

УДК 621.307.13.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ, МОДЕЛЕЙ, ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН З КАМЕРИ ЗГОРАННЯ

О. Ю. Мірзюєва

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна. E-mail: kristinaalex2007@mail.ru

Проаналізовано існуючі методи, моделі, технічні засоби, за допомогою яких можна здійснювати контроль шкідливих речовин з камери згорання газоперекачувального агрегату. Актуальність даної теми полягає в тому, щоб зменшити негативний вплив на навколишнє середовище летючих викидів і цим самим забезпечити екологічну безпеку довкілля. З метою контролю та попередження шкідливих викидів з камери згорання, автором запропоновано розробити нижній рівень системи контролю в програмному середовищі STEP 7, яке дає можливість нагляду за поточним станом летючих речовин, доступне при використуванні будь-якої мови програмування, забезпечує не тільки налагодження програмного забезпечення, але і пошук несправностей в устаткуванні. На основі нижченаведеної системи було запропоновано технічні засоби для контролю шкідливих викидів.

Ключові слова: викиди, екологічна безпека, камера згорання.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ, МОДЕЛЕЙ, ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ

А. Ю. Мирзюева

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа
ул. Карпатская, 15, г. Ивано-Франковск, 76019, Украина. E-mail: kristinaalex2007@mail.ru

Проанализированы существующие методы, модели, технические средства, с помощью которых можно осуществлять контроль вредных веществ из камеры сгорания газоперекачивающего агрегата. Актуальность данной темы заключается в том, чтобы уменьшить негативное влияние на окружающую среду летучих выбросов и тем самым обеспечить экологическую безопасность окружающей среды. С целью контроля и предупреждения вредных выбросов из камеры сгорания, автором предложено разработать нижний уровень системы контроля в программной среде STEP 7, которое дает возможность наблюдения за текущим состоянием летучих веществ, доступное при использовании любого языка программирования, обеспечивает не только отладку программного обеспечения, но и поиск неисправностей в оборудовании. На основе высшейследующей системы были предложены технические средства для контроля вредных выбросов.

Ключевые слова: выбросы, экологическая безопасность, камера сгорания.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Останнім часом значна частина основного технологічного обладнання газової промисловості наближається до свого граничного терміну експлуатації, через що відбувається зниження енергетичної ефективності та надійності газотранспортної системи. Енергетична ефективність режиму роботи компресорних станцій (КС) в значній мірі залежить від типу і числа газоперекачувальних агрегатів (ГПА), встановлених на КС, їх енергетичних показників і технологічних режимів роботи [1]. Важливу роль у ефективності роботи ГПА відіграє камера згорання газотурбінної установки (ГТУ). Одним з основних вузлів газотурбінних установок є камера згорання, від надійності роботи якої залежить надійність роботи всього газоперекачувального агрегату (ГПА).

Камера згорання (рис. 1) складається з таких елементів як:

- корпус камери згорання;
- паливна форсунка;
- жарова труба;
- вихрові лопатки;
- сопло;
- отвори для надходження повітря до продуктів згорання [2].

Камера згорання для газової турбіни містить паливний інжектор, центральний корпус, що містить кільцевий корпус і має вісь симетрії, дільник і подовжувач дільника, що містить розширюючу поперед-

ню частину, яка, відповідно, розширює наступну частину і проміжну частину, що проходить між попередньою частиною і наступною частиною. Попередня частина приєднана до кінця задньої кромки дільника розпалювального факела струменя стисненого повітря по базисній лінії. Паливний інжектор розташований в центральному корпусі. Дільник розпалювального факела струменя стисненого повітря по базисній лінії містить попередній бік і подальший бік. Наступна сторона звужується в бік осі симетрії центрального корпусу. Камера згорання містить зовнішню відцентрову форсунку, конфігуровану для введення повітряного потоку в зазначену на камері згорання ззовні, в дільник розпалювального факела струменя стисненого повітря. Довжина подовжувача дільника конфігурована з можливістю відділення зазначеного зовнішнього потоку повітря від уприскуваного в осьовому напрямку потоку палива. Винахід підвищує повноту згорання палива, зберігаючи при цьому низький рівень викиду.

Принциповою особливістю робочого процесу камер згорання сучасних газотурбінних установок є відносно високий загальний коефіцієнт надлишку повітря. Це безпосередньо пов'язано з рівнем термодинамічних параметрів циклу газотурбінних установок. Сутність взаємозв'язку полягає в тому, що теоретична температура горіння палива значно вища за ту, яка допустима в якості максимальної температури циклу перед газовою турбіною. Тому необхідна велика кількість додаткового повітря, що

підводиться в камеру згоряння через змішувальні вікна для того, щоб знизити температуру робочого

тіла на виході з камери перед надходженням газів на диски і лопатки газової турбіни.

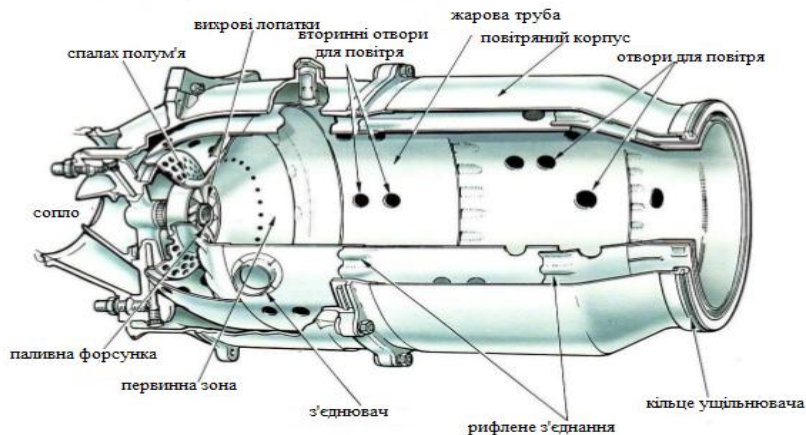


Рисунок 1 – Конструкція камери згоряння

Будь-яка камера згоряння має відповідати наступним вимогам:

- висока стійкість горіння у всьому діапазоні експлуатаційних режимів роботи двигуна без зривів, небезпечних пульсацій і загасання полум'я;
- максимально можлива повнота згоряння (економічність процесу горіння);
- малі габаритні розміри і невелика вага камери згоряння;
- оптимальний закон розподілу температури газів на виході із камери згоряння для уникнення місцевих перегрівів і ушкоджень сопел і лопаток.

Зміна технічного стану камери згоряння призводить не лишень до зміни техніко-економічних показників роботи ГПА (потужності, продуктивності, коефіцієнту корисної дії, тиску і ін.), але й до збільшення гранично допустимої концентрації шкідливих речовин у викидах ГПА (діоксиду вуглецю, оксиду азоту, окислів сульфуру, сажі, золи, канцерогенних речовин та ін.), які наносять шкоду не лишень екологічному стану довкілля, а й сприяють утворення кислотних дощів і фотохімічних смогів.

Технічний стан камери згоряння впливає на техніко-економічні показники роботи ГПА і на стан навколишнього середовища. Перевитрати пального, руйнування елементів, зменшення ресурсу роботи ГТУ, збільшення ймовірності виникнення аварійних ситуацій, - вищенаведені недоліки суттєво впливають на економічні показники роботи ГПА. Шкідливі викиди ГПА негативно впливають на екологічну безпеку довкілля (забруднення ґрунтів та водойм, знищення трав'яного покриву, забруднення повітря). Викиди ГПА за обсягом становлять приблизно 98-99% всіх валових викидів в атмосферу від стаціонарних джерел.

Для газової промисловості України було виконано оцінку викидів парникових газів. В табл. 1 наведено супутні летючі викиди та викиди від спалювання природного газу в якості палива в ГПА з газотурбінними приводами. Як бачимо, частка викидів двоокису вуглецю та метану у загальних викидах парникових газів є найбільшою.

Таблиця 1– Супутні летючі викиди та викиди від спалювання природного газу

| Види діяльності з природнім газом | Летючі викиди (тис. т) | | | Частка у загальних викидах ПГ (%) |
|---------------------------------------------|------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | CO _{2-екв} | |
| Видобування та підготовка | 2,01 | 58,30 | 1226,31 | 2,1 |
| Транспортування, у тому числі: | 9268,6 | 1572,1 | 42 282,8 | 74,0 |
| - супутні викиди | - | 1572,1 | 33 014,2 | 57,8 |
| - спалювання газу газотурбінними ГПА | 9268,6 | 0,00 | 9268,56 | 16,2 |
| - Розподіл | - | 305,60 | 6417,69 | 11,3 |
| - Споживання, у тому числі: | - | 341,30 | 7167,27 | 12,5 |
| - промислові підприємства та електростанції | - | 209,75 | 4404,84 | 7,7 |
| - населення та інші непромислові споживачі | - | 131,54 | 2762,44 | 4,8 |
| - Факельне спалювання | 38,16 | 0,23 | 43,06 | 0,1 |
| Разом викиди ПГ | 9308,7 | 2277,5 | 57 137,1 | 100,0 |

Основними причинами та факторами, що призводять до виникнення дефектів камери згоряння і її елементів є наступні:

- висока температура основних елементів камери згоряння;
- істотна нерівномірність нагрівання основних елементів камери згоряння;
- корозійна дія газового середовища;
- вібрації корпусів двигуна, що передаються на елементи камери згоряння;
- вібраційний режим горіння.

Значна кількість шкідливих речовин (рис. 2, рис. 3), що потрапляють в навколишнє середовище під час роботи компресорної станції, в атмосферне повітря під час транспортування природного газу, приводять до негативних змін в водоймах, ґрунтовому та рослинному покривах, в атмосфері, а також до погіршення фізичного стану працівників і призводять до швидкої корозії металів.

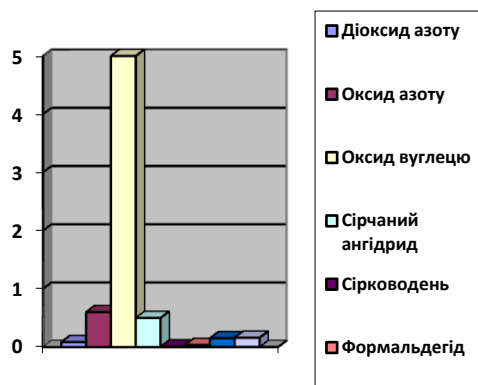


Рисунок 2 – ГДК максимально разових шкідливих речовин в атмосферному повітрі



Рисунок 3 – ГДК середньодобових шкідливих речовин в атмосферному повітрі

Згідно рис. 2 та рис. 3 встановлено, що виділяють такі основні забруднюючі речовини: 1) оксиди вуглецю; 2) оксиди азоту; 3) оксиди сірки; 4) тверді частини (сажа, пил, попіл); 5) вуглеводні, тому основний контроль варто приділити даним хімічним сполукам.

У зв'язку з тим, що з кожним роком газова галузь все більше шкодить навколишньому середовищу, актуальним являється питання щодо аналізу існуючих методів, моделей та технічних засобів, за допомогою яких можна моніторити та прогнозувати кількість шкідливих викидів, що утворюються в результаті роботи камери згоряння газоперекачувальних агрегатів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Основними матеріалами для дослідження слугували аналіз існуючих методів, моделей, технічних засобів контролю викидів шкідливих речовин з камери згоряння, а також виявлення причин і факторів, що призводять до виникнення дефектів камери згоряння і її елементів.

Сьогодні відома значна кількість методів та моделей контролю викидів шкідливих речовин з камери згоряння газоперекачувального агрегату (ГПА), а саме:

1. Розрахункові методи визначення викиду забруднювальної речовини базуються на використанні показника емісії. Показник емісії характеризує масову кількість забруднювальної речовини, яка викидається енергетичною

установкою в атмосферне повітря разом з димовими газами, віднесено до одиниці енергії, що виділяється під час згоряння палива. Він залежить від багатьох чинників. Існують два показники емісії $\frac{3}{4}$ узагальнений та специфічний. Узагальнений показник емісії забруднювальної речовини є середньою питомою величиною викиду для певної категорії енергетичних установок, певної технології спалювання палива, певного виду палива з урахуванням заходів щодо зниження викиду шкідливої речовини [3].

2. Підвищення коефіцієнта корисної дії приводів газоперекачувальних агрегатів КС. Сьогодні, за даними ДК «Укртрансгаз», середній паспортний ККД парку газотурбінних агрегатів складає 27 %. З урахуванням значного середнього віку агрегатів та їхнього напрацьованого ресурсу експерти галузі оцінюють дійсний середньозважений ККД агрегатів на рівні не більше 25 % [4]. Багаторічний досвід проведення інструментальних обстежень газотранспортного устаткування ВАТ «Газпром», де експлуатується аналогічне компресорне обладнання, показав, що завдяки підвищенню ККД ГПА на 1 % витрати паливного газу в цілому по ВАТ «Газпром» знизяться на 1,4 млрд м³ на рік, що еквівалентно зменшенню викидів в атмосферу парникового газу CO₂ у кількості 2,76 млн т на рік [5]. Отже, суттєвий вплив на скорочення викидів справляє заміна застарілого газоперекачувального обладнання на сучасні агрегати (які виробляють, зокрема, вітчизняні підприємства: Сумське машинобудівне НВО ім. Фрунзе, ВАТ «Мотор-Січ» (Запоріжжя), ДП Науково-виробничий комплекс газотурбобудування «Зоря-Машпроект» (Миколаїв)), що дозволить підвищити ККД на 8–11 % та отримати економію до 25 % паливного газу. Це, у свою чергу, дасть можливість зменшити викиди парникових газів в атмосферу.

3. Оптимізація потоків газу, що транспортується, та забезпечення роботи компресорного обладнання на оптимальних режимах. Однією з причин зниження ККД газоперекачувальних агрегатів крім незадовільного технічного стану є робота на режимах, що відрізняються від номінального. Як показали дослідження, проведені в Інституті загальної енергетики НАН України [5], за рахунок оптимізації потоків газу економія може становити 2–3 % від обсягу спожитого на КС паливного газу.

4. Впровадження системи модернізації і ремонту газотурбінних газоперекачувальних агрегатів за технічним станом. Це дозволить своєчасно виявляти дефекти ГПА і виводити їх з експлуатації, завдяки чому викиди зменшаться. Так, за даними російських фахівців, для зменшення викидів при транспортуванні природного газу найефективнішими є заходи з оптимізації режимів експлуатації ГПА і спрацювання газу з ділянок газопроводів, що відключаються, перед проведенням ремонтних робіт, які в сумі дають 71 % загального досягнутого ефекту із зниження викидів ПГ у ВАТ «Газпром» [6].

5. Скорочення емісії метану при відключенні ГПА. У загальноприйнятій практиці при відключенні газоперекачувального агрегата на КС проводиться «продування» його компресора, з якого викидається залишковий газ під високим тиском. Кількість продувань компресора у виробничих цілях залежить від експлуатаційних режимів. Так, компресори, що працюють у режимі базових навантажень, тобто перебувають у робочому стані основну частину часу, зазвичай продуваються тричі на рік. У середньому одне продування призводить до викиду в атмосферу близько 400 м³ природного газу.

Враховуючи той факт, що камера згоряння відіграє значну роль у процесі роботи ГПА, в даній роботі докладно розглянуті основні методи та засоби контролю технічного стану камери згоряння ГПА. З'ясовано, що їх можна поділити на дві групи. До одної групи належать методи, засновані на чисельному моделюванні газодинамічних та теплових процесів, що дозволяють отримати значення температури практично в кожній точці проточної частини з урахуванням турбулентного характеру течії, двофазності потоку, тепловиділення при горінні, геометричних особливостей проточної частини та фізико-хімічних параметрів середовища.

До іншої групи належать методи, що засновані на:

- контролю технічного стану камери згоряння за допомогою електростатичної антени, яка реєструє електростатичне поле, що генерується за допомогою заряджених частинок іонів і електронів високотемпературного газового потоку. Діагностування і прогнозування дефектів камери згоряння здійснюються за допомогою проведення статистичного аналізу зареєстрованих пульсацій електростатичного випромінювання іонів і електронів;

- контролю режиму горіння в камері згоряння, що полягає у вимірюванні сигналів ЕРС індукції, яка виникає при взаємодії іонів високотемпературного газового потоку з чутливим елементом магнітного зонда, розміщеного на поверхні корпусу ГТУ в зоні, прилеглої до камери згоряння;

- вібраційному контролю, який здійснюється за допомогою аналізу спектру вібрації, виміряної на корпусі камери згоряння ГТУ. Вирішальною вібраційною ознакою при незадовільному горінні паливної суміші (внаслідок технічного стану камери згоряння) є нестабільність амплітуд частот кратних частоті першої роторної гармоніки, а також порушення кратності частот, що є гармоніками роторної частоти обертання вала газотурбінного двигуна;

- вимірюванні параметрів вихлопних газів на виході вихлопного колектора (хімічний і процентний склад) за допомогою газоаналізатора та подальшій обробці результатів вимірювань, використовуючи методи математичної статистики [2].

У той же час встановлено, що існуючими моделями не враховуються такі вагомні фактори як вплив шкідливих речовин (їхня гранично допустима концентрація) з камери згоряння на ґрунтово-рослинний покрив, а також вплив метеорологічних факторів на розсіювання їх у просторі.

Проаналізувавши існуючі методи, моделі та технічні засоби контролю викидів шкідливих речовин з камери згоряння ГПА, встановлено, що доцільним є розроблення автоматизованої системи у програмному продукті концерну «Siemens» STEP 7. Дана система складатиметься з апаратної та програмної частин. Апаратна частина буде представлена трьома давачами: давач тиску відпрацьованих газів, давач температури відпрацьованих газів та лянда зонд. Програмне забезпечення складатиметься із трьох функцій, кожна з яких відповідає за певний давач і програмування даних функцій здійснюватиметься за допомогою мови програмування LAD у середовищі STEP 7.

Simatic Step 7 — пакет програмного забезпечення компанії Siemens, яке призначене для розробки систем на базі програмованих логічних контролерів Simatic та інших з подібною архітектурою. Випускається з інтерфейсом на англійській, німецькій, французькій, італійській та іспанській мовах [7].

Дане програмне забезпечення дає можливість нагляду за поточним станом програми, доступна при використуванні будь-якої мови програмування, забезпечує не тільки відладку програмного забезпечення, але і пошук несправностей в устаткуванні, що підключається, навіть якщо воно не має засобів діагностики.

У проект STEP 7 можуть бути включені системи людино-машинного інтерфейсу (ЛМІ), наприклад операторські панелі, що конфігуруються за допомогою виготовленого Siemens програмного забезпечення ProTool або WinCC Flexible, або персональний комп'ютер з програмним забезпеченням WinCC.

Програма SIMATIC S7 структурована, тобто вона складається з блоків з певними функціями, утворених з мереж (networks) або ланцюгів (rungs). STEP 7 працює із змінними різних типів даних, починаючи з бінарних змінних (тип даних BOOL – логічний), далі з числовими змінними (типи даних INT або REAL для обчислювальних задач), закінчуючи складними або комплексними типами даних, такими як масиви або структури (формування однієї змінної з комбінації змінних різних типів).

Станція автоматизації (AS) на базі контролера S7-300 складається з:

- стійки (Rack), яка забезпечує механічні та електричні з'єднання між модулями S7-300;

- джерела живлення (power supply – PS) для перетворення напруги (змінного струму 120/230 В або постійного струму 24 В) у 5 В і 24 В (постійний струм) у необхідну для живлення S7-300;

- CPU (Central Processing Unit – центральний процесор), що виконують програму користувача, взаємодіють з іншими CPU, програмними пристроями (PG), операторськими панелями (operator panels – OP) і польовими пристроями PROFIBUS-DP.

Програмований контролер S7-300 має модульну побудову. Модулі, з яких він складається, можуть бути центральними (розташованими поряд з CPU)

або розподіленими без обов'язкових спеціальних установок або призначень параметрів.

У системах SIMATIC S7 розподілений вхід/вихід (I/O) є інтегрованою частиною системи. CPU з його різними областями пам'яті формує апаратну основу для обробки призначених для користувача програм. Завантажувальна пам'ять (load memory) містить програму користувача в повному об'ємі: частини програми відповідно до її виконання в будь-який даний момент часу знаходяться в робочій пам'яті (work memory), малий час доступу до якої необхідний для швидкої обробки програми.

Основні особливості контролера:

- модульна конструкція, монтаж модулів на профільній шині (рейці);
- застосування локального і розподіленого вводу-виводу;
- можливості комунікацій по мережах MPI, Profibus, Industrial Ethernet, PROFINet, AS-i, BACnet,

MODBUS TCP;

- підтримка на рівні операційної системи функцій, що забезпечують роботу в реальному часі;
- підтримка на рівні операційної системи апаратних переривань;
- підтримка на рівні операційної системи обробки апаратних і програмних помилок;
- можливість використання розподілених структур вводу-виводу і просте включення в різні типи промислових мереж.

На основі запропонованих апаратних засобів, а саме: давач тиску відпрацьованих газів, давач температури відпрацьованих газів та лядна зонд відбувалось створення нижнього рівня системи у програмному середовищі STEP 7, де визначається тип та директорія збереження файлів проекту для розроблювальної системи.

Основне вікно (рис. 2) для конфігурації станції (підключення функцій).

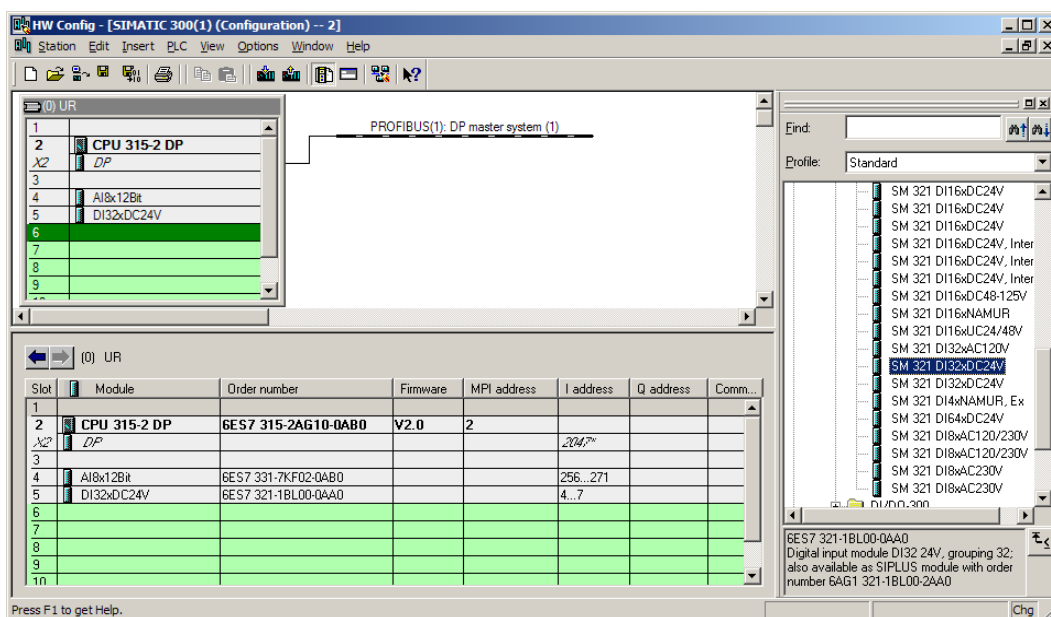


Рисунок 2- Створення конфігурації програми

Релейно-контактна логіка (LAD) – це мова графічного промислового програмування, що використовується для програмування і конфігурації ПЛК та програмованих логічних контролерів. Програми, які створені за допомогою релейно-контактною логіки мають наочний і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс логіки роботи контролера, який полегшує не тільки безпосередні завдання з програмування та запуску в експлуатацію, але і швидкий пошук неполадок, а також підключається до контролера обладнання [8].

Контакти, які можна порівняти з кнопками або парами контактів електромеханічного реле, є основними елементами мови. Контакти відповідають логічній змінній, а їх стан (розімкнуті / замкнуті) визначає її значення [9, 10].

ВИСНОВКИ. Розроблена автоматизована система дозволить проводити контроль у режимі реально часу за викидами шкідливих речовин з камер згоряння газоперекачувального агрегату.

Програма дозволить робити порівняння нормованих сигналів давачів з допустимими

значеннями температури, тиску та CO₂ та формувати біти, які сигналізують перевищення допустимого значення.

Розроблений нижній рівень програми у програмному продукті Step 7 в подальших наукових роботах можна буде використати для розробки людинно-машинного інтерфейсу в Scada WinCC.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мірзоева О.Ю. Сучасний стан методів і засобів контролю технічного стану камери згоряння ГПА // V Міжнародна міжвузівська школа-семинар МІЗД ТС-2015. Збірник матеріалів. – 2015. – 131 с.
2. Костюк А.Г. Динамика и прочность турбомашин: учебник для вузов // 3-е издание перераб. и дополненное. – 2007 – 476 с.
3. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. [Електронний ресурс] : <http://eco.com.ua/content/vikidi-zabrudnyuvalnih-rechovin-u-atmosferu-vid-energetichnih-ustanovok-metodika>

4. Лещенко І.Ч. Програмно-інформаційний комплекс управління функціонуванням компресорних станцій магістральних газопроводів для зменшення витрат паливного газу // Проблеми нафтогазової промисловості. – 2009. – Вип. 7. – С. 195–205.

5. Івченко О.Г. Стан і перспективи розвитку нафтогазового комплексу України. – 2006. – 310 с.

6. Смородова О. Исследование выбросов парниковых газов на газотранспортных предприятиях // Энергоаудит. – 2008. – № 3 (7). – Режим доступа: http://www/j_e_a.ru/wp_content/uploads/2009/01/37_20_23.pdf/

7. Николайчук М.Я. Апаратно-програмні засо-

би систем промислового безпроводного зв'язку «SIEMENS». – 2010. – 305 с.

8. Автоматизация с помощью программ Step7 LAD и FBD [Электронный ресурс]. – Berger_Step. – Режим доступа: http://dfpd.siemens.ru/assets/files/infocenter/Documetations/Automation_systems/STEP7/Berger_STEP7_LAD&FBD_r.pdf

9. Функциональные блоки: Siemens vs Allen-Bradley [Электронный ресурс]. – plc 4 good. – Режим доступа: http://plc4good.org.ua/view_post.php?id=135

10. SIMATIC NET. Network management SINEMA E 2006. – Configuration Manual. SIEMENS: (C79000-G8976-C207-02). – 2007. – 176 p.

ANALYSIS OF EXISTING METHODS, MODELS, TECHNICAL MEANS TO MONITOR EMISSIONS OF HARMFUL SUBSTANCES FROM THE COMBUSTION CHAMBER

O. Mirzoyeva

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

vul. Carpathian, 15, Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine. E-mail: kristinaalex2007@mail.ru

Purpose. Due to the fact that every year the gas industry more and more harms the environment, an increasing question arises as to the analysis of existing methods, models and technical means by which it is possible to control the amount of harmful emissions generated as a result of the combustion chamber of a gas-pumping unit. **Methodology.** Analyzing the existing methods, models and technical means for controlling emissions of harmful substances from the combustion chamber of the gas compressor unit, it has been established that it is expedient to develop an automated system in the software product of the Siemens Concern STEP 7. This system will consist of hardware and software. The hardware will be represented by three sensors: an exhaust gas pressure sensor, an exhaust gas temperature sensor and a LAND probe. **Results.** On the basis of the proposed hardware, namely: the exhaust gas pressure sensor, the exhaust gas temperature sensor and the LAND probe, a lower level of the system has been created in the STEP 7 software environment, where the type and directory for saving the project files for the system being developed has been determined. **Originality.** The developed system is so unique that it allows monitoring the amount of harmful emissions entering the atmosphere as a result of the operation of the combustion chamber of the gas compressor unit and by sending emergency messages can prevent the occurrence of emergencies and thereby ensure environmental safety of the environment. **Practical value.** The developed lower level of the program in the software product Step 7 in further scientific works can be used to develop the Human-machine interface in Scada WinCC.

Key words: emissions, environmental safety, combustion chamber.

REFERENCES

1. Mirzoyeva, O. (2015), «Current state of methods and means of control of the gas pumping unit combustion chamber technical state», *Metody i zasoby diagnostyki v tekhnitsii ta cotsiiumi. Zbirnyk naukovykh prats V Mizhnarodnoi mizvuzivskoi skoly-seminaru MiZD TS-2015*. [Methods and means of diagnostics in engineering and society. Conference proceedings of the 5 th International internship school-seminar], Ivano-Frankivsk, IFNTUOG, November 16-19, 2015, p. 131.

2. Kostyuk, A.H. (2007), *Dinamika i prochnost turbomashyn* [Dynamics and strength of turbomachines], Moscow, Russia.

3. «Emissions of pollutants into the atmosphere from power plants», available at: <http://eco.com.ua/content/vikidi-zabrudnyuvalnih-rechovin-u-atmosferu-vid-energetichnih-ustanovok-metodika> (accessed December 30, 2017)

4. Lechenko, I.Ch. (2009), «Software and information complex for managing the operation of compressor stations for main gas pipelines to reduce fuel gas consumption», *Problems of oil and gas industry*, vol. 7, pp. 195-205.

5. Ivchenko, O.H. (2006), *Stan i perspektyvy rozvytku naftohazovogo kompleksu Ukrainy* [Status and

prospects of the oil and gas complex of Ukraine], Kyiv, Ukraine.

6. Smorodova, O., Kitaev, E and Kolokolova, E. (2008), «Study of greenhouse gas emissions at gas transport companies», *All-Russian information and analytical publication*, no. 3 (7).

7. Nykolaychuk, M.Ya. (2010), *Aparatno-programni zasoby system promyslovogo bezprovodnogo zvyazku «SIEMENS»* [Hardware and software systems for industrial wireless communication «SIEMENS»:], Ivano-Frankivsk, Ukraine.

8. «Automation with the help of programs Step7 LAD and FBD», available at: http://dfpd.siemens.ru/assets/files/infocenter/Documetations/Automation_systems/STEP7/Berger_STEP7_LAD&FBD_r.pdf. (accessed December 30, 2017).

9. «Function Blocks: Siemens vs Allen-Bradley», available at: http://plc4good.org.ua/view_post.php?id=135. (accessed December 30, 2017).

10. SIMATIC NET. Network management SINEMA E 2006 [Text]. – Configuration Manual. SIEMENS: (C79000-G8976-C207-02). – 2007. – 176 p.

Стаття надійшла 02.06.2017.