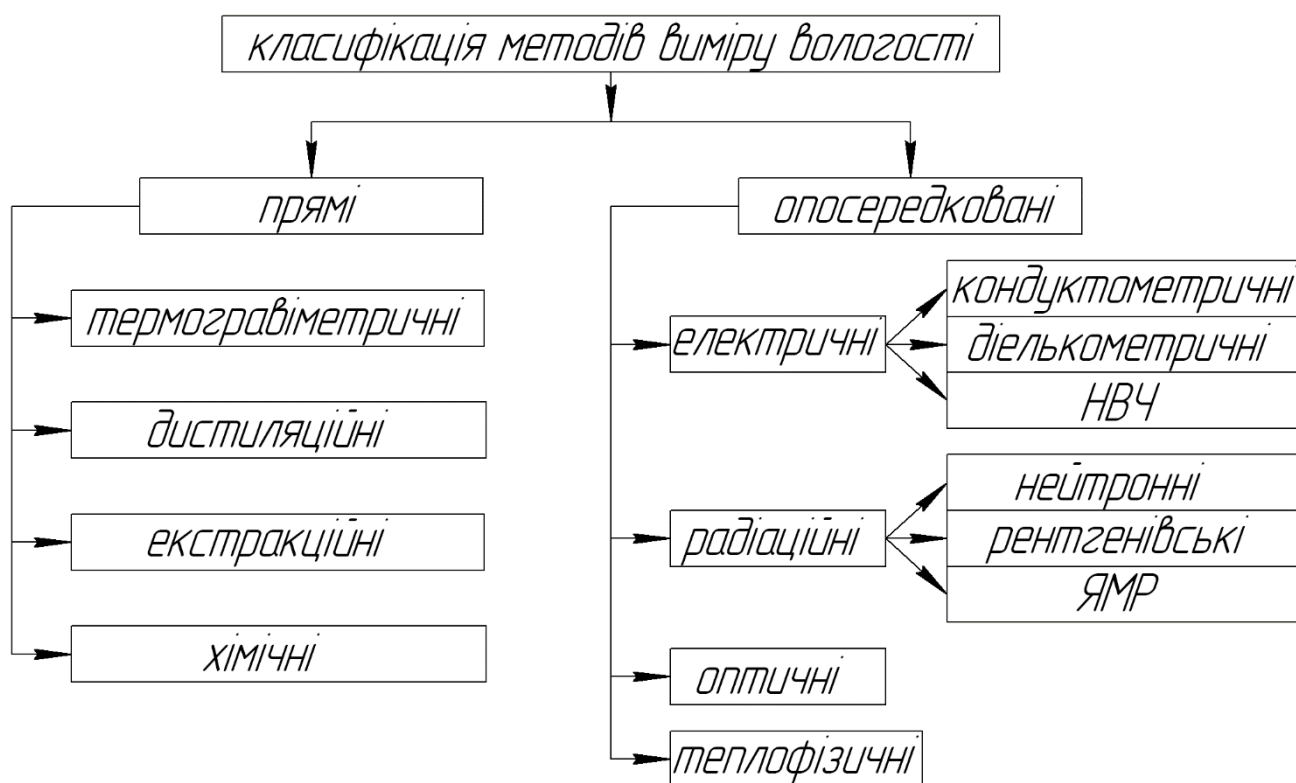
Для оцінки вологості використовують дві величини:

- вологоутримання – відношення маси води, яка знаходиться в матеріалі, до маси абсолютно сухого матеріалу;
- вологість – відношення маси води, яка знаходиться в матеріалі (речовині), до маси вологого матеріалу (речовини).

Методи виміру вологості поділяються на прямі та опосередковані. В прямих методах проводиться безпосереднє розділення матеріалу на суху речовину і вологу. А в опосередкованих методах вимірюється величина, функціонально пов'язана з вологістю матеріалу. Опосередковані методи вимагають попереднього калібрування з метою встановлення залежності між вологістю матеріалу і вимірюваною величиною.

Класифікація методів виміру вологості приведена в таблиці 1.

Таблиця 1.1 – Класифікація методів виміру вологості



Термогравиметричний метод (метод висушування) застосовується для визначення вологості різних матеріалів і являється найбільше розповсюдженим методом. Він полягає в тому, що для визначення вологості матеріалу попередньо відбирають невеликий зразок і зважують його. Потім за допомогою повітряного чи теплового сушіння видаляють вологу, знову зважують зразок після сушіння і за різницею маси вологого і сухого зразка визначають вологість матеріалу.

Перевага методу: має високу точність, тому він використовується для метрологічного забезпечення нових типів вологомірів.

Недолік методу: тривалість виміру.

Дистиляційний метод полягає в тому, що зразок підігрівається в посудині з певною кількістю рідини, яка не змішується з водою. Пари води, що виділяються, разом з парами рідини піддаються відгону і, проходячи через холодильник, конденсуються у вимірювальній судині, в якій вимірюється об'єм або маса води.

Перевага методу: абсолютна похибка 1%.

Недолік методу: апаратне оснащення громіздке і незручне у використанні.

Кондуктометричні методи засновані на вимірюванні електричної провідності матеріалу на постійному струмі і змінному струмі промислової або звукової частоти.

Вологоутримуючі матеріали, будучи в сухому вигляді діелектриками, в результаті зволоження стають напівпровідниками. Питомий опір змінюється, отже, залежно від вологості в широкому діапазоні. Неоднорідність діелектрика, наявність в ньому вологи позначається не тільки на величині питомої провідності, але і на якісних особливостях електропровідності: на її залежності від напруженості електричного поля і температури.

Електропровідність твердого матеріалу визначається електролітами, розчиненими у воді; ці електроліти містяться головним чином в самому матеріалі. При цьому характер залежності питомої електропровідності матеріалу від вмісту вологи визначається розподілом вологи в нім, залежним у свою чергу від пористої структури матеріалу, форми пор, їх розмірів і характеру розподілу.

Перевага: простота схеми і конструкції вимірювального приладу.

Недолік: вплив на результат виміру хімічного складу досліджуваної речовини, температури, щільності, а також вузький діапазон виміру обмежує сферу використання цього методу.

Діелькометричний метод заснований на вимірюванні діелектричної проникності і тангенса кута діелектричних втрат вологих матеріалів і речовин в широкому діапазоні частот – від звукових до СВЧ. Основними характеристиками досліджуваного матеріалу при цьому є залежності діелектричної проникності і діелектричних втрат від вологоутримання, частоти змінного поля, температури, щільності і т.д.

Перевага: менша чутливість до щільності і температури матеріалу, швидкодія і висока точність, похибка 0,5%.

Недолік: при використанні цього методу на вологісних, частотних і температурних характеристиках сильно дається взнаки щільність матеріалу в первинному перетворювачі та гранулометричний склад матеріалу.

Надвисокочастотні (НВЧ) методи засновані на визначенні вологості по відбитим або таким які пройшли крізь контролюючу речовину електромагнітним хвилям. В якості інформативного параметру використовується амплітуда, фаза, кут повороту площини поляризації лінійно поляризованої плоскої електромагнітної хвилі. Основні модифікації методу: хвильовий, резонансний і метод виміру в вільному просторі.

Перевага методу: велика чутливість, точність і можливість безконтактних вимірів. А також незначна чутливість до фізико-хімічних властивостей досліджуваних матеріалів.

Недолік: складна і дорога апаратура.

Рентгенівський метод придатний для дослідження розподілу вологи по об'єму в процесі сушки або зволоження.

Перевага методу: більш чутливий із-за сильного поглинання вологою рентгенівського випромінювання.

Недолік: не використовуються в харчовій промисловості і сільському господарстві.

Теплофізичні методи засновані на залежності від вологості матеріалу, його теплофізичних властивостей – коефіцієнта теплопровідності, питомої теплоємності і коефіцієнта температуропровідності.

Оптичні методи засновані на залежності оптичних властивостей матеріалів від їх вологоутримання. Для твердих матеріалів використовується інфрачервона і видима області спектру.

Оптичні методи отримали найбільше застосування, оскільки їх характерною особливістю є безконтактні вимірювання, можливість інтегральної оцінки вологості у великих об'ємах (велика інформаційна ємність методу). Останнє є важливою перевагою, оскільки в реальних виробничих умовах завжди спостерігається нерівномірний розподіл вологи в об'ємі.

Класифікацію оптичних вологомірів поділяють: за способом виділення аналізуючого випромінювання робочої ділянки спектру (за допомогою світлофільтрів або з використанням монохроматичних джерел випромінювання, світлодіодів); за способом прийому частки випромінювання після взаємодії з контрольованим об'єктом (вологоміри, засновані на прийомі відбитого або пройшовшого через об'єкт випромінювання); за способом обробки фотоелектричного сигналу (схема безпосередньої оцінки, диференціальні, логарифмічні, комбіновані і з функціональною розгорткою); по виду контрольованого об'єкту (вологоміри рідин, газів і твердих речовин і матеріалів).

Вологоміри з використанням світлодіодів можна розділити на оптоелектронні вологоміри імпульсної дії і вологоміри з функціональною розгорткою. А вологоміри з функціональною розгорткою поділяються на вологоміри з функціональною розгорткою зі сторони випромінювача і зі сторони фотоприймача. Функціональна розгортка зі сторони випромінювача може бути безперервною та дискретною; одного опорного і обох потоків (опорного і вимірювального).

Оптоелектронні вологоміри з використанням світлодіодів розрізняють за режимами живлення і варіантами включення світлодіодів у вологомірах.

Існують різні режими живлення світлодіодів:

- постійним струмом,
- імпульсний,
- функціональний.

Режим живлення постійним струмом являється найбільш простим, так як для його здійснення не потрібне спеціальне обладнання. Світлодіоди в цьому режимі підключаються до джерела живлення через струмозадаючий резистор. Цей режим живлення найбільш прийнятний для одноканальних оптоелектронних вимірювальних перетворювачів з модуляцією сигналу в оптичному каналі.



Рис. 1.1. - Схема включення та часова діаграма режиму живлення постійним струмом

Імпульсний режим живлення має ряд переваг у порівнянні з режимом живлення постійним струмом. В цьому режимі забезпечується часове розділення потоків, використовується один фотоприймач з широкою спектральною характеристикою, спрощується процес підсилення і обробки сигналів, зменшується споживання потужності.

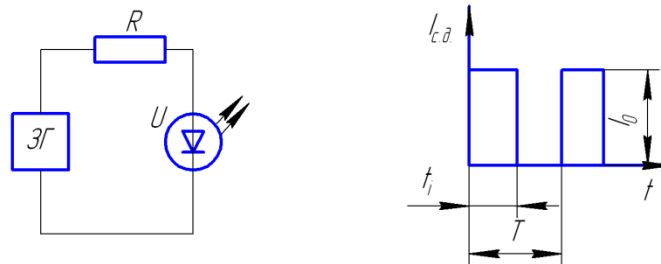


Рис. 1.2. - Схема включення та часова діаграма імпульсного режиму живлення

Функціональний режим живлення засновано на вимірюванні з розгорткою потоку вимірювання по закону, зворотному або співпадаючому із законом поглинання випромінювача контролюючого матеріалу.

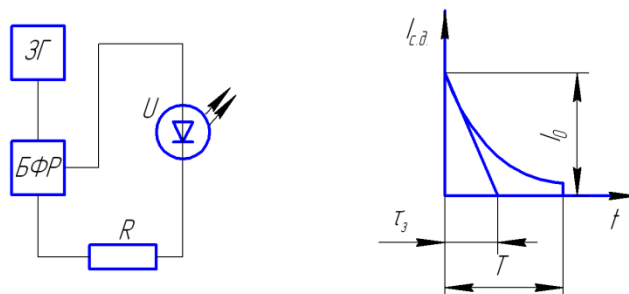


Рис. 1.3. - Схема включення та часова діаграма функціонального режиму живлення

Сутність цього способу виміру потоку випромінювання заключається в тому, що об'єкт контролю опромінюють потоком, який сформований в часі по закону, зворотному або співпадаючому із законом поглинання випромінювання. Потім реєструють випромінювання яке пройшло крізь ОК і порівнюють його з пороговим рівнем. А о значенні контролюючого параметру судять по відрізку часу від початку сформованого сигналу до моменту пересічення з встановленим пороговим рівнем.

Математичне представлення сигналу: $\Phi(t) = \Phi_0 e^{-(t/\tau_s)}$.

Перевагою цього режиму живлення є інтенсифікація здійснювальних математичних операцій, отримання відношення двох потоків і лінеаризація передаточної характеристики із одночасним спрощенням всього пристрою і збільшенням його точності.

1.2.2. СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛОГИХ МАТЕРІАЛІВ

Найбільш оптимальною для практичного використання є довжина хвилі 1,94 мкм. Оскільки поглинання води в цьому діапазоні носить характер індукованої поляризації, супутній коливанням атомів, таке явище вважається атомною поляризацією. Вода, яка потрапляє в речовину, міняє його спектр. З різних спектральних характеристик сухої речовини (рис. 1.4, крива 1) і при вологості 9% H₂O (крива 2) виявляється, що на довжині хвилі 1,94 мкм вода має значне поглинання. Отже, якщо контрольований об'єкт опромінювати ІЧ-випромінюванням з такою довжиною хвилі і вимірювати потужність потоку яка проходить (або відбитого потоку) випромінювання, то вона змінюватиметься залежно від вологості.

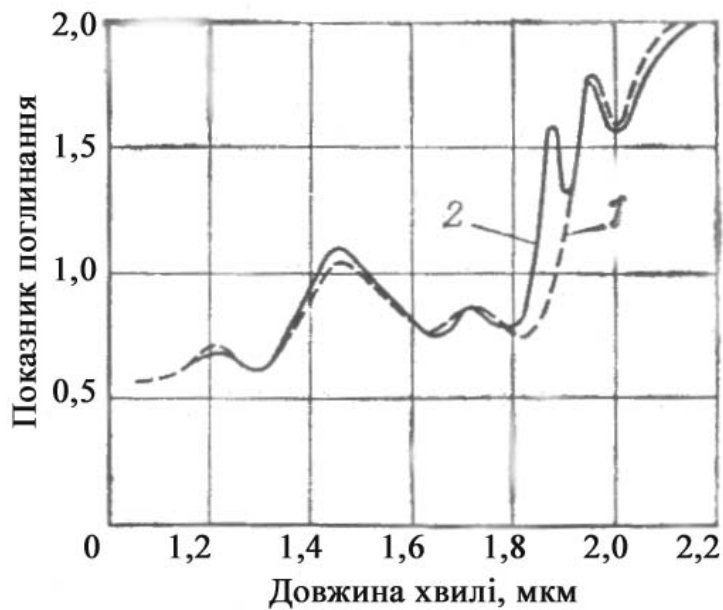


Рис. 1.4. - Спектральні характеристики сухої (1) і вологої (2) речовини.

Проте при вимірюваннях тільки на одній довжині хвилі виникають похибки, основними джерелами яких крім вологості є розсіяння випромінювання вимірюваною речовиною, його товщина і т. д. Для усунення цих похибок використовується ще один потік випромінювання з опорною довжиною хвилі, яка лежить поза смугою поглинання вологою.

Спектральні характеристики речовини можна отримати, використовуючи спеціальні спектрофотометри або дискретні інтерференційні світлофільтри. На рис 1.5. приведена схема установки, яка може отримати відносні коефіцієнти відбиття і чутливість ІЧ-метода із застосуванням касети, яка містить 20 вузькосмугових інтерференційних світлофільтрів для різних довжин хвиль в інтервалі пропускання 0,08 – 0,03 мкм; пропускання в центрі смуги 38 – 60 %; фонове пропускання 0,5 – 1 %. Як еталонний матеріал використаний сірчаноокислий барій, коефіцієнт відбиття якого у вказаному діапазоні близький до одиниці. Радіальний кут спостереження $\Theta = 10 \div 50^\circ$.

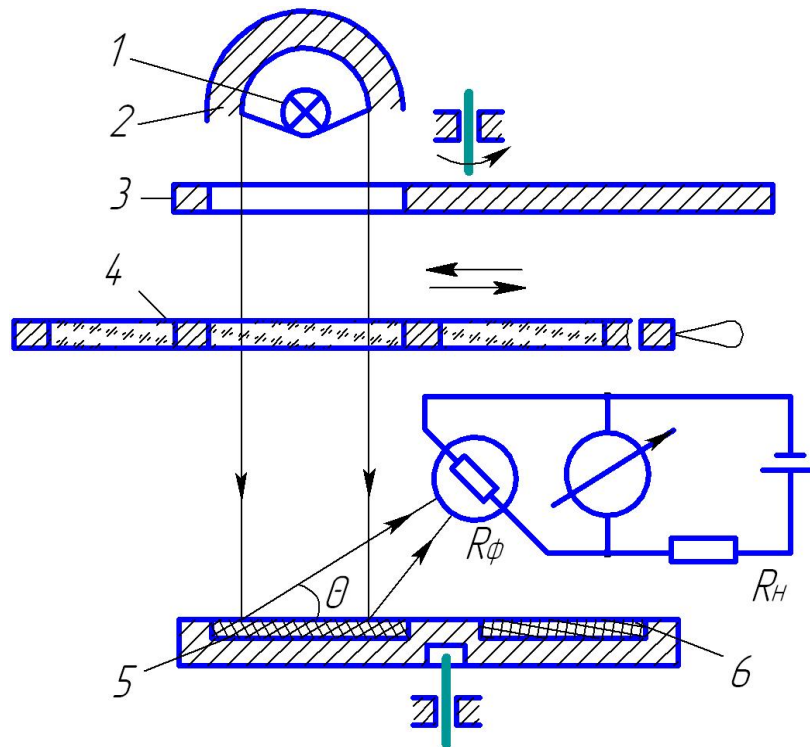


Рис. 1.5. - Схема установки для дослідження відносних коефіцієнтів відбиття і чутливості: 1 – випромінювач; 2 – параболоїдний відбивач; 3 – модулятор; 4 – касета світлофільтрів; 5 – еталонний матеріал; 6 – досліджуваний матеріал.

Вихідні сигнали установки при опромінюванні досліджуваного і еталонного матеріалів відповідно рівні

$$U_o = k_1 \rho_o; \quad U_e = k_2 \rho_e; \quad (1.1)$$

де k_1, k_2 – коефіцієнти перетворення, залежні від параметрів випромінюючої системи, світлофільтру і приймача. Оскільки вимірювання проводилися в одних і тих же умовах, то $k_1 = k_2$, а відносний коефіцієнт

$$\rho_o = \rho_o / \rho_e = U_o / U_e, \quad (1.2)$$

Якщо чутливість в заданому інтервалі вологості постійна, її можна представити (у відсотках) зміною відносного коефіцієнта відбиття, приведеною до зміни вологості на 1%:

$$S = (\rho_{o1} - \rho_{o2}) \cdot 100 / \rho_{o1} (\omega_1 - \omega_2), \quad (1.3)$$

де ρ_{o1} і ρ_{o2} – коефіцієнти відбиття матеріалу при вологості ω_1 і ω_2 відповідно.

1.2.3. ІЧ-ВОЛОГОМІРИ, ОСНОВАНІ НА ПРИЙОМІ ВІДБИТОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

ІЧ-вологомір, побудований за принципом прийому відбитого випромінювання (рис. 1.8.), складається з виміральної головки і вимірального пристрою.

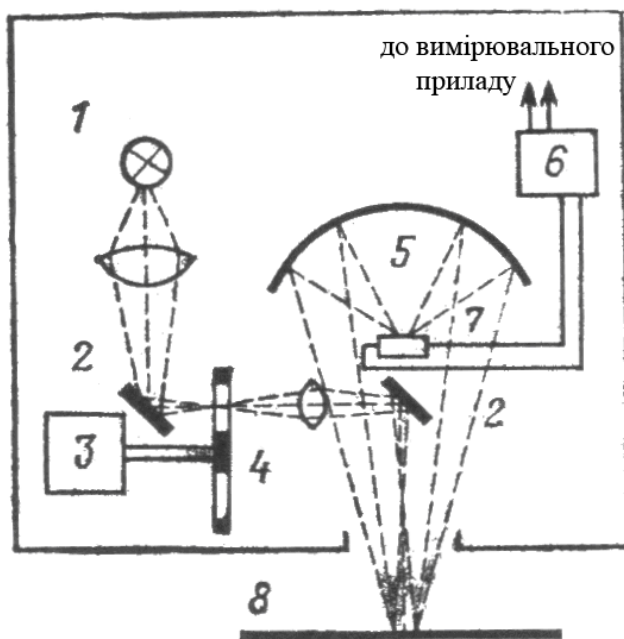


Рис. 1.8. - Вологомір, оснований на прийомі відбитого випромінювання: 1 – лампа; 2 – дзеркало; 3 – синхронний двигун; 4 – диск з інтерференційними фільтрами; 5 – увігнуте дзеркало; 6 – попередній підсилювач; 7 – фотоприймач; 8 – об'єкт контролю.

На модуляторі, який приводиться в рух синхронним двигуном встановлено два світлофільтри. Оптимальні довжини хвиль опорного і вимірального каналів складають 1,9 мкм і 1,7 мкм відповідно.

При обертанні модулятора світловий промінь, що йде від джерела випромінювань 1 (лампа розжарювання), з частотою 100 Гц переривається і на дзеркало 2 по черзі потрапляють потоки випромінювання, що пройшли через перший і другий світлофільтри, відповідно на опорній і виміральній довжинах хвиль. Поворотне дзеркало направляє ті, що чергуються в часі опорний і виміральний потоки на контрольований об'єкт 8. Відбиті від обох потоків частки випромінювання збираються увігнутим дзеркалом 5 і

фокусуються на світлочутливу поверхню фотоприймача з сірчистого свинцю. Сигнал з виходу фотоприймача подається на попередній підсилювач 6. Розміщення попереднього підсилювача у вимірювальній голівці дозволяє отримати сигнал, достатній для передачі по кабелю на відстань до 100 м. Вологомір, схема якого приведена на рис. 1.9, складається з підсилювача 1, електронного перемикача 2 для розділення сигналів від опорного і вимірювального потоків, підсилювачів з регульованим коефіцієнтом підсилення 3 і 4, випрямлячів 5, 6, крайового підсилювача 7, реєструючих приладів 8, перемикача роду робіт 9 і блоку автоматичного регулювання 10.

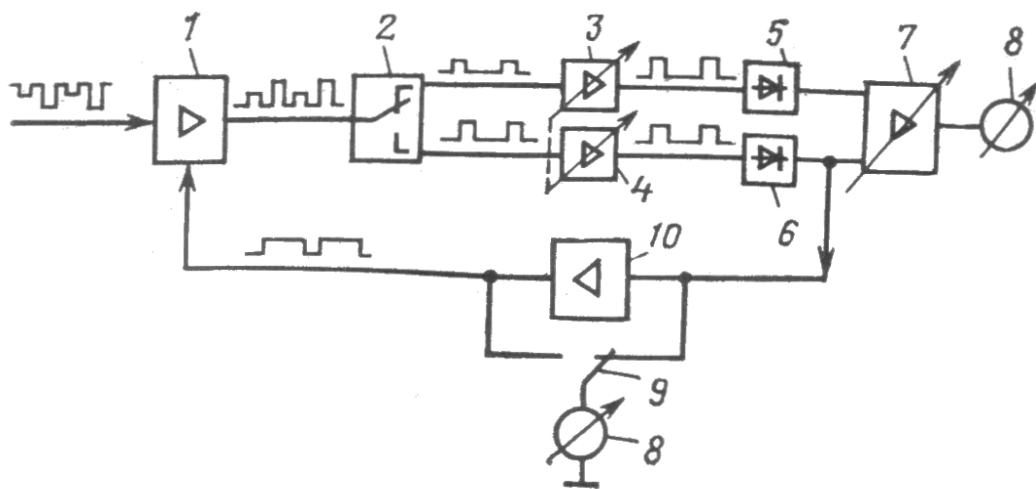


Рис. 1.9. - Двуххвильовий вологомір.

Сигнал від потоків опорного і вимірювального каналів з виходу вимірювальної головки по сполучному кабелю поступає на вхід вимірювального пристрою. Сигнал вимірювального каналу менший. Сигнал підсилювачем 1 доводиться до значення, зручного для обробки, і електронним перемикачем 2 розділяється в часі на опорний і вимірювальний сигнали, які після детектування подаються на крайовий каскад (дифференціальний підсилювач) 7. Далі сигнал подається на реєструючий прилад 8. Перемикач роду робіт 9 дозволяє вести контроль за роботою пристрою. Вихідний струм вимірювального пристрою знаходиться в межах від 0 до 20 мА, а вихідна напруга – від 0 до 1 В для навантажень більше 50 кОм.

1.2.4. ІЧ-ВОЛОГОМІРИ, ОСНОВАНІ НА ПРИЙОМІ ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЯКЕ ПРОЙШЛО КРІЗЬ ОБ'ЄКТ КОНТРОЛЮ

Вологоміри, основані на прийомі випромінювання яке пройшло крізь контрольований об'єкт частки випромінювання, можуть бути дво- або тришаровими. Розщеплювання випромінювання і отримання опорного і вимірювального потоків можна проводити до опромінювання або після проходження випромінювання через контрольований об'єкт. Слід зазначити, що вологість твердих речовин і матеріалів можна визначити, просвітивши внутрішньооб'ємне середовище або проганяючи через вимірювальну кювету повітря примежового шару, а через порівняльну кювету – повітря навколишнього середовища.

При розташуванні вологого зразка у відкриту атмосферу відбувається насичення його парами води з атмосфери, якщо вологість атмосфери вища за вологість контрольованої речовини. Якщо вологість навколишнього середовища нижча за вологість контрольованої речовини, то, навпаки, відбувається дифузія вологи з речовини в навколишнє середовище. Мінімальний час, за який досягається рівновага, визначається із виразу:

$$t_{\min} = [V\gamma_H / (100k_D)] \ln[4V\gamma_H \mu (|\varphi_1 - \varphi_2|) / (\pi D_0^2 \gamma_0 \Delta_{\text{дон}} z_r)], \quad (1.32)$$

де γ_H – щільність насиченої пари води; γ_0 – щільність матеріалу; k_D – коефіцієнт швидкості дифузії вологи; μ – коефіцієнт, який враховує внесок різних шарів речовини у вихідний сигнал; $\Delta_{\text{дон}}$ – допустима похибка із-за зміни вологості зразка; V – об'єм повітря над зразком; φ_1 – вологість навколишнього повітря; φ_2 – вологість об'єкту; z_r – товщина граничного шару речовини; D_0 – діаметр кювети, в якій розташований об'єкт.

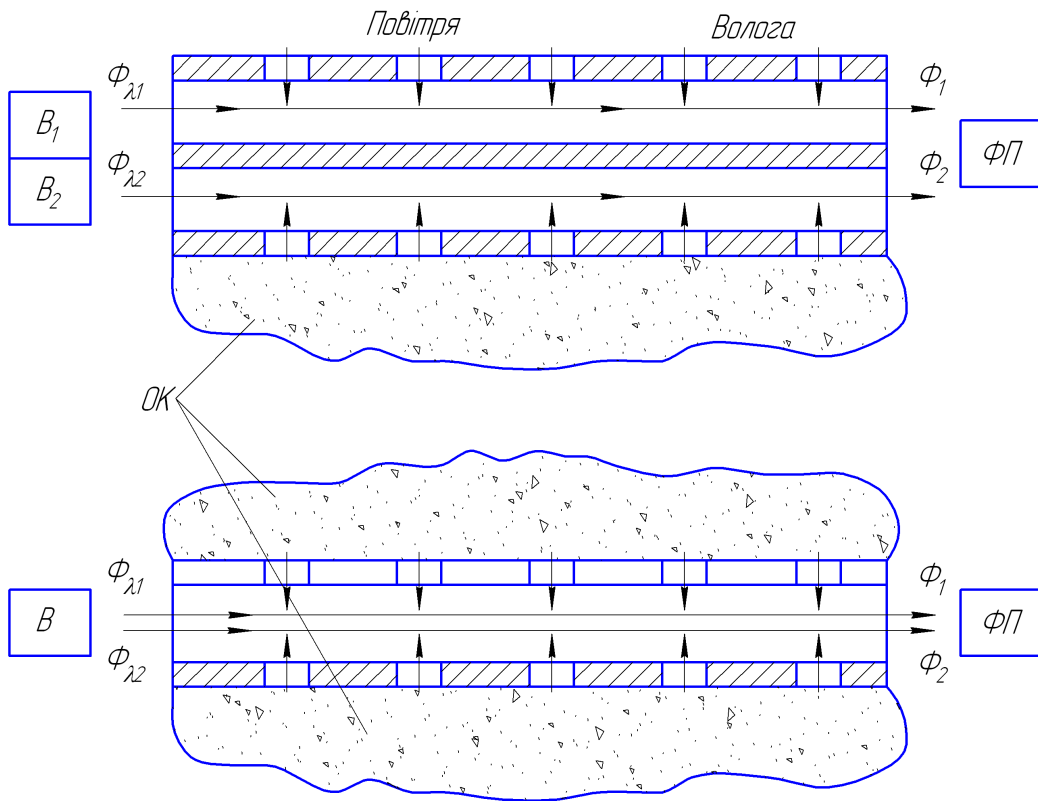


Рис. 1.10. - Вологоміри з просвічуванням поверхневого середовища (а) і внутрішньооб'ємної порожнини (б) контрольованого об'єкту.

Якщо об'єм навколишнього або внутрішньооб'ємного середовища обмежити і забезпечити умову

$$V \leq \Delta_{дон} \pi D_0^2 z \gamma_0 / [4\gamma_H (|\varphi_1 - \varphi_2|)], \quad (1.33)$$

(розташувати над об'єктом вимірювальну порожнину або помістити в об'єкт з об'ємом який менше об'єму контрольованого об'єкту), то по наслідкам вимірювання потоку через цю порожнину можна судити про вологість об'єкту.

Схеми цих пристроїв приведені на рис. 1.21.

Недоліком описаного способу вимірювання вологості є низька швидкодія, обумовлена часом насичення вимірюваної порожнини парами води. У приладі фірми Shell, функціональна схема якого приведена на рис. 1.22, використовується опромінювання контрольованого об'єкту з подальшим розщеплюванням випромінюванням що пройшло на опорну і вимірювальну довжини хвиль.

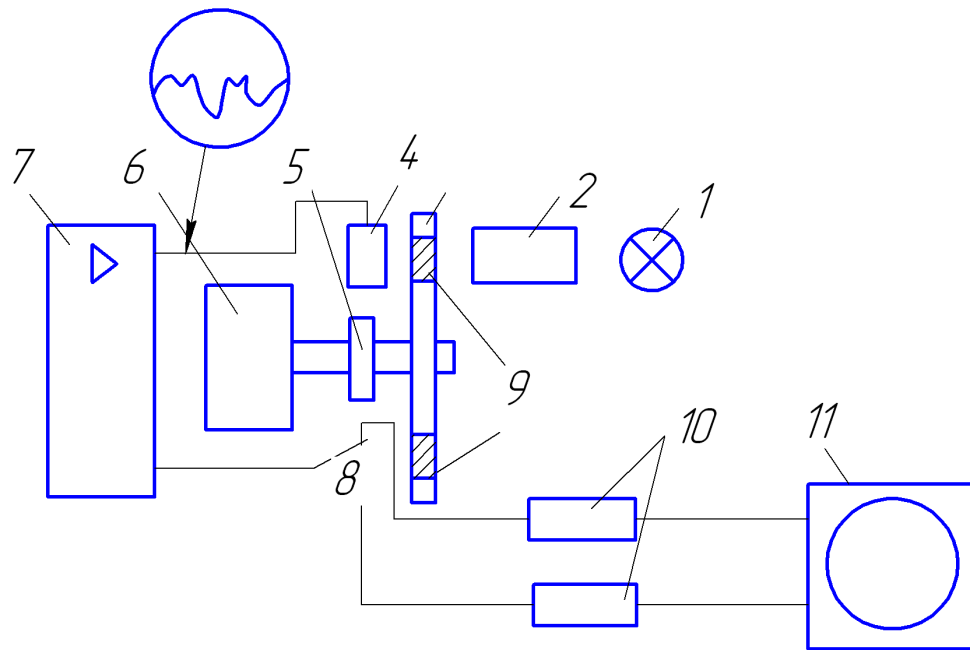


Рис. 1.11. - Вологомір фірми Shell: 1 – джерело світла; 2 – кювета з досліджуваним матеріалом; 3 – модулятор; 4 – фоторезистор; 5 – магніт; 6 – синхронний електродвигун; 7 – підсилювач; 8 – перемикач; 9 – інтерференційні світлофільтри; 10 – накопичувальні схеми; 11 –прилад, який реєструє.

Світловий потік від джерела світла (лампа розжарювання) проходить через кювету з досліджуваним матеріалом, а потім в певні проміжки часу через вимірювач і опорні інтерференційні світлофільтри, які встановлені на модуляторі, що обертаються, потрапляє на фоторезистор. Вихідні сигнали, утворені у фоторезисторі, представляють собою дві серії імпульсів, амплітуди яких пропорційні випромінюванню на двох різних довжинах хвиль, які пропускаються через зразок.

Вхідні сигнали фоторезистора посилюються, розділяються і прямують в дві різні накопичувальні схеми, які видають напругу постійного струму, пропорційну амплітудам відповідних імпульсів. Відношення двох напруг постійного струму реєструється на виході реєструючого приладу.

Цей прилад може використовуватися для контролю вологості як в рідких, так і в газоподібних речовинах. Максимальна товщина вимірювальної

кювети, що містить контрольований матеріал, складає 18 см. Нижня межа діапазону вимірювання складає 0,025 %.

Вологомір азотної кислоти, оптична і електрична схеми якого показані на рис. 123, працює таким чином.

Світловий потік від лампочки розжарювання проходить через конденсор, кювету з досліджуваною кислотою і об'єктив. На шляху променя обертається обтюратор (частота обертання обтюратора 44 об/хв) з двома світлофільтрами. Перший світлофільтр пропускає ІЧ-випромінювання, які мало поглинаються розчином, а другий – одну або декілька довжин хвиль, відповідних смугам поглинання води. Два світлові потоки вимірюються і порівнюються, проходячи крізь одну і ту ж кювету, що в значній мірі виключає вплив забруднення вікон кювети, помутніння кислоти і т. п. За модулятором розташований фоторезистор, який має велику чутливість в області спектру 1 – 2,5 мкм.

Принцип дії приладу заснований на вимірюванні логарифма відношення світлових потоків $\ln(\Phi/\Phi_1)$, де Φ – вимірювальний світловий потік, який лежить в смузі поглинання вологою, а Φ_1 – опорний світловий потік, який лежить поза смугою поглинання вологою.

При відповідному підборі Φ_1 :

$$\ln(\Phi/\Phi_1) = k_B c d = D, \quad (1.34)$$

де k_B – коефіцієнт поглинання води; c – концентрація води; d – товщина кювети; D – оптична щільність.

При постійних значеннях k_B і D по вимірювальному значенню $\ln(\Phi/\Phi_1)$ можна судити про концентрацію води в кислоті.

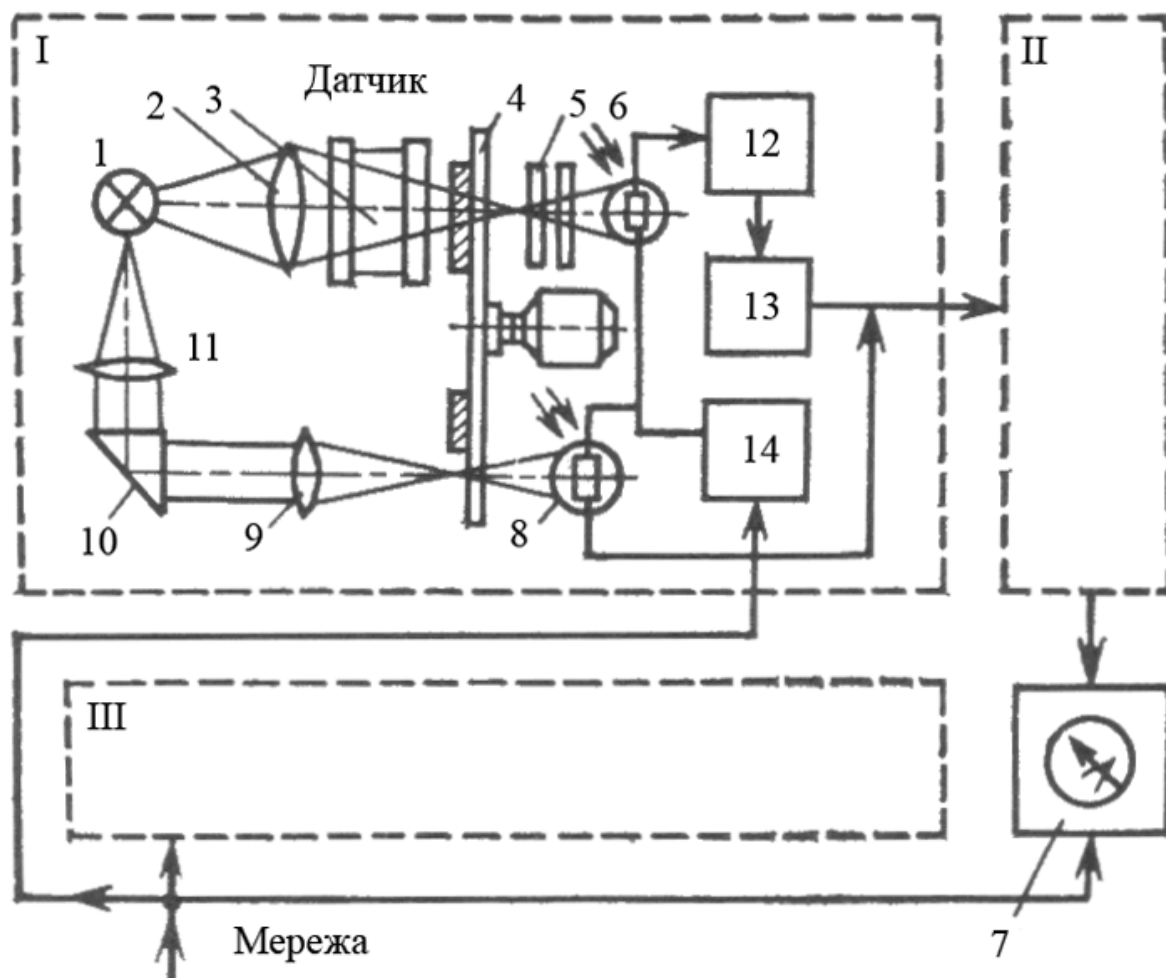


Рис. 1.12. - ІЧ-концентратомір: І – датчик; 1 – лампа розжарювання; 2 – конденсор; 3 – кювета з досліджуваною кислотою; 4 – модулятор; 5, 9 і 11 – об'єктиви; 6, 8 – фоторезистори; 7 –прилад, що реєструє; 10 – призма; 12 – логарифмічний каскад; 13 – підсилювач; 14 – випрямляч-стабілізатор; ІІ – електронний блок; ІІІ – стабілізований блок живлення.

1.2.5. Оптоелектронні вологоміри

Оптоелектронні вологоміри твердих речовин і матеріалів можуть бути побудовані на: прийомі відбитого випромінювання; прийомі випромінювання яке пройшло крізь об'єкт контролю; використанні реагенту, або просвічуванні внутрішньооб'ємного середовища.

Напівпровідниковий ІЧ-вологомір, схема якого приведена на рис. 17, оснований на прийомі випромінювання, відбитого від контрольованої поверхні. Вологомір призначенні для вимірювання вологості тканини. Дослідження спектрів відбиття і поглинання ІЧ-випромінювання вологими

текстильними зразками показало, що основну інформацію про вологовміст дають вимірювання на довжині хвилі 1,93 мкм; на довжині хвилі 1,79 мкм формують опорний сигнал, компенсуючий товщину матеріалу, його температуру, коливання поверхні матеріалу щодо вимірювального перетворювача, а на довжині хвилі 2,1 мкм – сигнал, що враховує вплив фізико-хімічних властивостей волокна на результати вимірювання.

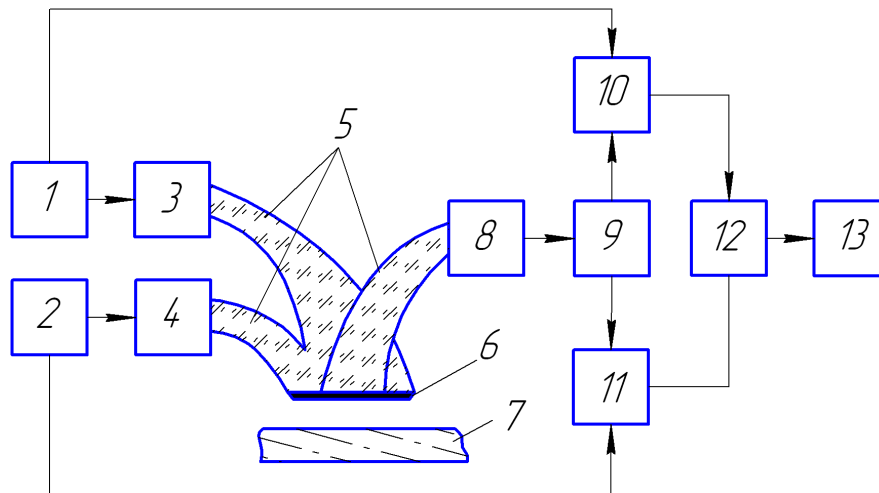


Рис. 1.13. - ІЧ-вологомір на основі відбитого від неї випромінювання.

Вологомір працює таким чином. Генератори імпульсного живлення світлодіодів 1 і 2 здійснюють живлення ІЧ-світлодіодов 3 і 4 імпульсним струмом з частотою відповідно f_1 і f_2 . Модульовані ІЧ-потoki від світлодіодів 3 і 4 з максимальними довжинами хвиль випромінювання 1,94 і 1,7 мкм по світловодам 5 передаються до випромінюючої частини концентратора 6 і потім на матеріал 7, вологість якого вимірюється. Відбита від матеріалу частина потоку ІЧ-випромінювання, функціонально залежна від вологості матеріалу, потрапляє на приймальну частину концентратора 6, перетворюється фотоприймачем 8 в електричний сигнал і посилюється підсилювачем 9. З виходу підсилювача 9 сигнал поступає на вхід синхронних детекторів 10 і 11, керованих сигналами від генераторів живлення 1 і 2, які дозволяють виділити ІЧ-потoki випромінювання з довжинами хвиль $\lambda_1 = 1,93 \text{ мкм}$ і $\lambda_2 = 1,79 \text{ мкм}$. Сигнали, виділені синхронними детекторами 10 і 11, надходять на вхід блоку обробки інформації 12 (в даному випадку виконаного

як блок відношення сигналів), вихід якого підключений до пристрою, що реєструє 13 або регулятора вологості.

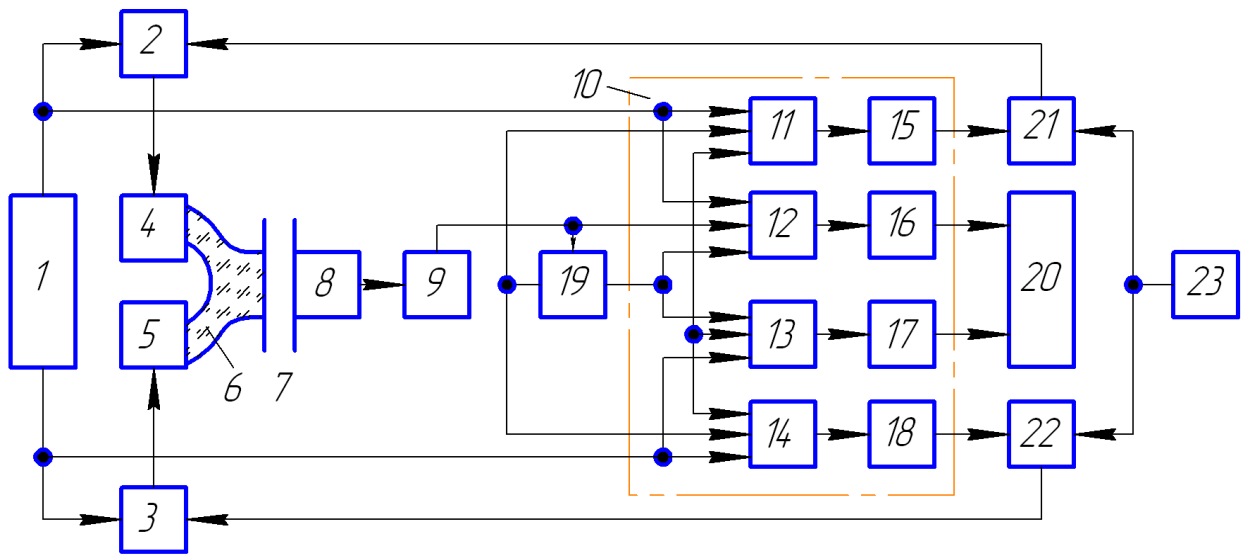


Рис. 1.14. - Вологомір на основі випромінювання, що пройшло крізь тканину.

На рис. 1.29 приведена схема вологоміра текстильних матеріалів, побудованого на прийомі випромінювання, що пройшло крізь контрольований об'єкт. Вологомір працює таким чином. Джерела 4 і 5 випромінювань через підсилювачі 2 і 3 потужності поперемінно підключаються до блоку 1 імпульсного живлення, який також керує роботою ключів схеми селекції 10.

На фотоприймач 8 через оптичну систему 6 і оптичний канал 7 з досліджуваним матеріалом поступає послідовність імпульсів світлових потоків еталонної $\Phi_{ет}$ і вимірювальною $\Phi_{вим}$ довжин хвиль від джерел випромінювання 4 і 5, які перетворюються в послідовність електричних імпульсів $U(\Phi_{ет})$, $U(\Phi_{вим})$, та надходять на підсилювач 9, де вона посилюється і через схему селекції 10 передається на пристрій, що реєструє 20.

Проходження сигналу від підсилювача 9 через схему селекції 10 визначається пороговим елементом 19 (знаходиться в режимі контролю вологості в першому стійкому стані), який відкриває ключі 12 і 13 і закриває ключі 11 і 14.

При виході досліджуваного матеріалу за межі оптичного каналу 7 сигнал на виході підсилювача 9 зростає до максимального значення U_{\max} , яке відповідає світловим потокам $\Phi_{o.ет}$ і $\Phi_{o.вим}$, які надходить в оптичний канал 7 від джерел випромінювання 4 і 5. Цей сигнал перекидає пороговий елемент 19 в другий стійкий стан так, що ключі 11 і 14 відкриваються, а ключі 12 і 13 закриваються, при цьому в осередках 16 і 17 пам'яті запам'ятовуються значення відповідно $U(\Phi_{ет})$ і $U(\Phi_{вим})$, а на пристрої, який реєструє, зберігається результат останнього значення контрольованої вологості.

Послідовність електричних імпульсів $U(\Phi_{o.ет})$ і $U(\Phi_{o.вим})$ з підсилювача 9 розділяється ключами 11 і 14, які керуються блоком імпульсного живлення 1, на складові $U(\Phi_{o.ет})$ і $U(\Phi_{o.вим})$, які надходять на елементи пам'яті 15 і 18 і далі – на блоки порівняння 21 і 22 відповідно, де порівнюються з опорним сигналом $U_{оп}$ джерела опорної напруги 23. Сигнали розузгодження з блоків 21 і 22 після порівняння надходять на входи управління підсилювачів потужності 2 і 3 і встановлюють амплітуду імпульсів, що живить джерела випромінювання 4 і 5. Таким чином, система автопідстроювання, підтримує світловий потік від джерел випромінювання 3 і 4 таким, щоб сигнали $U(\Phi_{o.ет})$ і $U(\Phi_{o.вим})$ були постійними і рівними U_0 незалежно від впливу зовнішніх чинників.

При введенні досліджуваного матеріалу в оптичний канал 7 рівень сигналу на виході підсилювача 9 зменшується, що викликає перекидання порогового елемента 19 в перший стан. При цьому в елементах пам'яті 15 і 18 запам'ятовуються значення відповідно $U(\Phi_{o.ет})$ і $U(\Phi_{o.вим})$, тим самим під час контролю вологості світлові потоки, які подаються на досліджуваний матеріал, підтримуються рівними $\Phi_{o.ет}$ і $\Phi_{o.вим}$.

Таким чином, завдяки застосуванню в пристрої для контролю вологості нових елементів 11-19, 21 і 22 забезпечується стабілізація сигналів еталонного і вимірювального каналів незалежно від параметрів навколишнього середовища і старіння елементів.

Недоліком цих вологомірів є наявність декількох каналів вимірювання, що включають фотоприймач і схему селекції, яка знижує точність

вимірювання із-за не ідентичності, а також дрейфу параметрів вимірювального і опорного каналів.

На рис. 1.15 зображена функціональна схема вологоміра, в якій усунені перераховані вище недоліки.

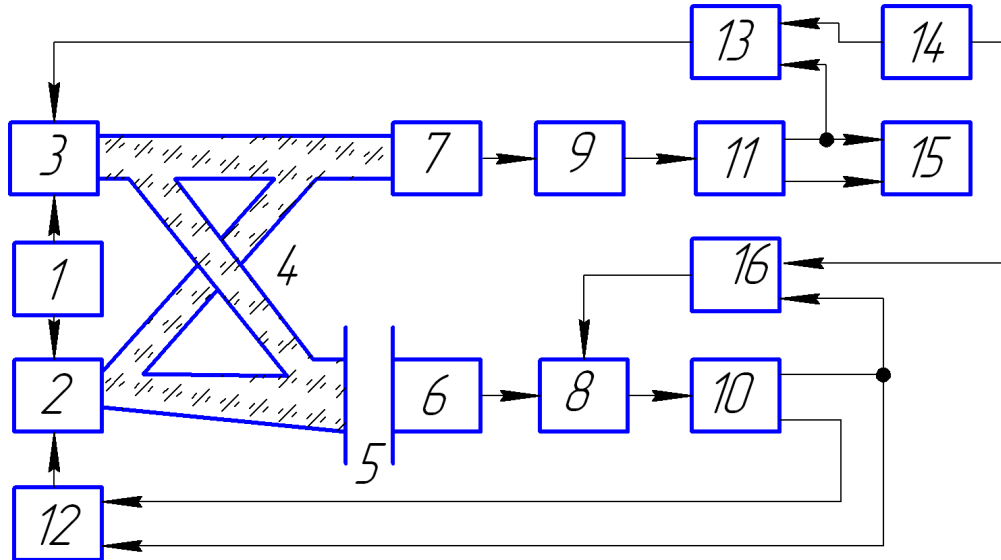


Рис. 1.15. Вологомір з компенсацією дрейфу опорного і вимірювального потоків.

Вологомір містить блок імпульсного живлення 1, який сполучений з входами джерел випромінювання 2 і 3 світлодіодами. Джерела випромінювання 2 і 3 сполучені з оптичною системою 4, за допомогою якої сумарний початковий потік $\Phi_0(\lambda_{вим}) + \Phi_0(\lambda_{оп})$ від джерел 2 і 3 випромінювання розділяється на два потоки, один з яких $\Phi'_0(\lambda_{вим}) + \Phi'_0(\lambda_{оп})$ прямує через оптичний канал 5 на фотоприймач 6, а інший $\Phi''_0(\lambda_{вим}) + \Phi''_0(\lambda_{оп})$ – безпосередньо на фотоприймач 7, причому

$$\Phi'_0(\lambda_{вим}) / \Phi''_0(\lambda_{вим}) = \Phi'_0(\lambda_{оп}) / \Phi''_0(\lambda_{вим}), \quad (1.37)$$

Фотоприймачі 6 і 7 підключені через підсилювачі 8 і 9 на входи схем селекції 10 і 11, що мають канали вимірювального і опорного сигналів, робота яких синхронізована блоком імпульсного живлення 1. Входи блоку порівняння 12 сполучені з виходами схеми селекції 10, а вихід підключений до входу управління потужністю джерел випромінювання 2. Елементи 6, 8, 10 і 12 утворюють схему автопідстроювання потужності джерела

випромінювання 2. Вихід опорного каналу схеми селекції 11 підключений на один з входів блоку порівняння 13, другий вхід якого підключений до джерела 14 опорного сигналу, а вихід сполучений з входом управління потужністю джерела випромінювання 3. Елементи 7, 9, 11 і 13 утворюють схему стабілізації потужності джерела випромінювання 3. Виходи схеми селекції 11 підключені на вхід реєструючого пристрою 15, який слугує для обробки сигналів, які несуть інформацію про вологість по заданому алгоритму, наприклад

$$U_p = \ln U''_{вим} / U''_{оп}, \quad (1.38)$$

де $U''_{вим}, U''_{оп}$ – сигнали від потоків вимірювального і опорного каналів відповідно, і подальшій їх індикації.

Схему автопідстроювання коефіцієнта підсилення підсилювача 8 утворює опорний канал схеми селекції 10, підсилювач 8 і блок порівняння 16, один з входів якого пов'язаний з виходом опорного каналу схеми селекції 10, а інший призначений для підключення до джерела опорного сигналу.

1.3. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА КОНТРОЛЮ

Об'єктом контролю є бавовняна тканина.

Тканина – виріб, виготовлений шляхом переплетіння ниток у процесі ткання на ткацькому верстаті.



Рис. 1.16. Приклад тканини, що виробляється.

По волокнистому складу всі тканини діляться на натуральних і хімічних. Натуральні волокна бувають тваринного і рослинного походження. До натуральних волокон рослинного походження відносяться бавовна і льон, тваринного походження – шерсть і шовк. Хімічні волокна можуть бути штучними і синтетичними. Окрім цього, тканини бувають однорідними і неоднорідними (змішаними). До однорідних відносяться тканини, виготовлені з волокон одного вигляду – шерсті, бавовни, льону. Ці тканини прийнято називати чистошерстяними, чисто льняними і так далі. До неоднорідних (змішаним) відносяться тканини, що складаються з різних волокон (наприклад, основа бавовняна, а уток з штучного шовку, шерсті або льону). Такі тканини називаються напівшерстяними, напівльняними і т. д.

Тканини можуть бути гладкокольоровими, набивними і пістрявотканими. Гладкофарбування тканини мають одноколірне забарвлення – червону, синю, зелену і т.д. Набивні – це тканини з друкарським малюнком (квіточки, горошок, клітка і ін.). До пістрявотканих відносяться тканини, які з

ткацького верстата надходять з малюнком. Вони виробляються з кольорових забарвлених ниток, у них більше забарвлення, ніж у набивних.

За способом вироблення розрізняють тканини, неткані вироби і трикотаж. Структура тканини визначається структурою пряжі, ткацьким переплетінням, щільністю тканини, характером будови поверхні тканини. Число ткацьких переплетінь дуже велике. Основні переплетіння: полотняне, саржеве, сатинове, атласне. Трикотаж теж має декілька різних переплетінь. Прикладом нетканого матеріалу є фетр.

Щоб правильно вибрати матеріал, треба знати його властивості. Їх можна визначити на дотик, на вигляд, а також за допомогою органів чуття. Щоб дізнатися з якої сировини виготовлений даний матеріал, треба підпалити висмикнуту з нього нитку. Нитка з бавовняної тканини горить блакитним полум'ям, пахне паленим папером і перетворюється на сіру золу.

За призначенням бавовняні тканини розділяються на побутові і технічні. Близько 80% складають побутові тканини, призначені для шиття одягу. Це білизняні, сорочкові, сукняні, костюмні тканини, тканини для курток, плащів, пальто - літніх і демісезонних.

До побутових тканин, що вбирають вологу відносяться (рушники і носові хустки), а також декоративні, такі, що використовуються для оббивки меблів і виготовлення порт'єр. Ширина бавовняних тканин може бути 80, 90, 140, 160 см.

Окрім перерахованих тканин, з бавовни виробляють марлю, байкові і літні ковдри, покривала і скатертини. Існують і тканини технічного призначення: тарні і пакувальні.

Бавовняні тканини дуже міцні, добре вбирають вологу, швидко сохнуть, добре переносять прання і волого-теплову обробку при високих температурах. Найчастіше це тканини середньої щільності, із звичайним полотняним переплетінням.

1.4. ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ КОНТРОЛЮ

Оптоелектронні вологоміри твердих речовин і матеріалів можуть бути побудовані на:

- прийомі відбитого випромінювання;
- прийомі випромінювання, яке пройшло крізь ОК;
- використанні реагенту, або просвічуванні внутрішньооб'ємного середовища.

Вологоміри із застосуванням реагенту (трансформатора вологи) найбільш прийнятні для вимірювання вологості сипких речовин, які погано відбивають і пропускають ІЧ-випромінювання. А так-як в нашому випадку об'єктом контролю є тканина, то цей метод не має сенсу.

Вологоміри побудовані на прийомі випромінювання, відбитого від ОК не дозволяють проконтролювати всю поверхню ОК, а контролюють тільки верхній шар.

Тому для розробки системи контролю вологості тканин використовуємо метод проходження, який оснований на використанні роздільного датчика. Обґрунтуванням цього вибору є надійність методу, можливість контролювати весь ОК. Метод має меншу похибку.

1.5. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

Безперервна функціональна розгортка з боку випромінювача може бути виконана з розгорткою як одного з потоків (опорного), так і обох потоків (опорного і вимірювального). Функціональна розгортка з боку випромінювача може бути проведена за допомогою як наростаючої, так і спадаючої експоненти.

Розглянемо принцип роботи вологоміра з розгорткою по наростаючій експоненті.

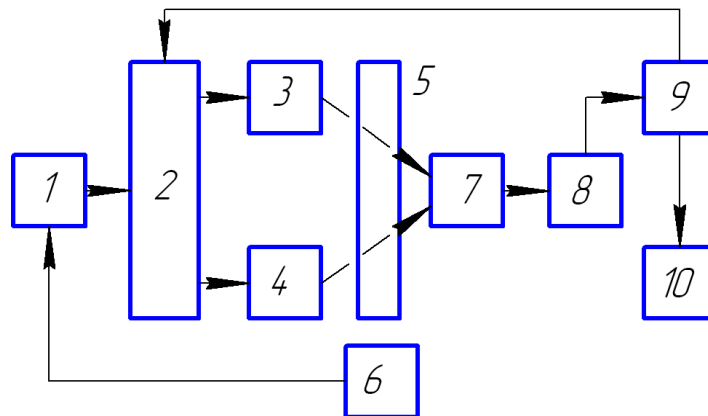


Рис. 1.17. - Вологомір з розгорткою по наростаючій експоненті.

Задаючий генератор 1, в частотнозадаючому ланцюзі якого включений терморезистор 6 формує імпульси струму, амплітуда яких змінюється в часі по експоненціальному закону (рис. 1.18, а). Цей струм по черзі проходить через випромінювачі 3, 4, пов'язані із задаючим генератором через комутатор 2. Випромінювання на довжинах хвиль λ_1 і λ_2 , викликане імпульсами струму, прямує на об'єкт контролю 5. Потoki, які пройшли крізь контрольоване середовище від обох випромінювачів приймаються фотоприймачем 7. Сигнал з фотоприймача подається на вхід порогового пристрою 8 із встановленим рівнем $U_{\text{пор}}$. При досягненні фотоелектричним сигналом від одного випромінювача встановленого рівня спрацьовує пороговий пристрій і тригер 9, вихід якого підключений до вимірника різниці тимчасових інтервалів 10, включає інший випромінювач. З моменту перемикання починає зростати сигнал фотоприймача від другого потоку. При досягненні деякого порогу

знову спрацьовує тригер, і цикл повторюється. Отримані прямокутні імпульси з тимчасовими інтервалами t_1 від потоку Φ_1 і t_2 від потоку Φ_2 (рис. 1.35, б) подаються на вхід вимірника різниці тимчасових інтервалів. При зміні температури часові діаграми матимуть вигляд, показаний на рис. 1.35, в, г.

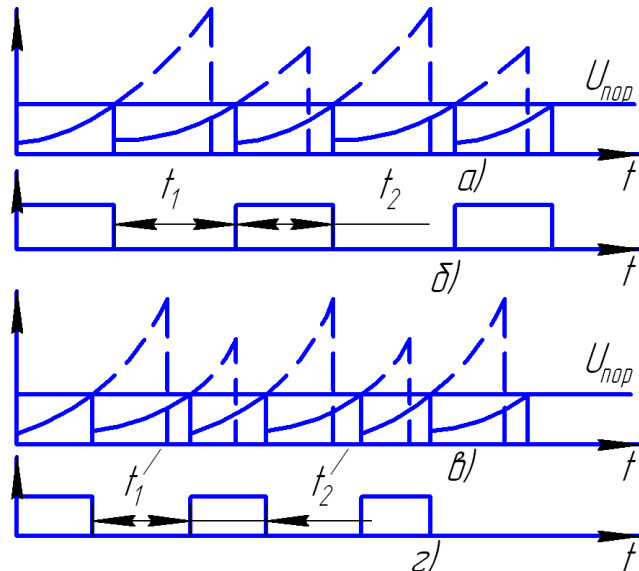


Рис. 1.18. - Часова діаграма вологоміра з розгорткою по наростаючій експоненті

На рис. 1.19 приведена схема вологоміра із функціональною розгорткою по спадаючій експоненті, а на рис 1.20 – часова діаграма, яка пояснює його роботу. Тут U_{Φ_1} – сигнал від опорного потоку випромінювання; U_{Φ_2} – сигнал від вимірювального потоку випромінювання; $U_{пор}$ – порогова напруга; t_1 і t_2 – часові інтервали.

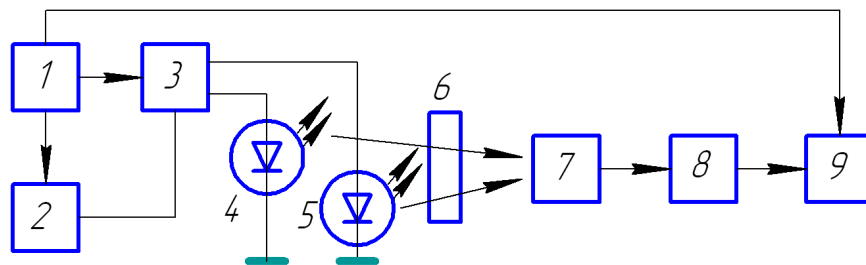


Рис. 1.19. - Схема вологоміра з функціональною розгорткою по спадаючій експоненті

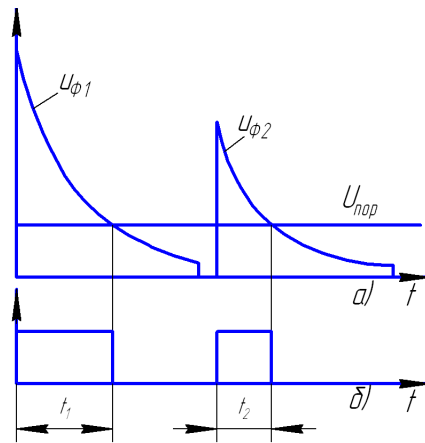


Рис. 1.20. - Часова діаграма роботи схеми з функціональною розгорткою по спадаючій експоненті

На відміну від методу з розгорткою лише опорного потоку в методі з безперервною розгорткою опорного і вимірювального потоків значно спрощується процес обробки сигналу.

Суть цього методу полягає в тому, що опорний і вимірювальний потоки випромінювання, зрушені в часі, формуються по експоненціальному закону. Частку випромінювання після взаємодії з контрольованим об'єктом перетворюють у фотоелектричні сигнали, що чергуються, від опорного і вимірювального потоків відповідно, і далі ці сигнали порівнюються із встановленим пороговим значенням напруги. Після порівняння виходять часові інтервали, що чергуються, від початку експоненти опорного сигналу до перетину з пороговим рівнем і від початку експоненти вимірювального сигналу до перетину з пороговим рівнем. Різниця цих часових інтервалів пропорційна вологості.

При дискретній функціональній розгортці одного (опорного) потоку (рис. 1.38) об'єкт контролю опромінюють двома потоками, що чергуються в часі. Потік на опорній довжині хвилі змінюється в часі по експоненціальному закону.

Таким чином, значення вологості виходить безпосередньо на виході фотоприймача.

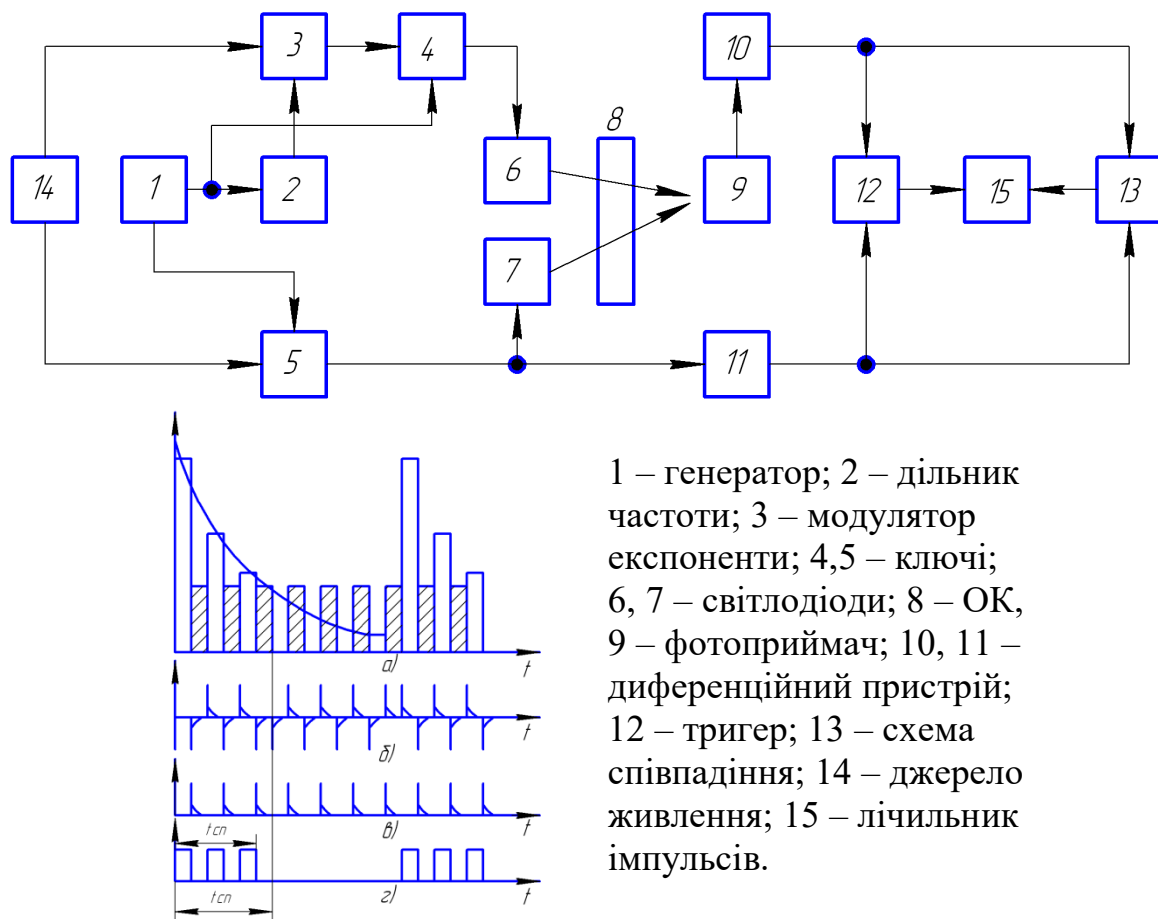


Рис. 1.21. - Вологомір з дискретною розгорткою опорного потоку випромінювання та часова діаграма роботи схеми (а – форма сумарного фотоелектричного сигналу від обох потоків випромінювання; б, в – форма продиференційованих сигналів; г – сигнали з виходу тригера).

Дискретна функціональна розгортка обох потоків вимагає наявності порогових пристроїв. Контрольоване середовище в цьому випадку опромінюється двома дискретними потоками, які чергуються, випромінювання на опорній і вимірювальній довжинах хвиль, сформованих по експоненціальному закону (рис. 3.1).

Із всіх розглянутих методів найбільш ефективним є метод з дискретною функціональною розгорткою, яка дозволяє задавати необхідну потужність випромінювання світлодіодів, підвищити співвідношення сигнал/шум і чутливість, а також спростити обробку сигналу, а отже, зменшити апаратні витрати.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1. РОЗРОБКА ТА РОЗРАХУНОК КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ

Кінематична схема пристрою, що сканує складається з крокового двигуна ДШ-40-0,01-22,5 (М), гвинтів (Г1, Г2), напрямних (Н1, Н2), шестерні (Т1) і двох зубчастих коліс (Т2, Т3). Зубчасті колеса контактують з шестернею. Шестерня встановлюється на вал двигуна, а зубчасті колеса встановлюються на гвинти. За допомогою гвинтів відбувається зворотно поступальних рух кареток (випромінювальної і приймальної).

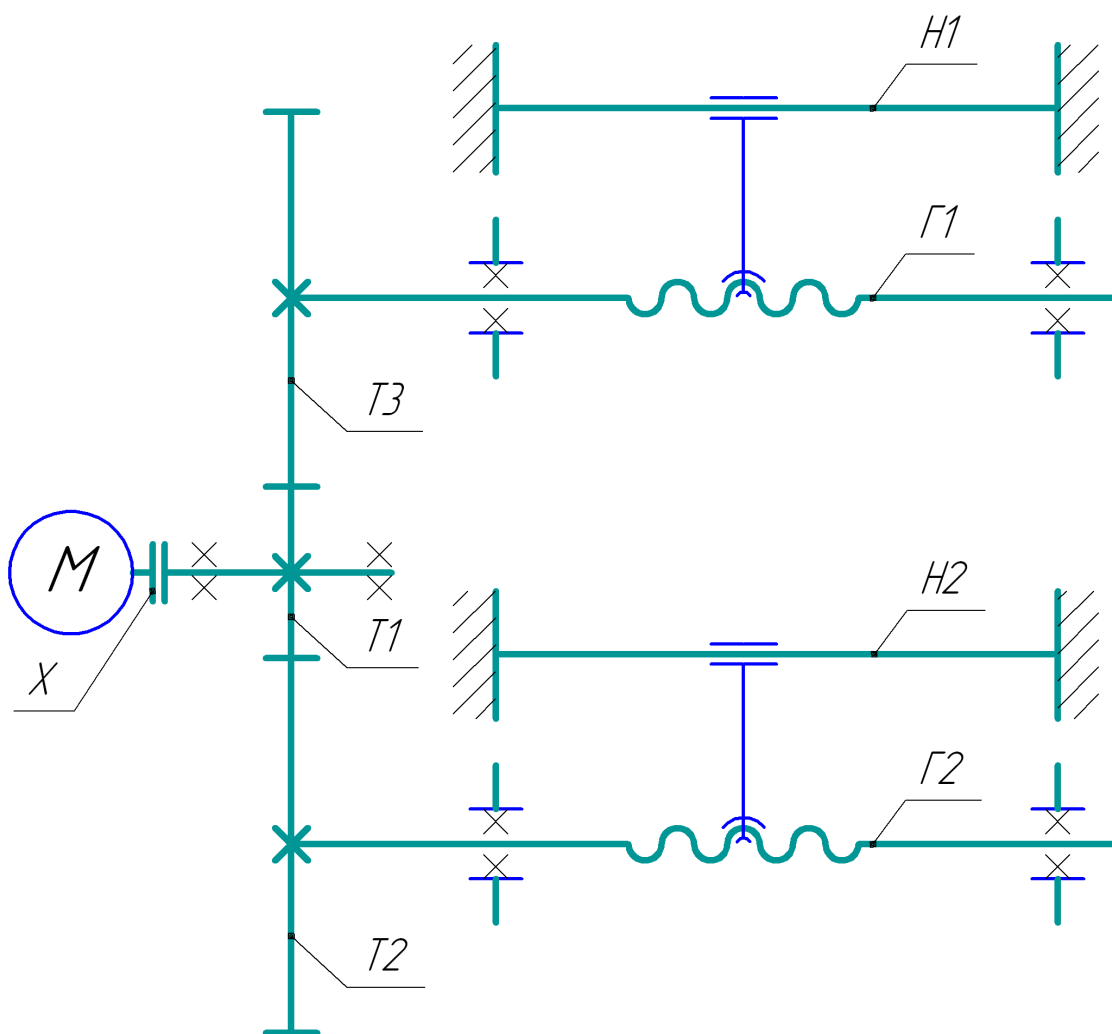


Рис. 2.1. - Кінематична схема пристрою сканування

Розрахунок пристрою сканування починаємо з вибору двигуна.

Вибір двигуна

Двигун обираємо за потужністю:

$$N_{ВИХ} = P_{ВИХ} V, \quad (2.1)$$

де $N_{ВИХ}$ – вихідна потужність;

$P_{ВИХ}$ – сила корисного опору (переміщення);

V – швидкість лінійного переміщення.

Розрахуємо орієнтовну силу корисного переміщення для двох кареток:

$$P_{ВИХ} = 3(\text{Н}), \quad (2.2)$$

Швидкість лінійного переміщення візьмемо $V = 200$ мм/с.

Розраховуємо вихідну потужність:

$$N_{ВИХ} = 3 \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 0,6 \text{ (Вт)}, \quad (2.3)$$

Орієнтовну потужність двигуна розраховуємо за формулою:

$$N_{ДВ} = 1,2 \cdot N_{ВИХ}, \quad (2.4)$$

Визначаємо потужність на вході:

$$N_{ВХ} = \frac{N_{ВИХ}}{\eta_{сн}}, \quad (2.5)$$

де $\eta_{сн}$ – спільний коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_{сн} = \eta_{ц} \cdot \eta_{ц} \cdot \eta_{зв} \cdot \eta_{зв} = 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,615, \quad (2.6)$$

де прийнято $\eta_{зв}$ – коефіцієнт корисної дії гвинтової передачі, $\eta_{зв} = 0,8$;

$\eta_{ц} = 0,98$ – коефіцієнт корисної дії циліндричної передачі.

Потужність на вході дорівнює:

$$N_{ВХ} = \frac{0,6}{0,615} = 0,98 \text{ (Вт)}, \quad (2.7)$$

Визначаємо орієнтовно потужність двигуна:

$$N_{ДВ} = 1,2 \cdot 0,98 = 1,176 \text{ (Вт)}, \quad (2.8)$$

Обираємо з каталогу двигуна ДШ-40-0,01-22,5 з параметрами:

номінальний момент $M_{НОМ} = 0,01$ (Нм), $f_{НОМ} = 430$ (крок/с) та

$\alpha = 22,5^\circ$, визначаємо потужність двигуна:

$$N_{ДВ} = M \cdot \omega_{ДВ} = 0,01 \cdot 168,86 = 1,689 \text{ (Вт)}, \quad (2.9)$$

$$\text{де } \omega_{ДВ} = \alpha \cdot f_{НОМ} = \frac{\pi \cdot \alpha^\circ}{180^\circ} \cdot f_{НОМ} = \frac{\pi \cdot 22,5^0}{180^\circ} \cdot 430 = 168,86 \text{ (1/с)}, \quad (2.10)$$

Тобто, двигун вибрано вірно.

Визначаємо передаточне відношення:

$$i = \frac{n_{ДВ}}{n_{ГВ}} = \frac{\omega_{ВХ}}{\omega_{ГВ}}, \quad (2.11)$$

$$\text{де } n_{ГВ} = \frac{60 \cdot V}{h}, \quad (2.12)$$

а $h = k \cdot p$, де k – кількість заходів різьби, p – крок різьби .

Обираємо трапецеїдальну різьбу (по ГОСТ 9484-81), яка має профіль правильної рівнобічної трапеції.

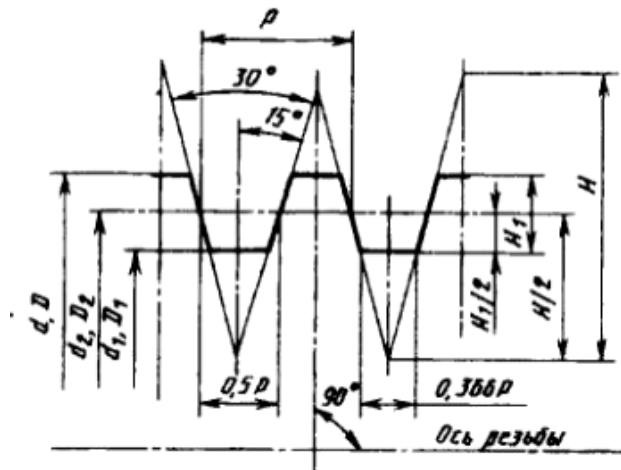


Рис. 2.2. - Трапецеїдальна різьба.

d - зовнішній діаметр різьби (гвинта); D - зовнішній діаметр внутрішньої різьби (гайки); d_2 – середній діаметр зовнішньої різьби; D_2 - середній діаметр внутрішньої різьби; d_1 – внутрішній діаметр зовнішньої різьби; D_1 – внутрішній діаметр внутрішньої різьби; P – шаг різьби; H – висота вихідного трикутника; H_1 – робоча висота профілю.

Обираємо кількість заходів різьби рівне $k = 2$, з кроком $p = 4$.

Розміри гвинтової пари:

– для гвинта: зовнішній діаметр $d_3 = 36$, внутрішній діаметр $d_{вн} = 31,5$

;

– для гайки: зовнішній діаметр $D_3 = 36,5$, внутрішній діаметр $D_{\text{вн}} = 32$.

Внутрішній діаметр різьби гвинта визначається із умов міцності на стиск (розтяг) з урахуванням напруги обертання:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot p \cdot \psi}{\pi \cdot [\sigma_{\text{сж}}]}}, \quad (2.12)$$

де ψ – коефіцієнт, який враховує деформацію обертання.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 1,25}{\pi \cdot 12,5}} = 0,36 \text{ мм. Приймаємо } 32 \text{ мм.}$$

Гвинтові механізми використовуються в приладах і машинах для перетворення обертового руху в прямолінійно поступальне. Основні ланки гвинтових механізмів – гвинт і гайка.

В залежності від відносного переміщення гвинта і гайки застосовуються наступні види гвинтових механізмів:

- 1) гвинт обертається – гайка переміщується (рис. 2.3: 1 – гвинт, 2 – гайка);
- 2) гайка обертається – гвинт переміщується;
- 3) гвинт обертається і переміщується – гайка нерухома;
- 4) гайка обертається і переміщується – гвинт нерухомий.

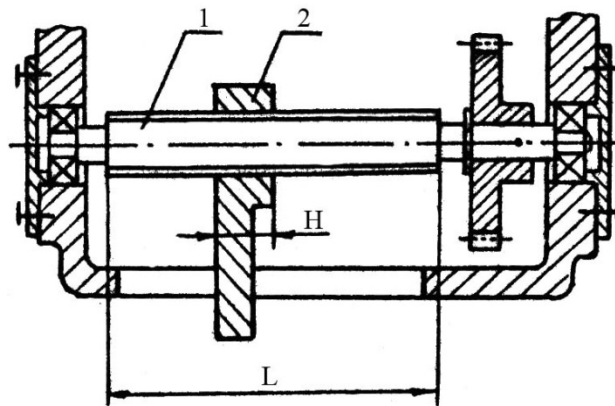


Рис. 2.3. - Гвинтовий механізм

Перевага гвинтових механізмів в порівнянні з іншими механізмами, які слугують для перетворення обертового руху в поступальний, такі: можливість перетворення великої кутової в малу лінійну швидкість, можливість передачі великих зусиль, плавність і безшумність роботи при великих швидкостях, висока точність і рівномірність переміщень.

Визначаємо номінальне значення частоти обертання валу гвинта:

$$n_{ГВ} = \frac{60 \cdot 200}{2 \cdot 4} = 1500 \text{ (об / хв)}, \quad (2.13)$$

Визначаємо номінальну кутову швидкість валу гвинта:

$$\omega_{ГВ} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{ГВ}}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1500}{60} = 157,08 \text{ (1 / с)}, \quad (2.14)$$

Передаточне відношення:

$$i = \frac{168,86}{157,08} = 1,074994, \quad (2.15)$$

Округлюємо передаточне відношення до 1,1.

Перевіряємо похибку:

$$\delta = \frac{1-1,1}{1} \cdot 100\% = -10\% > 2,5\%, \quad (2.16)$$

Для такого передаточного відношення використовуємо циліндричну зубчасту передачу.

Зубчасті передачі – це механізм або частина механізму до складу якої входять зубчасті колеса. Призначення: передача обертового руху між валами, які можуть мати паралельні, перетинаючі і перехресні осі; перетворення обертового руху в поступовий і навпаки.

При цьому момент від одного елемента до другого передається за допомогою зубців. Зубчасте колесо передачі з меншим числом зубців називається шестернею, друге колесо з більшим числом зубців називається колесом.

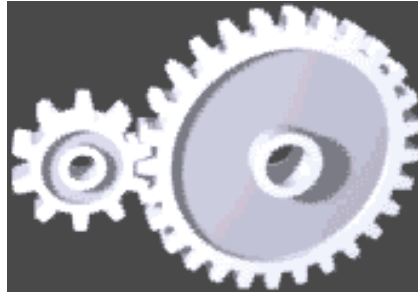


Рис. 2.4. - Циліндрична зубчаста передача

Підбираємо кількість зубців:

$$i = \frac{z_2}{z_1} = 1,1, \quad (2.17)$$

Вибираємо число зубців шестерні $z_1 = 18$, тоді число зубців колеса $z_2 = i \cdot z_1 = 1,1 \cdot 18 = 19,8 \approx 20$. Перевіряємо передаточне відношення:

$$i = \frac{20}{18} = 1,1. \text{ Визначаємо відносну похибку:}$$

$$\delta = \frac{1-1,1}{1} \cdot 100\% = -10\% > 2,5\%, \quad (2.18)$$

Визначення орієнтовних розмірів

Для цього визначаємо параметри циліндричної передачі.

Діаметр ділильного кола

$$d = m \cdot z_i \quad (i = 1, 2), \quad (2.19)$$

де m – модуль, приймаємо згідно стандарту $m = 2$ мм.

$$\text{Тоді: } d_1 = 2 \cdot 18 = 36 \text{ мм}$$

$$d_2 = 2 \cdot 20 = 40 \text{ мм}$$

Визначаємо робочу ширину зубчатого вінця:

$$b_w = \psi_{bd} \cdot d_1, \quad (2.20)$$

де ψ_{bd} – коефіцієнт товщини колеса, згідно стандарту $\psi_{bd} = 0,3$

$$b_w = 0,3 \cdot 36 = 10,8 \text{ мм. Приймаємо } b_w = 12 \text{ мм.}$$

Приймаємо: товщина стінок $h=10$ мм, ширина підшипникового вузла $t=10$ мм, зазор $k=5$ мм.

Розміри:

$$L = d_1 + d_2 + 2 \cdot (h + k) = 36 + 40 + 30 = 106 \text{ мм}, \quad (2.21)$$

$$B = b_w + 2 \cdot (t + k) = 15 + 30 = 45 \text{ мм}, \quad (2.22)$$

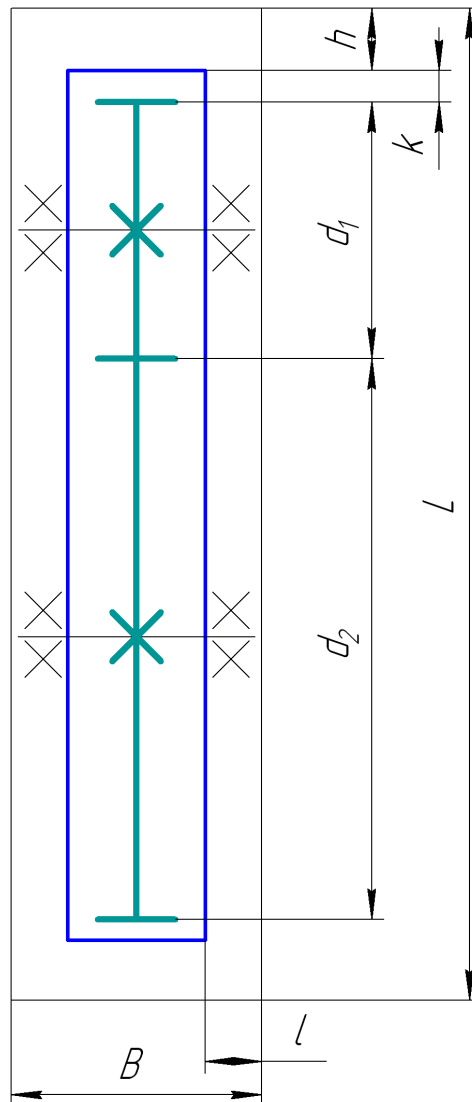


Рис. 2.5. - Циліндрична передача

2.2. РОЗРОБКА ТА РОЗРАХУНОК ОПТИЧНОЇ СХЕМИ

2.2.1. РОЗРОБКА ОПТИЧНОЇ СХЕМИ

Оптична схема включає в себе 3 лінзи, два світло діоди 1, 2 та фотодіод 6.

Світлодіод знаходиться в фокусі лінзи 3 з метою виконання колімації випромінювання і щоб на виході лінзи був паралельний пучок світла. Потім цей паралельний пучок світла проходить крізь тканину 7 і потрапляє на лінзу 5, яка збирає весь пучок у фокус, а в фокусі лінзи знаходиться фотодіод 6, який

приймає світло. Таким чином маємо мінімальні втрати і непотрібно ставити дуже чутливий фотоприймач.

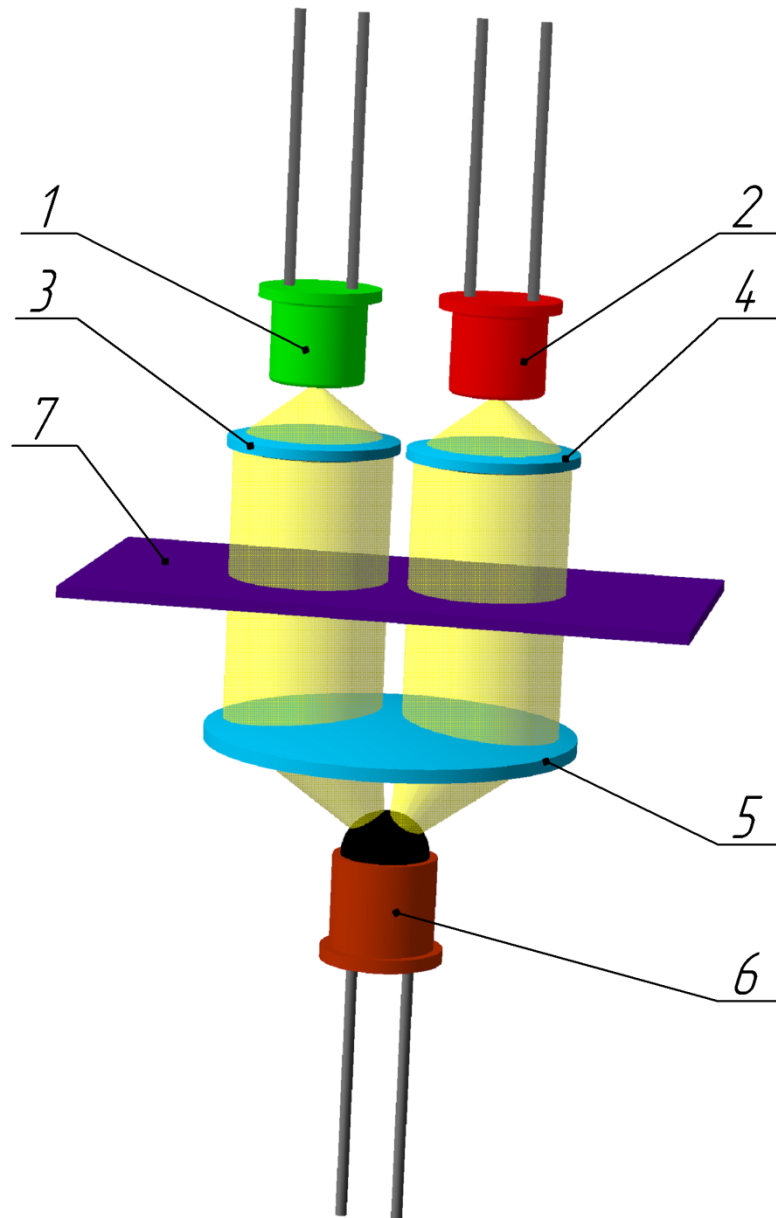


Рис. 2.6. - Оптична схема

2.2.2. РОЗРАХУНОК ОПТИЧНОЇ СХЕМИ

В якості джерела випромінювання беремо світлодіоди LED17 (з довжиною хвилі 1,7мкм) і LED19 (з довжиною хвилі 1,9мкм). Розходження світлового пучка: $\alpha = 30^\circ$.

Розраховуємо габаритні розміри лінз:

1) фокусну відстань першої лінзи вибираємо $F = 6,5$ мм.

Враховуючи розсіяння пучка, із трикутника розраховуємо світловий діаметр лінзи $D_{св}$.

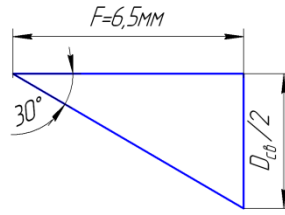


Рис. 2.7. - Схема розрахунку розсіяння пучка

$$D_{св} = 2(6,5 \cdot \text{tg}30^0) = 7,5 \text{ мм}, \quad (2.23)$$

За таблицею 1 визначаємо необхідний зовнішній діаметр лінзи D .

Будемо використовувати спосіб кріплення лінз – завальцовкою.

$$D = D_{св} + 0,8 = 7,5 + 0,8 = 8,3 \text{ мм}, \quad (2.24)$$

За ГОСТ 6636-69 підбираємо стандартну лінзу із зовнішнім діаметром 8,5 мм.

Таблиця 2.1. - Залежність D від $D_{св}$.

| $D_{св}$, мм | Найменший D , мм | |
|---------------|------------------------|-------------------|
| | кріплення завальцовкою | кріплення кільцем |
| до 6 | $D_{св}+0,6$ | – |
| 6 – 10 | $D_{св}+0,8$ | $D_{св}+1,0$ |
| 10 – 18 | $D_{св}+1,0$ | $D_{св}+1,5$ |
| 18 – 30 | $D_{св}+1,2$ | $D_{св}+1,8$ |
| 30 – 50 | $D_{св}+1,5$ | $D_{св}+2,0$ |
| 50 – 80 | $D_{св}+2,0$ | $D_{св}+2,5$ |
| 80 – +120 | – | $D_{св}+3,0$ |
| 120 – 180 | – | $D_{св}+4,0$ |

В залежності від зовнішнього діаметра D визначаємо необхідну товщину лінзи по краю t . Товщину t вибираємо по ГОСТ 3-490-71 із табл.2.2:

Таблиця 2.2. - Залежність D від t .

| D , мм | t , мм |
|----------|----------|
|----------|----------|

| | |
|-----------|-----|
| до 6 | 0,8 |
| 6 – 10 | 1,0 |
| 10 – 18 | 1,2 |
| 18 – 30 | 1,6 |
| 30 – 50 | 2,0 |
| 50 – 80 | 2,4 |
| 80 – 120 | 3,0 |
| 120 – 180 | 4,0 |

Беремо $t=1$ мм.

Визначимо товщину лінзи по осі d . D зв'язана з зовнішнім діаметром і t співвідношенням:

$$\begin{aligned} 4d + 10t &\geq D, \\ d &\geq 0,4 \end{aligned} \quad (2.25)$$

За ГОСТ 3-490-71 вибираємо $d=0,5$ мм.

Із геометричних розмірів лінзи визначаємо її радіус кривизні R : $R=32$ мм за ГОСТ 1807-75.

Із табл. 2.3 визначаємо необхідний розмір фаски m :

Таблиця 2.3. - Залежність D від m .

| D , мм | m , мм |
|----------|--------------|
| 6 – 10 | $0,3^{+0,2}$ |
| 10 – 18 | $0,4^{+0,2}$ |
| 18 – 30 | $0,5^{+0,3}$ |
| 30 – 50 | $0,7^{+0,5}$ |

Беремо $m=0,3^{+0,2}$. Кут нахилу m : 45° .

За ГОСТ 3-1901-73 беремо просвітлювальне покриття лінзи
 $\otimes_A -350.44P.43P.350$

За ГОСТ 3-28-77 беремо скло для лінзи: СТК119.

2) фокусну відстань другої лінзи вибираємо $F = 30$ мм.

Враховуючи розсіяння пучка, із трикутника розраховуємо світловий діаметр лінзи $D_{св}$.

$$D_{св} = 2(30 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ) = 34,5 \text{ мм}, \quad (2.26)$$

За таблицею 1 визначаємо необхідний зовнішній діаметр лінзи D .

Будемо використовувати спосіб кріплення лінз при наявності вібрації – завальцовкою.

$$D = D_{св} + 1,5 = 34,5 + 1,5 = 36 \text{ мм}, \quad (2.27)$$

За ГОСТ 6636-69 підбираємо стандартну лінзу із зовнішнім діаметром 36 мм.

Товщину t вибираємо по ГОСТ 3-490-71 (із табл. 2.2) $t=2$ мм.

Визначимо товщину лінзи по осі d . D зв'язана з зовнішнім діаметром і t співвідношенням:

$$\begin{aligned} 4d + 10t &\geq D, \\ d &\geq 4 \end{aligned} \quad (2.28)$$

За ГОСТ 3-490-71 вибираємо $d=5$ мм.

Із геометричних розмірів лінзи визначаємо її радіус кривизни R : $R=66$ мм за ГОСТ 1807-75.

Із табл. 2.3 визначаємо необхідний розмір фаски, $m=0,7^{+0,5}$. Кут нахилу m : 45° .

За ГОСТ 3-1901-73 беремо просвітлювальне покриття лінзи $\otimes_A -350.44P.43P.350$

За ГОСТ 3-28-77 беремо скло для лінзи: СТК119.

2.2.3. СВІЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОПТИЧНОЇ СХЕМИ

Виконуємо для того, щоб з'ясувати який світовий потік потрапляє на фотоприймач.

Потужність випромінювання $P=1$ мВт.

В світових одиницях $1\text{Вт} = 683$ лм.

Світловий потік від світлодіода приймаємо за 100%. На кожній стороні лінзи втрачається приблизно 4% початкового світлового потоку.

Після проходження світловим потоком першої лінзи втрачається 8% світлового потоку:

$$0,683 - 100\%$$

$$x - 8\%$$

$$x = 0,05 \text{ лм.}$$

На ОК (тканину) потрапляє $0,683 - 0,05 = 0,633$ лм.

Після проходження ОК отримуємо: $0,633 - 0,013 = 0,62$ лм.

Після проходження другої лінзи втрачаємо $0,62 - 0,05 = 0,57$ лм.

Таким чином на фотоприймач потрапляє світловий потік $\Phi = 0,57$ лм.

В якості фотоприймача вибираємо фотодіод J22 в корпусі 18D. Його характеристики:

матеріал: Ge,

робочий діапазон хвилі: $0,4 \div 2,2$ мкм,

довжина хвилі при максимальній чутливості: 1,5 мкм,

інтегральна чутливість: 0,7 А/Вт,

максимальний темновий струм : 4 мкА,

площа чутливого елемента: 0,78 мм²,

діапазон робочих температур: $-55 \dots +125$,

максимальна робоча частота: 35700 кГц,

напруга живлення: 10В.

Розрахуємо струм, який потрапляє в електричну схему після фотоприймача:

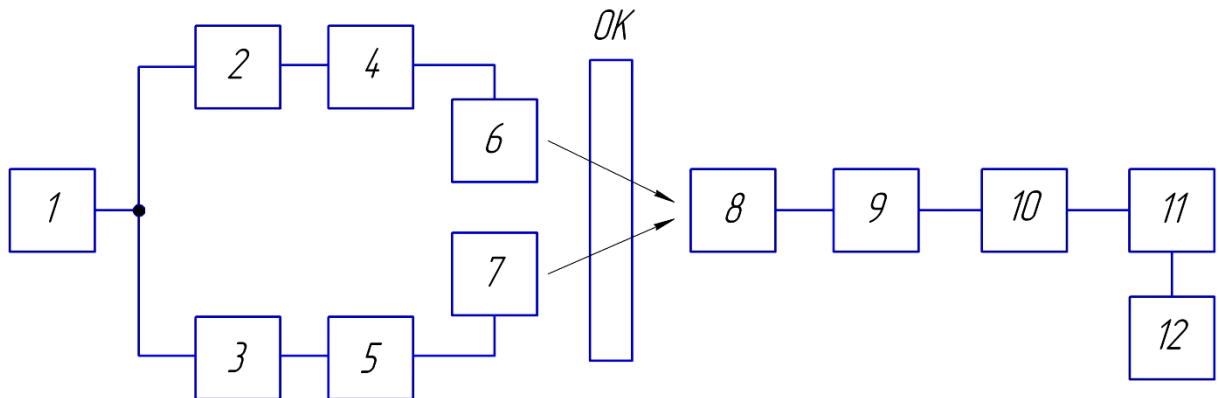
$$I = \Phi \cdot S, \quad (2.29)$$

де Φ – світловий потік, який потрапляє на фотоприймач; S – інтегральна чутливість фотоприймача.

$$I = 0,83 \cdot 0,7 = 0,58 \text{ мА.}$$

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ

3.1. РОЗРОБКА ТА ОПИС СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ



1 - Генератор синхроімпульсів
2, 3 - Функціональні перетворювачі
4, 5 - Ключі
6, 7 - Світлодіоди
8 - Фотоприймач

9 - Підсилювач
10 - Аналого-цифровий перетворювач
11 - Мікроконтролер
12 - ПК

Рис. 3.1. - Структурна схема вологоміра

Сформовані за допомогою генератора 1, функціональних перетворювачів 2, 3 та ключів 4 і 5 по експоненціальному закону, рівні по амплітуді, протифазні імпульси випромінювання від світлодіодів 6 і 7 на опорній та вимірювальній довжинах хвиль проходять об'єкт контролю (ОК) і приймаються фотоприймачем 8 (рис. 3.2, а). Експоненціальні промодульовані імпульси від потоку на вимірювальній довжині хвилі поглинається більше, амплітуда цих імпульсів становиться менше амплітуди імпульсів від опорного випромінювання. Почергово сигнал від обох потоків через підсилювач 9 подається на вхід аналого-цифрового перетворювача 10. Далі оцифрований сигнал подається на вхід мікроконтролера 11 де відбувається обробка (рис. 3.2). Результат виводиться на комп'ютер 12.

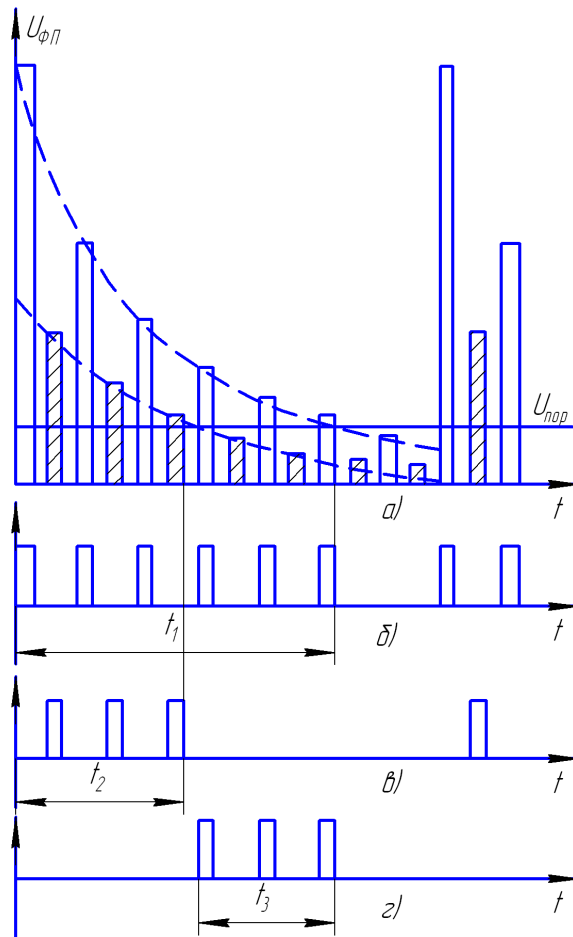


Рис. 3.2. - Часова діаграма вологоміра: а – сигнал на виході фотоприймача; б, в – розділені сигнали в мікроконтролері; г – різницевий часовий інтервал, пропорційний вологості.

3.2. РОЗРОБКА ТА ОПИС ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ

Генератор синхроімпульсів (G, рис. 3.3) формує прямокутні імпульси (рис.3.4, А). Із виходу генератора імпульси по чергово потрапляють на один із двох перетворювачів (ФП₁ або ФП₂, рис. 3.3). Перетворювач модулює імпульси по експоненціальному закону (рис. 3.4, В або Г).

Процес роботи такий, коли ці сигнали одночасно потрапляють на 2 входи, але 2 ключ закритий то випромінює перший світлодіод (з довжиною хвилі $\lambda=1,9$ мкм). Потім напрямок змінюється і вже випромінює другий світлодіод (з довжиною хвилі $\lambda=1,7$ мкм). Цим керує блок керування через ключову схему за допомогою блоку “НЕ”. З виходу світлодіода випромінювання проходить крізь тканину і приймається фотоприймачем (рис.

3.4, D). Після цього прийнятий сигнал з виходу фотоприймача подається на підсилювач і потрапляє на вхід полосового фільтру (рис. 3.3). За допомогою полосового фільтру виділяємо необхідну частоту. Далі сигнал потрапляє на вхід АЦП, де він перетворюється із аналогового в цифровий і записується в пам'яті мікроконтролера.

Роботою цієї системи керує блок керування (БК), рис. 3.3.

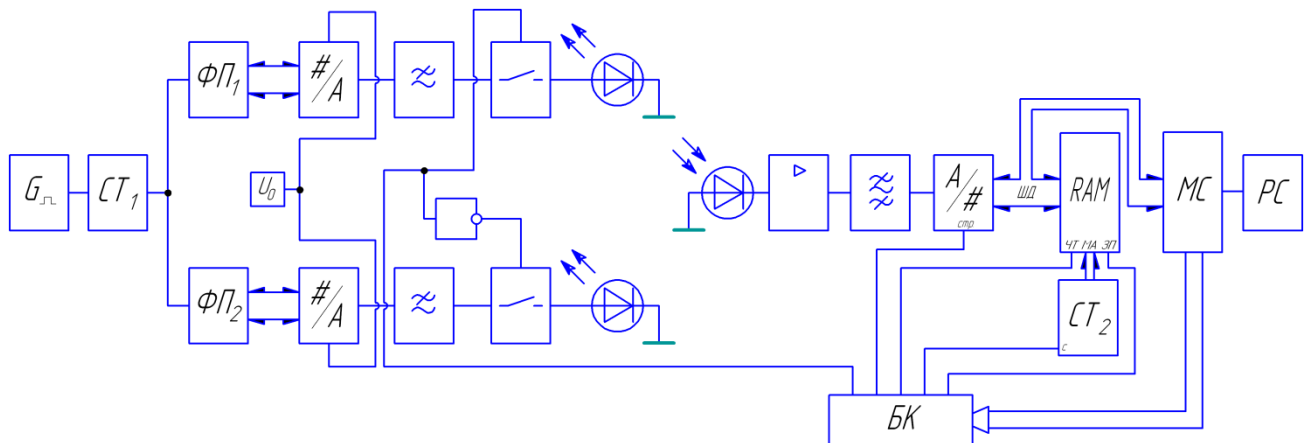


Рис. 3.3. - Функціональна схема вологоміра

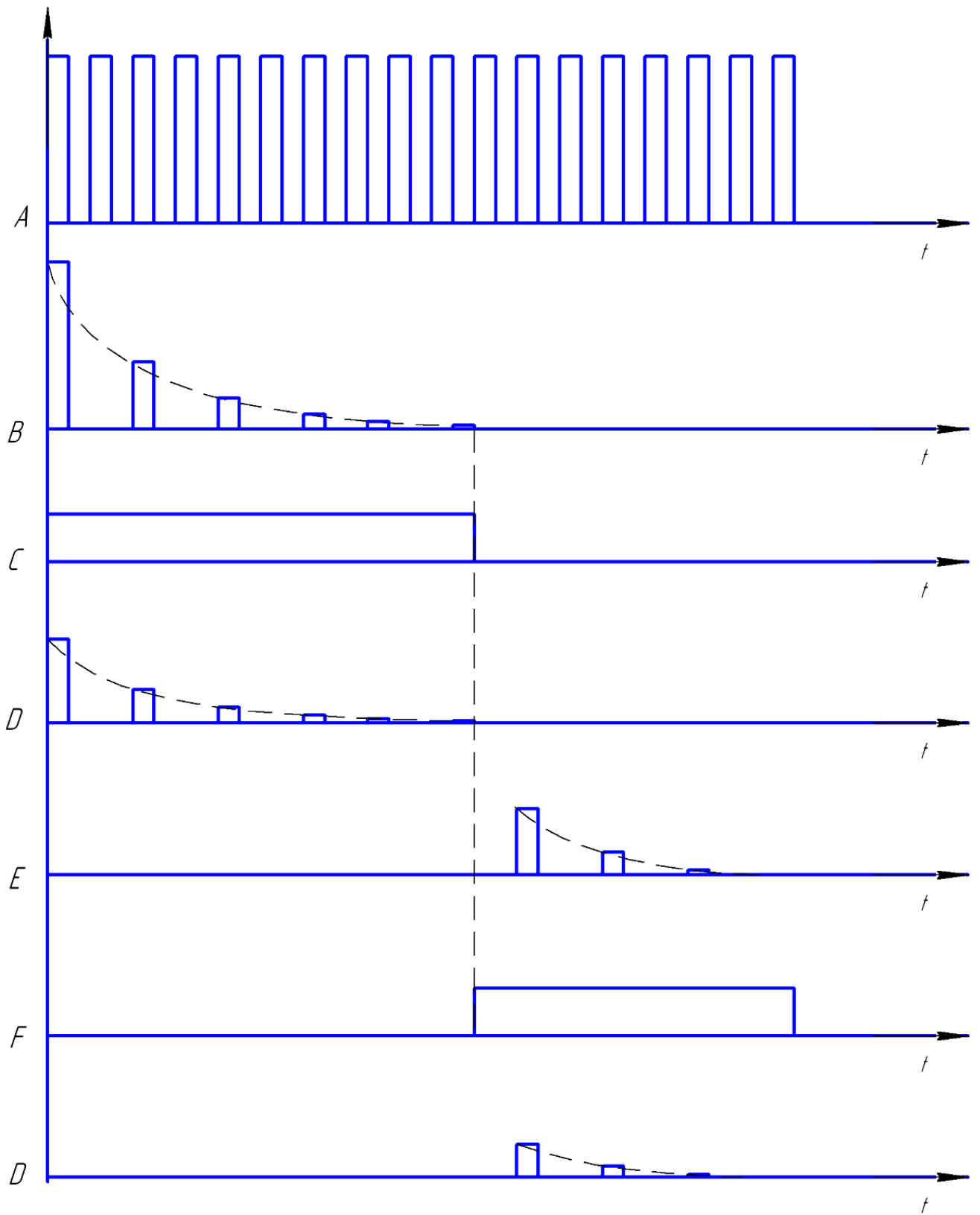


Рис. 3.4. - Часова діаграма роботи схеми

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ

Під надійністю системи (елементу, вузлу, приладу, виробу) розуміють здатність останнього зберігати свої якісні характеристики в заданих межах, при визначених умовах експлуатації, протягом заданого проміжку часу.

4.1 Розрахунок надійності оптичної системи здійснюється по раптових відмовах з урахуванням вимог ДСТУ 2661–94. Кількісно надійність характеризується сумою інтегральних та точкових показників у відповідності з ДСТУ 2860 – 94, ДСТУ 2861 – 94, ДСТУ 2862 – 94.

За здатністю відновлюватися вироби діляться на ті, що відновлюються та на ті, які не відновлюються.

Вироби, які не відновлюються – це вироби, функціонування яких можливе лише до їх першої відмови. Такі вироби характеризуються наступними кількісними характеристиками надійності:

- інтенсивність відмов $\lambda(t)$;
- частотою відмов $f(t)$;
- імовірність безвідмовної роботи $P(t)$;
- імовірність відмов $Q(t)$;
- напрацювання до відмови T_0 .

Вироби, які відновлюються – це вироби, експлуатація яких передбачає багаторазовий ремонт. Вони характеризуються наступними кількісними характеристиками надійності:

- параметрами потоку відмов $\omega(t)$;
- параметрами потоку відновлення $\mu(t)$;
- коефіцієнтом готовності K_r ;
- середнім часом роботи між двома відмовами t_{cp} ;
- середнім часом відновлення T_b .

4.2 Розрахунок оснований на наступних допущеннях:

- відмови комплектуючих елементів є випадковими незалежними подіями;

- одночасно два і більше комплектуючих елементів у виробі відмовити не можуть;

- інтенсивність відмов комплектуючих елементів протягом терміну служби в робочих умовах є величиною постійною;

- відключений стан комплектуючих елементів прирівнюється до режиму збереження;

- закон надійності – експоненційний;

Основними критеріями надійності є:

- імовірність безвідмовної роботи визначаємо за час $t = 1000$ год;

- інтенсивність відмов;

- середній час безвідмовної роботи.

4.3 Зробимо розрахунок надійності оптичної системи для контролю вологості тканин. Чисельно надійність визначається ймовірністю безвідмовності роботи:

$$p(t) = e^{-\int \lambda dt}, \quad (4.1)$$

де λ – інтенсивність відмовлень системи;

t – час у годинах, виражений відповідно до ДСТУ 2861-94.

У більшості випадків залежність розподілу інтенсивності відмов у часі є нелінійна (рис. 6.1).

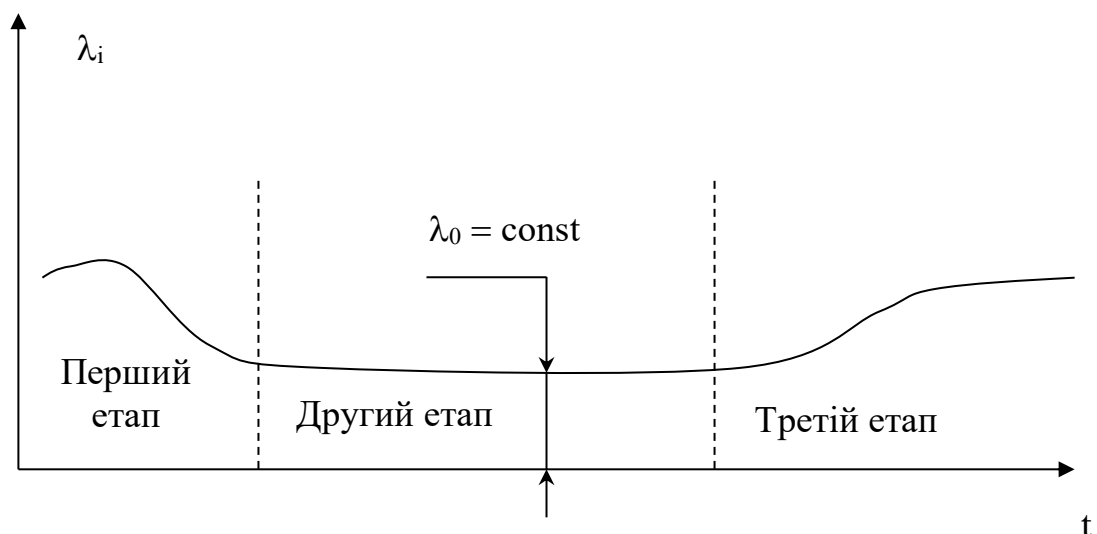


Рис. 4.1. - Залежність інтенсивності відмов у часі.

На рис. 4.1 показані три характерні етапи експлуатації:

Перший етап – етап припрацювання.

Другий етап – етап нормальної експлуатації. Для цього етапу характерно $\lambda_0 = const$, λ_0 заноситься в довідники і відповідає нормальним умовам експлуатації при номінальному навантаженні.

Третій етап – етап старіння. На цьому етапі лавиноподібно зростає інтенсивність відмов.

Експериментально встановлено, що фактично $\lambda(t)$ не може бути нижче ніж $\lambda(t) \geq 0,2\lambda_0$, з урахуванням цього недовантаження елементів широко використовують з метою підвищення надійності.

Розрахунок надійності по раптових відмовах робимо, застосувавши експоненційний закон надійності (для етапу нормальної експлуатації).

$$p(t) = e^{-\Lambda t}, \quad (4.2)$$

При розрахунку надійності визначаються наступні показники:

4.3.1 Інтенсивність відмов блоку:

$$\lambda_{\delta_i} = \sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot N_i, \quad (4.3)$$

де λ_i – інтенсивність відмов i -го елемента з урахуванням режиму роботи;

N_i – кількість елементів кожного виду;

m – кількість різновидів елементів.

4.3.2. Інтенсивність відмов системи.

$$\Lambda = \sum_{i=1}^k \lambda_{\delta_i}, \quad (4.4)$$

де k – кількість блоків системи.

Напрацювання системи на відмову.

$$T_0 = \frac{1}{\Lambda}, \text{ год}, \quad (4.5)$$

Необхідно відзначити наступне:

$$\lambda_i = \alpha \cdot \lambda_{0i}, \quad (4.6)$$

де λ_{0i} – довідкове значення інтенсивності відмов i -го елемента при нормальних умовах експлуатації і нормальному режимі роботи при номінальному навантаженні.

α – експлуатаційний коефіцієнт, що враховує вплив різних факторів на інтенсивність відмов.

4.4. Довідкові значення інтенсивності відмов обираються з урахуванням коефіцієнта навантаження K_H , що визначається як відношення фактичного значення величини до її номінального значення (Табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Значення відмов

| Виріб | Значення K_H | Формула для розрахунку K_H |
|--------------|----------------|------------------------------|
| Резистори | 0,5 | $P / P_{\text{ном}}$ |
| Конденсатори | 0,5 | $U / U_{\text{ном}}$ |
| Діоди | 0,75 | $I / I_{\text{ном}}$ |

Тепер за вищенаведеними міркуваннями робимо розрахунок надійності блоків оптичної системи. Перелік елементів з яких складаються блоки і чисельні значення інтенсивності відмов цих елементів приведені в таблицях 4.2 та 4.3.

Таблиця 4.2. – перелік елементів

| Найменування елементів | N_i , шт. | $\lambda_{0i} \cdot 10^6$ 1/година | α | $\lambda_i \cdot N_i, 10^6$ 1/година |
|------------------------|-------------|---------------------------------------|----------|---|
| Конденсатори | 25 | 1,3 | 0,13 | 32,5 |
| Мікросхеми | 41 | 0,02 | 0,82 | 0,82 |
| Резистори | 66 | 0,6 | 0,6 | 39,6 |
| Пайка | 300 | 0,01 | - | 3 |

$$\lambda_{\delta_i} = \sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot N_i = 75,92 \cdot 10^{-6} \text{ (1/год)}, \quad (4.7)$$

Таблиця 4.3. - Мікропроцесорний блок

| Найменування елементів | N_i , шт. | $\lambda_{0i} \cdot 10^6$ 1/година | α | $\lambda_i \cdot N_i$, 10^6 1/година |
|------------------------|-------------|---------------------------------------|----------|---|
| Мікросхеми | 15 | 0,02 | 0,82 | 0,8 |
| Конденсатори | 10 | 1,3 | 0,13 | 1,3 |
| Кварцовий резонатор | 10 | 0,4 | 0,2 | 4 |
| Пайка | 220 | 0,01 | - | 2,2 |

$$\lambda_i = \sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot N_i = 8,3 \cdot 10^{-6} \text{ (1/год)}, \quad (4.8)$$

Тепер занесемо в таблицю 4.4 значення інтенсивності відмов блоків розроблювальної системи контролю:

Таблиця 4.4. - Інтенсивність відмов системи

| Найменування блоків системи | $\lambda_{\delta_i}, 10^{-6}$ |
|---|-------------------------------|
| Блок формування імпульсу | 26 |
| Приймально-підсилювальний блок та блок аналогово-цифрової обробки | 75,92 |
| Мікропроцесорний блок | 8,3 |
| Блок живлення | 50 |

$$\Lambda = \sum_{j=1}^k \lambda_{\delta_j} = 160,22 \cdot 10^{-6}, \text{ (1/год)}, \quad (4.9)$$

Використовуючи дані, приведені в таблиці 4.4, визначимо час напрацювання системи на відмову:

$$T_0 = \frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{160} \cdot 10^6 = 6250 \text{ (годин)} \quad (4.10)$$

Тепер визначимо ймовірність безвідмовної роботи системи за час:

1) $t = 8$ годин.

$$P = e^{-\frac{8}{6250}} = 0,99, \quad (4.11)$$

2) $t = 1000$ годин

$$P(1000) = e^{-\frac{1000}{6250}} = 0,85, \quad (4.12)$$

Відповідно до ДСТУ 2861-94 $P(t)$ визначається за час $t = 1000$ годин.

4.4.1 Грунтуючись на даних, отриманих у результаті розрахунків інтенсивності відмов блоків зробимо аналіз надійності. Показник ненадійності j -го блоку дорівнює:

$$P_{\delta_j} = \frac{\lambda_{\delta_j}}{\lambda_{\text{сер}}}, \quad (4.13)$$

де $\lambda_{\text{сер}}$ - середня інтенсивність відмов і визначається за формулою:

$$\lambda_{сер.} = \frac{\Lambda}{k}, \quad (4.14)$$

де k – кількість блоків системи по надійності.

Розрахунок:

$$\lambda_{сер.} = \frac{160 \cdot 10^{-6}}{4} = 40 \cdot 10^{-6} \text{ (1/год)}, \quad (4.15)$$

4.4.2 Визначаємо показники ненадійності для кожного блоку окремо:

а) блок формування імпульсу:

$$P_{\delta 1} = \frac{26 \cdot 10^{-6}}{40 \cdot 10^{-6}} = 0,65; \quad (4.16)$$

б) приймально-підсилювальний блок та блок аналогова-цифрової обробки:

$$P_{\delta 2} = \frac{75,92 \cdot 10^{-6}}{40 \cdot 10^{-6}} = 1,9, \quad (4.17)$$

в) мікропроцесорний блок:

$$P_{\delta 4} = \frac{8,3 \cdot 10^{-6}}{40 \cdot 10^{-6}} = 0,21, \quad (4.18)$$

г) блок живлення:

$$P_{\delta 5} = \frac{50 \cdot 10^{-6}}{40 \cdot 10^{-6}} = 1,25, \quad (4.19)$$

Якщо $P_{\delta 1} < 1$, то надійність блоку вище, ніж середня блочна надійність.

Якщо $P_{\delta 1} > 1$, то блок є менш надійним.

РОЗДІЛ 5. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Конструктивно датчик складається з двох частин: датчика випромінювання і датчика прийому, причому датчики повинні бути розташовані один над другим.

Датчик випромінювання (рис. 5.1) складається з корпусу, блоку світлодіодів, блоку лінз (який складається із корпусу в якому лінзи знаходяться і самих лінз), а також кришки з втулками.

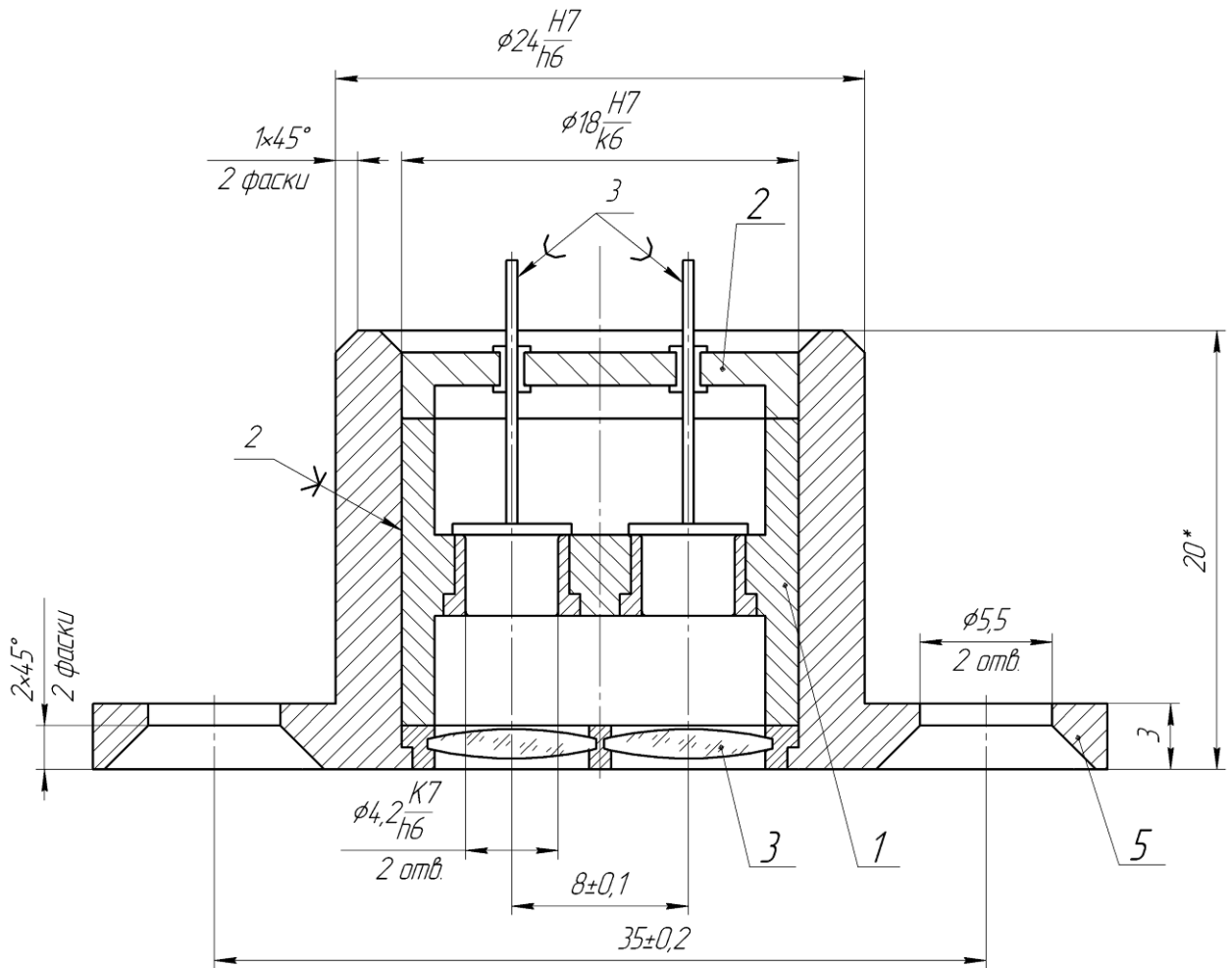


Рис. 5.1. - Креслення датчику випромінювання

У корпус 5 вставляємо блок лінз 3, який складається із лінзотримача та самих лінз. Блок лінз насаджуємо на виступ у корпусі та приклеюємо за допомогою епоксидного клею холодного застигання УП-5-233. Потім приклеюємо блок світлодіодів, який необхідний для того, щоб світлодіоди знаходились рівно над лінзами. Його також приклеюємо клеєм УП-5-233 і закриваємо кришкою 2 протягуючи через вставлені в кришку гумові втулки до яких потім будемо припаювати припоєм ЕД-20 шлейф.

Датчик прийому (рис. 5.2) складається з корпусу, блоку фотодіода, лінзи і кришки.

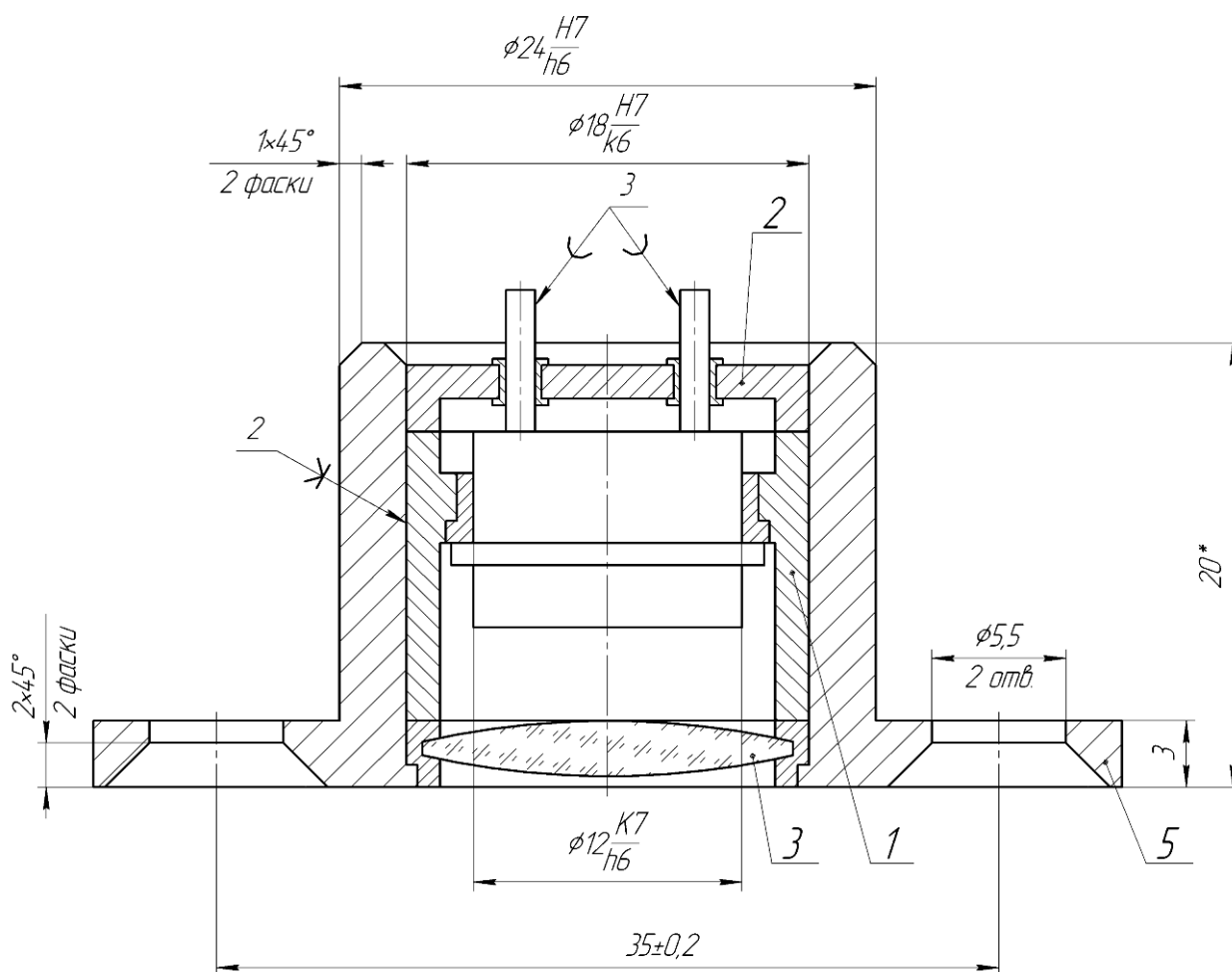


Рис. 5.2. - Креслення датчику приймання

У корпус 4 вставляємо лінзу 7, яка знаходиться у лінзотримачі, насаджуємо її на виступ у корпусі та приклеюємо епоксидним клеєм холодного застигання УП-5-233. Потім тим же клеєм зверху в корпус на лінзу вставляємо блок фотодіода і закриваємо кришкою 2 протягуючи контакти фотодіода через гумові втулки у кришці до яких будемо припаювати припоєм ЕД-20 шлейф.

Корпус датчика виготовляють із легкого алюмінієвого сплаву АК12 ГОСТ 1583-93.

Також у датчика знаходяться два отвори, які необхідні для прикручування цього датчика до каретки.

Каретки (випромінювальна та приймальна) виготовляють із легкого алюмінієвого сплаву АК12 ГОСТ 1583-93. Посередині каретки знаходиться отвір в який вставляємо, а потім пригвинчуємо відповідний датчик. У верхню

каретку встановлюється датчик випромінювання, а в нижню – датчик приймання. Конструктивно каретка (рис. 5.3) складається з корпусу 1 та двох втулок 2, 3. Перша втулка плоска, яка рухається по направляючій. Друга – втулка з різьбою, у яку загвинчується гвинт і за допомогою якої відбувається пересування кареток.

Втулки повинні мати високу зносостійкість, так як там є пара тертя. Для цього їх виготовляють із зносостійкого матеріалу – бронзи.

Бронзові втулки сприяють продовженню строку експлуатації обладнання, техніки, агрегатів і механізмів. Вони застосовуються для протидії зношування вузлів механізмів, які виникають внаслідок негативних дій сил тертя.

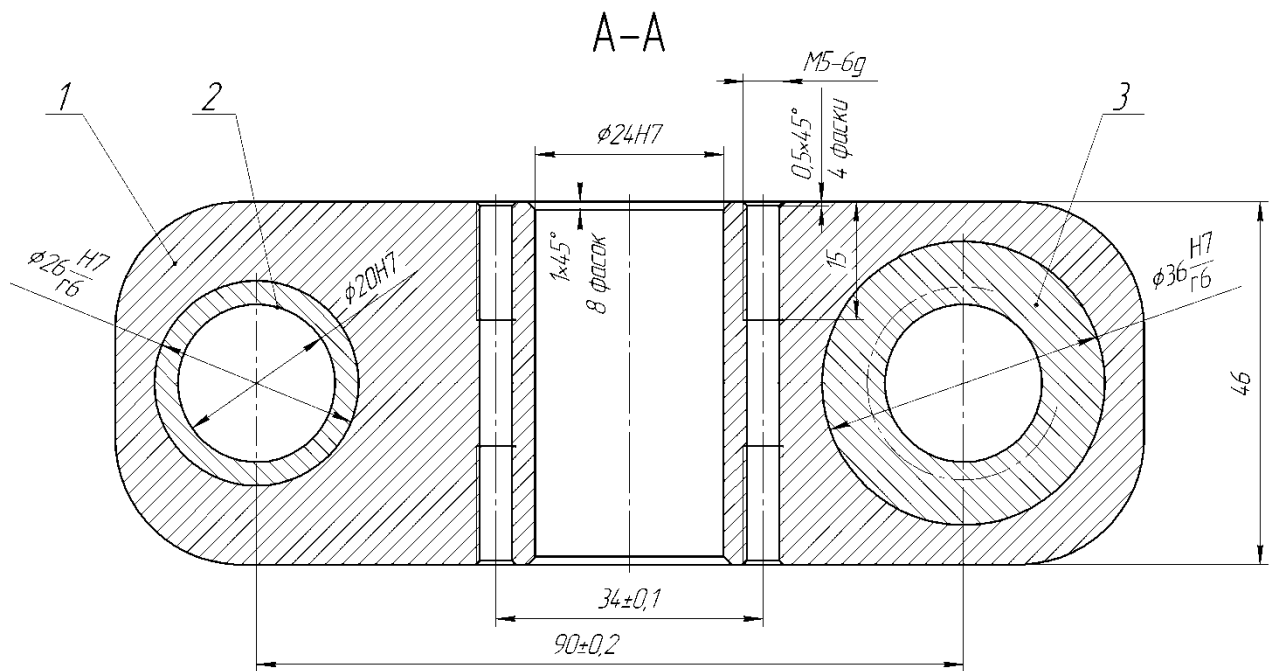


Рис. 5.3. - Креслення каретки

Рух тканини забезпечується двигунами ткацького верстату.

Продуктивність ткацького верстату визначаються кількістю тканини, яка виготовляється за визначений час. За одиницю виміру кількості тканини прийняті погонний метр і квадратний метр.

Теоретична продуктивність ткацького верстату в погонних метрах, тобто продуктивність підрахована без урахування зупинок верстата, визначається за формулою:

$$P_T = \frac{nt}{P_y \cdot 100} [\text{пог.м}], \quad (5.1)$$

де n – число обертів за хвилину головного валу верстату; t – розрахункова година; P_y – щільність тканини по утку (число ниток на 1см).

Фактична продуктивність верстату в погонних метрах визначається:

$$P_\phi = P_T \cdot K_{ПВ} [\text{пог.м}], \quad (5.2)$$

де $K_{ПВ}$ – коефіцієнт корисної години роботи станку.

| марка верстату | продуктивність верстату | | число обертів головного валу, об/хв |
|-------------------|----------------------------|------|--|
| | м/год | мм/с | |
| АТ-100- 5М | 13,2 | 3,7 | 240 |
| П-105 | 21,12 | 5,87 | 400 |
| СТБ-330 | 27,5 | 7,6 | 200 |

РОЗДІЛ 6. МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ

Секція встановлюється на виході готової тканини з ткацького верстату перед скручуванням її у рулон. Вона встановлюється на станину верстату і закріплюється на ньому за допомогою гвинтів, які встановлюються в отвори 1 на стінках секції. Після цього тканина, яка виготовилась верстатом, протягується між першою 2 та другою 3 парами валиків. Запускається ткацький верстат, потім запускається секція вимірювання вологості.

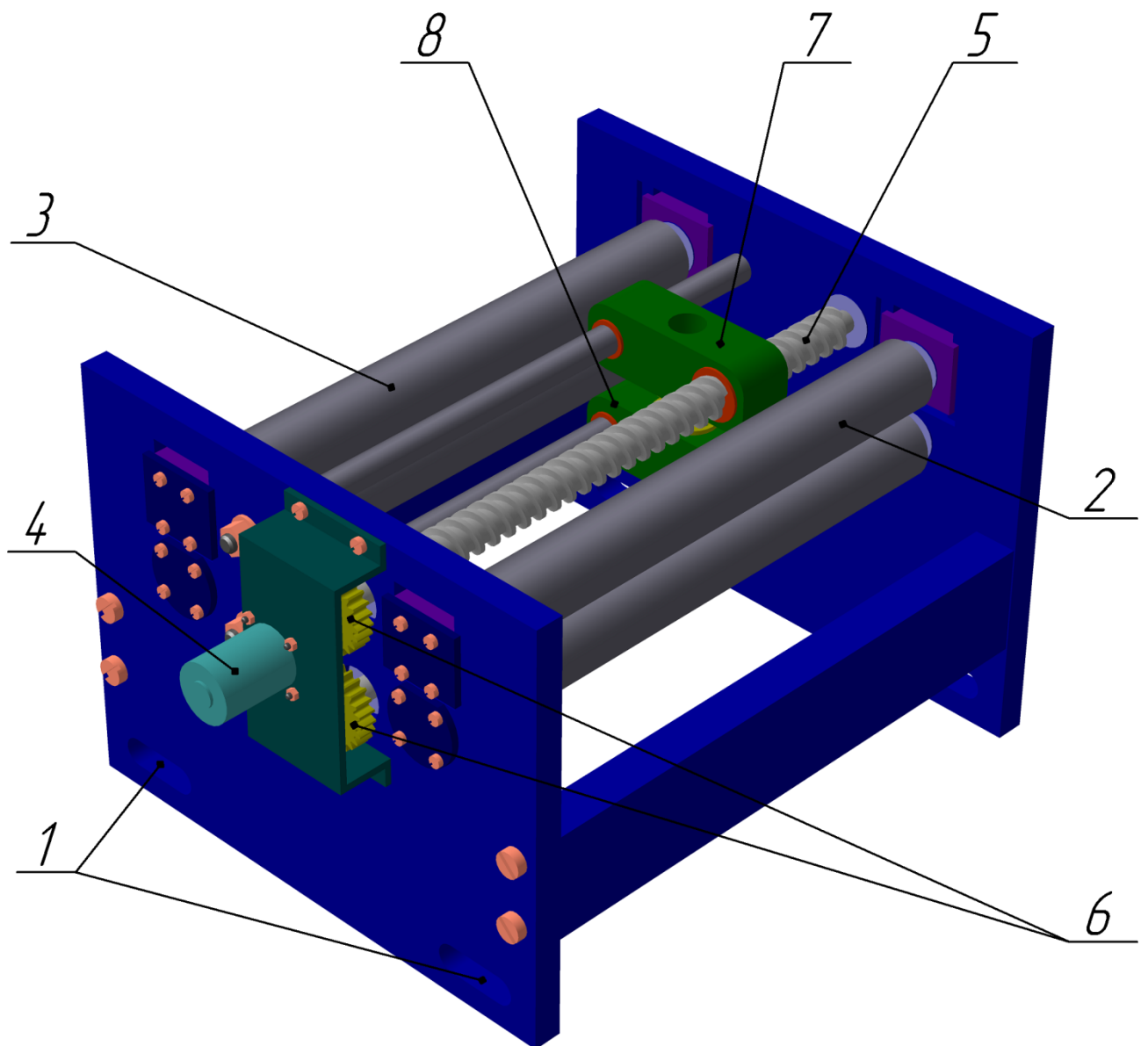


Рис. 6.1. - Секція вимірювання вологості

Після вмикання секції на екран монітора виведеться запит з пропозицією ввести граничні значення вологості, після правильного вводу запускається двигун 4, який обертає гвинти 5 за допомогою шестерні, встановленої на валу двигуна та зубчастих коліс 6. При цьому каретки випромінювання 7 та приймання 8 починають зворотно-поступально рухатись вимірюючи вологість виготовленої тканини, яка рухається між ними.

Контроль вологості відбувається методом проходження світла крізь тканину.

Сутність методу полягає в тому, що опорний та вимірювальний потоки випромінювання з 2-х світлодіодів, зсунуті в часі, формуються по експоненціальному закону. Випромінювання після взаємодії з ОК перетворюється в перемінний фотоелектричний сигнал від опорного і вимірювального потоків відповідно. Потім цей сигнал порівнюється з пороговим рівнем. Після порівняння отримуємо перемінний часовий інтервал від початку експоненти опорного сигналу до пересічення з пороговим рівнем і від початку експоненти вимірювального сигналу до пересічення з пороговим рівнем. Різниця цих часових інтервалів пропорційна вологості.

Контроль проводиться автоматично за допомогою електронного блоку пристрою. Інформація про стан вологості тканини постійно буде відображатись на екрані монітору секції. Якщо виникне випадок, коли значення вологості вийде з діапазону введених граничних значень, то електронний блок автоматично зупинить двигун ткацького верстату, та секції вимірювання і подасть звуковий сигнал для звернення уваги оператора.

РОЗДІЛ 7. АНАЛІЗ ПОХИБОК

Систематичні похибки залежать від впливу зовнішніх факторів (температури навколишнього середовища, напруги живлення, часу роботи) на сигнал як опорного, так і вимірювального каналу, а також від коефіцієнта пропускання, діапазону вимірювання і коефіцієнта зворотного зв'язку пристрою, що реалізує співвідношення сигналів.

Знизити систематичні похибки можливо термостатуванням або введенням температурної корекції у вимірювальні ланцюги, збільшенням стабільності напруги живлення, звуженням діапазону виміру і стабілізацією коефіцієнта зворотного зв'язку. Останні похибки легко усуваються при застосуванні функціональної розгортки.

Розглянемо основні похибки оптоелектронних вологомірів з функціональною розгорткою. Джерелами похибок є:

- неточність формування потоку випромінювання по експоненціальному закону;
- неточність відтворення фотоприймачем експоненти;
- вплив температурної та часової нестабільності світлодіодів.

У загальному випадку формувач експонентних імпульсів випромінювання (ФЕІВ) являє собою задаючий генератор, ключ і RC-ланцюг. Якщо попередньо зарядити ємність від задаючого генератора імпульсом обмеженої тривалості, то при паралельному включенні ємності C і резистора R отримаємо

$$U_R = -Ee^{-t/\tau}$$

де E - амплітуда імпульсу; τ - стала часу; t — час.

Вважаючи, що світлодіод має лінійну вольт-амперну характеристику і характеристику потужності, при пропусканні через світлодіод струму, що змінюється по експоненціальному закону, отримуємо:

$$i_{сд} = I_0 e^{-t/\tau}$$

$$P_{изл} = kI_0 e^{-t/\tau}$$

де $i_{сд}$ — струм світлодіоду; I_0 — початкове (максимальне) значення струму

$P_{изл}$ — потужність випромінювання світлодіоду; k — коефіцієнт перетворення струму в інтенсивність випромінювання.

Так як початкові ділянки вольт-амперної характеристики і характеристики потужності, нелінійні, виникають викривлення експоненти. Для усунення цих викривлень необхідно подати на світлодіод початковий зсув, значення якого можна визначити по вольт-амперній характеристиці світлодіоду:

$$I_{см} = (U_{см} - U_0)/R_{см}$$

де $U_{см}$ — напруга зсуву; U_0 — спадання напруги на світлодіоді;

$R_{см}$ — опір зсуву

У цьому випадку на світлодіоді виділяється додаткова потужність за рахунок струму зсуву, що необхідно враховувати при виборі максимально припустимого струму.

Вагомий вплив на загальну похибку вологоміра виявляє фотоприймач. Нелінійність характеристик, а також інерційні властивості фотоприймача призводять до викривлення форми експоненти.

Для оцінки якості відтворення імпульсів, різних форм і довжин найкраще підходить критерій форми. Нехай зв'язок між променистим потоком і напругою на виході фотоприймача записана у вигляді:

$$\tau_{\phi} \left(\frac{du}{dt} \right) + u(t) = S_0 \Phi(t)$$

де τ_{Φ} — стала часу фотоприймача. При опроміненні середовища імпульсом випромінювання $\Phi(t)$ критерій якості його відтворення визначається формулою

$$F = \frac{\int_0^{\infty} |U(t) - S_0 \Phi(t)| dt}{S_0 \int_0^{t_{\text{імп}}} \Phi(t) dt}$$

де $U(t)$ — сигнал на виході фотоприймача, а миттєва похибка із урахуванням часу зсуву вихідного сигналу, пов'язана з інерційними властивостями фотоприймача, визначається по формулі:

$$\Delta^2 = \frac{\frac{1}{T} \int_0^T [u(t + t_c) - S_0 \Phi(t)] dt}{\frac{1}{T} \int_0^T S_0 \Phi^2(t) dt}$$

Знайдемо сигнал на виході фотоприймача. Вирішуючи диференціальне рівняння (7.5), можна знайти перехідну характеристику фотоприймача

$$S_{\text{пер}}(t) = S_0(1 - e^{-t/\tau_{\Phi}})$$

Звідси імпульсна характеристика фотоприймача

$$S_{\text{імп}}(t) = u(t) = \left(\frac{S_0}{\tau_{\Phi}}\right) e^{-t/\tau_{\Phi}}$$

За допомогою імпульсної характеристики можна знайти зміну сигналу на виході фотоприймача при впливі потоку, що довільно змінюється в часі:

$$u(t) = \int_0^t S_{\text{імп}}(\tau) \Phi(t - \tau_{\Phi}) d\tau$$

При зміні потоку за законом

$$\Phi(t) = \Phi_0 e^{-t/\tau_{\text{екс}}}$$

Де $\tau_{\text{екс}}$ – стала часу експоненти, на виході фотоприймача отримаємо

$$u(t) = \frac{\Phi_0 S_0 \alpha e^{-\alpha t}}{\beta(1 - e^{-\beta t})}$$

Де $\alpha = 1/\tau_{\text{ф}}$; $\beta = 1/\tau_{\text{екс}}$

Знаючи сигнал на виході вимірювального перетворювача можна провести оцінку якості відтворення за критерієм (7.6)

$$F = \frac{\int_0^{\infty} \left| \frac{\Phi_0 S_0 \alpha e^{-\alpha t}}{\beta} (1 - e^{-\beta t}) - S_0 \Phi_0 e^{-\beta t} \right| dt}{S_0 \Phi_0 \int_0^{t_u} e^{-\beta t} dt}$$

Після перетворень одержимо

$$F = \frac{1}{\left(1 + \frac{\tau_{\text{ф}}}{\tau_{\text{екс}}}\right) (1 - e^{t_u/\tau_{\text{екс}}})}$$

Звідси випливає, що відтворюваність залежить від співвідношення постійних часу фотоприймача й експоненціального імпульсу випромінювання.

Одним з недоліків світлодіодів є їхня тимчасова й температурна нестабільності, які визначаються коефіцієнтом нестабільності потужності випромінювання, %:

$$K_{\theta} = \Delta P * 100 / P_{\text{max}} \Delta \theta$$

де ΔP — зміна інтенсивності випромінювання в даному температурному діапазоні; P_{max} — максимальне значення інтенсивності випромінювання; $\Delta \theta$ — діапазон температур. Стабілізацію потужності випромінювання світлодіодів можна здійснити такими способами: термостатуванням, введенням у ланцюг живлення світлодіоду термочутливих елементів, вибором оптимальних значень опорів у ланцюзі живлення, введенням

зворотного зв'язку по термочутливому параметру й зсувом робочої ділянки, стабілізацією потужності випромінювання, уведенням оптичного каналу порівняння.

ВИСНОВОК

На сучасному рівні технічного розвитку все більше значення набуває широка автоматизація управління технологічними процесами і контролем якості. Особливо суттєвий економічний ефект автоматизація дає в такій галузі промисловості як текстильна, яка відрізняється великим об'ємом продукції, що випускається. Тому автоматизована система контролю вологості в текстильній промисловості являється необхідною.

В даному дипломному проекті розроблена оптична система контролю вологості тканин для текстильної промисловості. Проведено класифікацію оптичних вологомірів. При розробці був проведений глибокий патентний пошук. За основу була взята найкраща схема, яка дозволяє задати необхідну потужність випромінювання світлодіодів, підвищити їх співвідношення сигнал/шум і чутливість, а також спростити обробку сигналу, а отже і зменшити апаратні витрати. Дана система відповідає вимогам, які викладені в ТЗ, а також рівню сучасних вимірювальних систем.

У ході роботи було розглянуто спектральні характеристики вологих матеріалів, принципи побудови відомих ІЧ-вологомірів, які найчастіше створюються за двоохвильовою схемою, тобто сигнал, що вимірюється, фіксує різницю інтенсивності випромінювання двох хвиль: еталонної і аналітичної. Розглянуто принципи роботи оптоелектронних вологомірів.

Розроблено кінематичну, структурну, оптичну, функціональну та принципову схеми системи, розрахована вірогідність контролю. В проекті проведено розрахунок показників надійності, проведена оцінка рівня якості приладу, який виробляється. Проводилось планування науково-

дослідних та дослідно-конструкторських робіт. Було побудовано сітьовий графік. Проведено розрахунок кошторису витрат на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи. Проведений аналіз рівня шуму та вібрацій, електробезпеки, пожежної безпеки. Проведено розрахунки штучного освітлення та заземлення. А також розроблена конструкторсько-технологічна частина.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А. с. 1052950 (СССР). Устройство для определения влажности текстильных материалов / Р. А. Хайдаров, Г. А. Карапетов, В. В. Зыков и др. Опубл. в Б. И., 1983, №41.
2. А. с. 802856 (СССР). Способ измерения влажности/ М. М. Мухитдинов, Э. С. Мусаев, В.М. Рожков. Опубл. в Б. И., 1981, №5.
3. А. с. 802857 (СССР). Устройство для контроля влажности/ Я. А. Вахулюк, В. М. Никитин и др. Опубл. в Б. И., 1989, №25.
4. А. с. №561896 (СССР). Оптический влагомер / В. П. Коробцев, Х. С. Тянь, Л. И. Лапенко. Опубл. в Б. И., 1977, №22
5. А. с. №561896 (СССР). Оптический влагомер / В. П. Коробцев, Х. С. Тянь. Опубл. в Б. И., 1980, №25
6. Берлинер М. А. Электрические измерения, автоматический контроль и регулирование влажности. М.: Энергия, 1965. – 350с.
7. Берлинер М.А. Измерение влажности. 2-е изд. М.: Энергия, 1973. – 400 с.
8. Кричевский Е. С., волченко А. Г. Контроль влажности твердых и сыпучих материалов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 136 с.
9. Мелкумян В.Е. Измерение и контроль влажности. – М.: Машиностроение, 1970. – 138с.
10. Мухитдинов М. М, Мусаев Э.С. Светоизлучающие диоды и их применение. – М.: Радио и связь, 1988. – 80 с.

11. Мухитдинов М. М. Оптоэлектронные измерительные преобразователи. – Ташкент: ФАН, 1983. – 128 с.
12. Мухитдинов М. М. Оптоэлектронные устройства контроля и измерения в текстильной промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 126 с.

Додатки

Технічне завдання

1. Найменування приладу

„Прилад контролю вологості тканин”.

2. Мета виконання дипломного проекту та призначення виробу

2.1. Мета виконання дипломного проекту – створення приладу контролю вологості тканин.

2.2. Призначення розробки.

Прилад для контролю вологості тканин призначений для визначення кількості, або наявності вологи в тканині.

3. Передумови для розробки приладу

Дана розробка виконується відповідно до тематики дипломного проектування, затвердженої кафедрою приладів і систем неруйнівного контролю приладобудівного факультету НТУУ „КПІ ім. Ігоря Сікорського”.

4. Техніко-економічне обґрунтування дипломного проекту

Метод проходження дозволяє:

- контролювати весь ОК;
- виявити утворення вологості та її кількість;

5. Технічні вимоги

Основні параметри:

- об'єкт контролю – тканина;
- площа спостереження - 80, 90, 140, 160 см;
- фокусна відстань – 6,5;30.

6. Робочі умови експлуатації системи

Номінальне значення кліматичних факторів відповідно до ДСТУ 12.005-88:

- температура повітря в приміщенні 25...0°C;
- відносна вологість повітря 60-70%;

7. Вимоги до упаковки та транспортування приладу

7.1. Запакування проводиться відповідно до ДСТУ 23216-78 у корпуси.

7.1.1. Упаковка повинна забезпечити цілісність коробки з складовими системами, що розміщують у транспортний ящик; пустоти між стінками коробок і ящика заповнюють упаковочним матеріалом.

7.2. Прилад для контролю вологості тканин повинен транспортуватися відповідно до ДСТУ 123009-76 будь-якими видами транспорту з дотриманням правил перевезення вантажів для цих видів транспорту.

8. Вимоги до надійності системи

Ймовірність безвідмовної роботи системи протягом 1000 годин повинна бути не менше 0.85.

| Поз. познач. | Найменування | Кіль- кість | При мітка |
|-----------------|------------------------------------|----------------|--------------|
| | | | |
| | | | |
| | <u>Конденсатори ГОСТ 2519 - 67</u> | | |
| | | | |
| C1..C10 | KM - 5a - M75 33пФ±10% | 1 0 | |
| C11..C17 | AVX - B - SMD 7,2пФ±20% | 7 | |
| C18,C19 | KM - 5a - M75 33пФ±10% | 2 | |
| | | | |
| | <u>Мікросхеми ГОСТ 2.743-82</u> | | |
| | | | |
| DD1 | K561KT3 | 2 | |
| DD2 | K155IE5 | 1 | |
| DD3 | 1554ЛН1 | 1 | |
| DD4 | 1554ЛИ1 | 2 | |
| DD5 | 1554ЛИ6 | 2 | |
| DD6 | 1554ЛИ3 | 2 | |
| DD7,DD 8 | 1554ЛИ6 | 3 | |
| | | | |
| | <u>Мікросхеми ГОСТ 1820-85</u> | | |
| | | | |
| DD9,DD 10 | AD9708AR | 2 | |
| DD11 | K590KH2 | 2 | |
| DA1, DA2 | A797 | 2 | |
| | | | |
| | <u>Резистори ГОСТ 7113-66</u> | | |
| | | | |
| R1..R4 | МЛТ-0,25В 910 Ом±10% | 4 | |
| R5,R6 | МЛТ-0,25В 10 кОм±10% | 2 | |
| R7..R14 | МЛТ-0,25В 5 кОм±10% | 8 | |
| | | | |

| | | | | | | | | |
|----------|-----|------------------|--------|------|---|------------|-------|-------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | ПК51170200.000 ПЕЗ | | | |
| | | | | | | | | |
| Зм. | Арк | № док. докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Федина В.В. | | | Прилад для вимірювання вологості тканин Схема електрична принципова | Літ. | Аркуш | Арк ушів |
| Перев. | | Петрик | | | | | 1 | 2 |
| Н.контр. | | Богдан | | | | ПБФ | | |
| Затв. | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|-----|---------|-------------|------------|----------|---------------------------|----------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | ПК51170200.000 ПЕЗ | 2 |
| Зм. | А рк | № докум. | Пі дпис | Д ата | | |

| Фор | Зона | Пози | Позначення | Найменування | Кількість | Примітка |
|-----|------|------|--------------------|---------------------------------|-----------|----------|
| | | | | | | |
| | | | | <u>Документація</u> | | |
| 2 | | | ПК51.17000.110 СК | Датчик випромінювання | 1 | |
| 2 | | | ПК51.170400.000 СК | Датчик приймання | | |
| | | | | Деталі | | |
| | | 1 | | Напрямна | 2 | |
| | | 2 | | Колесо зубчате | 3 | |
| | | 3 | | Кришка | 4 | |
| | | 4 | | Кронштейн | 1 | |
| | | 5 | | Стійка | 1 | |
| | | 6 | | Вал-гвинт | 2 | |
| | | 7 | | Каретка | 2 | |
| | | 8 | | <u>Стандартні вироби</u> | | |
| | | 9 | | Дроти | 4 | |
| | | 10 | | ПВ1 ГОСТ 6323-79 | | |
| | | 11 | | Гвинт М3 | 4 | |
| | | 12 | | ГОСТ 17475-80 | | |
| | | 13 | | Гвинт М12 | 8 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| Поз. познач. | Найменування | | | | Кіл. | Примітка | | |
|--------------|--------------------------------|-------------|--------|------|---|----------|-------|---------|
| | Мікросхеми ГОСТ 7352-78 | | | | | | | |
| DD1 | K561KT3 | | | | 2 | | | |
| DD2 | K155IE5 | | | | 1 | | | |
| DD3 | 1554ЛН1 | | | | 1 | | | |
| DD4 | 1554ЛИ1 | | | | 2 | | | |
| DD5 | 1554ЛИ6 | | | | ПК51.000020.100 СК | | | |
| C1-C6 | КВМ 4,7 мкФ ±5% та | | | | 6 | | | |
| C7-C9 | КВИ - 0,1 мкФ ±5% | | | | 3 | Літ. | Аркуш | Аркушів |
| Перев. | Резистори ГОСТ 7113-70 | | | | | | 1 | 1 |
| | Вимірювач шумів | | | | | | | |
| | Складальне креслення | | | | | | | |
| | Специфікація | | | | | | | |
| R1, R2 | МЛТ - 0,25 - 1М ±5% | | | | 2 | | | |
| R3, R4 | МЛТ - 0,25 - 4,7к ±5% | | | | 2 | | | |
| R5, R6 | МЛТ - 0,25 - 20к ±5% | | | | 2 | | | |
| R7 | МЛТ - 0,25 - 1,6к ±5% | | | | 1 | | | |
| R8 | МЛТ - 0,25 - 1,1к ±5% | | | | 1 | | | |
| R9 | МЛТ - 0,25 - 10к ±5% | | | | 1 | | | |
| R10 | МЛТ - 0,25 - 20к ±5% | | | | 1 | | | |
| R11 | МЛТ - 0,25 - 10к ±5% | | | | 1 | | | |
| R12 | МЛТ - 0,25 - 20к ±5% | | | | 1 | | | |
| R13, | МЛТ - 0,25 - 10к ±5% | | | | 2 | | | |
| R15 | МЛТ - 0,25 - 20к ±5% | | | | 1 | | | |
| R16 | МЛТ - 0,25 - 20к ±5% | | | | 1 | | | |
| R17 | МЛТ - 0,25 - 10М ±5% | | | | 1 | | | |
| R18 | МЛТ - 0,25 - 1М ±5% | | | | 1 | | | |
| R19, | МЛТ - 0,25 - 9,1к ±5% | | | | 2 | | | |
| R21 | МЛТ - 0,25 - 10к ±5% | | | | 1 | | | |
| | | | | | ПК51.170200.000ПЕЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Федина В.В. | | | | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Петрик В.Ф. | | | | | 1 | 2 |
| Реценз. | | | | | ПБФ | | | |
| Н. Контр. | | Богда Г.А. | | | Прилад контролю вологості тканин Схема електрична принципова | | | |
| Затверд. | | | | | | | | |

