Розділ 6.2

Димові пожежні сповіщувачі. Частина 2

Огляд відомих технічних рішень

Камери димових сенсорів

Технічні рішення, які використовуються у сповіщувачах пожежних димових оптичних точкових розсіяного світла закритого типу, засновані з одного боку на фізичних ефектах розсіювання світла в каламутних середовищах (ефект Джона Тиндаля та ефект Густава Мі), з іншого боку, як компонент системи, на принципах побудови телеметричних пристроїв для збору інформації.

Конструктивні деталі побудови камери димового сенсору суттєво впливають на параметри сповіщувача в цілому, тому зупинимось на цих елементах конструкції виробу.

Конструкція одного з перших радянських оптичних димових сповіщувачів ДИП-1 розсіяного світла представлена на рис. 1.

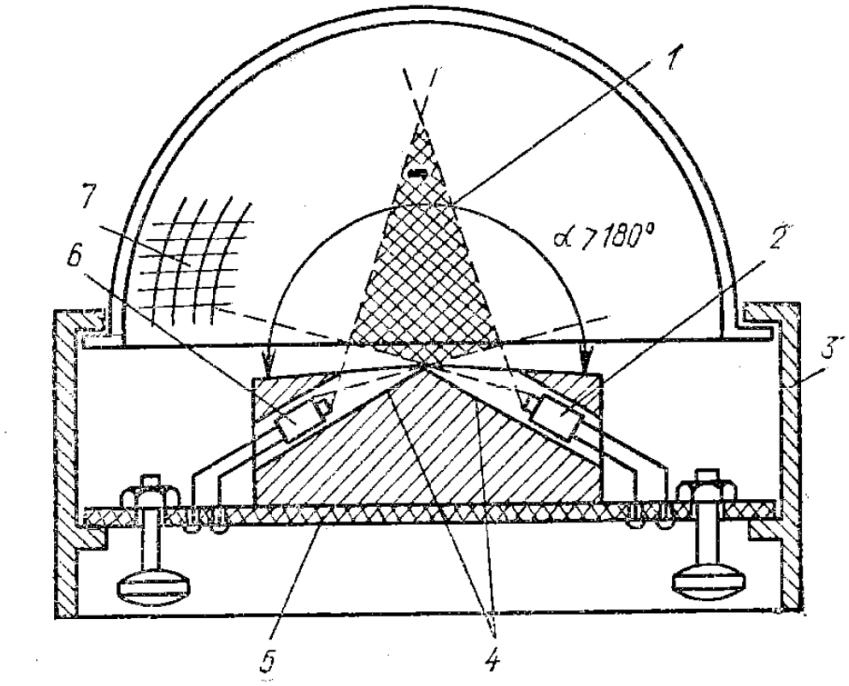

Рис. 1

Корпус сповіщувача 3 (див. рис. 1) ДИП-1 мав захисну сітку 7. Під якою знаходилась зона виявлення 1. Випромінювач 2 та фотоприймач 6 знаходились у каналах 4 утримувача 5.

Наступний сповіщувач ДИП-2, який виробляло українське підприємство «ВЕДА» мав камеру димового сенсору з вертикальною вентиляцією. З такою самою камерою вироблявся також сповіщувач ДИП-3 на чернівецькому ВО «Електорнмаш» в середині 80 років минулого століття. Фото цієї камери представлено на рис. 2. В цій камері застосовувались лінзи власного виробництва, від якості геометричних форм яких залежали параметри виробу.

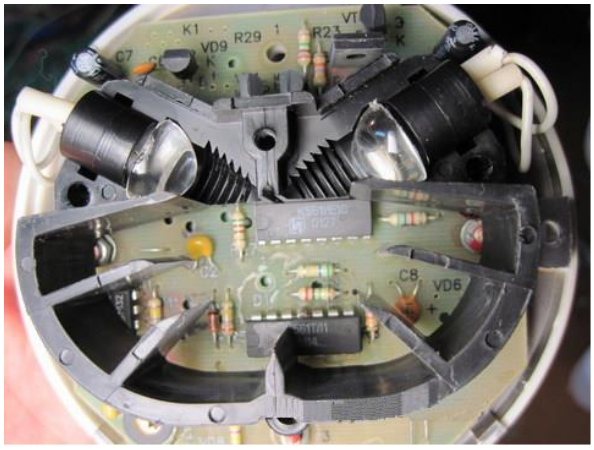

Рис. 2

Такий сповіщувач не проходив випробувань у диму в процесі вихідного контролю. Налагоджувався він повертанням утримувачем світловода та фотоприймача до появи на виході фотопідсилювача імпульсу амплітудою 140 мВ. Рахувалось, що у цьому випадку сповіщувач буде відповідати нормативному значенню чутливості – порогу спрацювання у середовищі з питомою густиною повітря на рівні 0,5 дБ/м по діючим на той час стандартам, у яких не було методики вимірювання цього параметру. Сьогодні в останньому реченні можна побачити кілька невідповідностей:

- чутливість не вимірюється у дБ/м;
- рівень порогу спрацювання не забезпечить проходження тестових пожеж;
- налаштування по фоновому сигналу не забезпечить необхідну чутливість;

Саме з такою камерою починали своє виробництво відомі сьогодні чернівецькі виробники димових сповіщувачів – СКБ Електронмаш та АРТОН. Але вже в кінці минулого століття така конструкція камери димового сенсору не задовольняла вимоги нових нормативних документів, які появились у Європі та Росії – це EN 54-7 та НПБ 65. Тому при розробці нових оптичних димових пожежних сповіщувачів почали застосовуватися горизонтально вентильовані камери димових сенсорів. Так в Обнінську на приладобудівному заводі «Сигнал» був розроблений головним конструктором Іваном Олександровичем Масловим сповіщувач ИП 212-5, а потім ИП 212-44, з камерою, фото якої представлено на рис. 3.

В цій камері ІЧ світлодіод та фотодіод виконані у типовому 5 мм корпусі та встановлюються у камеру за допомогою втулок під кутом 120º. По контуру камери трикутні перегородки не дозволяють зовнішньому світлу попасти на об'єктив фотодіода. А хвіст ластівки не дозволяє світлу від світлодіода на пряму попасти на об'єктив фотодіода. Щілина у кришці камери димового сенсору була зроблена для застосування оптичного атенюатора для перевірки роботи сповіщувача в процесі його виробництва.

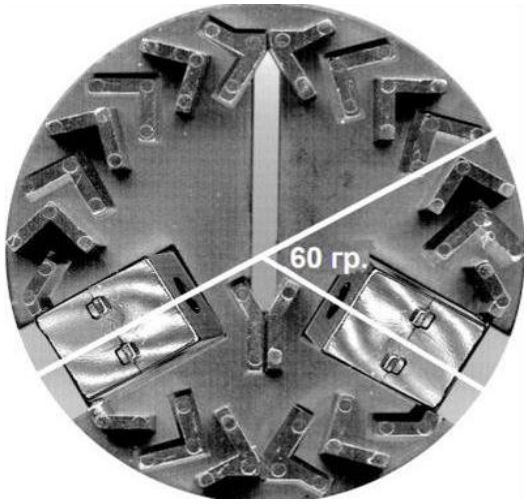

Рис. 3

Свої технічні рішення І. О. Маслов не патентував, тому вони широко повторювались іншими виробниками, як схеми принципові електричні, так й конструкція камери димового сенсору, яка містила тільки три деталі.

Саме така конструкція камери була використана в нових розробках СКБ Електронмаш та АРТОН на початку 2000 років.

Існували інші розробки камери димового сенсору, але в цілому вони були дуже схожі на виріб, що застосовувався у ИП 212-44, наприклад, як наведена на рис. 4 та 5:

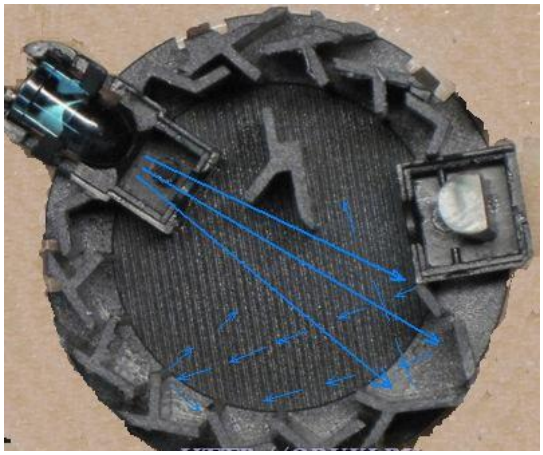

Рис.4

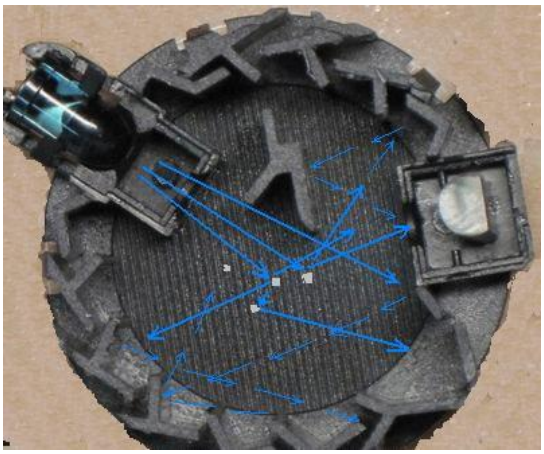

Рис. 5

На рис. 4 показано, як розсіюється світло від ІЧ випромінювача у чистому повітрі, а на рис. 5 пояснюється, чому частинки диму у камері димового сенсору створюють струм у

колі фотодіода. На дні основи камери димового сенсору зроблені рифлення трикутної форми перпендикулярно вісі фотодіода. Завдяки цьому рішенню пил, що осідає під час експлуатації виробу не так сильно впливає на додаткове розсіювання світла випромінювача, а значить й на величину фонового сигналу, який при експлуатації буде повільно зростати.

На пострадянському просторі довгі часи камери димових сенсорів мало чим відрізнялись друг від друга (див. рис. 6 - 8).

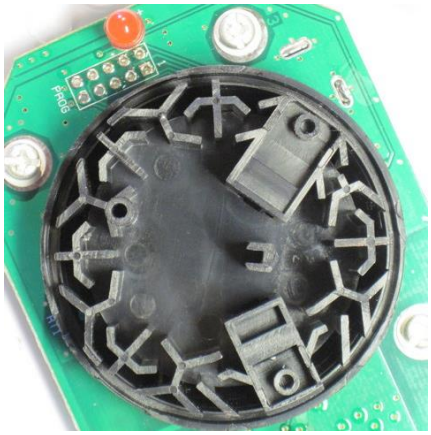

Рис. 6

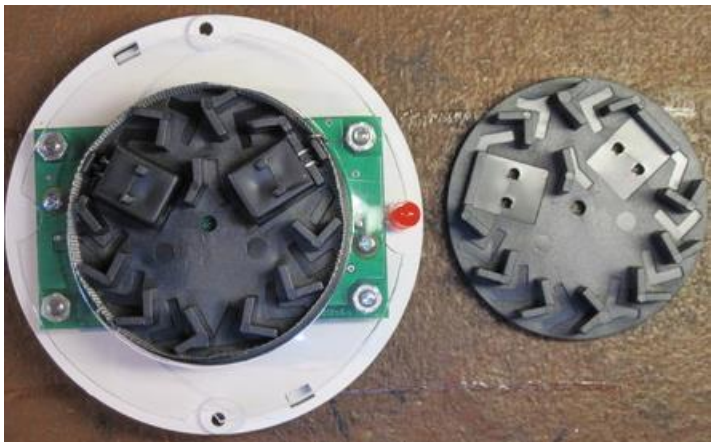

Рис. 7

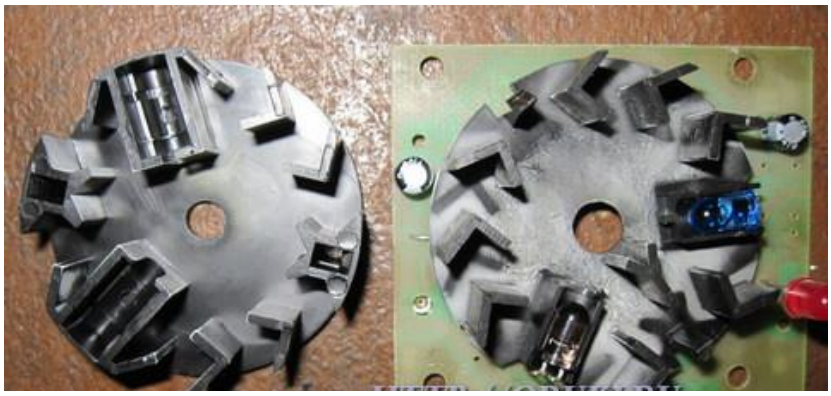

Рис. 8

Конструкція камери, представленої на рис. 9, мала екранований фотоприймач. Дно, а також стеля такої камери мають рифлення оригінальної конфігурації, борозни не паралельні одна до одної, та не перпендикулярні до оптичної вісі фотоприймача. Наскільки ефективне таке рішення для зменшення впливу пилу, що накопичується на цих поверхнях показати може тільки експеримент. Екранування фотоприймача без екранування фото підсилювача не дуже ефективне, особливо в випадку відсутності електричного з'єднання такого екрану з заземленням приладу приймально-контрольного пожежного. Далеко не завжди один з провідників шлейфу пожежної сигналізації, який підключений до заземлення має змогу через контакти бази з'єднатись з екраном

фотоприймача. А при наявності тільки трьох контактів, що з'єднують базу сповіщувача з його головкою це виконати ще трудніше.

Рис. 9

Більш досконалою на нашу думку є камера димового сенсору по патенту РФ на винахід № 2509369 «Оптический датчик дыма». Креслення на цей виріб представлене на рис. 10, а фотографії на рис. 11 та 12.

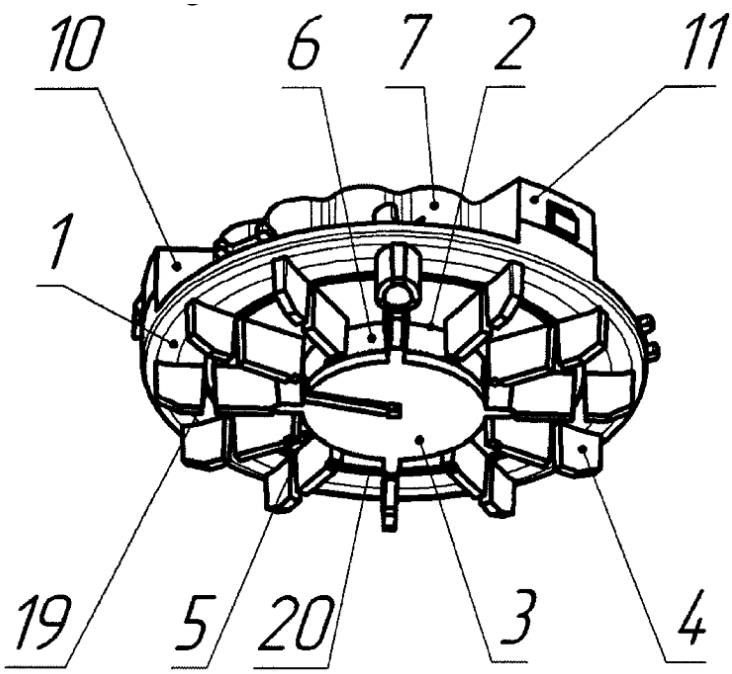

Рис. 10

Де: 1. – основа;
2. - отвір;
3. - дно;
4. - ребра;
5. - канали;
6.- щілинний зазор;
7. – бічна огорожа;
10. – гніздо випромінювача;
11. – гніздо фотоприймача;
19. – поперечні пази;
20. – кільцева канавка.

Рис. 11

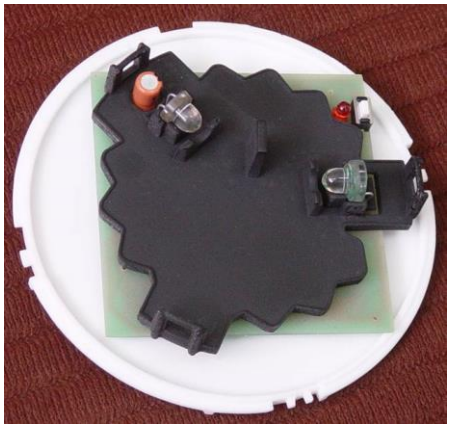

Рис. 12

До особливостей цієї конструкції треба віднести:

- практично ідеальна кругова діаграма (оптоприлади не заважають заходу диму);
- малий фоновий сигнал по відношенню до корисного сигналу;
- слаба залежність фонового сигналу від пилу, що накопичується на внутрішніх стінках камери;
- велике значення передачі струму (відношення приросту струму фотоприймача до приросту струму випромінювача);
- застосування транзисторного повторювача напруги безпосередньо на фотоприймачі (збільшення завадостійкості).

Як перетинаються тілесні кути фотоприймача й випромінювача у цій камері показано на рис. 13.

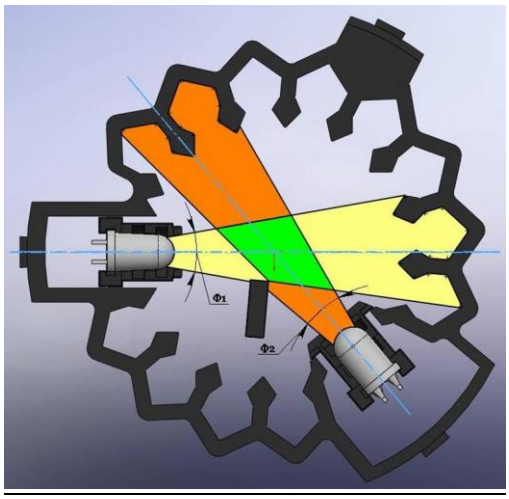

Рис. 13

Розробники ПП "АРТОН" пройшли свій шлях по вивченню залежностей, що виникають у камері димового сенсору. Це шлях не простий та довгий: вивчення аналогів з проведенням випробувань, виявлення недоліків, пошук технічних рішень, розробка креслень, побудова 3D моделей, проведення випробувань, аналіз результатів, корегування документації та нове коло випробувань…

Замість камери ИП212-44 було розроблено дві камери, що різняться розмірами, зовнішнього діаметру 49 мм та 54 мм. Фото однієї з тих камер представлено на рис. 14.

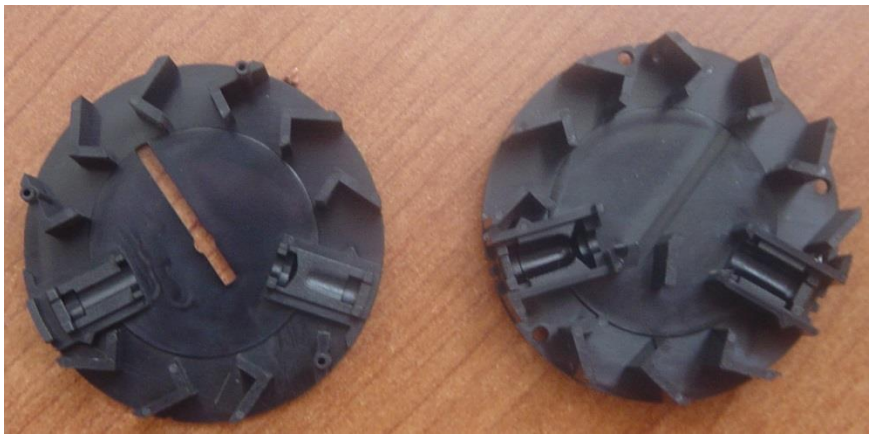

Рис. 14

Камери побудовані з двох деталей – основи та кришки. На цих деталях є тримачі світло діода та фотодіода, вихідні отвори яких мають бленди для забезпечення фіксованих тілесних кутів з контрастними тінями. Саме конструкція бленд дозволяє забезпечити необхідне співвідношення фонового сигналу до величини корисного сигналу, також зменшити вплив пилу, що накопичується на внутрішніх стінках камери на величину фонового сигналу. У цих камерах застосовуються звичайні світлодіоди та фотодіоди діаметром 5 мм.

За рахунок вбудованих тримачів світлодіода та фотодіода вдалося значно покращити кругову діаграму чутливості сповіщувачів, що використовують такі камери.

Для побудови пожежних сигналізаторів диму була спеціально розроблена камера димового сенсору зовнішнім діаметром 40 мм, у якій використовувались світлодіоди діаметром 3 мм, та фотодіод з лінзою у вигляді циліндру.

Фото цієї маленької камери представлено на рис. 15. Кругова діаграма чутливості була отримана майже ідеальна відношення максимального сигналу до мінімального становить 1,06, що майже на похибці вимірювального оснащення.

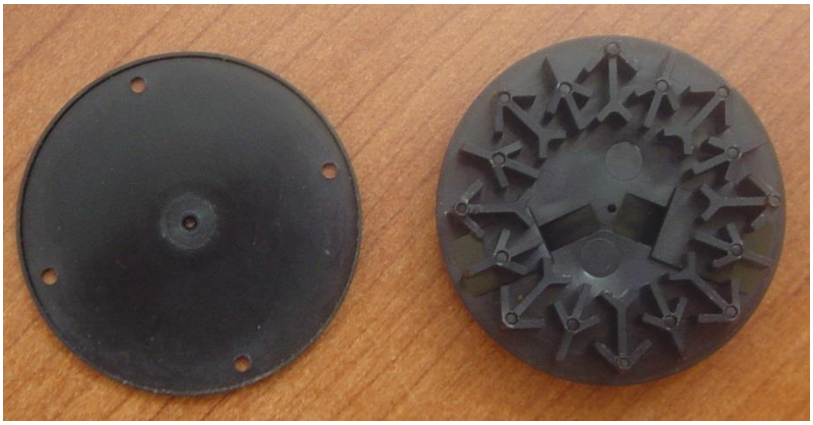

Рис. 15

Відношення фонового сигналу до корисного у чистій камері теж має чудові показники, але залежність фонового сигналу від пилу, що накопичується в процесі експлуатації виявилась незадовільною для не інтелектуальних виробів без автоматичної компенсації дрейфу чутливості.

Тому вирішено було провести розробку нової камери зовнішнім діаметром 40 мм із застосуванням ідей, реалізованих у сповіщувачі ИП212-3СУ. На рис. 16 показаний зовнішній вигляд камери димового сенсору, що відповідає технічному рішенню по патенту України на винахід №124882, опубліковано 08.12.2021, бюл. № 49)

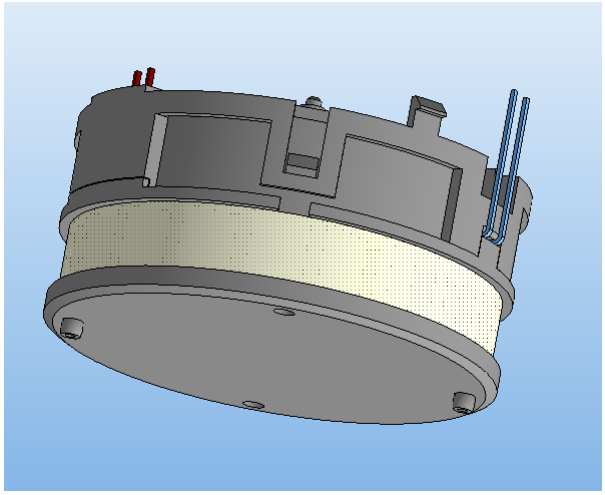

Рис. 16

Основа камери має вигляд, представлений на рис. 17. На плоскому дні основи зроблено рифлення, а тримачі фотодіода та світлодіода мають бленди, що забезпечують необхідні тілесні кути, а екран V-подібної форми із стінками різної висоти забезпечує слабку залежність фонового сигналу від пилу, що накопичується на внутрішніх стінках камери.

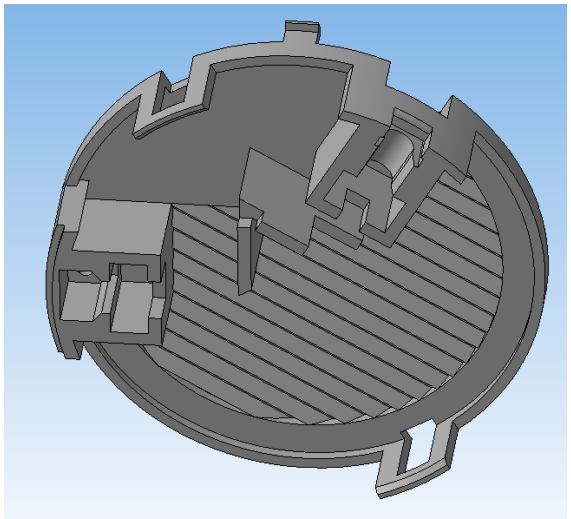

Рис. 17

Сама камера має два рівні, які розділені площиною з отвором посередині. Нижня частина використовується для заходу повітря та диму. На рис. 18 показана ця частина камери. Від попадання зовнішнього світла на фотоприймач захищає лабіринт з перегородок, по зовнішньому діаметру якого встановлюється захисна сітка.

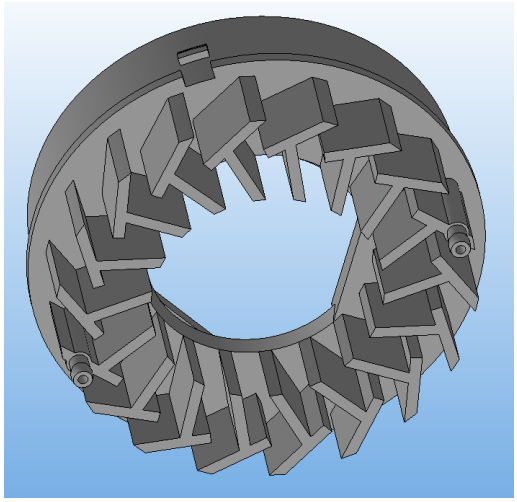

Рис. 18

Вимірювальна частина камери показана на рис. 19. Трикутні ребра, що розміщені по внутрішньому периметру вимірювальної частини камери забезпечують розсіювання світла від світлодіода так, що при чистому повітрі фоновий сигнал не перевищує 20% від величини корисного сигналу, що достатньо для роботи як не інтелектуального сповіщувача з простим логічним автоматом керування, так й з виробом на основі мікроконтролера з енергонезалежною пам’яттю, яких має можливість виявити несправність оптичної системи, у тому числі світлодіода або фотодіода, а також забезпечити компенсацію дрейфу чутливості виробу, при цьому забезпечуючи виявлення пожеж, що повільно розвиваються.

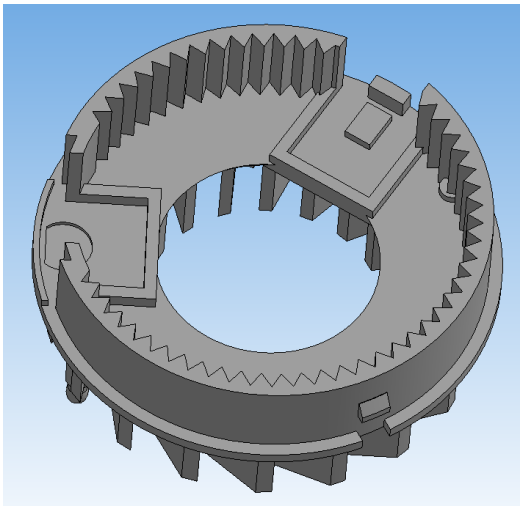

Рис. 19

На цьому робота наших розробників над вдосконаленням камери димового сенсору не завершується – підготовлені нові заявки на об’єкти інтелектуальної власності з назвою «Оптичний димовий сенсор», а виготовлені по цим технічним рішенням 3D-моделі пройшли лабораторні випробування на підприємстві у димовому каналі.

Застосування нових камер димового сенсору у нових точкових адресних димових сповіщувачах дозволить значно підняти достовірність виявлення пожежі, при цьому значно подовшити період між технічним обслуговуванням сповіщувачів.

Література:

1. Ф. И. Шаровар "Устройства и системы пожарной сигнализации" Изд. 2-е, М. Стойиздат, 1985г.

2.http://oruki.ru/publ/signalizacija/pozharnaja_signalizacija/opticheskaja_kamera_glavnyj_ehlement_dymovogo_pi/6-1-0-40

3. О.І. Воробйов «Системи пожежної сигналізації» Навч. посібник. – Львів: ЛДУБЖ 2018.- 231с.

4. https://www.freepatent.ru/patents/2509369

5. https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=279523