

АВТОМАТИЗОВАНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ВИБУХОЗАХИСТУ
НА ПІДПРИЄМСТВІ З ВИГОТОВЛЕННЯ АРОМАТИЗОВАНОГО ТЮТЮНУБагно В. І., магістр. e-mail: vladislavbagnu@gmail.comКогдась М. Г., д.т.н., проф. e-mail: kogdasmx@gmail.com

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Актуальність дослідження. Автоматизація підприємств на сучасному рівні вимагає створення єдиної автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУТП), оскільки дана надбудова дає можливість не тільки керувати процесом в автоматичному і ручному режимах (дії оператора), але й має ряд інших корисних аспектів. Наприклад, значна частина підприємств використовує вибухонебезпечні суміші та устаткування, яке може спричинити руйнівні наслідки при аваріях або неправильній експлуатації персоналом, що не допустимо як з урахуванням значних економічних збитків, так і з ризиком втрати персоналом життя або здоров'я.

Як зазначають автори роботи [1]: «За деякими оцінками щорічний збиток, що наноситься світовій економіці техногенними катастрофами і аваріями, за останні 30 років збільшився в 3 рази і досяг 200 мільярдів доларів, і це без урахування екологічного збитку. На сьогоднішній день збиток від аварій і катастроф у світі складає від 5 до 10 % величини валового національного продукту»

Отже, враховуючи вище сказане, ми бачимо насущні проблеми з забезпечення надійного рівня безпеки, але в той же час безпомилкового керування технологічним процесом підприємства.

Мета дослідження. підвищити рівень повноти безпеки (SIL) на вибухонебезпечному об'єкті підприємства з виготовлення ароматизованого тютюну від рівня SIL 1 до рівня SIL 2. Це дозволить зменшити ризик небезпечних ситуацій на підприємстві і зберегти життя і здоров'я працівників а також матеріальних цінностей.

Основні матеріали досліджень. В основі дослідження покладено ряд методик, які дозволять визначити вимоги щодо надійності в даній системі, а саме:

- HAZOP-аналіз;
- дерево відмов;
- Чепменівська модель стохастичних процесів;
- варіаційна Баєсівська модель.

За допомогою першого методу проведено визначення найбільш небезпечних контурів та взагалі тих елементів системи, якій мають підвищений ризик виходу з ладу [2]. Один елемент системи є джерелом збурення, а інший приймачем, тобто тим на кого діє збурення. У першому елементі розглядаються причини виникнення відхилення, а у другому – наслідки, до яких це збурення/відхилення призводить, і як це впливає на реакцію системи.

Чепменівські випадкові процеси є математичними моделями, що використовуються для аналізу систем, що розвиваються в часу та характеризуються властивістю без пам'яті, відомим як властивість Чепмена. Вони засновані на теорії ймовірностей та теорії випадкових процесів. Чепменівські моделі надійності в даному дослідженні були використані для опису надійності систем у часі. Вони дозволили проаналізувати ймовірності переходів системи між різними станами, які можуть бути пов'язані з нормальною роботою, відмовами чи відновленням після аварії. Аналітична модель включає основні компоненти системи (датчик, контролер, актюатор), їх стани та ймовірності переходів між ними [3]. Використання цього методу в дослідженні є важливим, так як дає можливість розрахувати параметри системи, коли вона буде стійка до зовнішніх випадкових збурень і прорахувати реакцію системи на збурення, що мають імовірніший характер.

Варіаційна Баєсівська модель є важливим інструментом теорії чепменівських процесів, включаючи моделі надійності. Вони були використані для опису ймовірностей переходу між

станами у часі в рамках марківських моделей [4]. Модель складається з наступних елементів [5]:

- стану елемента;
- ймовірності переходу;
- інтенсивності відмов та відновлення.

Тому на основі цих принципів моделювання та відповідних розрахунків, було створено модель в програмному середовищі для моделювання стохастичних процесів Möbius. Модель та результати моделювання представлені на рис. 1 нижче.

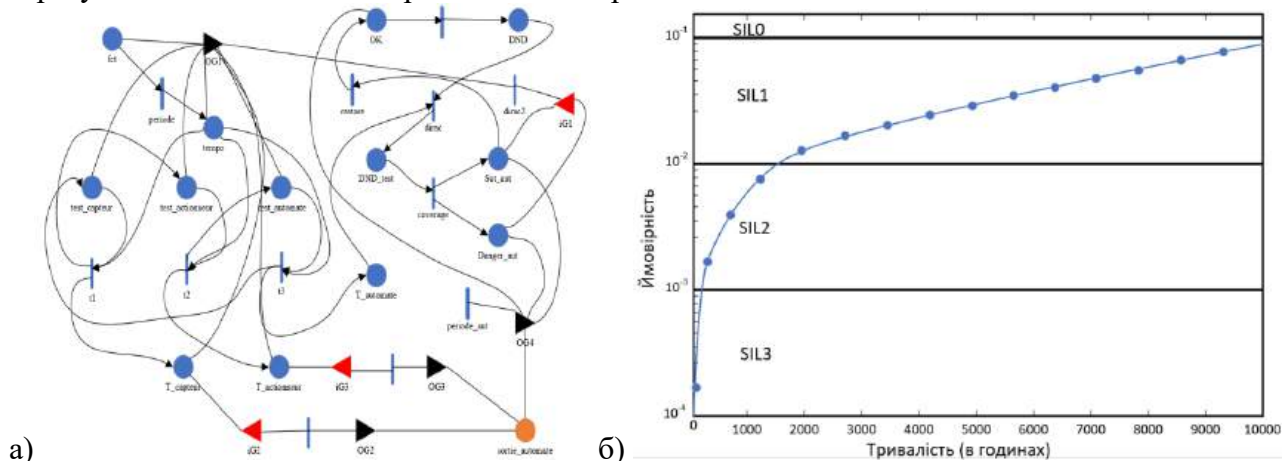


Рисунок 1 – а) Модель архітектури безпеки 1001D; б) Результат моделювання у напівлогарифмічному представленні

У результаті моделювання визначено вимоги до системи, мінімальний рівень SIL для відповідної ймовірності небезпечних відмов в даній системі автоматичного управління, апаратне забезпечення для АСУ було обрано таке, щоб в розрізі небезпечних відмов потрапило в границі SIL2-SIL3.

Висновок. Формалізація задачі, побудова дерева відмов, HAZOP-аналіз і розрахунки моделі Чепмена і варіаційної Баєсовської моделі дозволили побудувати модель, яка найбільш приближена до реальної системи, оскільки включає всі елементи системи, їх характеристики і параметри, стани та ймовірності переходів з одних станів в інші. Власне комп'ютерна імітаційна модель АСУ з архітектурою безпеки 1001D і аналіз отриманих результатів (ілюстрованих графіками, гістограмами і у вигляді таблиць) довів її підвищену надійність перед архітектурою 1001. Показник ефективності (IP) для даної АСУ 1001D становить 0,037 для небезпечних відмов, в кінцевому результаті надійність системи складає 99,77%.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки з дипломного проектування систем автоматизації вибухонебезпечних виробництв / Укл. : Г.І. Манко, К.О. Довгопола. – Дніпропетровськ : ДВНЗ УДХТУ. – 2015. – 60 с.
2. Mkhida A. Contribution to the dependability assessment of safety instrumented systems including intelligence : дис. докт. техн. наук : INPL / Mkhida A. – Lorraine, 2008. – 196 с.
3. Yakovyna V. S. Програмний модуль розв'язування систем диференціальних рівнянь Колмогорова-Чепмена для автоматизації надійнісного проектування / V. S. Yakovyna, M. M. Seniv, V. V. Lytvyn. // Scientific Bulletin of UNFU. – 2019. – №5. – С. 141—146.
4. Коротка Л. Нечіткі та нейромережеві технології під час розв'язання деяких класів систем диференціальних рівнянь / Л. Коротка. // Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University. – 2023. – №4. – С. 92–99.
5. The Möbius Modeling Tool [Електронний ресурс] // University of Illinois Urbana-Champaign. – 2004. – Режим доступу: <https://www.mobius.illinois.edu/>.