

УДК 681.2:620.124

## ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ПРИ ОБРОБЦІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Дрозд О.В., інж., Сандлер А.К., інж.  
Одеська національна морська академія

*Приведені дані досліджень проблеми техногенної небезпеки, що може виникнути у промислово-транспортному комплексі при обробці небезпечних вантажів, у тому разі і зернових культур.*

**Ключові слова:** техногенна безпека, небезпечні вантажи, волоконно-оптичні вимірювальні устрої.

**Вступ.** Оцінювання і запобігання техногенної небезпеки – одне із пріоритетних завдань управління безпекою у промислово-транспортному комплексі, якій забезпечує повний цикл обробки небезпечних вантажів.

**Проблема.** Аналіз потенційних джерел небезпеки для екіпажів суден при обробці зернових культур показує слідує. Безпосередньо небезпека для життєдіяльності екіпажу може виникнути при помилковому оцінюванні концентрації газової суміші у вантажних трюмах. Це обумовлено, замість всього, рівнем достовірності інформації, яка надається штатними приборами-аналізаторами традиційних конструкцій. Крім того, електричні і енергетичні інформаційні лінії, які зв'язують вимірники з блоками обробки інформації, сами є потенційними джерелами вибуху і возгорання.

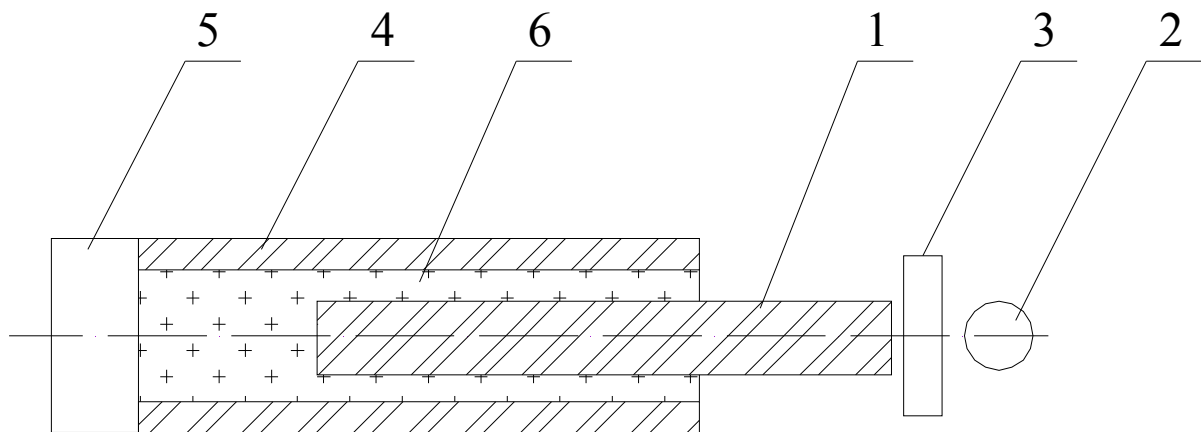
**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Уникнення проблеми недостовірної інформації і підвищення безпеки вимірювальних пристроїв можливо, на наш погляд, при упровадженні до складу суднових інформаційно-вимірювальних комплексів волоконно-оптичних устроїв [1, 2]. Використання волоконно-оптичних вимірювальних устроїв, з точки зору використання на виробництві, по-перше цікаво тим, що окрім високої сприятливості і широкого динамічного діапазону, компактності конструкції, вони мають низьку собівартість і високу надійність. Волокно, на відміну від електричних кабелів, можна прокласти усюди, де є небезпека вибуху, і воно не потребує захисних ізоляційних трубок, захисних устроїв з замиканням на «землю» або вибухобезпечних контейнерів. У такому вибухонебезпечному навколишньому середовищі для окремих електричних передавачів потрібне захисне заземлення з виходом 4 ... 20 мА для захищення можливих джерел возгорання від іскр. Собівартість захисного заземлення у купі зі складнощами, які виникають при установці цих спеціальних захисних устроїв, накладають обмеження на варіанти конфігурації мережі електронних передавачів. При установці волоконної мережі такі обмеження не виникають, і, слід, волоконні вимірювальні засоби мають безумовні переваги у вибухонебезпечних середовищах [3].

**Мета досліджень.** Аналіз підходів до створення перетворювачів фізичного

діяння на базі використання взаємодії зовнішнього середовища з оптичним випромінюванням у процесі реєстрації змін його параметрів, змінювання яких традиційними методами стає достатньо складним.

**Результати досліджень.** В наданій роботі у якості уніфікованих сприятливих елементів для базової схеми використано світловод коаксіальної структури. Особливістю, що відрізняє такі світловоди, є залежність умов зв'язку між елементами їх структури від показника поглинання зовнішнього середовища.

Сприятливий елемент газоаналізатора – це керований світловод, який представляє собою випромінюючий стрижень із оптичного скла 1. Випромінювання ртутної дугової лампи потужністю 200 Вт 2 вводиться у стрижень після проходження крізь вузькополосний фільтр 3. Сосно стрижню розташована приймальна волоконна кварцова трубка 4, яка пов'язана з фотоприймальним модулем 5. У зазор між трубкою і стрижнем повільно поступає газова суміш 6 із контрольованого приміщення. Рівень поглинання ультрафіолетового випромінювання, туннеліруючого із стрижня у трубку, залежить від концентрації газу у коаксіальному зазорі.



**Рис.1.** Схема сприймального елемента волоконно-оптичного газоаналізатора: 1 – випромінюючий стрижень; 2 – джерело ультрафіолетового випромінювання; 3 – вузькополосний фільтр; 4 – волоконна трубка; 5 – фотоприймальний модуль; 6 – газове середовище.

Функція перетворення волоконно-оптичного газоаналізатора може бути визначена належним образом [4]:

$$U_{out}(f_{om}) = P_{em} K_c K_{tr1,2} K_{coax}(f_{om}) K_{pd}, \quad (1)$$

де:  $P_{em}$  – потужність джерела оптичного випромінювання;

$K_c$  – коефіцієнт ефективності вводу випромінювання від джерела у світловод;

$K_{tr1,2}$  – коефіцієнти світло пропускання підводячого і відводячого випромінювання світловодів відповідно;

$K_{coax}(f_{om}) = K_{senf_{om}}$  – коефіцієнт передачі випромінювання у

коаксіальному світловоді;

$K_{pd}$  – коефіцієнт перетворювання оптичного випромінювання фотоприймальною схемою в вихідну напругу.

Залежність коефіцієнта передачі оптичного випромінювання коаксіального світловода може бути описана приблизним співвідношенням

$$K_{coax} = \frac{P_{coax}(z)}{P_{in}} = 1 - \frac{\sin^2 cz (1 + [(\beta_r - \beta_t) / 2c]^2)^{0.5}}{1 + [(\beta_r + \beta_t) / 2c]^2}, \quad (2)$$

де:  $\beta_r, \beta_t$  – постійні поширювання у стрижні і трубці відповідно;

$P_{in}$  – потужність випромінювання на вхідному торці коаксіального світловода;

$P_{coax}(z) K_{coax}(f_{om})$  – потужність випромінювання на вході фотоприймальної схеми;

$P_1(z), P_2(z)$  – потужності випромінювання у стрижні і трубці відповідно.

$c$  – коефіцієнт зв'язку коаксіальної структури.

В свою чергу коефіцієнт зв'язку коаксіальної структури в присутності газової суміші визначають як

$$C = \frac{\chi 2\pi}{\lambda a^2} \sqrt{1 - \left(\frac{n_s}{n_c}\right)^2} \frac{n_c^2 - n_e^2}{(n_c^2 - n_s^2)^{1.5}} \frac{K_0 [2(a + (2\pi d / \lambda)) \sqrt{n_e^2 - n_s^2}]}{K_1^2 [a \sqrt{n_e^2 - n_s^2}]}, \quad (3)$$

де:  $\chi$  – коефіцієнт поглинання газової суміші;

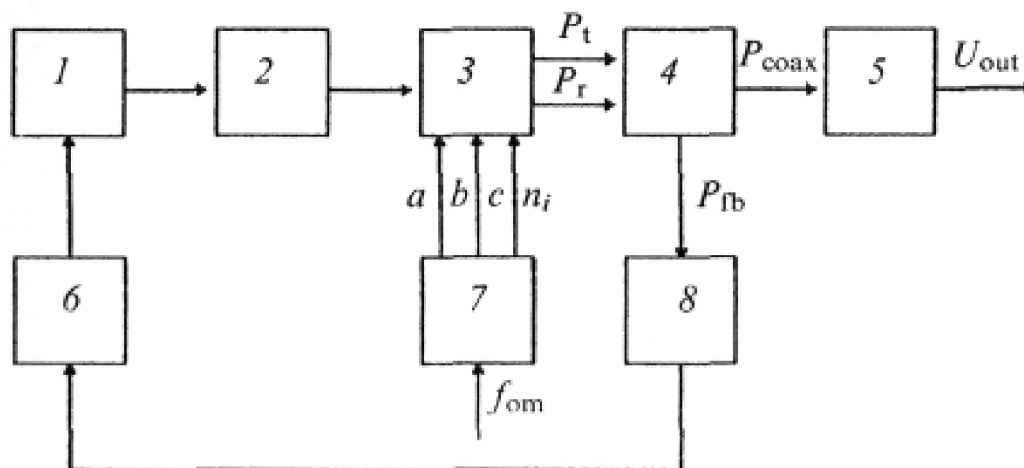
$a$  – діаметр світловода;

$n_{s,e,c}$  – показники приломлення стрижня, трубки і газового середовища;

$\lambda$  – довжина волни випромінювання;

$K_0$  – модифікована функція Бесселя.

Відповідна функціональна схема волоконно-оптичного газоаналізатора (рис. 2) містить слідуєчи основні компоненти: джерело ультрафіолет-тового випромінювання; волоконний світловод, що підведе випромінювання до світловоду, яким керують; волоконний світловод, який відводить випромінювання; контур стабілізації параметрів випромінювання, що включає фотоприймальну схему, у тому числі фотоприймальну схему ресструючий частини. Схема приведення забезпечує перетворення впливу параметрів навколишнього середовища  $f_{om}$  при змінюванні коефіцієнта зв'язку між елементами коаксіальної структури – світловоді, яким керують.



**Рис. 2.** Функціональна схема волоконно-оптичного газоаналізатора на основі керованого зв'язку у коаксіальному світловоді: 1 – джерело ультрафіолетового випромінювання; 2, 4 – підводячий і відводячий волоконні світловоди відповідно; 3 – керований коаксіальний світловод; 5, 8 – фотоприймальні схеми; 6 – схема збудження джерела оптичного випромінювання; 7 – схема приведення.

**Висновки.** Інформаційно-вимірювальна система, яка використовує подібний газоаналізатор, за своїми можливостями, при відповідній калі- бровці, може бути зіставлена з системами, у яких в наступний час використовують газові хроматографи.

Ці системи можуть бути використані: на судах у складі систем контролю за концентрацією газової суміші у вантажних танках при перевезенні зернових вантажів; на виробництві в хімічній промисловості, у харчовій промисловості для аналізу димового газу і небезпечних відходів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Фока, А.А., Сандлер, А.К. Совершенствование первичных преобразователей систем технического диагностирования. // Аграрний вісник Причорномор'я. – Одеса: ОДАУ. – 2004. – № 24. – С. 119-124.
2. Сандлер, А.К., Никольский, В.В., Хнюнин, С.Г. Использование волоконно-оптических устройств для предотвращения техногенных катастроф на судах // Автоматизация судовых технических средств. – Одесса: ОНМА. – 2004. – Вып.9. – С. 82-90.
3. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников /Под ред. Э. Удда. – М.: Техносфера, 2008. – 520 с.
4. Бусурин, В.И., Бражникова, Т.Ю., Коробков, В.В., Прохоров, Н.И. Преобразователи физических полей на основе двухканальных коаксиальных световодов// Квантовая электроника. – 1996. – №10. – С.1023-1026.

## ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Е.В. Дрозд, А.К. Сандлер

**Ключевые слова:** техногенная безопасность, опасные грузы, волоконно-оптические измерительные приборы.

### Резюме

*Приведены данные исследования проблемы техногенной опасности, возникающей в промышленно-транспортном комплексе при обработке опасных грузов, в том числе и зерновых культур.*

*Рассматриваются подходы к повышению безопасности измерительных устройств при использовании в судовых информационно-измерительных системах волоконно-оптических устройств.*

## TECHNICAL DANGER SAFETY AGAINST THE TREATMENT OF GRAIN

H. Drozd, A. Sandler

**Key words:** technical safety, danger cargoes, fibre-optical measuring arrangements.

### Summary

*Given is information on research of the technical danger problem, which takes place in the industrial-transport complex in the treatment of the dangerous cargoes, including grain. Considered are approaches to the safety improvement of measuring arrangements used in the ship's data-measuring systems of fibre-optical arrangements.*