УДК 621.3

О.М. Пилипенко, М.В. Підгорний, І.А. Шльончак
Черкаський державний технологічний університет

СИСТЕМА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТА ВИКОРИСТАННІ БІОГАЗУ В ДИЗЕЛЯХ

Створена комплексна система безпеки виробництва та використання біогазу в частині забезпечення інформаційної підтримки керування. Встановлено, що у складі інформаційної системи безпеки повинні застосовуватися такі автономно працюючі підсистеми, як: прогноз аварій та катастроф; оцінка й прогноз стану виробництва і використання біогазу; вибір адекватних реакцій; оцінка ефективності реакцій.

***Ключові слова**: біогаз, автоматична система безпеки, виробництво та використання біогазу, дизель.*

А.М. Пилипенко, Н.В. Подгорный, И.А. Шленчак
Черкасский государственный технологический университет

СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА В ДИЗЕЛЯХ

Создана комплексная система безопасности производства и использования биогаза в части обеспечения информационной поддержки управления. Установлено, что в составе информационной системы безопасности должны использоваться такие автономно работающие подсистемы, как: прогноз аварий и катастроф; оценка и прогноз состояния производства и использования биогаза; выбор адекватных реакций; оценка эффективности реакций.

***Ключевые слова:** биогаз, автоматическая система безопасности, производство и использование биогаза, дизель*

A. Pilipenko, N. Pidgoniy, I. Shlionchak
Cherkassy State Technological University

SYSTEM OF SAFETY IN A PRODUCTION OF BIOGAS AND IT'S USING IN DIESELS

The complex system of safety of production and use of biogas was created in part of providing of informative support of management. It was found out that in composition the informative system of safety such autonomically working subsystems must be used, as: prognosis of accidents and catastrophes; estimation and prognosis of the state of production and use of biogas; choice of adequate reactions; estimation of efficiency of reaction.

***Keywords:** biogas, automatic system of safety, production and use of biogas, diesel.*

Постановка проблеми. Через зростання попиту на нафту безперервно зростає її дефіцит, який до 2025 р. досягне 16 млн барелів (2,5 млн т) в день. Основним постачальником нафти для нашої держави є Російська Федерація, але в Росії ситуація ускладнюється падінням видобутку нафти після 2010 р. (до 10 млн т в рік) та міждержавними конфліктними ситуаціями [1, 2].

Тому, із зменшенням природних запасів нафти та суттєвим зростанням вартості традиційних моторних палив надзвичайно актуальним є розширення використання біопалив, які отримують з відновлюваної рослинної сировини, що зменшує залежність України від нафти, як джерела енергії. Одним із найбільш поширених таких видів біопалив є біогаз, який використовується у двигунах внутрішнього згоряння, зокрема у дизелях. Через те, що вимоги до екологічних показників транспортних засобів постійно зростають, постає необхідність в удосконаленні їх конструкції з метою зменшення викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами [3]. Одним із ефективних способів поліпшення екологічних показників транспортних засобів з дизелями є їх переобладнання для роботи на стиснутому природному газі, зокрема на біометані, який є продуктом сільськогосподарського виробництва. Як у промисловості, так і в побуті зазначений газ широко застосовується. Однак, використання газу в промисловості чи в побуті вимагає виконання відповідних правил і норм безпеки. Таким чином, двигуни внутрішнього згоряння, які працюють на біогазі, або установки для його виробництва належать до об'єктів підвищеної небезпеки і вимагають особливої обережності при експлуатації. Слід зауважити, що біогаз легший за повітря (густина 0,72 кг/м3) і у випадках витікання може накопичуватися у верхній частині приміщення, чого не можна сказати про зріджений газ, який майже удвічі важчий за повітря і накопичується у нижній частині приміщення або салону автомобіля [4, 5].

У зв'язку з цим **метою роботи** є розробка комплексної системи безпеки при виробництві та використанні біогазу, у складі якої застосовуються автоматичні підсистеми (ланки): прогноз аварій, катастроф; оцінка й прогноз стану виробництва біогазу; вибір адекватних реакцій; оцінка ефективності реакцій тощо.

© О.М. Пилипенко, М.В. Підгорний, І.А. Шльончак

Результати досліджень. Значний внесок в дослідження та покращення показників транспортних засобів, які працюють на газовому паливі, внесли такі відомі вчені: Ю.Ф. Гутаревич, М.І. Дикий, Ф.І. Абрамчук, В.П. Матейчик, А.Г. Говорун, А.О. Корпач, О.М. Кабанов, В.Н. Луканін, А.С. Хачіян. Одним із ефективних напрямків розширення використання газового палива на автотранспорті є конвертація дизелів, за допомогою незначних конструктивних змін, у двигуни, які працюють на стисненому газі. Цей спосіб розглядається, як ефективний спосіб покращення екологічних та економічних показників транспортних засобів. Створення провідними фірмами світу газових двигунів, які задовольняють найбільш жорстким нормам щодо шкідливих викидів, свідчить про переваги конвертації дизелів в газові двигуни та нагальну потребу у виробництві газового палива [6].

Необхідно зазначити, що технологічний процес виробництва біогазу є безперервним та складним, а його використання – небезпечним. Це потребує створення комплексної системи безпеки процесу, у частині забезпечення інформаційної підтримки керування безпекою виробництва і використання. У складі такої інформаційної системи безпеки повинні застосовуватися, щонайменше, автономно працездатні підсистеми (ланки): прогноз аварій, катастроф; оцінка й прогноз стану виробництва; вибір адекватних реакцій; оцінка ефективності реакцій [7].

Нехай задано: X - простір умов експлуатації системи безпеки (СБ); Y - множина елементів (кабелів, сповіщувачів, аналого-цифрові перетворювачі, комутатор (концентратор), мультиплексом, синхронізатор, реєстратор інформації, розподільник імпульсів, сигнальні елементи, виконавчі елементи та ін.), з яких комплектується СБ.

Елементом простору умов експлуатації будемо вважати вектор $x \in X$: $x = \{x_1, x_2 ... x_y\}$, компонентами якого є числові значення параметрів, що характеризують зовнішні умови, які впливають на елементи СБ в процесі експлуатації об'єкта. Для кожного компонента векторах $x \in X$ можна визначити значення $x_{ij}; j = 1,2,3...J_i;\ i = 1,2,3...I$; які є границями якісної зміни характеру зовнішніх умов. Приналежність $i-$ї $; i = 1,2,3...I$; компоненти вектора x до інтервалу $(x_{ij-1}, \mathrm{x_{ij}}); j = 1,2,3...J_i$; буде називатися $\mathrm{j}-$м станом $i-$ї компоненти вектора зовнішніх умов.

Якщо збільшення індексу j відповідає зміні в напрямку жорсткості умов експлуатації, то простір X може бути розбитий на підмножини

$X_j = \{x_i : x_i \le x_{ij}, j = 1,2,3...J_i, i = 1,2,3...I\}$, які задовольняють умовам:

1. $X_j \subseteq X_{j+1}, j = 1,2,..., \max\limits_i J_i$;
2. $\bigcap\limits_{j=1}^{\max\limits_i J_i} X_j = X^0$ X^0 - умова ідеальної експлуатації;
3. $\bigcup\limits_{j=1}^{\max\limits_i J_i} X_j = X$.

Так як J_i, I - скінчені, то множина $\{X_j\}$, $j = 1,2,..., \max\limits_i J_i$ - скінчені, при цьому

$$card\{X_j\} \le \prod_{i=1}^{I} J_i \le \aleph_0$$

Множина Y елементів СКЕ має закінчену кількість підмножин:

1) $Y_1 = \{y_{\mu 1}, \mu = 1,2,..., M_1\}$- сповіщувачі (температури, диму, полум'я…);
2) $Y_2 = \{y_{\mu 2}, \mu = 1,2,..., M_2\}$- датчики виходу вогнегасної речовини;
3) $Y_3 = \{y_{\mu 3}, \mu = 1,2,..., M_3\}$- аналого-цифрові перетворювачі;
4) $Y_4 = \{y_{\mu 4}, \mu = 1,2,..., M_4\}$ - сигнальні елементи;
5) $Y_5 = \{y_{\mu 5}, \mu = 1,2,..., M_5\}$- виконавчі елементи;
6) $Y_6 = \{y_{\mu 6}\}$ - ЕРП;7) $Y_7 = \{y_{\mu 7}\}$- комутатор (концентратор);

© О.М. Пилипенко, М.В. Підгорний, І.А. Шльончак

8) $Y_8 = \{y_{\mu 8}\}$- мультиплексор;

9) $Y_9 = \{y_{\mu 9}\}$- синхронізатор;

10) $Y_{10} = \{y_{\mu 10}\}$- розподільник імпульсів;

11) $Y_{11} = \{y_{\mu 11}\}$- реєстратор інформації.

елементами яких є технічні засоби передачі, розподілу й перетворення електроенергії. Очевидно, що при цьому повинні виконуватися наступні умови:

1. $Y_l \bigcap Y_j = 0,\ \forall l \neq j = 1,2,...L;$

2. $\bigcup_{l=1}^{L} Y_l = Y.$

Кожний елемент множини $Y_l; l = 1,2,...L;$ визначений набором ознак (властивостей), що дозволяють однозначно відповісти на запитання про можливості використання даного елемента при заданих зовнішніх умовах X_j.

Для запобігання й ліквідації погроз та їхніх наслідків система комплексної безпеки даної концепції, в основному, повинна мати:

- високоефективні й надійні комунікаційні, інформаційні й інші технології, а також відповідне програмно-технічне забезпечення;
- сучасні засоби автоматизованого збору інформації про стан об'єкта, що захищається, виконавчих органів і передачі її по лініях зв'язку на відповідний ієрархічний центр обробки інформації;
- засоби контролю й підтримки готовності виконання службових обов'язків на належному рівні особовим складом і оперативно-технічними службами;

Крім того, система повинна мати здатність координувати взаємодії оперативно-технічних служб об'єкта й екстрених служб.

На рисунку 1 зображена схема запропонованого пристрою. Типи та призначення окремих виконавчих елементів розробленої автоматичної системи безпеки виробництва та використання біогазу наведені в таблиці 1. При виникненні пожежі в контрольованому закритому об’єкті спрацьовують датчики (1, 2 і 3). При цьому сигнал надходить на входи, що запускають комутатор 4, і на виході якого сигнал з'являється через 15 с.

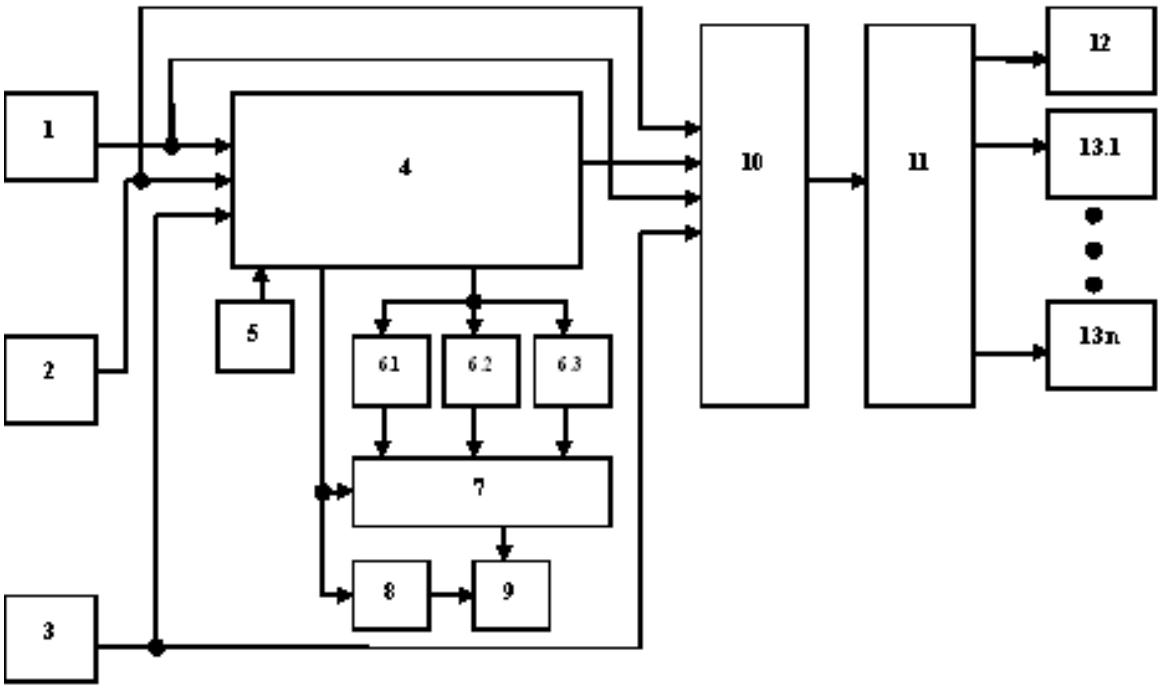

Рис. 1 – **Функціональна схема системи безпеки устаткування для виробництва або використання біогазу**

© О.М. Пилипенко, М.В. Підгорний, І.А. Шльончак

1 – диференційний сповіщувач температури;
2 – адресно-аналоговий сповіщувач диму;
3 – ручний сповіщувач;
4 – модуль адресації пожежний (комутатор);
5 – датчик виходу вогнегасячої речовини;
6 – аналого-цифрові перетворювачі 6.1 - 6.3;
7 – мультиплексор;
8 – синхронізатор;
9 – реєстратор цифрової інформації;
10 – ПЕОМ;
11 – модуль керуючий МА-В;
12 – сигнальний елемент;
13 – виконавчі елементи (лафетний стовбур УПР-1).

Модуль адресації пожежний 4 по синхронізуючих сигналах синхронізатора 8 підключає по черзі вхідні шини до входів аналого-цифрових перетворювачів 6.1-6.3. Інші сигнали в цей час від них відключені. Кожний з вихідних сигналів датчиків в відповідному аналого-цифрового перетворювачі перетворюється в восьмирозрядний двійковий код. Перетворений аналого-цифровим перетворювачем 6 сигнал в восьмирозрядний двійковий код подається на мультиплексор 7. В залежності від керуючого сигналу синхронізатора 8 один з інформаційних входів мультиплексора 7 подається на вхід реєстратора цифрової інформації 9. Збереження інформації в реєстраторі цифрової інформації 9 відбувається синхронно під керуванням синхронізатора 8, що дає можливість послідовно зберегти в пам'яті реєстратора інформацію про динаміку розвитку пожежі, час виходу вогнегасячої речовини або час локалізації вогнища загоряння. Якщо спрацювали всі три датчики (1, 2 і 3), то сигнал надходить на відповідні входи мажоритарного елемента ПЕОМ 10, що реалізує логічну функцію "2 або 3 з 4".

Таблиця 1

Типи та призначення окремих виконавчих елементів розробленої автоматичної системи безпеки виробництва та використання біогазу

Тип пристрою	Призначення
Сповіщувач пожежний адресно-аналоговий (диму)ІП 212-49А	1. Вимір рівня диму в місці установки. 2. Самодіагностика, контроль димового каналу. 3. Контроль і компенсація запиленості.
Сповіщувач пожежний адресно-аналоговий (температури) ІП105/2А1	1. Вимір рівня температури в місці установки. 2. Самодіагностика, контроль димового каналу. 3. Контроль і компенсація запиленості.
Модуль керуючий МА-В	Керування пристроями охоронної й пожежної автоматики 1. Вихід реле (контакти замикання 5А, 220В). 2. Контроль ланцюга керування й живлення одного пристрою. 3. ШЗ для контролю стану виконавчого пристрою.
Адресна мітка керування оповіщенням, пожежогасінням МАУОП	Керування пристроями охоронної й пожежної автоматики. 1. Вихід реле (контакти замикання 3А, 24В) 2. Контроль шлейфа керування декількома пристроями.
Адресна мітка пожежогасіння МА-7ТС, додаткове живлення 24В МА-7ТС.12, живлення 12В МА-7ТСН, живлення 24В	1. Контроль шлейфа сигналізації з пожежними сповіщувачами, контроль вилучення сповіщувача. 2. Розрізняє одне й два спрацьовування в шлейфі. 3. Забезпечує скидання тривоги димових сповіщувачів, короткочасного відключення їхнього живлення. Струм споживання сповіщувачів у режимі чергування - до

	1 мА (для МА-7ТСН - від 1 до 2 мА).
Адресна мітка пожежна МА-7ТСУ, живлення 24В МА-7ТСУ.12, живлення 12В	1. Контроль шлейфа сигналізації з пожежними сповіщувачами, контроль вилучення сповіщувача. 2. Розрізняє одне й два спрацьовування в шлейфі. 3. Забезпечує скидання тривоги димових сповіщувачів, короткочасного відключення їхнього живлення. 4. Додатковий вихід керування сиреною (відкритий колектор 200 мА).
Модуль адресації пожежний МА-РК живлення 24В (12В).	1. Контроль пристрою зчитування Touch Memory (Proximity) для постановки/зняття об'єкта з охорони або включення автоматики пожежогасіння. 2. Контроль шлейфа сигналізації з пожежними сповіщувачами стану з контактним виходом. Максимальна кількість пожежних сповіщувачів - 20 шт
Розмикач лінії РЛ-1	Ізолятор короткозамкненої ділянки інформаційної лінії. 2. Подвоювач лінії.
МПП(Н)-6-КД-1-БСГ-У2, ПП-3	Виконавчий елемент. Модуль порошкового пожежогасіння «**BiZone**». Пристрій електронного пуску.
УПР-1	Виконавчий елемент. Роботизований лафетний стовбур.
DL 06-66/T	Оповіщувач для кріпленням на стелі, потужність 10 Вт, круглий, металевий, 100 V, білий, D-140мм.

Це призводить до появи сигналу на виході ПЕОМ й запуску імпульсів модуля керуючого МА-В 11, що вмикає один з виконавчих елементів 13 (лафетний стовбур УПР-1). Останній в свою чергу включає в роботу засіб пожежогасіння (на схемі не зображений). Одночасно вмикається сигнальний елемент 12, що інформує про виникнення пожежної ситуації. У випадку одночасного спрацьовування комбінації із двох датчиків (1-2),(1-3) пристрій працює за вище зазначеним алгоритмом.

У результаті досліджень експериментально встановлені основні характеристики автоматизованої системи керування оперативним пожежогасінням:

- середній час фіксації спрацьовування сповіщувачів – 300 мс;
- середня інертність спрацювання – 6 с;
- середній час скидання режиму «Пожежа» сповіщувачів – 5с;
- середня тривалість подачі вогнегасячого порошку виконавчим елементом (МПП(Н)-6-КД-1-БСГ-У2) – 15 с;
- середня тривалість подачі розпиленого струменя води (УПР-1) – 48 с;
- підключати адресні шлейфи будь-якої конфігурації: променевий, кільцевий при довжині лінії зв'язку до 2000м;
- встановлювати дублюючі пульти керування, видалення до 1000м.
- зберігати інформацію про всі події і обставини їх виникнення в енерго-незалежній пам'яті 1000 подій.
- загальна кількість адресних пристроїв – 384 на один приймально-контрольний прилад.

Висновки. В результаті проведених досліджень була розроблена система безпека виробництва та використання біогазу. На основі розробленої системи, а також останніх досягнень радіоелектроніки й інформаційної техніки можна сформулювати основні вимоги, яким повинна задовольняти сучасна автоматизована система безпеки технологічно небезпечних об’єктів. Щоб повною мірою використати створену на основі засобів обчислювальної й мікропроцесорної техніки систему безпеки, необхідно для кожного інформаційного фактора пожежі (дим, тепло, випромінювання полум'я й т.п.), а також для їхніх певних комбінацій розробити математичні моделі й відповідне інформаційне забезпечення на основі досить великого й експериментального матеріалу, що містить статистичну повноту.

© О.М. Пилипенко, М.В. Підгорний, І.А. Шльончак

Література

1. Устименко В. Питання енергозабезпечення автотранспорту України в умовах світової енергетичної кризи / В. Устименко // Перевізник UA. – 2008. – №15. – С. 28–30.

2. Ковтун Г. Альтернативні моторні палива / Г. Ковтун // Вісник НАН України. – 2005. – №2. – С. 19–27.

3. Долганов К.Є. Автомобілі з бензогазовими двигунами і газодизелями: особливості конструкції і технічного обслуговування / К.Є. Долганов, А.Г. Говорун, О.І. П'ятничко та ін. – К: Техніка, 1991. – 128 с.

4. Пилипенко О.М. Удосконалення системи подачі газового палива в дизельних двигунах / Пилипенко О.М., Шльончак І.А., Підгорний М.В. // «Новітні шляхи створення, технічної експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів». Збірник тез доповідей науково-практичної конференції. – Одеса-Коблево. – 08-11.09.2015. – с. 241-244.

5. Шльончак І.А. Исследование технико-экономических показателей дизеля в условиях его работы на биотопливе / IX Международная заочная научно-техническая конференция «Проблемы качества и эксплуатации автотранспортних средств» Сборник статей. – Пенза. – 2015. – с. 410-418.

6. Підгорний М.В. Формалізована постановка задач проектування автоматизованих систем безпеки устаткування по створенню біогазу для автомобільної промисловості / III Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-16 квітня 2015р: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет.- Вінниця: ВНТУ. – 2015.

Стаття надійшла до редакції 30.04.2016

© О.М. Пилипенко, М.В. Підгорний, І.А. Шльончак