

use in forensic practice according to the stages of the study, together with the provisions and generalizations set out in the article.

Key words: electric energy metering device, interference in the operation of the metering device, electromagnetic radiation, radiation frequency, electric field, electric field strength, electromagnetic field, Umov-Poynting vector, radiation power, classes of electromagnetic environment.

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2022.67.51>

УДК 343.98:622.817 (571.17)

Ярослав Анатолійович Крупка
судовий експерт
відділу електротехнічних, пожежно-технічних та досліджень
з питань безпеки життєдіяльності

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9811-7252>

E-mail: epe@ukr.net

*Одеський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

Олена Леонідівна Зав'ялова
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри «Природоохоронна діяльність» факультету
машинобудування, екології та хімічних технологій

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2834-5900>

E-mail: elenazavialova63@gmail.com

Віктор Климентович Костенко
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри «Природоохоронна діяльність»
факультету машинобудування, екології та хімічних технологій

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8439-6564>

E-mail: vk.kostenko@gmail.com

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Тетяна Вікторівна Костенко
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри безпеки об'єктів будівництва та охорони праці
Черкаського інституту пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9426-8320>

E-mail: kostenko_tetiana@chipb.org.in

Національний університет цивільного захисту України

ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ЗНАТЬ ПРИ РОЗСЛІДУВАННІ ВИБУХІВ ГАЗОПИЛОВИХ СУМІШЕЙ У ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ

Стаття присвячена узагальненню підходів до проведення судових гірничо-технічних експертиз при проведенні розслідування вибухів газопилових сумішей у вугільних шахтах. Практичне значення отриманих результатів полягає у використанні спеціальних знань гірничотехнічної та інших видів криміналістичних експертиз (трасологічних, нафтохімічних, пожежно-технічних тощо) при розслідуванні вибухів газопилових сумішей у гірничих виробках вугільних шахт, що дасть можливість забезпечити швидке, повне та неупереджене їх розслідування.

Ключові слова: вугільна шахта, аварія, вибух газопилової суміші, високотемпературний фронт полум'я, отруйні та шкідливі продукти горіння, надзвичайна ситуація, розслідування, ударна повітряна хвиля.

Постановка проблеми. Найбільш руйнівними аваріями на вугільних шахтах є вибухи газопилових сумішей у вугільних шахтах.

При вибухах газопилових сумішей у гірничих виробках вугільних шахт виникають такі вражаючі фактори: високотемпературний фронт полум'я (рухома у гірничій виробці зона нагрітих газів і хімічної реакції); фронт повітряної ударної хвилі (рухома у гірничій виробці зона миттєвої зміни (збільшення) тиску, щільності і температури середовища); отруйні та шкідливі продукти горіння (СО, СО₂, СН₄, N₂, Н₂S тощо), недостатня кількість кисню в повітрі робочої зони, яка створює небезпеку для працюючих людей, руйнуються гірничі виробки, знищуються машини та устаткування, втрачаються підготовлені до виїмки запаси вугілля тощо [1, 2].

На основі даних «Карт обліку аварій» з архівів НДІ гірничорятувальної справи і пожежної безпеки «Респіратор» та Центрального штабу Державної воєнізованої гірничорятувальної служби у вугільній промисловості, літературних джерел [3, 4], встановлені статистичні дані щодо виникнення вибухів на шахтах України в 1980-2021 роках (див. табл. 1.1).

Таблиця 1

Статистичні дані щодо виникнення вибухів газопилових сумішей на шахтах України

Роки	К-сть Вибухів	Роки	К-сть вибухів	Роки	К-сть вибухів	Роки	К-сть вибухів
1980-84	26	1985-89	21	1990-94	29	1995-99	13
2000-04	13	2005-09	18	2010-14	21	2015-21	11
ВСЬОГО за 1980-2019 рр.							152 вибуха

Завданнями розслідування причин та наслідків вибухів є захист особи, суспільства та держави від порушень нормативно-правових актів (далі – НПА) з охорони праці, охорона прав та законних інтересів персоналу підприємств, а також забезпечення повного та неупередженого розслідування з тим, щоб кожний, хто вчинив відступи від вимог НПА, був

притягнутий до відповідальності, жоден невинуватий не був обвинувачений. Тому перед вченими стоїть задача у обґрунтуванні, систематизації та вдосконаленні, з використанням спеціальних теоретичних та практичних знань, порядку проведення розслідування наслідків вибухів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням розслідування причин та наслідків вибухів присвячені роботи А. І. Боброва, О. М. Брюханова, Є. П. Захарова, В. П. Коптикова, Ю. В. Кудінова, М. Б. Льовкіна, Ю. В. Манжоса, Б. І. Медведєва, А. В. Мнухіна, О. М. Морєва, І. В. Недашківського та інших авторів.

Мета дослідження полягає у використанні спеціальних теоретичних та практичних знань при дослідженні вибухів газопилових сумішей у гірничих виробках вугільних шахт, що дасть можливість забезпечити повне та неупереджене їх розслідування.

Викладення основного матеріалу. Вугільна промисловість – це важлива складова енергетичної безпеки України, а вугільні шахти є унікальним і складним виробництвом із особливими природними і виробничими небезпеками. Для вугільних шахт властиві складні гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови видобутку корисної копалини. З переходом гірничих робіт на глибокі горизонти зростає негативний вплив підвищених гірничого тиску, температури вміщуючих порід, газорясності та інших факторів. Роботи підвищеної небезпеки (вибухонебезпечні, пожежно-небезпечні, небезпечні за обвалюваннями виробок та гірничих порід, раптовими проривами рудничних газів, вугілля, порід, води тощо) проходять в умовах непередбаченості, раптової зміни гірничо-геологічних умов або природних сил, при недотриманні вимог нормативно-правових актів з охорони праці з боку персоналу підприємства та спричиняють тяжкі наслідки, які супроводжуються численними жертвами та матеріальними збитками.

Для того, щоб виник вибух, необхідно два фактори, які повинні співпасти у просторі і в часі: 1) вибухонебезпечної концентрації газопилових сумішей; 2) теплового імпульсу. Сформулюємо основні причини вибухів газопилових сумішей у гірничих виробках вугільних шахт (табл. 2).

Механізм вибуху газопилових сумішей вибухонебезпечних концентрацій розглядається наступним чином: виникнення газопилової суміші; виникнення джерела займання; первинний вибух і формування фронту повітряної ударної хвилі; утворення газопилової хмари і її займання; розвиток і переміщення зони горіння; переміщення повітряної ударної хвилі, що піднімає та перемішує нові хмари метану і пилу з подальшим їх займанням. При поширенні у виробках повітряної ударної хвилі відбувається перемішування наявних у виробках шарових і місцевих скупчень метану і перехід у зважений стан вугільного пилу, що призводить до формування за фронтом повітряної ударної хвилі великої кількості вибухової суміші, яка запалюється. Так триває до тих пір, доки повітряна ударна хвиля поширюється виробками, в яких присутні метан і вугільний пил вибухонебезпечних концентрацій. При їх відсутності вибухова суміш позаду фронту повітряної ударної хвилі не утворюється і горіння у фронті полум'я припиняється [5-8].

Основні причини вибухів газопилових сумішей

№ з/п	Причини
1	– недостатнє провітрювання гірничих виробок, у т.ч.: тривала зупинка вентиляторів місцевого провітрювання; пориви і відставання вентиляційних труб від тупикового вибою; наявність не провітрюваних порожнеч за кріпленням виробки; зменшення перерізу гірничих виробок; зміна схем провітрювання і закорочування вентиляційного струменю; незадовільний стан вентиляційних споруд; несправність або відсутність засобів контролю метану тощо
2	– підвищене виділення метану (суфлярне, шарове або раптове виділення)
3	– запылення гірничих виробок вибухонебезпечним вугільним пилом
4	– наявність небезпечних теплових імпульсів: експлуатація несправного електрообладнання; вибухові роботи; фрикційне іскріння при роботі прохідницьких і видобувних комбайнів; самозайманне вугілля; електростатичне іскріння; несправність саморятівників, світильників, сигналізаторів метану; відкритий вогонь (вогневі роботи, паління тощо)

Розслідування вибухів проводиться спеціальною комісією Державної служби України з питань праці (в окремих випадках спеціальною комісією, створеною постановою Кабінету Міністрів України). У ході дослідження спеціальна комісія з розслідування аварії: визначає вид надзвичайної ситуації (далі – НС) та її масштаб; обстежує місце, де сталася НС; одержує письмові пояснення від роботодавця та його представників, посадових осіб, працівників шахти, потерпілих; опитує осіб – свідків аварії та осіб, причетних до неї; вивчає наявні на підприємстві документи та матеріали стосовно технології робіт та охорони праці на аварійній дільниці (шахті); встановлює факти порушення вимог НПА щодо охорони праці; встановлює коло осіб, дії або бездіяльність яких призвели до виникнення НС; розробляє план заходів щодо ліквідації НС та її наслідків і запобігання подібним подіям тощо [9].

За рішенням спеціальної комісії, у разі необхідності проведення лабораторних досліджень, випробувань, технічних розрахунків та експертизи, для встановлення обставин і причин НС та розроблення плану заходів щодо запобігання їх виникненню, наказом органу, що утворив спеціальну комісію, може утворюватися експертна комісія. Експертна комісія утворюється з учених і фахівців, які працюють в науково-дослідних установах і організаціях вугільної галузі. Експертною комісією: визначається характеристика шахти та аварійної дільниці; розглядаються обставини, що передували НС та порядок ведення гірничорятувальних робіт; аналізується стан

провітрювання та дегазації аварійної дільниці та шахти; оцінюється яким чином вівся контроль вмісту метану та вугільного пилу в рудничному повітрі; розглядається виконання пиловихохзахисних заходів; аналізується електропостачання і стан електрообладнання аварійної ділянки; розглядається організація буропідривних робіт (при їх наявності); проводиться огляд виробок аварійної дільниці; аналізуються джерела заpalення метану та вугільного пилу (див. табл. 2); аналізуються обставини, технічні, організаційні та психологічні причини НС (причини утворення газопилової суміші вибухової концентрації; джерела заpalення; причини травмування людей); розробляються пропозиції щодо запобігання виникненню подібних НС та стосовно коригування нормативної та проєктної документації, проведення науково-дослідних та проєктно-конструкторських робіт [9].

При розслідуванні спеціальною комісією вибухів виконуються наступні дії: а) вилучення і огляд документів на аварійній дільниці та шахті; б) огляд місця НС; в) проведення опитування постраждалих і свідків НС [10].

Вилучення і огляд документів є однією з найважливіших первинних дій при розслідуванні вибухів. Своєчасне виконання цієї дії дозволяє отримати необхідні для розслідування докази. До документів, що підлягають вилученню та огляду відносяться: технічна і технологічна документація, яка визначає гірничо-геологічні умови на аварійній дільниці та шахті, технологію ведення гірничих робіт; проєкту, експлуатаційну та обліково-контрольну документацію щодо організації: провітрювання шахти, аварійної гірничої виробки, дегазації, боротьби з газодинамічними явищами, аерогазового контролю, комплексного знепилювання і пиловихохзахисту шахти, ведення буропідривних робіт, експлуатацію електроустаткування, повітряно-силового господарства, протипожежного захисту тощо; акти спеціального розслідування та накази за допущеними раніше аналогічними подіями; протоколи проведення первинних та чергових медичних оглядів потерпілих; посвідчення і протоколи екзаменаційної комісії, яка приймала у них іспит із присвоєння кваліфікації та безпечних методів роботи; книги первинного та поточного інструктажів із безпечних методів робіт; документи (накази, розпорядження), які можуть свідчити про стан техніки безпеки в цілому на підприємстві; книги нарядів дільниці та шахти; наряди-путівки гірничих майстрів дільниці; наряди-допуски на ведення робіт підвищеної небезпеки; протоколи обстеження технічного стану обладнання, яке використовувалося при виконанні роботи, при якій допущена досліджувана подія; приписи контролюючих організацій і технічного нагляду підприємства щодо усунення порушень вимог НПА тощо [10].

Організація огляду місця події покладається на голову комісії зі спеціального розслідування НС. Порядок та безпека огляду аварійної дільниці узгоджується із відповідальним керівником робіт з ліквідації аварії – головним інженером шахти та керівником гірничорятувальних робіт.

Якщо на місці події зберігається небезпечна аварійна обстановка й члени комісії не мають можливості зробити огляд, то за їх дорученням це роблять співробітники гірничо-рятувальної служби. Основними об'єктами

огляду є: гірничі виробки, де стався вибух; робочі місця постраждалих та його освітлення; гідро-, пневмо-, електроустаткування; системи енергопостачання, вентиляційні та дегазаційні установки і обладнання, підйомні машини, прохідницькі лебідки, конвеєри, рудничні транспортні засоби, інші підземні машини й механізми, на яких працювали потерпілі; інструменти, огородження, захисні пристосування, сигналізація та зв'язок, контрольні прилади і апаратура, засоби протипожежного, колективного та індивідуального захисту тощо.

При огляді необхідно врахувати ознаки проявів динамічного впливу вибуху: деформації та руйнування елементів кріплення; руйнування та пошкодження вентиляційних пристроїв; руйнування водяних (сланцевих) заслонів; розривів і ушкоджень вентиляційних, дегазаційних і протипожежних трубопроводів, електричних кабелів, шлангів; зміни місць розташування та пошкодження машин, механізмів, гірничого устаткування, рухомого складу рудничного транспорту, характер травмування гірників. При оцінці теплового впливу вибуху розглядаються: спечений вугільний пил, що знаходиться на елементах кріплення, машинах, механізмах, обладнанні зі сторони епіцентру вибуху; зміни кольору металевих конструкцій; розплавлені й деформовані ізоляції проводів або кабелю, залишки поліетилену; оплавлені кінці конвеєрної стрічки і вентиляційних труб; обгорілі поверхні дерев'яних конструкцій тощо. При огляді дається оцінка динамічного та теплового впливу вибуху на розміщене в гірничих виробках гірничошахтне обладнання, вентиляційні пристрої та кріплення виробки з урахуванням наступних зон розвитку вибуху:

I зона – зона займання. У цій зоні відбувається займання вибухонебезпечної суміші, зростання швидкості горіння і формування ударної хвилі на границі зони. При точковому джерелу займання і порівняно рівномірної концентрації метану в зоні загазування виробки, довжина зони становить близько 10-20 діаметрів виробки. При запаленні шарових скупчень метану в куполах виробок довжина зони займання в кілька разів перевищує зазначені межі;

II зона – зона розвиненого вибухового горіння. Слідує за I зоною і становить до 20 % довжини ділянки виробки, загазованої метаном до вибухонебезпечної концентрації;

III зона – зона викидів полум'я. Утворюється в результаті розльоту високотемпературних продуктів горіння. При вибуху газопилової суміші довжина зони може становити від 2 до 4 довжин загазованої ділянки виробки;

IV зона – зона поширення повітряної ударної хвилі. Довжина зони, на якій ударна хвиля зберігає вражаючу дію, залежить від обсягу вихідної газопилової суміші і ряду інших чинників;

V зона – зона поширення продуктів горіння. Ознаки, що дозволяють визначити ділянку гірничої виробки, на якій сталося займання метано-пило-повітряної суміші: на відстані до 10-20 еквівалентних діаметрів виробки від місця займання метано-пило-повітряної суміші поверхня металевих конструкцій змінює колір, обгорає деревина, значно або повністю згорають папір, тканини та поліетилен; на відстані 30-60 еквівалентних

діаметрів виробки від місця займання метано-пило-повітряної суміші поверхня легко займистих предметів вигорає повністю тільки на стороні, зверненій до джерела, а на протилежній – до 50 % поверхні залишається неушкодженою; на відстані більше 65 еквівалентних діаметрів виробки від місця займання метано-пило-повітряної суміші та в зоні викиду полум'я на поверхні легкозаймистих предметів спостерігаються незначні сліди впливу високої температури; найбільш повне згоряння предметів відбувається у виробках, в яких концентрація метану в газоповітряній суміші на момент її займання дорівнює верхній межі вибуховості. При концентрації метану в газоповітряній суміші вище верхньої межі вибуховості після вибуху на кріпленні та на обладнанні залишаються частки незгорілої речовини (кіптява) [2, 11].

При дослідженні аналізується одержання травм потерпілими гірниками – характер і тяжкість вибухових травм (механічних, хімічних та термічних), що дає змогу оцінити температуру і тиск у фронті ударної повітряної хвилі, відстань до епіцентру, речовини (метан або вугільний пил), що прийняли участь у вибуху НС [12].

Члени спеціальної комісії провадять необхідну фіксацію предметів на місці НС і геометричні виміри, необхідні для подальшого складання графічної схеми (ескізу). Члени комісії повинні оглянути спеціальний одяг потерпілих. У спеціальному одязі потерпілих можуть знаходитися різні важливі документи (наряди-путівки, схеми, робочі нотатки тощо), інструменти та речі, які можуть свідчити про характер роботи яку вони виконували.

Опитування постраждалих і свідків аварії спеціальною комісією проводиться з метою отримання інформації про: стан вентиляційних споруд; стан вентиляційних трубопроводів у тупикових виробках; місця установки ВМП; причини і тривалості зупинки ВМП; випадки роботи ВМП на рециркуляцію; наявність та справність апаратури контролю витрат повітря, її перевірки; ступень запилення гірничих виробок; заходи боротьби з пилоутворенням і вибухами вугільного пилу на аварійній дільниці; випадки припинення гірничих робіт через запиленість виробок і через незадовільний технічний стан засобів локалізації вибухів; роботу системи аерогазового контролю в шахті і на аварійній дільниці; перевірку складу рудничного повітря на аварійній дільниці; роботи, що проводилися на електроустановках і електрообладнанні до аварії; стан реле витоку на електрообладнанні і про час його останньої перевірки; стан мережевого освітлення до і після НС; склад ремонтних бригад і наявність у них інструменту для виконання ремонтних робіт; розміщення в гірничих виробках аварійної дільниці засобів пожежогасіння, попереджувальних плакатів і знаків безпеки; стан електроустаткування і кабелів на аварійній дільниці перед НС; стан протипожежного, дегазаційного трубопроводів і трубопроводу стисненого повітря; події, що передували НС, і можливі джерела займання газопилової суміші; час проведення вибухових робіт; тип вибухових матеріалів і засобів підривання; стан вибухових магістральних кабелів; кількість отриманих і використаних вибухових матеріалів, ампул гідрозабійки і поліетиленових судин; відповідність фактично пробурених шпурів паспорту буропідричних робіт; наявність та застосування ізолюючих затискачів;

відстань від вибою до місця знаходження підричника при виробництві підривання; особу, відповідальну за ведення буропідривних робіт; концентрацію метану в забої перед висаджуванням; виконання заходів щодо пиловихухозахисту тощо.

За результатами спеціального розслідування формуються Матеріали спеціального розслідування НС: копії актів за формою Н-1 або П-4 на кожного потерпілого окремо; протокол огляду місця події; ескіз місця НС; план, схема, ескіз, фотознімки, відеозйомка місця НС, пошкодженого об'єкта, машин, механізмів, устаткування тощо; приписи посадових осіб органів державного та відомчого гірничого нагляду; висновки експертиз (науково-технічної, гірничотехнічної, трасологічної, нафтохімічної, пожежно-технічної тощо); медичний висновок про заподіяну смерть чи характер травм потерпілих, а також про наявність у їх організмах алкоголю або наркотичних речовин; протоколи опитувань і пояснювальні записки потерпілих, свідків та інших осіб, причетних до події; копії документів про проходження потерпілими навчання та інструктажів з охорони праці; витяги з Положення системи управління виробництвом та охороною праці та з Положення про нарядну систему підприємства; накази, що стосуються питань охорони праці адміністрації підприємства; витяги з посадових інструкцій причетних до події осіб; витяги з інструкцій з охорони праці робітників; витяги із законодавчих та інших НПА про охорону праці, вимоги яких були порушені; результати лабораторних досліджень і випробувань, технічних розрахунків та інших робіт; технологічний паспорт (проект) проведення гірничих робіт; інструкції з експлуатації машин, механізмів, устаткування та їх технічні характеристики; технічні паспорти, технічні умови та перелік оснащення, безпосередньо задіяного у процесі видобутку вугілля; матеріали, що містять дані про технічний стан машин, механізмів, устаткування які мають безпосереднє відношення до процесу проведення гірничих робіт і досліджуваної НС (акти випробувань, технічних оглядів тощо); документи, що містять дані про професійну підготовленість осіб, які виконують гірничі роботи або керують гірничими машинами; книги нарядів шахти та аварійної дільниці; наряди-путівки гірничих майстрів; журнали інструктажів з техніки безпеки гірників дільниці, огляду машин, механізмів, устаткування, замірів різних параметрів, перевірок, приписів гірничотехнічної інспекції Держпраці та працівників гірничорятувальних частин; таблиці виходів на роботу працівників аварійної дільниці; геологічні прогнози щодо умов вуглевидобутку та характеристики пластів тощо [9].

Спеціальна та експертна комісії у своїй роботі використовують методи і способи досліджень вугільної промисловості. Але іноді виникають обставини, що традиційні знання не дозволяють встановити достовірні обставини і причини подій у гірничій промисловості, причинно-наслідкові зв'язки між невідповідностями дій конкретних осіб стосовно вимог НПА з охорони праці та безпечного ведення гірничих робіт, технічним станом обладнання, виробок і інших об'єктів, неадекватними діями працівників та іншими факторами і наслідками в результаті цього. Тому виникає необхідність у використанні методів і способів криміналістичних досліджень.

Нижче наведемо приклади комплексних гірничотехнічних та криміналістичних досліджень [10].

Приклад 1. На шахті імені «XIX партз'їзду» ГХК «Луганськвугілля» відбувся вибух метаноповітряної суміші, при якому загинуло 24 шахтаря.

Напередодні виробничі ділянки, на якій відбулася аварія, була обстежена працівниками профілактичної служби Державної воєнізованої гірничорятувальної служби (далі – ДВГРС). За результатами обстеження ними було прийняте рішення про неможливість ведення гірничих робіт через незадовільний стан провітрювання, можливі загазування гірничих виробок і вибух.

Було прийняте рішення про тимчасове припинення виконання всіх очисних і прохідницьких робіт, про яке письмово був сповіщений під розписку головний інженер шахти К. Однак він проігнорував заборону, роботи з виїмки вугілля і проходження гірничих виробок продовжувалися.

Наступного дня, при видобутку вугілля, відбулося загазування гірничих виробок метаноповітряною сумішшю і стався вибух.

Перед експертами слідчим було поставлене питання: «Яка причина масової загибелі людей при аварії?».

З огляду на складність виробничої ситуації, у якій відбулася аварія, для виконання досліджень була створена комісія, склад якої був погоджений із слідством. До складу комісії ввійшли не тільки судові гірничотехнічні експерти, але й провідні вчені гірничої науки, яким неодноразово приходилося вирішувати аналогічні теоретичні та виробничі задачі.

Використовуючи свої знання гірничої справи в сполученні з досвідом практичної роботи, експерти побудували модель дослідження, що ґрунтувалася на наступному положенні: «Для настання події нещасного випадку необхідно, щоб у місці події одночасно були присутні людина (група людей) і вражаючий фактор».

У даній виробничій ситуації, коли ще не був виконаний необхідний обсяг робіт з недопущення загазування гірничих виробок метаноповітряною сумішшю, імовірність виникнення вражаючого фактора у виді вибуху метаноповітряної суміші була висока. Однак при відсутності в цьому місці людей їхня масова загибель була неможлива, навіть при вибуху. У місці події люди знаходилися за рішенням головного інженера К. для ведення робіт з видобутку вугілля, незважаючи на заборону працівників профілактичної служби Державної воєнізованої гірничорятувальної служби.

Таким чином, за умови виконання головним інженером К. розпорядження про заборону ведення робіт з видобутку вугілля і перебуванню людей у небезпечній зоні, наслідків у виді масової загибелі шахтарів не наступило б, навіть, у випадку виникнення вибуху. На підставі цього дослідження комісія експертів дійшла висновку про наявність причинного зв'язку масової загибелі людей у цій аварії з діями головного інженера К., що виразилися в невиконанні розпорядження працівників ДВГРС.

Приклад 2. У 31-му західному штреку пласта K_8^H горизонту 664 м шахти імені М. П. Баракова стався вибух вугільного пилу. Продуктами вибуху смертельно травмувало 80 шахтарів. Вибух стався під час застосування у

гірничих виробках гасоріза. Перед експертами було поставлено понад 40 питань, для відповіді на які була проведена комісійна гірничотехнічна, трасологічна, нафтохімічна і пожежно-технічна експертизи.

Експертами було проведено трасологічне дослідження фрагментів редуктора кисневого балона, рукавів подачі кисню і гасу. Результати проведених досліджень вказали на те, що руйнування редуктора відбулося в результаті вибуху зсередини назовні, тобто одномоментного руйнівного впливу і який піддавався деякий час впливу температури близько 1400 °С.

Хімічне дослідження фрагментів редуктора кисневого балона дозволило зробити висновок про те, що на них є сліди зміненого світлого нафтопродукту (бензину, гасу або дизельного палива).

Аналізуючи в сукупності результати проведених трасологічних і хімічних досліджень, був зроблений висновок про те, що руйнування кришки редуктора кисневого балона на фрагменти відбулося в результаті вибуху зсередини назовні (миттєвого руйнування) суміші кисню з речовиною, що є світлим нафтопродуктом.

Оскільки температура займання суміші вугільного пилу з повітрям складає 700-800° С експерти прийшли до висновків про те, що займання пилоповітряної суміші, що знаходилася в підвішеному стані в 31-му західному штреку пласта k_5^H горизонту 664 м, було пов'язано з наявністю джерел запалювання, що утворилися у результаті одномоментного вибуху суміші кисню зі світлим нафтопродуктом у внутрішньому обсязі його кришки (іскри, частинки розплавленого металу, нагріті до температури не менше 1400° С, а також нагріті до високої температури продукти вибуху).

Використовуючи стандартну методику розрахунку «Параметрів повітряних ударних хвиль та безпечних відстаней при вибухах газів та пилу у гірничих виробках» [13] був встановлений тиск ударної повітряної хвилі (0,22 МПа) при вибуху метано-повітряної суміші та вугільного пилу.

Аналіз стану зруйнованих у результаті вибуху елементів конвеєрів, кріплення, перемичок, перекидання та деформації частин і деталей машин та механізмів у виробках аварійної ділянки дозволив встановити тиск у фронті повітряної ударної хвилі, який у 10 разів перевищував розрахунковий і становив більше 2,2 МПа [14].

Був зроблений висновок, що в даній ситуації стався вибух суміші вугільного пилу і кисню, що й збільшило значення показників вражаючих факторів у 10 разів. Висновки даного дослідження комісійної криміналістичної експертизи не співпали з висновками комісії зі спеціального розслідування НС.

Таким чином, характерними особливостями розслідування вибухів є те, що висновки про достовірні обставини, причини та наслідки НС часто можна зробити у разі спільного застосування класичних гірничотехнічних і криміналістичних методик та способів. Спільні висновки гірничотехнічної та інших видів криміналістичних експертиз (трасологічної, нафтохімічної, пожежно-технічної тощо) при дослідженні вибухів дозволяють визначити технічний стан виробок, машин, механізмів та устаткування, встановити достовірні обставини, причини і наслідки НС, причинно-наслідкові зв'язки між діями конкретних осіб та вимогами НПА з охорони праці.

Висновки. Характерними особливостями досліджень вибухів є те, що висновки про достовірні обставини, причини та наслідки НС часто можна зробити у разі спільного застосування класичних гірничотехнічних, криміналістичних і інших експертних методик. Спільні висновки гірничотехнічної та інших видів експертиз (трасологічних, нафтохімічних, пожежно-технічних тощо) при дослідженні вибухів дозволяють: визначити технічний стан виробок, машин, механізмів та устаткування; встановити достовірні обставини, причини і наслідки НС; розглянути причинно-наслідкові зв'язки між діями конкретних осіб та вимогами НПА з охорони праці.

Перелік посилань

1. Долженков А. Ф., Негрей Т. А. Анализ основных направлений создания безопасных условий труда подземных рабочих угольных шахт. *Вісті Донецького гірничого інституту*: всеукр. наук.-техн. журнал. 2015. Вип. № 1 (36)-2 (37). С. 123-129.
2. Лебецки К. А., Романченко С. Б. Пылевая взрывоопасность горного производства. Москва, 2012. 464 с.
3. Конопелько Є. І. Діяльність гірничорятувальної служби в сучасній Україні. Покровськ: ДВНЗ «ДОНТУ», 2019. Вип. № 1 (44). С. 79-86.
4. Кашуба О. І., Левкин Н. Б., Спиридонов Е. А., Ковчужный М. С. Анализ причин травматизма на шахтах Украины. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. Серія «Гірництво». 2008. № 17. С. 172-177.
5. Santosh Kumar Ray, Niroj Kumar Mohalik, Asfar Mobin Khan, Debashish Mishra, Nikhil Kumar Varma, Jai Krishna Pandey, Pradeep Kumar Singh. CFD modeling to study the effect of particle size on dispersion in 20l explosion chamber: An overview. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2020. Volume 30, Issue 3, P. 321-327. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2020.04.005>.
6. Mohammed Jabbar Ajrashb Jafar Zanganeh, Behdad Moghtaderi. Effects of ignition energy on fire and explosion characteristics of dilute hybrid fuel in ventilation air methane. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2016. Volume 40. P. 207-

References

1. Dolzhenkov, A. F., Negrey, T. A. (2015). Study of work safety of underground workers coal mines. *News of the Donetsk Mining Institute: all-Ukrainian scientific and technical magazine*. No. 1 (36)-2 (37). P. 123-129. (in Russian).
2. Lebetzky, K. A., Romanchenko S. B. (2012). Dust explosion hazard of mining. Moscow. 464 p. (in Russian).
3. Konopelko, Ye. I. (2019). The activity of mining rescue service in modern Ukraine. Issue 1 (44). Pokrovsk. P. 79-86. (in Ukrainian).
4. Kashuba, O. I., Levkyn, N. B., Spiridonov, E. A., Kovchuzhnyi, M. S. (2008). Analysis of the causes of injuries in the mines of Ukraine. *Bulletin of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"*. Mining series. No. 17. P. 172-177. (in Ukrainian).
5. Santosh Kumar Ray, Niroj Kumar Mohalik, Asfar Mobin Khan, Debashish Mishra, Nikhil Kumar Varma, Jai Krishna Pandey, Pradeep Kumar Singh (2020). CFD modeling to study the effect of particle size on dispersion in 20l explosion chamber: An overview. *International Journal of Mining Science and Technology*. Volume 30. Issue 3. P. 321-327. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2020.04.005>. (in English).
6. Mohammed Jabbar Ajrashb Jafar Zanganeh, Behdad Moghtaderi (2016). Effects of ignition energy on fire and explosion characteristics of dilute hybrid fuel in ventilation air methane. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. Volume 40. P. 207-216.

216. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2015.12.014301> / 5000.
7. Зав'ялова О. Л., Костенко В. К. Механізм розвитку вибухів вугільного пилу в мережі гірничих виробок шахт. *Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць / ІГТМ ім. М. С. Полякова НАН України*. Дніпро, 2017. Вип. 135. С. 52-63.
8. Костенко В. К., Зав'ялова Е. Л., Костенко Т. В., Майборода А. А. Взрывы аэровзвесей при разработке метанообильных угольных пластов. *Пожарная безопасность*. 2015. № 26. С. 86-96.
9. Порядок розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві: затв. постановою Кабінету Міністрів України від 17.04.2019 № 337. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/337-2019-%D0%BF>.
10. Крупка Я. А., Зав'ялова О. Л., Костенко Т. В., Крالیук М. О., Яковлева Є. О. Вибухи газопилових сумішей у гірничих виробках вугільних шахт: досудове розслідування. *Сучасні аспекти науки: монографія*. Київ; Братислава, 2021. Т. VI. 178 с.
11. Брюханов А. М. и др. Расследование и предотвращение аварий на угольных шахтах. Донецк, 2004. Ч. 1. 548 с.
12. Вибухова травма. URL: http://stud.com.ua/29908/meditsina/vibuhova_travma.
13. СОУ-Н 10.1.00174102.012:2010. Параметри повітряних ударних хвиль та безпечних відстаней при вибухах газів та пилу у гірничих виробках. *Методика розрахунку / Мінвуглепром України*. Київ, 2011. 46 с.
14. Петрухин П. М., Нецепляев М. И., Качан В. Н., Сергеев В. С. Предупреждение взрывов пыли в угольных и сланцевых шахтах. Москва, 1974, 304 с.
- <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2015.12.014301> / 5000. (in English).
7. Zavalova, O. L., Kostenko, V. K. (2017). Mechanism of development of coal dust explosions in the mine workings. *Geotechnical mechanics*. No 135. P. 125-136. (in Ukrainian).
8. Kostenko, V. K., Zavalova, E. L., Kostenko, T. V., Mayboroda, A. A. (2015). Explosions of air suspensions during the development of methane-rich coal seams. *Fire Security*. No. 26. P. 86-96. (in Russian).
9. Procedure for investigation and accounting of accidents, occupational diseases, and accidents at work: approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine as of April 17, 2019. No. 337 Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/go/337-2019-%D0%BF>. (in Ukrainian).
10. Krupka, Ya. A., Zavalova, O. L., Kostenko, T. V., Kraliuk, M. O., Yakovlieva, Ye. O. (2021). Explosions of gas-dust mixtures in mine workings of coal mines: pre-trial investigation. *Modern aspects of science: monograph*. Kyiv; Bratislava. 178 p. (in Ukrainian).
11. Briukhanov, A. M. et al. (2004). Investigation and prevention of accidents at coal mines. Part 10. Donetsk. 548 p. (in Russian).
12. Explosive injury. Retrieved from: http://stud.com.ua/29908/meditsina/vibuhova_travma. (in Ukrainian).
13. СОУ-Н 10.1.00174102.012:2010 (2011). Parameters of air shock waves and safe distances during gas and dust explosions in the mine workings. Method of calculation. Kyiv. 46 p. (in Ukrainian).
14. Petrukhin, P. M., Netsepliaev, M. I., Kachan, V. N., Sergeev, V. S. (1974). Prevention of dust explosions in coal and shale mines. Moscow. 304 p. (in Russian).

THE USE OF SPECIAL KNOWLEDGE IN THE INVESTIGATION OF EXPLOSIONS OF GAS AND DUST MIXTURES IN COAL MINES

Ya. Krupka
O. Zavalova
V. Kostenko
T. Kostenko

The article is devoted to the generalization of approaches to conducting forensic mining examinations in the investigation of explosions of gas-dust mixtures in coal mines. The practical significance of the obtained results is the use of special practical knowledge of mining and other types of forensic examinations (trasological, petrochemical, fire-technical, etc.) in the investigation of explosions of gas-dust mixtures in coal mines, which will ensure rapid, complete, and safe investigation.

A characteristic feature of explosion studies is that conclusions about reliable circumstances, causes and consequences of emergency situations can often be made with the combined use of classical mining, forensic and other expert techniques. General conclusions of mining engineering and other types of expertise (trasological, petrochemical, fire-technical, etc.) in the study of explosions make it possible to: determine the technical condition of workings, machines, mechanisms and equipment; establish reliable circumstances, causes and consequences of emergency situations; consider causal relationships between the actions of specific individuals and the requirements of regulatory legal acts on labor protection.

Key words: coal mine, accident, gas-dust mixture explosion, high-temperature flame front, toxic and harmful combustion products, emergency, investigation, air wave.

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2022.67.52>
УДК 343.98

Ігор Вікторович Стельмашов
провідний судовий експерт
Житомирського відділення

E-mail: ihor.stelmashov@kndise.gov.ua

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

ОСОБЛИВОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОЖЕЖНО-ТЕХНІЧНОГО ТА ІНЖЕНЕРНО-МЕХАНІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ОБСТАВИН ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ НА АВТОТРАКТОРНІЙ ТЕХНІЦІ, ОБЛАДНАНІЙ ДИЗЕЛЬНИМИ ДВИГУНАМИ ВНУТРІШЬОГО ЗГОРАННЯ ІЗ СИСТЕМОЮ ВПРИСКУ COMMON RAIL

В експертній практиці дослідження пожеж все частіше виникає необхідність виконання судових комплексних пожежно-технічних та інженерно-механічних експертиз. Особливої актуальності набуває ця потреба на фоні