

Запобігання та ліквідація надзвичайних ситуацій

УДК 504.05.662

М.І. Адаменко¹, Е.А. Дармофал²

¹ Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків

² Харківська державна академія фізичної культури, Харків

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ В ШАХТНИХ РЕГІОНАХ КОМПЛЕКСНО-ІНФОРМАЦІЙНИМ МЕТОДОМ

У статті розглядається проблема неоднозначної прогнозованості екологічної безпеки шахти, якщо її розглядати як складну систему, якою вона є. Дається короткий огляд екологічної обстановки в шахтних регіонах України. Запропоновано метод розв'язання наукової задачі аналізу комплексних екологічно небезпечних подій (на прикладі рудничних пожеж, що вважаються одними з найнебезпечніших аварій, які можуть виникнути на шахті). За базис прийняті ідеї безпеки всієї системи і процесів, що в ній протікають, якщо трактувати безпеку як безперерйну реалізацію здійснення властивостей системоутворюючих елементів в середині них. Узагальнена процедура аналізу ризиків виникнення екологічної кризової ситуації.

Ключові слова екологічна безпека, складні системи, небезпечні події, екологічний ризик, рудничні пожежі.

Вступ

Актуальність теми. Економічна ситуація в нашій країні сьогодні значною мірою визначається екстенсивною складовою, тобто забезпечується за рахунок залучення до суспільного виробництва все більшої кількості нових ресурсів, особливо, ресурсів природи. Дана ситуація створює низку загроз, і не на останньому місці – загрози екологічного характеру: відбувається забруднення і виснаження сільськогосподарських земель, забруднення атмосфери, поверхневих та підземних вод, зменшуються площі лісів, відбувається нераціональне вичерпання корисних копалин, спостерігається зменшення товщини озонового шару, мають місце несприятливі тенденції у кліматі та геологічному середовищі. Тому лише високий рівень наукового забезпечення, виважений інженерний підхід та екологічна культура дозволять підтримувати хитку природну рівновагу і здійснювати комплексний контроль за станом навколишнього середовища. Сьогодні вже очевидно, що ідея економічного зростання, проголошеного єдиною метою господарської діяльності, являється помилковою, оскільки занижує значущість таких важливих чинників, як соціальні та екологічні наслідки господарювання та не враховує екологічні ризики, що виникають в процесі діяльності людства.

Проблема неоднозначної прогнозованості екологічної безпеки будь-якої складної системи повинна розв'язуватись з огляду на те, що безпека є абстракцією вищого порядку, вона не може бути безоб'єктивною: аналізуючи безпеку, у кожному конкретному

випадку слід говорити, наприклад, про безпеку на транспорті, в енергетиці, на виробництві, про безпеку окремо взятої людини, співтовариства, держави або людства в цілому. Поняття шахти, як системи в сукупності комплексу утворюючих її елементів і способів їх взаємної організації, може стати базисом для розв'язання означеної проблеми. Шахти – це розгалужені підприємства, що включають не тільки підземні виробки, а й надшахтні споруди – копри, будівлі, склади, устаткування для водовідливу та вентиляції, комплекс з транспортування продукції, обладнані складним спеціальним устаткуванням – машинами та механізмами, що призначені для розробки надр та для запобігання нештатних ситуацій на виробництві.

Донбас є найбільшим промисловим регіоном України. Екологічна обстановка Донбасу вважається дуже складною. Високий ступінь урбанізації, значний промисловий потенціал, наявність підприємств, що відносяться до 1-го класу безпеки, висока концентрація транспорту в комбінації зі значною щільністю населення створили величезне навантаження на біосферу цього регіону.

Серед міст України, які є безперечними лідерами за рівнем екологічної несприятливості – Донецьк, що становить спільно з розташованими поблизу Авдіївкою, Горлівкою, Єнакієвим, Макіївкою, Харцизьком, Ясеніватою та іншими Донецьку промисловою агломерацією, а також міста Дніпродзержинськ, Дніпропетровськ, Запоріжжя, Костянтинівка, Кривий Ріг, Маріуполь [6].

Вугільна промисловість входить у першу десятку галузей господарства країни за рівнем утворення

й викидів шкідливих речовин в природне середовище та за рівнем порушення земель.

Попередні дослідження та вивчення літератури в області екологічної безпеки (в тому числі і на шахтах) показали, що подібна проблематика широко висвітлена у багатьох публікаціях [1 – 5]. Однак, вони проводилися у межах уявлень про дані системи як замкнуті статичні системи або системи з лінійною динамікою; у таких дослідженнях застосовували принципи математичної ймовірності, що породжувало необхідність проведення великої кількості спостережень і обробки значних обсягів отриманої інформації.

У **науковій задачі** з аналізу можливих комплексних екологічно небезпечних подій, розв'язання якої запропоновано у статті, базовою є ідея безпеки в світі її трактування як безперервної реалізації та здійснення властивостей системоутворюючих елементів у системах і процесах, що відбуваються на шахтах.

Розв'язання задачі

За структурою чинників ризику екологічно небезпечного впливу шахтних комплексів на довкілля можливо визначити за такою емпіричною формулою:

$$P_{\text{снв}} = P_{\text{пдчв}} + P_{\text{вчна}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{снв}}$ – ризик екологічно небезпечного впливу шахтного комплексу на довкілля;

$P_{\text{пдчв}}$ – ризик впливу від постійно діючого чинника (до них можливо віднести викиди вугільного пилу у повітря, викиди газу та т.ін.);

$P_{\text{вчна}}$ – ризик впливу чинника наслідків аварії.

Розберемо більш детально ризики від другого компоненту рівняння (1).

Визначимо джерела екологічного впливу розвитку шахтних аварій на довкілля (на прикладі рудничних пожеж). Для цього проаналізуємо особливості характерних фаз розвитку аварії на сучасному промисловому підприємстві, якими вважаються шахти: фази ендегенної чи екзогенної ініціації аварії, фази безпосереднього розвитку аварії, фази виходу аварії за межі горизонту видобуту та захоплення надшахтних споруд та ініціювання аварій-реципієнтів на них, фази ліквідації екологічних наслідків аварії. Для цього нам треба розкрити поняття «комплексна аварія». Позначимо її як ланцюгову ініціацію послідовних подій, при яких виникнення аварії на одному об'єкті ініціює виникнення аварії на іншому об'єкті-реципієнті, що, в свою чергу, стає об'єктом-ініціатором для наступного об'єкта-реципієнта і так далі. При цьому об'єкт-ініціатор і об'єкт-реципієнт можуть бути пов'язані між собою територіально, функціонально, технологічно тощо [3].

Підземні рудничні пожежі [7] є однією з найнебезпечніших аварій, що можуть виникнути на шахті. Їх особливістю є важка доступність до місця події для безпосереднього активного гасіння. Під

дією вогню виходять із ладу й втрачають свою несучу здатність кріплення гірничої виробки, що приводить до обвалення порід покрівлі, що ще більш ускладнює аварію. Пожежі в шахтах, небезпечних по газу та пилу, можуть привести до вибуху газопилової суміші, в шахтах небезпечних по метану – до вибуху метану. Особливою небезпекою рудничних пожеж є поширення по гірничих виробках продуктів горіння.

Розвиток рудничної пожежі залежить від потужності та тривалості дії початкового теплового імпульсу, кількості та характеру розташування горючого матеріалу, швидкості повітряного потоку, деяких інших факторів. По мірі збільшення площі займання відбувається підвищення температури продуктів горіння з одночасним наростанням концентрації оксиду та діоксиду вуглецю, метану та водню. За ступенем доступності вогнища (та залежно від місця виникнення) рудничні пожежі можуть бути зовнішніми (поверхневими) і глибинними (підземні), а також такі, що сконцентровані на локальній території або широко розповсюджені.

Наведемо основні етапи виникнення та розвитку такої комплексної аварії.

На першому етапі, як правило, система (ми раніше домовились, що шахта – це система (комплекс) утворюючих її елементів і способів їх взаємної організації) підпадає під вплив одного або декількох зовнішніх чинників впливу $Z_{i1}, Z_{i2}, \dots, Z_{in}$. Сумарний вплив зовнішніх чинників $Z_{\text{св}}$ задається формулою:

$$Z_{\text{св}} \geq Z_i \quad (2)$$

та ініціює початок другого етапу – виникнення внутрішньосистемних чинників впливу $V_{B1}, V_{B2}, \dots, V_{Bn}$, де їх сумарний вплив $V_{\text{всв}}$ задається формулою:

$$V_{\text{всв}} \geq V_i \quad (3)$$

На другому етапі під впливом зовнішніх та внутрішньосистемних впливових чинників можливе виникнення аварійної ситуації або декількох аварійних ситуацій всередині системи – AC_B , які в подальшому призводять до виникнення однієї або декількох аварій у межах системи – A_B .

На третьому етапі аварія або аварії можуть перерости в аварії-реципієнти поза об'єктового рівня – $AP_{\text{по}}$. При зростанні у часі t екологічні наслідки аварій $E_{\text{на}}$ первинно будуть знаходитись у функціональній залежності від динаміки впливу $Z_{\text{св}}$ та $V_{\text{всв}}$.

$$E_{\text{на}}(t) = f(Z_{\text{св}}, V_{\text{всв}}) \quad (4)$$

У підсумку: ризик екологічно негативного впливу на довкілля шахтних комплексів потрібно розглядати як суперпозицію впливу безпосередньо шахтної аварії та впливу об'єктів-реципієнтів.

Зробимо декілька проміжних висновків:

– якщо екологічні наслідки первинної аварії та їх подальше розповсюдження умовно піддаються прогнозуванню, то екологічні наслідки комплексної

аварії, внаслідок інваріантності розвитку, прогнозуванню фактично не підлягають;

– прогнозування екологічних наслідків комплексної аварії можливе тільки з застосування сценарного підходу;

– по результатам застосування сценарного підходу та системного вивчення всього обсягу сценаріїв розвитку комплексних аварійних ситуацій, під які об'єкт може підпадати, можливо виявити потенційні об'єкти-реципієнти, що можуть зазнати вторинних аварійних ситуацій з додаванням своїх екологічно шкідливих наслідків;

– суперпозиція екологічно шкідливих наслідків від всіх суб'єктів комплексної аварії (внаслідок хімічних реакцій, специфічних фізичних умов та ін.) може набувати синергічних властивостей;

– потенційно небезпечні об'єкти, які уражені комплексною аварією, внаслідок синергічності їх екологічного впливу, переходять до категорії критично небезпечних.

Виходячи з цього, при розгляді наслідків комплексної аварії з точки зору екологічної безпеки, найбільш ефективними будуть методи щодо усунення або зменшення екологічного впливу таких аварій на превентивній (випереджаючій) стадії її запобігання (або локалізації).

Висновки

На базі сценарного підходу до розвитку комплексної аварії авторами розроблена узагальнена процедура аналізу ризиків виникнення екологічної кризової ситуації на об'єкті дослідження. Оскільки математичне моделювання ризиків у природно-екологічному та природно-техногенному середовищі ускладнюється невизначеністю просторово-часових і обсяго-потужнісних параметрів процесів

зародження, розвитку й прояву аварій, авторами пропонується оцінка ризику за сумою наступних заходів: ідентифікація джерел небезпеки; оцінка рівня загрози від джерел небезпеки; загальна оцінка екологічної уразливості території, персоналу об'єкту дослідження, населення з територій, що прилягають до об'єкту дослідження та об'єктів господарювання, які будуть реципієнтами; оцінка ризиків розвитку аварії у комплексну аварію або кризову ситуацію.

Наведена оцінка ризику надає можливість обґрунтування заходів щодо мінімізації ризиків з урахуванням економічних, соціальних та екологічних вимог і специфіки шахтних регіонів, де розташований об'єкт дослідження.

Список літератури

1. Абрамов И.Б. Овосология: монография / И.Б. Абрамов. – Х.: ЕДЕНА, 2010. – 196 с.
2. Білявський Г.О. Основи екології: підручник / Г.О. Білявський, Р.С. Фурдій, І.Ю. Костіков – К.: Либідь, 2005. – 408 с.
3. Биченок М.М. Основи інформатизації управління регіональною безпекою: наук. видання / М.М. Биченок. – К.: Ін-т проблем нац. безпеки. 2005. – 196 с.
4. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник / В.С. Джигирей. – К.: Знання, 2006. – 319 с.
5. Солошенко О.В. Основи екології: підручник / О.В. Солошенко, А.М. Фесенко, С.І. Кочетова, Н.Ю. Гаврилович, Л.С. Осипова, В.І. Солошенко. – Х.: Парус, 2008. – 371 с.
6. Екологія города: учебник / под. ред. Ф.В. Стольберга. – К.: Либра, 2000. – 464 с.
7. Булгаков Ю.Ф. Тушение пожаров в угольных шахтах / Ю.Ф. Булгаков. – Донецк: ДонГТУ, 2001. – 270 с.

Надійшла до редколегії 11.09.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.А. Андронов, Національний університет Цивільного захисту України, Харків.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА В ШАХТНЫХ РЕГИОНАХ КОМПЛЕКСНО ИНФОРМАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Н.И. Адаменко, Э.А. Дармофал

В статье рассматривается проблема неоднозначной прогнозируемости экологической безопасности шахты, если ее рассматривать как сложную систему, которой она является. Дается краткий обзор экологической обстановки в шахтных регионах Украины. Предложен метод решения научной задачи анализа комплексных экологически опасных явлений (на примере рудничных пожаров, считающихся одними из самых опасных аварий, которые могут возникнуть на шахте). За базис приняты идеи безопасности всей системы и процессов, протекающих в ней, если рассматривать безопасность как бесперебойную реализацию осуществления свойств системообразующих элементов внутри них. Обобщена процедура анализа рисков возникновения кризисной экологической ситуации.

Ключевые слова экологическая безопасность, сложные системы, опасные события, экологический риск, рудничные пожары.

COMPLEX METHOD OF ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT IN THE COAL-MINING REGIONS

M.I. Adamenko, E.A. Darmofal

The article covers the problem of ambiguous forecast of ecological safety of the mine, if it is viewed as a complex system, which it is. A brief overview of the environmental situation in the mining regions of Ukraine. The method of solution of scientific problems in analysis of complex ecological hazards (on the example of mine fires, considered one of the most dangerous accidents that can occur at the mine). On the base of idea of safety of the systems and processes at interpretation of safety as trouble-free realization of system-making elements properties in the systems and processes. Generalized the procedure for analyzing risks of environmental health threat.

Keywords: ecological safety, difficult systems, hazardous occurrences ecological risk, mine fires.