

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Калашнікова Івана Володимировича «Науково-методологічний інструментарій оцінки територіального ризику на хімічно небезпечних об'єктах», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – охорона праці

Детальний аналіз дисертації Калашнікова І.В. «Науково-методологічний інструментарій оцінки територіального ризику на хімічно небезпечних об'єктах» дозволяє визначити наступні узагальнені висновки щодо актуальності, ступеня обґрунтованості основних наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності, наукової новизни, практичного значення, а також загальної оцінки роботи.

Актуальність теми дисертаційної роботи. Як відомо, суб'єкт господарювання, у власності або користуванні якого є хоча б один об'єкт підвищеної небезпеки, організовує розроблення і складання декларації безпеки об'єкта підвищеної небезпеки відповідно до вимог нормативних документів. Задача декларації безпеки здійснюється з метою запобігання надзвичайним ситуаціям, а також забезпечення готовності до локалізації та ліквідації їх наслідків. Декларація безпеки включає ряд важливих аспектів, але на першому місті йдуть результати всебічного дослідження ступеня небезпеки та оцінки рівня ризику. Розв'язування даної проблеми потребує використання потужних, спеціалізованих методів оцінювання ризику. Такі методи повинні враховувати особливості функціонування об'єкту підвищеної небезпеки, специфіку екстремальних ситуацій, що можуть виникнути на об'єкті. Слід зазначити, що в країні таких методів оцінювання ризику зараз не існує. Тому дана дисертація є, безумовно, актуальною, так як в ній вперше розроблена комплексна технологія оцінювання ризику при виникненні екстремальних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах, що базується на використанні сучасних CFD моделей.

Висновок № 38 - 05/82

14.04.2021

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, забезпечуються застосуванням експериментальних методів у комбінації з теоретичним аналізом, коректністю постановки мети і задач дослідження, строгістю математичних постановок задач, коректним застосуванням математичного апарату, а також порівнянням та збігом отриманих результатів з відомими в опублікованій літературі.

Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації одержано такі нові наукові результати:

– вперше розроблено 2D-, 3D-методи просторово-часового оцінювання потенційного територіального ризику токсичного ураження працівників на хімічно небезпечних об'єктах, що дозволяють врахувати вплив наявності будівель, хімічної трансформації небезпечних речовин у повітрі, ймовірності різних погодних умов на формування зон ризику;

– вперше розроблено балансову модель для оцінювання потенційного територіального ризику токсичного ураження людей на хімічно небезпечних об'єктах при аварійних викидах небезпечних речовин, яка дозволяє враховувати ймовірність різних погодних умов, хімічну трансформацію небезпечних речовин у повітрі, їхнє сухе осадження та вимивання опадами, тип викиду хімічно небезпечної речовини;

– вперше розроблено методи просторово-часового оцінювання територіального ризику термічного ураження персоналу при виникненні екстремальних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах, що дозволяють враховувати наявність будівель, ймовірність різних погодних умов, ймовірність місця займання на формування зон ризику;

– дістав подальшого розвитку 2D-метод експрес-оцінювання безпечного місця розташування сховищ із хімічно небезпечними речовинами, який, на відміну від існуючих, враховує нестационарний викид хімічно небезпечних речовин. Цей метод також дозволяє оперативно визначати пояс безпеки для важливих об'єктів при терористичних актах із використанням хімічних агентів;

– дістав подальшого розвитку 3D-метод обґрунтування безпечного місця розташування сховищ із хімічно небезпечними речовинами, який, на відміну від існуючих, враховує вплив наявності будівель, метеорологічних умов, хімічної трансформації небезпечних речовин у повітрі. Цей метод також дозволяє визначати пояс безпеки для важливих об'єктів при терористичних актах із використанням хімічних агентів;

– удосконалено метод оцінювання ефективності використання повітряної завіси біля промислової будівлі для зниження ризику токсичного ураження персоналу на промисловому майданчику, який, на відміну від існуючих, враховує нестационарний просторовий розподіл концентрації хімічно небезпечної речовини біля будівлі;

– науково обґрунтовано ефективність використання екрану на промисловій будівлі для локального зниження ризику токсичного ураження персоналу на промисловому майданчику;

– вдосконалено метод оцінювання ефективності використання повітряного душу в промисловому приміщенні для зниження ризику токсичного ураження персоналу при виникненні екстремальної ситуації, який, на відміну від існуючих, враховує нестационарність процесу емісії хімічно небезпечної речовини та наявність перешкод у робочому приміщенні;

– дістав подальшого розвитку метод розрахунку руху небезпечних речовин у дихальних шляхах працівника при вдиханні ним забрудненого повітря, який, на відміну від існуючих, враховує геометричну форму дихальних шляхів та нестационарний процес руху хімічно небезпечних речовин у них.

Ці нові наукові результати відображені в публікаціях за темою дисертації.

Практична цінність дисертаційної роботи

Автор дисертаційної роботи розробив ефективні методи оцінювання потенційного територіального ризику, що дозволяють дуже швидко отримати комплекс даних, що важливі для декларування безпеки об'єкта підвищеної небезпеки. Ці методи спрямовані на наукове обґрунтування визначення зон

небезпеки на території промислового об'єкту у випадку появи на ньому екстремальної ситуації. Важливою особливістю розроблених методів є ретельна «деталізація» елементів, що розташовані на території об'єкта підвищеної небезпеки та фізичних процесів, що лежать в основі екстремальної ситуації. Це дає можливість досліджувати процес формування зон небезпеки, по суті, як на фізичній моделі. Тобто для теоретичного рішення задачі по оцінюванню потенційного територіального ризику в роботі здійснюється «пряме чисельне» моделювання («Direct Numerical Solution»), що є найбільш потужним засобом, який розробляється зараз за кордоном для оцінювання ризику ураження працівників. Запропоновані методи дозволяють визначати ризик ураження працівників як в окремих робочих зонах, так і на території самого об'єкта підвищеної небезпеки. Результати проведених досліджень дозволяють оптимізувати системи локального захисту працівників на промислових майданчиках та всередині промислових будівель у випадку раптової емісії хімічно небезпечних речовин.

Створена автором комп'ютерно-інформаційна система аналізу та прогнозування територіальних ризиків дозволяє отримати важливу інформацію практично для любого хімічно небезпечного об'єкту. Також важливим для практики є те, що для використання запропонованих методів не потрібно проведення додаткових експериментальних досліджень.

Наукові дослідження автора виконані згідно з напрямом наукової роботи кафедри гідравліки та водопостачання Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, відповідно до програм науково-дослідних робіт: «Розробка методів аналізу та прогнозу якості повітряного середовища в робочих та цивільних приміщеннях» (№ держреєстрації 0115U007224, 2016-2018 рр.), «Захист інфраструктури при терористичних актах» (№ держреєстрації 0115U007228, 2016-2018 рр.), «Захист навколишнього середовища на об'єктах транспортної інфраструктури» (№ держреєстрації 0115U007227, 2016-2018 рр.), «Моделювання процесів забруднення

навколишнього середовища при надзвичайних ситуаціях та організованих викидах забруднюючих речовин» (№ держреєстрації 0115U007226, 2016-2018 рр.), «Моделі та методи оцінки ризику, рівня забруднення навколишнього середовища при надзвичайних ситуаціях» (№ держреєстрації 0120U101078, 2020-2021 рр.).

Слід підкреслити, що наукові розробки автора, розроблені моделі та методи оцінювання ризику, комп'ютерні програми використовуються Державною службою з надзвичайних ситуацій України (ДСНС України) та в навчальному процесі Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Повнота викладу результатів в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації

За темою дисертації опубліковано 45 наукових праць, з яких: 1 колективна монографія, 27 статей (зокрема 23 статті – у наукових фахових виданнях України, з них 9 – у виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus), 2 статті – у виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Scopus), 17 тез доповідей.

Структура, оцінка мови, стилю та оформлення дисертації

Дисертація представлена на українській мові. Робота складається з анотації, вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи становить 313 сторінок, містить 121 рисунок, 36 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 170 бібліографічних назв.

У **вступі автор** обґрунтував актуальність теми дисертації, сформулював мету та основні завдання дослідження, визначив об'єкт, предмет і методи досліджень, навів наукову новизну та практичну цінність результатів, а також зазначив свій особистий внесок.

У **першому розділі** автор здійснив системний аналіз існуючих методів та моделей оцінювання ризику при виникненні екстремальних ситуацій на промислових об'єктах. Методом критичного аналізу виділені переваги та недоліки існуючих методів та моделей. На підставі результатів цього аналізу

автор дисертаційної роботи обґрунтовує вибір напрямку дисертаційного дослідження.

У другому розділі автор розглянув теоретичні основи побудови методології оцінювання потенційного територіального ризику для найбільш поширеної екстремальної ситуації на потенційно небезпечних об'єктах – аварійної емісії хімічно небезпечних речовин. Умовно, матеріал даного розділу можливо поділити на дві основні частини. Перша частина – це створення нової технології оцінювання потенційного територіального ризику ураження працівників. Особливістю запропонованої технології є врахування імовірнісних факторів, наприклад, метеоумов. Для реалізації цієї технології потрібно мати інші розрахункові моделі, аніж ті, що використовуються в даний час. Тому в другій частині розділу розглядається побудова ефективних CFD моделей, що створюють «інструмент» для оцінювання ризику хімічного ураження працівників на підприємстві. Далі в розділі автор розглянув побудову технології оцінювання потенційного територіального ризику термічного ураження працівників на промисловому об'єкті.

Слід підкреслити, що запропоновані автором технології дозволяють врахувати комплекс таких важливих факторів, які раніше не враховувались при оцінці потенційного територіального ризику ураження працівників. Особливо слід підкреслити, що розроблені автором моделі зручні до програмування та потребують незначного часу при реалізації на комп'ютері.

В третьому розділі дисертації автор використав побудовані технології оцінювання потенційного територіального ризику токсичного та термічного ураження працівників для рішення комплексу актуальних прикладних задач. Матеріал даного розділу свідчить про те, що технології оцінювання потенційного територіального ризику ураження працівників, що були побудовані в розділі 2, мають широкий робочий діапазон, дозволяють швидко проводити багатопараметричні дослідження формування зон небезпеки на промисловому об'єкті. В цілому, аналізуючи дані цього розділу, можна зробити висновок –

автором створений новий сучасний інструментарій вирішення сучасних задач в галузі охорони праці.

Четвертий розділ дисертації присвячено вирішенню дуже важливої задачі в галузі охорони праці – визначення місця безпечного розташування сховищ з хімічно небезпечними речовинами. Для вирішення цієї задачі автор використав один з надпотужних методів досліджень – метод суміжних рівнянь. Потрібно звернути увагу на те, що даний метод, внаслідок його складності, дуже рідко використовується в світі, але при цьому є найбільш оптимальним методом вирішення задач даного класу. Перевагою розробленої автором технології вирішення задач даного класу є можливість врахування комплексу дуже суттєвих факторів, що мають безпосередній вплив на формування зон небезпеки. Наприкінці розділу автор навів приклади практичного використання побудованої технології, що наявно демонструють переваги розробленої автором технології вирішення задач даного класу.

П'ятий розділ дисертації присвячено створенню технології оцінювання ризику токсичного ураження працівників всередині промислових будівель. Основою запропонованої технології є розв'язання рівнянь Нав'є-Стокса та багатофакторного рівняння конвективного та дифузійного переносу хімічно небезпечної речовини. В розділі розглянуто рішення складної, пов'язаної задачі – поширення токсичної речовини в повітрі робочого приміщення, а далі – в дихальних шляхах працівника, який знаходиться в робочому приміщенні. Також в даному розділі розглянута побудова багатофакторної CFD моделі для оцінювання ефективності використання «Rain-System», яка використовується для оперативного зниження рівня хімічного забруднення повітря в робочому приміщенні.

Шостий розділ дисертації присвячено вирішенню складної, але важливої задачі в галузі охорони праці – створенню локальних систем захисту працівників при аварійному викиді хімічно небезпечних речовин на промисловому об'єкті. Автор розглянув два ефективні методи захисту працівників – це використання

спеціальних захисних екранів на даху промислової будівлі та використання повітряної завіси біля промислового будинку. Дослідженнями автора показано ефективність запропонованих методів захисту.

В сьомому розділі дисертації розглядається детальний опис створеної в дисертації комп'ютерно-інформаційної системи вирішення комплексу нових прикладних задач, що були розглянуті в роботі. В розділі також наведено результати верифікації розроблених методів. Верифікація здійснена у відповідності до сучасних світових вимог.

У **висновках** узагальнено отримані в дисертації наукові та практичні результати.

У додатках наведено акти впровадження результатів дисертації та список публікацій здобувача за темою дисертації.

Слід відзначити, що використана в дисертації наукова термінологія є загальноживаною. Стиль викладення нових наукових положень, висновків, результатів теоретичних та експериментальних досліджень забезпечує їх доступне сприйняття, аналіз та застосування.

Ознак порушення академічної доброчесності не виявлено.

В рамках наукової дискусії слід зазначити ряд **зауважень** до дисертації:

1. В першому розділі автор надав аналітичний огляд існуючих методів та моделей оцінювання ризику. Бажано було звести результати цього аналізу у вигляді підсумкової таблиці, що сприяло би більш наглядній презентації результатів дослідження.

2. Автор використовував модель оцінювання ризику токсичного забруднення робочих зон, що базується на двовимірних рівняннях Нав'є-Стокса. Доцільніше було б розробити аналогічну модель, що базується на тривимірних рівняннях Нав'є-Стокса.

3. Автор дисертації в моделі, що побудована для оцінювання аварійного забруднення повітря в робочих зонах, використовує параметр σ . На мій погляд, цей параметр можливо було не використовувати в моделі.

4. Доцільно було б зробити блок схеми функціонування розроблених методів, що дало би можливість більш наочно бачити зв'язки між різними елементами моделі.

5. Було б доцільно на картах ризику, що представлені у вигляді матриць, показати робочі зони.

6. Автор не пояснює, коли для оцінювання ризику має сенс використовувати двовимірні моделі, а коли – тривимірні.

7. Для побудови методів оцінювання ризику автор використовує декілька методів чисельного інтегрування моделюючих рівнянь. Мало б сенс більш детально пояснити, з якою метою це було зроблено.

8. В дисертації не вказано, в чому є конкретна різниця між розробленими методами оцінки рівня хімічного забруднення повітря в робочих зонах від існуючого та широко використовуваного в світі коду «ANSYS».

9. Ідея використання повітряного душу в робочому приміщенні для зниження ризику ураження працівників – ефективна. Але можливо було також розглянути ситуацію «повітряний душ + повітряна завіса». На мій погляд, це ще більше б підвищило ефективність захисту працівників в робочому приміщенні.

Зазначені зауваження ніякою мірою не знижують значимість представленої дисертації.

Загальні висновки

Дисертація Калашнікова Івана Володимировича «Науково-методологічний інструментарій оцінки територіального ризику на хімічно небезпечних об'єктах» являє собою закінчене наукове дослідження, виконане автором самостійно на актуальну тему, що містить нове розв'язання важливої наукової проблеми з комплексної оцінки потенційного територіального ризику при виникненні екстремальних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями досліджень дисертаційна робота відповідає формулі та паспорту спеціальності 05.26.01 – охорона праці.

Наведені результати можна класифікувати як нові і обґрунтовані, вони мають наукове і практичне значення для рішення важливої задачі по складанню декларації безпеки об'єктів підвищеної небезпеки.

За актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, рівнем та обсягом проведених досліджень, якістю оформлення дисертаційна робота відповідає вимогам пп. 9, 10 і 12 «Порядку присудження наукових ступенів» МОН України, а її автор-Калашніков Іван Володимирович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – охорона праці.

Доктор технічних наук, професор,
професор кафедри цивільної та промислової безпеки
Національного авіаційного університету

В.А. Глива

