

В І Д Г У К
Офіційного опонента
на дисертацію Стасевича Рішарда Казимировича
«РОЗВИТОК НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ОСНОВ КЕРУВАННЯ
БЕЗПЕКОЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИЛУЧЕННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ
ВУГЛЕВОДНЕВИХ ГАЗІВ»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.26.01 – «Охорона праці»

I Актуальність теми дисертації

Видобуток і когенерація газів вугільних родовищ і шахт та вторинних вуглеводневих видів різних виробництв забезпечить надійність їх електро- та теплопостачання, а також житлових масивів і підприємств, що прилягають до них. За такої умови істотно зменшаться витрати імпортного природного газу і потреби закупівлі ними електроенергії. Оскільки вуглеводневі гази вибухонебезпечні, а при їх когенерації утворюються отруйні оксиди азоту та вуглецю, то технологічні процеси їх вилучення та когенерація вимагають забезпечення належного рівня вибухобезпеки, а також дотримання вимог охорони праці.

Тому, встановлення закономірностей, що визначають вибухобезпечні межі співвідношення концентрації кисню і метану при видобутку газів з ізольованих об'ємів шахт і дегазаційних свердловин при підготовці їх до утилізації на газозмішувальних регуляторних пунктах, і зниження утворення отруйних газів в топці є актуальною науковою проблемою, вирішення якої дозволить розробити технічні та інформаційні основи охорони праці при видобутку і утилізації вуглеводневих газів.

II Зв'язок теми дисертації з науковими і галузевими планами і програмами

Дисертаційна робота виконана відповідно зі «Стратегією розвитку паливно-енергетичного комплексу України до 2030 року» (Вугільна промисловість), що затверджена постановою кабінету Міністрів України № 1205 від 19 вересня 2001 року, і планів держбюджетних тем ІГТМ НАН України № III-64-15 «Удосконалення технологій та обладнання для підвищення ефективності ведення гірничих робіт за рахунок обґрунтування раціональних параметрів нових технічних рішень», розділ «Обґрунтування параметрів дегазаційних систем шахт для підвищення їх безпеки та енергоефективності» (ДР № 0117U003056 – 2018-2020 рр.).

III Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації

Наукові результати дисертації отримані на основі фундаментальних положень, які закладені у класичних працях з теоретичними основам горіння і вибуху газоповітряних сумішей та теорії функцій комплексної змінної. Їх достовірність підтверджується використанням апробованих аналітичних і експериментальних методів досліджень, експертною оцінкою достовірності встановлення закономірностей розроблених моделей і методик, достатніх для проведення інженерних розрахунків, збіжністю між теоретичними і експериментальними результатами (відносна похибка не перевищує 20%), станції контролю, сигналізації, керування котлоагрегатом №2 ТЕЦ АТ «ДніпроАзот», узгодженим і затвердженим Технічним завданням на створення АСК ТП котлоагрегату № 9, для утилізації доменного і коксового газів, впровадженням автоматизованих систем комерційного обліку природного газу, узгодженими та затвердженими СОУ-П «Правилами безпеки керування станцією «ДІА» котлоагрегатами для утилізації газів вугільних шахт ДП «Торецьквугілля».

У першому розділі дисертації автором проаналізовані результати раніше виконаних досліджень, які довели доцільність будівництва шахтних когенераційних комплексів, створенню засобів автоматизації та інформатизації взаємопов'язаних технологічних процесів видобутку вугілля, провітрювання виїмкових ділянок і шахт, дегазації, протипожежного захисту та когенерації вуглеводневих газів.

Також виконано аналіз вуглеводневих газів шахт і металургійних виробництв, що утилізуються, який свідчить, що всі вони вибухонебезпечні, отже потребують дотримання спеціальних заходів при їх видобутку та утилізації. При спалюванні вуглеводневих газів утворюються отруйні гази, тому має приділятися особлива увага заходам, що сприяють зменшенню їх утворення. На основі аналітичних досліджень наукових і літературних джерел, звітів і патентів, сформульовано мету і основні задачі дослідження, вирішення яких необхідне для її досягнення

У другому розділі дисертації автором наведено обґрунтування критеріїв вибухобезпеки і охорони праці інформаційної ресурсозберігаючої технології видобутку і утилізації газоподібних палив вугільних родовищ і шахт, параметри якої взаємопов'язані у просторі та часі. Встановлені значення вхідних параметрів вентиляційної системи, які забезпечують режим роботи вентиляторів головного провітрювання при мінімальному споживанні електроенергії.

Для інформаційного контролю та керування єдиним технологічним процесом вилучення, транспортування та утилізації шахтного метану запропоновано

програмно-технічний комплекс, який надає оператору зручний інтерфейс контролю і керування, повністю відкритий для розвитку фахівцями Замовника, надійний, безпечний і фінансово доступний.

У **третьому розділі** дисертації наведено теоретичні основи математичного забезпечення безаварійної роботи інформаційної технології паротурбінної когенерації вуглеводневих газів у вигляді структурних схем математичних моделей динаміки парового, газо-повітряного трактів та тракту живлення котлоагрегату, що представлені комплексно-частотними характеристиками їх ланок. За допомогою цих схем вперше розроблено алгоритм видачі попереджувальних дій одночасно по всім взаємопов'язаним інформаційним каналам, що усуває небезпеку виникнення аварійних ситуацій в котлоагрегаті при виникненні неузгодженості, що перевищують регламентні значення. На основі цього алгоритму розроблено нові параметри, структурно-функціональну схему інформаційного та програмно-технічного забезпечення дослідно-промислового зразка станції керування «ДІА», який забезпечує динамічну стійкість і безпеку керування котлоагрегатом, що підтверджується вдалими випробуваннями в промислових умовах.

У **четвертому розділі** дисертації отримано закономірності зниження утворення отруйних газів в топці котлоагрегату від концентрації кисню в димових газах, виміряної за пароперегрівом і потрапляння отруйних газів в приміщення когенераційної станції від надлишкового тиску в топці. Це дозволило встановити критерії охорони праці щодо зниження утворення отруйного оксиду азоту при інформаційному управлінні співвідношенням паливо-повітря по концентрації кисню в димових газах і надлишковим тиском в топці.

Отримано закономірність між аварійними зупинками котлоагрегату через згасання факела і розрідженням в топці, що дозволило встановити критерій безпечного керування частотою електроживлення, що подається на привід димососа.

Розроблено методику та проведено експериментальні дослідження в промислових умовах на котлоагрегаті №2 ТЕЦ АТ «ДніпроАзот» станції керування «ДІА». В результаті встановлено працездатність станції при вимірюванні з необхідною точністю параметрів котлоагрегату, при видачі світлової, звукової сигналізації, захистів, блокувань і мовного оповіщення при імітації передаварійних і аварійних ситуацій, а також збереження історії перехідних процесів на 5-ти хвилинному, часовому, добовому і місячному інтервалах часу.

У **п'ятому розділі** дисертації представлено науково-технічні основи безпечного керування та протиаварійного захисту багатопаливного котлоагрегату для утилізації доменного та коксового газів. Його відмінність від однопаливного котлоагрегату полягає в тому, що в топці є нижній ярус пальників на які подається

природний і коксовий газ з високою та середньою теплотою згорання. Після того як буде встановлено стабільний режим пальників нижнього ярусу подається доменний газ з низькою теплотою згорання на верхній ярус паяльників, за допомогою яких створено структурно-функціональні схеми адаптивного безпечного керування і протиаварійного захисту котлоагрегатів. На їх основі розроблено і затверджено Технічне завдання на створення АСК ТП котлоагрегатом №9 ТЕЦ-ПВС АТ «Дніпровський меткомбінат».

У шостому розділі представлено перспективні структурно-технологічна і структурно-функціональна схеми видобутку і утилізації газів шахт і гірничих відводів, а також робочі проекти автоматизованих систем комерційного і технологічного обліку газу вугільних родовищ, що будуть поставляється в газотранспортну систему.

На основі результатів досліджень, наведених у 4, 5 та 6 розділах дисертації розроблено СОУ-П «Правила безпеки керування станцією «ДІЯ», котлоагрегатами для утилізації газів вугільних шахт ДП «Горецьквугілля», в яких для інформаційного безпечного керування ресурсоенергозберігаючою технологією видобутку та утилізації газів вугільних родовищ на гірничих відводах і шахтах передбачено новий нормативний параметр - «Гранична концентрація кисню (ГКК) рівна 7% об.». На основі ГКК встановлено критерії безпеки керування інертизаційною технологією утилізації метаноповітряної суміші, включаючи вибухонебезпечні.

IV Найбільш істотні наукові результати, отримані дисертантом полягають у встановленні наступних закономірностей:

1. Концентрації кисню для визначення межі вибухобезпеки метановопітряної суміші в ізолюваних об'ємах обернено пропорційно концентрації метану у діапазоні від 0 до 5% і прямо пропорційно концентрації метану в діапазоні від 20 до 25%, а при концентрації кисню до 7% суміш є вибухобезпечною при будь-яких концентраціях метану. Це дозволило встановити критерій вибухобезпеки при загазуванні і розгазуванні ізолюваних гірничих виробок при вилученні з них метану і в пунктах підготовки шахтного метану до утилізації.

2. Перепад тиску повітря на повітрянагрівачах прямо пропорційний збільшенню парового навантаження, а концентрація кисню в димових газах – обернено пропорційна, що дозволило встановити критерій енергоефективності керування співвідношенням паливо-повітря по концентрації кисню в димових газах котлоагрегатів, які утилізують вуглеводневі газу.

3. Концентрація оксиду азоту в топці зростає, а концентрація оксиду вуглецю зменшується по параболічній залежності при збільшенні коефіцієнта надлишку повітря, що дозволило встановити критерій екологічної безпеки для керування

співвідношенням паливо-повітря по концентрації кисню в димових газах котлоагрегатів, які утилізують вуглеводневі гази.

4. Попадання в приміщення ТЕЦ отруйних газів зростає зі збільшенням тиску в топці, а згасання факела зменшується зі зменшенням розрідження в топці, що дозволило встановити критерій охорони праці та умов безпеки, які формують управляючі дії для зменшення або збільшення частоти електроживлення приводу димососа.

V Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- вперше встановлено закономірність, яка визначає вибухобезпечну межу співвідношення концентрації кисню і метану в діапазонах концентрацій метану від 0 до 5%, від 5 до 20% і від 20 до 100% при видобутку шахтного метану з ізольованих гірничих виробок, включаючи їх загазування і розгазування, в дегазаційних трубопроводах при транспортуванні та у газозмішувальних регуляторних пунктах при підготовці його до утилізації;

- вперше встановлено закономірність підвищення енергоефективності та зниження утворення отруйних газів у топці від концентрації кисню в димових газах;

- вперше встановлено закономірність між загазуванням приміщень ТЕЦ отруйними газами і аварійними зупинками котлоагрегату, а також надлишковим тиском і розрідженням в топці;

- вперше отримано узагальнену математичну модель котлоагрегату на основі комплексних частотних характеристик його динамічних ланок;

- вперше розроблено алгоритм видачі попереджувальних дій одночасно за всіма взаємопов'язаними інформаційними каналами, що усуває небезпеку виникнення аварійних ситуацій у котлоагрегаті при виникненні неузгодженості, що перевищують регламентні значення. Алгоритм застосовано в інформаційному і програмно-технічному забезпеченні станції керування «ДІЯ».

VI Наукова та практична цінність дисертаційної роботи.

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей, що визначають вибухобезпечні межі співвідношення концентрації кисню і метану при видобутку газів з ізольованих гірничих виробок і дегазаційних свердловин і при підготовці до утилізації на газозмішувальних регуляторних пунктах, згасання факела від розрідження в топці, попадання отруйних газів в приміщення ТЕЦ від тиску в топці, підвищення енергоефективності та зниження утворення отруйних газів у топці від концентрації кисню в димових газах, що виміряна за пароперегрівником. У розробці алгоритму видачі попереджувальних дій одночасно за всіма взаємопов'язаними інформаційними каналами, що усуває небезпеку виникнення аварійних ситуацій у котлоагрегаті при виникненні неузгодженості, які

перевищують регламентні значення, що дозволило розробити структурно-функціональні схеми контролю і керування, інформаційне забезпечення і загальносистемні рішення станції керування і протиаварійного захисту утилізаційними котлоагрегатами «ДІА» та СОУ-ІІ «Правила безпеки керування станцією «ДІА», котлоагрегатами для утилізації газів вугільних шахт ДП «Торецьквугілля».

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці:

- методики експериментальних досліджень в промислових умовах станції керування і протиаварійного захисту котлоагрегату «ДІА» в умовах ТЕЦ АТ «ДніпроАзот»;

- методики промислових випробувань станції вимірювання, контролю, сигналізації, керування і протиаварійного захисту котлоагрегатів «ДІА» в умовах шахт ДП «Торецьквугілля»;

- структурно-функціональної схеми інформаційного керування з видачею одночасних попереджувальних дій, що забезпечують динамічну стійкість, безпеку керування і протиаварійний захист котлоагрегатів, які працюють на газовому паливі та на її основі створення дослідно-промислового зразка станції керування «ДІА»;

- структурно-функціональної схеми адаптивного безпечного керування і протиаварійного захисту та створення на її основі технічного завдання на АСК ТП багатопаливним котлоагрегатом №9 для утилізації доменного і коксового газу ТЕЦ ПАТ «Дніпровський меткомбінат»;

- структурно-функціональної схеми системи безпечного керування, що самоналаштовується, протиаварійного захисту і керівництва по експлуатації багатопаливного котлоагрегату для утилізації газів шахт і гірничих відводів;

- структурно-функціональних схем інформаційних ресурсозберігаючих технологій підземного вилучення і утилізації шахтного метану з ізольованих об'ємів шахт і безпечного керування вентиляцією шахти при спільній роботі двох вентиляторів головного провітрювання;

- СОУ-ІІ «Правила безпеки керування станцією «ДІА », котлоагрегатами для утилізації газів вугільних шахт ДП «Торецьквугілля» в яких для інформаційного безпечного керування ресурсоенергозберігаючої технології видобутку і утилізації газів вугільних родовищ на гірничих відводах і шахтах передбачено новий нормативний параметр - «Гранична концентрація кисню (ГКК), що дорівнює 7% об.». На основі ГКК встановлено критерії безпеки керування інертизаційною технологією утилізації метановопітряної суміші, включаючи вибухонебезпечні.

VII Ступінь впровадження результатів роботи на момент її захисту

1. Впроваджено результати науково-дослідних, проектних і дослідно-експериментальних робіт «Створення автоматизованої системи керування подачею природного газу трьох котлоагрегатів цеху № 1 ТЕЦ ДПО «Азот» на котлоагрегаті № 2;

2. Розроблено, виготовлено та впроваджено дослідно-промисловий зразок станції керування «ДІА» складі АСКО ТП ТЕЦ АТ «ДніпроАзот»;

3. Впроваджено результати науково-дослідних, проектних і дослідно-експериментальних робіт «Створення автоматизованої системи комерційного обліку і контролю споживання природного газу в вузлі ГРП ТЕЦ АТ «ДніпроАзот» (АСКО ПГ);

4. Впроваджено і атестовано УкрЦСМ автоматизована система комерційного обліку і контролю споживання природного газу, який споживається АТ «ДніпроАзот» (АСКО ПГ) на газорозподільній станції ГРС-2 м. Кам'янське;

5. На базі структурно-функціональної схеми і запатентованого способу керування контролю, сигналізації, керування і протиаварійного захисту розроблено технічне завдання на створення АСК ТП котлоагрегату № 9, що узгоджено і затверджено ПАТ «Дніпровський меткомбінат»;

6. На основі дослідно-промислового зразка станції керування «ДІА», поставленого на промислові випробування у складі АСК ТП двох котлоагрегатів ТЕЦ АТ «Дніпроазот», за період 2015-2017 рр. отримано фактичний економічний ефект у розмірі 20,7 млн. грн.

VIII Рекомендації щодо подальшого використання отриманих в роботі результатів

На основі дослідно-промислового зразка станції керування «ДІА», СОУ-П «Правила безпеки керування станцією «ДІА», котлоагрегатами для утилізації газів вугільних шахт ДП «Торецьквугілля» ІГТМ НАН України має можливість розробляти робочі проекти безпечного керування ресурсоенергозберігаючої технології видобутку і утилізації газів вугільних родовищ на гірничих відводах і шахтах.

Окремі положення дисертації доцільно використовувати в методичному керівництві при викладанні спеціальних дисциплін у ВУЗах України.

IX Відповідність змісту дисертаційної роботи спеціальності 05.26.01 – «Охорона праці».

Логічна цілісність матеріалів досліджень дозволяє зробити висновок, що дисертація відповідає профілю спеціалізованої вченої ради Д 08.188.01 при Інституті геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України та паспорту спеціальності 05.26.01 – «Охорона праці».

Зміст роботи відповідає вимогам Департаменту атестації кадрів МОН України до докторських дисертацій. За обсягом і результатами виконаних досліджень дисертація є закінченою науково-дослідною роботою, в якій вирішена велика науково-технічна проблема.

X Відповідність автореферату змісту дисертації

У авторефераті в достатньому обсязі викладені основні результати досліджень, приведених в дисертації. У ньому представлені актуальність, наукові положення, новизна, наукове значення роботи, наукове і практичне значення, реалізація результатів дисертації в галузі, основні висновки за 6 розділами, висновки по дисертації.

XI Структура, стиль і мова дисертації

Структурна побудова дисертації відповідає меті і завданням досліджень. Всі розділи дисертації пов'язані між собою логічним зв'язком. Стиль викладу досліджень і подача матеріалу чіткі, послідовні і зв'язані єдиною ідеєю - це безпечність параметрів інформатизації єдиного технологічного процесу вилучення та утилізації вуглеводневих газів і їх відповідність вимогам охорони праці. Мова дисертації і автореферату лаконічна, відрізняється легкістю викладу матеріалу і доступна для сприйняття.

XII Публікації по темі дисертації

Основні, отримані автором результати в повному обсязі викладені у 45 друкованих працях, з яких 1 монографія, 29 статей у спеціалізованих виданнях, серед яких 4 у закордонних виданнях, 7 патентів, 8 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях.

XIII Зауваження по дисертаційній роботі і автореферату

1. В авторефераті зазначений спосіб інертизації метано-повітряних сумішей ізольованих обсягів шахт на основі генераторів інертних газів, розроблених НДІГМ ім. А.А. Федорова а, в дисертації не наведено його опис, що не дозволяє оцінити його переваги у порівнянні з описаним способом із застосуванням поверхневих мембранних станцій для поділу димових газів і подачі азоту в підземні ізольовані обсяги.

2. Не наведено опис того, як релейні регулятори реалізують у системі управління встановлені критерії вибухобезпеки, тобто відсутнє математичне забезпечення і алгоритм його реалізації регулятором.

3. Немає роз'яснень пристрою і принципу дії обраного програмно-технічного комплексу (ПТК), обґрунтування його переваг перед аналогічними ПТК провідних світових лідерів SIEMENS, ALAN BREDLI і ін.

4. Розроблені термokatалітичні газоаналізатори випробувані тільки на котлоагрегатах ТЕЦ АТ «ДніпроАзот», а для застосування їх в шахтах,

небезпечних по газу і пилу вони ще на пройшли випробування виконання вибухобезпеки.

5. На принциповій структурно-функціональній схемі трикогенераційної станції для утилізації газів вугільних шахт і гірничих відводів не передбачений збут надлишків добутого газу в періоди часу, коли мінімальне електро-тепложивання, а АГНКС не заправляє автомобілі. Вважаю за доцільне для ДП «Торецьквугілля» передбачити будівництво на одній з шахт підземного газосховища.

6. У реальній структурно-функціональній схемі трикогенераційної станції для утилізації газів вугільних шахт і гірничих відводів повинно бути як мінімум 2 багатопаливних котлоагрегати та 2 парогенератора для забезпечення безперервності утилізації газу в періоди ремонтів агрегатів.

7. У дисертації є друкарські помилки, але їх небагато.

Загалом, вказані у відгуку недоліки не впливають на загальну, безумовно, позитивну оцінку дисертації. Наукові положення, висновки і рекомендації не викликають принципових заперечень.

В цілому дисертаційна робота **Стасевича Р.К. «Розвиток науково – технічних основ керування безпекою технологічних процесів вилучення та утилізації вуглеводневих газів»** є закінченою науково-дослідною роботою, відповідає вимогам Департаменту атестації кадрів МОН України, що пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Тема дисертації актуальна, дисертація має наукову новизну і достатню реалізацію в галузі, виконана на високому науковому рівні та відповідає спеціальності 05.26.01 - «Охорона праці».

Матеріали кандидатської дисертації автора не використовуються ним у докторській дисертації. Матеріал дисертаційної роботи викладено самостійно з логічною послідовністю розділів.

За отримання нових науково обґрунтованих результатів в області безпечного вилучення та утилізації вуглеводневих газів шляхом встановлення закономірностей, що визначають вибухобезпечні межі співвідношення концентрації кисню і метану при видобутку газу з ізольованих гірничих виробок і дегазаційних свердловин і при підготовці до утилізації на газозмішувальних регуляторних пунктах, згасання факела від розрідження в топці, попадання отруйних газів в приміщення ТЕЦ від тиску та утворення отруйних газів в топці від концентрації кисню, вимірної за пароперегрівачем, що дозволило розробити: структурно-функціональні схеми, інформаційне забезпечення та загальносистемні рішення станцій інформаційного контролю, керування і захисту «ДІЯ» для утилізаційних котлоагрегатів.

Отримані дисертантом розробки знайшли відображення в СОУ-П «Правила безпеки керування станцією «ДІЯ», котлоагрегатами для утилізації газів вугільних шахт ДП «Торецьквугілля», а також в отриманні фактичного економічного ефекту в розмірі 20,7 млн. грн, і забезпеченні виконання вимог охорони праці на всіх стадіях технологічного процесу, що в сукупності вирішує велику науково-технічну проблему, а автор дисертації Стасевич Р.К. заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 «Охорона праці».

Голова наглядової ради
ПАТ «НДІГМ ім. М.М. Федорова»,
Експерт ООН
Герой України
доктор технічних наук, професор



Б.А. Грядущий