

УДК 614.841.332:624.012.4

А.В. Антонов, канд. техн. наук, ст. наук. співроб., О.П. Якименко, канд. техн. наук, Р.В. Климась

АНАЛІЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ФУНКЦІЙ СИСТЕМАМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ НА ОСНОВІ ДАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОСОБЛИВО ВЕЛИКИХ ПОЖЕЖ

Вивчено технологічний процес виробництва на Вуглегірській ТЕС ПАТ “Центренерго”. Проведено аналіз ефективності роботи систем протипожежного захисту об’єкту, вивчення процесів виникнення, перебігу та гасіння пожежі. Наведено недоліки в забезпеченні протипожежного захисту даного об’єкту.

Ключові слова: технологічний процес, причина пожежі, розгерметизація системи пилевигодування, самозаймання пилоповітряної суміші, системи протипожежного захисту.

A. Antonov, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. Res., O. Yakymenko, Cand. of Sc. (Eng.), R. Klymas

ANALYSIS OF THE FUNCTIONAL PERFORMANCE EFFICIENCY OF FIRE PROTECTION SYSTEMS FOLLOWING THE RESEARCHES OF EXTREMELY LARGE FIRES

This article studies the production process at Vuglegirska TPP of PJSC "Centrenergo". The article illustrates the analysis of the efficiency of fire protection systems on the facility; studying of processes of fire breaking-out, it's development and extinguishing. The article specifies the weaknesses in organization of fire protection of the facility.

Keywords: production process, cause of fire, depressurization of pulverized-coal system, auto-ignition of the coal-air mixture, fire protection systems.

В Україні щороку виникає значна кількість пожеж. Так, у 2013 році сталося 61 тис. 114 пожеж, на яких загинуло 2494 людини, травмовано 1584 людини. Матеріальні втрати від пожеж становлять близько 3 млрд грн. Серед основних причин виникнення пожеж: необережне поводження з вогнем – 62 % та порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок – 22 %. Упродовж 2013 року в Україні сталося 70 пожеж із тяжкими наслідками серед яких: 23 пожежі внаслідок яких загинуло 3 та більше осіб, 6 пожеж на яких травмовано 5 та більше людей, 41 пожежа прями збитки від кожної з яких становили більше 1 млн грн.

За результатами проведеного впродовж першого півріччя 2013 року фахівцями Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту моніторингу стану з пожежами та їх наслідками виявлено низку резонансних пожеж, що призвели не лише до особливо великих збитків, а й поставили перед науковцями завдання щодо вдосконалення протипожежного захисту об’єктів, на яких вони відбулися. Однією з них є пожежа на Вуглегірській теплової електростанції ПАТ “Центренерго”.

З метою збирання даних щодо поведінки будівельних конструкцій, ефективності роботи систем протипожежного захисту об’єкту, вивчення процесів виникнення, перебігу та гасіння пожежі, що сталася 29.03.2013 у м. Світлодарськ Донецької області на Вуглегірській теплової електростанції ПАТ “Центренерго” (далі – Вуглегірська ТЕС), у період з 15 по 16 квітня 2013 року співробітниками Інституту було здійснено виїзд на місце події.

Вуглегірська ТЕС – найпотужніша електростанція ПАТ “Центренерго”, проектна потужність якої становить 3 600 МВт.

Електростанція споруджена у дві черги: перша черга, потужністю 1 200 МВт, складається з чотирьох енергоблоків по 300 МВт (ТП-312А) з однокорпусними пилувугільними котлами паропродуктивністю по 950 т/год і турбоагрегатами потужністю по 300 МВт кожний; друга черга, потужністю 2 400 МВт, складається з трьох енергоблоків по 800 МВт (ТГМП-204) з однокорпусними газомазутними котлами паропродуктивністю по 2 650 т/год і турбоагрегатами потужністю по 800 МВт [1]. Каркас будівель електростанції виконаний зі збірних залізобетонних конструкцій, міжповерхові перекриття – із попередньо напружених залізобетонних плит. Покрівлю виконано по металевим фермам зі спеціальних профільованих тонколистових оцинкованих панелей, утеплених пінопластом. Стінове заповнення машинних залів виготовлене з пінобетонних панелей, оздоблених глазурованою плиткою типу “іриска”.

Теплова схема Вуглегірської ТЕС передбачає блочний принцип роботи без поперечних зв'язків між блоками по основних лініях. У головному корпусі розміщено центральний щит управління станцією, два блочні щити управління на чотири блоки потужністю по 300 МВт і три блочні щити на три блоки потужністю по 800 МВт. У двох бункерно-деаераторних відділеннях розташовано системи пилепідготування, деаераторні установки, розподільні пристрої власних потреб 0,4 Кв і пункти управління енергоблоками. Стінові панелі котельних відділень виконано з профільованого оцинкованого листа. Встановлено багерні насосні системи гідрозоловидалення. Допоміжне устаткування котельних відділень – димососи, дутеві вентилятори, регенеративні повітропідігрівачі й електрофільтри розміщені на відкритому майданчику біля головного корпусу. Система технічного водопостачання – оборотна на базі водосховища, що створене в долині річки Лугань. Ставок-охолоджувач має площу дзеркала близько 15 км² та максимальну глибину 27 м.

Технологічний процес наступний: вугілля зі складу транспортерами подається по галереях в дробильний корпус, далі в бункера котлів і млини, де дробиться та надходить у топку котлів в пилоподібному стані. Мазут із баків насосами по трубопроводах подається в мазутове кільце котлів і спалюється в топках. Природний газ подається на ТЕС від газорозподільчої станції. Пожежна небезпека технологічного процесу ТЕС обумовлюється наявністю вугілля у пилоподібному стані, горючих рідин у вигляді мазуту, мастила та газів, водню і природного газу; наявністю джерела займання: великою кількістю електроустановок та електромереж, перегрітих частин турбін і котлів. Основну пожежну небезпеку становлять водень системи охолодження та мастило. У турбінному відділенні розташовано чотири головні масляні баки ємністю 56м³ кожен, а також доливачні баки та баки відпрацьованого мастила.

Основна небезпека при роботі з трубопроводом полягає в імовірності утворення вибухонебезпечної суміші – водню з повітрям у корпусі генератора й апаратах газомасляної системи. Небезпека утворення вибухонебезпечної суміші в корпусі генератора може виникнути в наступних випадках:

- а) при зниженні тиску водню в підсосі в корпусі повітря вентилятором;
- б) за відсутності контролю чистоти водню та підвищеному забрудненні водню повітрям, яке виділяється з мастила;
- в) при неповній продувці генератора вуглекислотним газом при заповненнях його воднем або повітрям;
- г) при попаданні водню в генератор, заповнений повітрям, через нещільності арматури на газовому посту та відсутності видимого розриву на трубопроводі водню.

У ході проведення роботи, ознайомлення з документацією, підготовленою за результатами розслідування вищезазначеної події, встановлено, що 29.03.2013 о 14 год 40 хв виникла пожежа в котлотурбінному цеху № 1 (далі – КТЦ № 1) Вуглегірської ТЕС ПАТ “Центренерго”. Пожежу локалізовано о 21 год. 59 хв. 29.03.2013, ліквідовано о 05 год 41 хв 30.03.2013; до гасіння пожежі було залучено 40 одиниць техніки, 201 чоловік особового складу ДСНС і 16 чоловік обслуговуючого персоналу та ДПД об'єкту.

Система протипожежного захисту включала 16 стаціонарних лафетних стволів на технологічних відмітках +9,000 і +22,000, що були під'єднані до внутрішнього

протипожежного водогону. Кабельні тунелі було обладнано установками пінного пожежегасіння, розчин піноутворювача надходив у систему трубопроводів від насосної станції. На внутрішньому пожежному водогоні було встановлено 114 пожежних кранів. Ззовні протипожежне водопостачання забезпечували 9 пожежних гідрантів, крім цього, навколо електростанції прокладено кільцевий канал від природної водойми, розташованої поряд [2].

У результаті пожежі вогнем знищено та пошкоджено всю покрівлю машинного залу на площі 10 800 м², 4 енергоблоки та технологічне обладнання котлотурбінного цеху. Внаслідок пожежі загинув майстер дільниці котлоочистки Вуглегірської ТЕС Кондратов В.І., 1968 року народження; постраждало 11 людей.

Під час огляду технологічного обладнання котельного залу, встановлено, що на верхній частині паропроводу гострої пари енергоблоку № 2 – безпосередньо під покриттям робочого майданчику, розташованого на відмітці +31,800, має місце локальне обвалення частини теплоізоляційного шару на довжині до 1,5 м. Залишки зруйнованого теплоізоляційного шару було виявлено на покритті робочого майданчику на відмітці +22,200. Інших ділянок обвалень теплоізоляційного шару на паро- та пилопроводах як енергоблоку № 2, так і енергоблоків № 1, № 3 та № 4 немає. Горіння відбувалось переважно в машинному залі, тобто нижче ділянки обвалення теплоізоляційного шару паропроводу. Таким чином, було зроблено висновок, що горіння розповсюджувалось з котельного в машинний зал за напрямком “згори-вниз”, тобто осередок пожежі знаходився на паропроводі гострої пари енергоблоку № 2 – під покриттям робочого майданчику, розташованого на відмітці +31,800, що також підтверджується матеріалами аматорського відеозапису початкової стадії пожежі.

Під час огляду робочого майданчику на відмітці +31,800 в районі прокладання паро- та пилопроводу енергоблоку № 2, виявлено купу вугільного пилу, об’ємом до 0,5 м³. Вугільний пил також наявний на мигалці однієї з труб пилопроводу – під кришкою ремонтного люка Ø 250 мм.

В якості палива в котлотурбінному цеху № 1 використовується вугілля марки Г. Оскільки пилосистема в приміщеннях котлотурбінного цеху за умов нормальної роботи повинна бути герметичною, наявність пилу на робочому майданчику прямо вказує на розгерметизацію пилосистеми до пожежі при працюючому вугільному млину. На пилу, обладнанні та конструкціях на відмітці +31,800 ознак безпосереднього горіння немає; відключення енергоблоку № 2 було здійснено вже після виникнення пожежі.

Проведеними науково-дослідним інститутом гірничорятувальної справи і пожежної безпеки “Респіратор” випробуваннями відібраних з робочого майданчику на відмітці +31,800 зразків вугільного пилу встановлено, що температура його займання становить 325 °С та припущено, що займання пилоповітряної суміші відбулось унаслідок її руху вздовж паропроводу гострої пари та паропроводу промперегріву.

Відомо [3], що вугілля та його легкі фракції схильні до самозаймання. З метою дослідження пожежної небезпеки вугільного пилу, відібраного в районі прокладання паро- та пилопроводу енергоблоку № 2, в лабораторії науково-дослідного центру “ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА” УкрНДІЦЗ було проведено випробування з визначення температури займання та самозаймання пилу згідно з п. 4.7 і п. 4.9 ГОСТ 12.1.044-89 [4], яка склала 345 °С і 505 °С відповідно.

Поширення горіння відбувалось спочатку по пилу, що просипався з робочого майданчику на відмітці +31,800 вже після виникнення горіння, а потім – внаслідок займання пилоповітряної суміші. При нагріванні металевих конструкцій покриття одноповерхового приміщення цеху відбулась їх деформація та займання утеплювачу (пінопласт) і покривного шару (матеріали на бітумній основі). Гасіння пожежі власними силами працівників цеху за допомогою лафетних стволів та первинних засобів пожежегасіння виявилось малоефективним за рахунок відносної недоступності осередку пожежі та швидкого її поширення. Гасіння пожежі пожежно-рятувальними підрозділами проводилося із застосуванням води; пінна атака була проведена виключно для гасіння маслобаку енергоблоку № 2. Після вимкнення електропостачання – впав тиск у водомережі пожежних

гідрантів; для доступу до водоймища довелося у трьох місцях проламувати залізобетонну огорожу за допомогою бульдозеру, що дозволило встановити три пожежно-насосні станції.

Враховуючи наявну інформацію та проведені дослідження за даним напрямком можна стверджувати, що причиною виникнення пожежі стало самозаймання пилоповітряною суміші, яка внаслідок розгерметизації системи пилевиготовлення при працюючому вугільному млині, рухаючись по паропроводам, стала інтенсивно перемішуватися з потоком атмосферного повітря зі вмістом кисню до 21 %, що неприпустимо при нормальному технологічному процесі.

За результатами фактичного ознайомлення з характеристикою приміщення КТЦ № 1, пилесистеми та устаткування машинного залу Вуглегірської ТЕС, проведеного аналізу розглянутих матеріалів, а саме: Висновку експертної комісії зі встановлення причин групового нещасного випадку, що стався 29 березня 2013 року о 15 год 15 хв на Вуглегірській ТЕС ПАТ “Центрэнерго” і розроблення плану заходів щодо запобігання подібним нещасним випадкам від 05.04.2013, Висновку спеціаліста дослідно-випробувальної лабораторій УЗД Головного управління Держтехногенбезпеки у Донецькій області від 05.04.2013, Акту службового розслідування за фактом пожежі, що виникла 29.03.2013 у будівлі котлотурбінного цеху № 1 Вуглегірської ТЕС ПАТ “Центрэнерго” за адресою: м. Світлодарськ від 08.04.2013, Опису пожежі, що сталася 29.03.2013 у котлотурбінному цеху № 1 Вуглегірської теплоелектростанції ПАТ “Центрэнерго” від 18.04.2013, було виявлено наступні недоліки в забезпеченні протипожежного захисту даного об’єкту:

- в КТЦ № 1 була відсутня система пожежної сигналізації (згідно з п. 1.3 таблиці В.2 додатку В ДБН В.2.5-56-2010 [5] усі приміщення машинних залів теплових електростанцій обладнується системами пожежної сигналізації, а також, згідно з п. 1.18 додатку Б НАПБ 05.028-2004 [8] машинні зали теплових електростанцій підлягають обладнанню системами пожежної сигналізації);

- не передбачено захисту від термічного впливу металоконструкцій машинного залу КТЦ № 1 (згідно з п. 5.28 НАПБ В.01.061-2011/111 [7] машинні зали теплових електростанцій повинні бути обладнанні автоматичними системами охолодження ферм, балок покриття незалежно від наявності вогнезахисного покриття цих ферм і балок);

- пуск стаціонарної системи пінного пожежогасіння, що захищала маслобаки та кабельні канали за проектом здійснювався лише у дистанційному режимі (згідно з п. 6.11 НАПБ В.01.061-2011/111 [7] маслобаки турбогенераторів з нафтовим турбінним маслом повинні бути обладнанні автоматичними системами водяного пожежогасіння з автоматичним, дистанційним та ручним приводом. Інтенсивність зрошення поверхні маслобаків водою повинна бути не менше 0,2 л/м²•с площі бака. Розташування ручного керування установками охолодження повинно бути передбачено в безпечному від пожежі місці);

- відсутня система оповіщення персоналу про пожежу й управління евакуюванням людей;

- відсутня система димо- та тепловидалення, підпору повітря;

- металеві ферми покрівлі машинного залу не були оброблені вогнезахисними речовинами (в нормативних документах з питань пожежної безпеки під час проектування та експлуатації ТЕС відсутні вимоги щодо використання вогнезахисного покриття. В той же час для АЕС передбачено пункт рекомендованого характеру щодо покриття металоконструкцій машинного залу вогнезахисними сумішами – п. 4.2.3 НАПБ 03.005-2002 [6]);

- у покрівлі машинного залу використовувався горючий утеплювач – пінополістирол (пінопласт) та гідроізоляційне покриття, яке складалось з 4-х шарів руберойду на бітумній мастиці (згідно з п. 7.3 НАПБ 05.028-2004 [8] у покриттях головних корпусів належить застосовувати тільки негорючий або важкогорючий утеплювач; згідно з пп. 5.2÷5.3 НАПБ В.01.061-2011/111 [7] основні будівельні конструкції будівель машинних залів повинні виконуватись з негорючих матеріалів; в тепло- і пароізоляційних шарах покриття машинних залів необхідно застосовувати негорючі матеріали або матеріали групи горючості Г1; як утеплювач покриття споруди машинного відділення слід застосовувати важкозаймисті (В1) матеріали, а як парогідроізоляцію – матеріали, що не розповсюджують горіння (РП1));

- до розташованих у приміщенні КТЦ № 1 129 пожежних кранів на час виникнення пожежі в наявності було лише 27 пожежних рукавів, які зберігались на пожежних щитах на відмітці 9,6 м і були замкнені навісними замками та опломбовані, – таким чином, на відмітках вище 9,6 м пожежні рукави були відсутні, що не сприяло оперативності дій персоналу при гасінні пожежі;

- сам принцип використання лафетних стволів для охолодження металоконструкцій машинного залу за наявності потужних теплових потоків, що впливають на металоконструкції покрівлі і колон, не є досконалим, оскільки він спрямований на зниження наслідків пожежі, а не на гасіння пожежі та пригнічення цих теплових потоків, тобто малоефективний;

- використання первинних засобів пожежегасіння також було неефективним (треба відмітити, що вогнегасниками Вуглегірська ТЕС забезпечена на 85 % до встановлених норм);

- використані працівниками КТЦ № 1 засоби індивідуального захисту – протигази, які в умовах значної задимленості були єдиними засобами захисту органів дихання, не були підібрані для кожного працівника індивідуально, у зв'язку з чим її застосування під час пожежі було малоефективне;

- система пінного пожежегасіння, що захищала маслобаки та кабельні канали машинного залу КТЦ № 1 не спрацювала з причини відключення енергопостачання цеху інженерно-технічним персоналом станції; сама по собі система пожежегасіння виявилась не ефективною, оскільки за проектом було передбачено тільки її дистанційний пуск з щитів керування з постійним черговим персоналом; дублювання автоматичним пуском, а також пуском по місцю встановлення вузлів керування і насосної був відсутній, при цьому очевидна втрата часу персоналом на виявлення загоряння та прийняття рішення про пуск системи пожежегасіння кнопкою дистанційного пуску.

Тобто, організаційні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки [9] та протипожежні заходи, передбачені проектом, не відповідають діючим нормативним документам з питань пожежної безпеки для об'єктів енергетики [7, 8], зокрема щодо належного забезпечення системами протипожежного захисту [10].

За результатами аналізування дій оперативно-рятувальних підрозділів з організації гасіння пожежі виявлено, що недостатньо була організована взаємодія з інженерно-технічними службами об'єкту, повільно нарощувалися сили і засоби, не застосовувалася вода з додаванням поверхнево-активних речовин (ПАВ), не ефективно застосовувалася спеціальна техніка; гасіння пожежі було ускладнено через недосконалу систему протипожежного водопостачання об'єкту.

З урахуванням того, що на сьогодні в Україні функціонують 15 ТЕС, де в якості проектного палива використовується вугілля, і більшість із них експлуатується вже 40÷50 років, майже 90 % енергоблоків уже відпрацювали свій парковий ресурс, визначений у 100 тис. год, а решта енергоблоків наближаються до цієї межі – підвищення ефективності протипожежного захисту таких об'єктів є актуальною задачею та потребує ґрунтовних наукових досліджень під час підготовки проектів модернізації існуючих теплових електростанцій, направлених на забезпечення належного рівня їх протипожежного захисту.

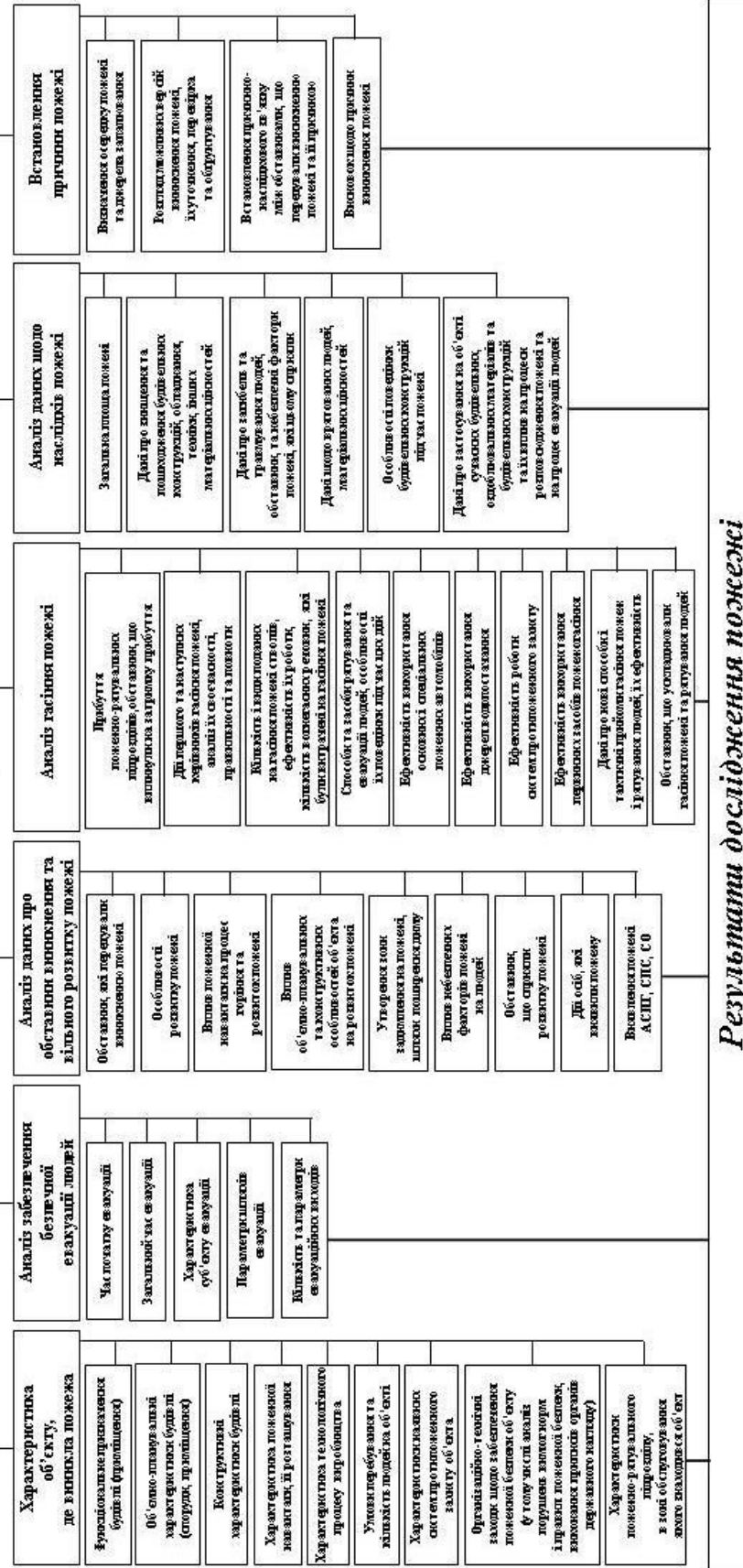
На прикладі дослідження пожежі на Вуглегірській ТЕС можна сформулювати, що основною метою дослідження кожної конкретної пожежі є визначення чинників, які впливають на виникнення, розвиток, гасіння пожежі, рятування людей на пожежі, а також які є підґрунтям (вихідними даними) для розроблення пропозицій, спрямованих на підвищення рівня пожежної безпеки об'єктів і проведення наукових досліджень, у цілому, спрямованих на оцінювання пожежних ризиків на об'єктів різного призначення та розроблення превентивних заходів, які мінімізують наслідки від виникнення пожеж на них.

З урахуванням цього, авторами запропоновано алгоритм дослідження пожежі, що включає в себе окремі етапи досягнення результатів, які дозволяють сформулювати пропозиції щодо вдосконалення протипожежного нормування, підвищення рівня пожежної безпеки об'єктів, удосконалення тактичних прийомів і способів пожежегасіння та рятування людей тощо (рисунок 1).

Дослідження пожежі

Мета дослідження пожежі – визначити чинники, які впливають на виникнення, розвитку, гасіння пожежі, рятування людей та призводять до тяжких наслідків пожежі

Етапи дослідження пожежі



Результати дослідження пожежі

Пропозиції щодо удосконалення протипожежного нормування, правил пожежної безпеки

Пропозиції щодо підвищення рівня пожежної безпеки об'єктів

Пропозиції щодо удосконалення тактичних прийомів, способів пожежогасіння та рятування людей, організації діяльності підрозділів протипожежної техніки, дослідження пожежі

Пропозиції щодо тематичних наукових досліджень

Рисунки 1 – Блок-схема алгоритму дослідження пожежі

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бегун В.В. Аварія на Вуглегірській ТЕС: випадковість чи наслідки недбалості (стислий аналітичний огляд) / В.В. Бегун // Надзвичайна ситуація. – К.: № 4 (185), 2013. – С. 48-49.
2. Сєдова І.О. Пожежа на Вуглегірській ТЕС – як це було / І.О. Сєдова // Пожежна безпека. – К.: № 5 (164), 2013. – С. 18-19.
3. Пашковский П.С. Актуальные вопросы борьбы с самовозгоранием угля: сб. науч. тр. / П.С. Пашковский, С.П. Греков, И.Н. Зинченко. – Донецк: ЧП “Арпи”, 2012. – 656 с.
4. ГОСТ 12.1.044-89 (ISO 4589-84) ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
5. ДБН В.2.5-56:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи протипожежного захисту.
6. НАПБ 03.005-2002 Протипожежні норми проектування автономних електростанцій з водо-водяними енергетичними реакторами.
7. НАПБ В.01.061-2011/111 Протипожежний захист машзалів електростанцій. Правила проектування та експлуатації протипожежного устаткування.
8. НАПБ 05.028-2004 Протипожежний захист енергетичних підприємств, окремих об'єктів та енергоагрегатів. Інструкція з проектування і експлуатації.
9. НАПБ А.01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні.
10. Косяк В.В. Автоматична система водяного пожежегасіння та охолодження металоконструкцій – надійний захист машзалів електростанцій / В.В. Косяк // Пожежна безпека. – К.: № 7 (166), 2013. – С. 30-31.

