

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Черкаський інститут пожежної безпеки
імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України

Матеріали XIII Міжнародної
науково-практичної конференції
«ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ
ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ»

26 квітня 2022 року

Черкаси – 2022

У відповідності з положеннями «ДК 019:2010 Класифікатор надзвичайних ситуацій» та у залежності від характеру походження подій, що можуть зумовити виникнення надзвичайних ситуацій на території України визначають такі види надзвичайних ситуацій:

- техногенного характеру;
- природного характеру;
- соціального характеру;
- воєнного характеру.

На відміну від інших типів НС, надзвичайна ситуація техногенного характеру пов'язують з порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті унаслідок транспортної аварії (катастрофи), пожежі, вибуху, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних хімічних, радіоактивних і біологічно небезпечних речовин, раптового руйнування споруд; аварії в електроенергетичних системах, системах життєзабезпечення, системах телекомунікацій, на очисних спорудах, у системах нафтогазового промислового комплексу, гідродинамічних аварій тощо.

Для функціонування системи моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій, проведення моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій на державному рівні визначено порядок та правила проектування та функціонування автоматизованої система раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення у разі їх виникнення [1] (стаття 53 Кодексу цивільного захисту України).

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України (постанова Верховної Ради України від 02.10.2012 року (№5403-VI) і набрав чинності з 1 липня 2013 року)
2. Закон України від 18.01.2001 № 2245-III Про об'єкти підвищеної небезпеки: затв. і введ. в дію Постановою Верховна Рада України;
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 09.01.2014 № 11 «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту».
4. Постанова КМУ № 37-р від 22.01.2014 Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру

УДК [614.895.5.621.5]:622-051

ОЦІНКА ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЛІТІЙ-ІОННОГО ЕЛЕМЕНТА ЖИВЛЕННЯ ПІД ЧАС ЙОГО МЕХАНІЧНОГО ПОШКОДЖЕННЯ

*Віталій ПОСПОЛІТАК, Олександр ЛАЗАРЕНКО, канд. техн. наук, доцент,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

З кожним роком зростає зацікавленість людей до альтернативних джерел енергії та способів їх отримання і зберігання. Найпоширенішим і широко доступним джерелом постійної енергії на сьогоднішній день є літій-іонні елементи живлення (ЛЕЖ), які здатні задовольнити потреби людей і широко використовуються в електроавтомобілях, самокатах та в різних цифрових і мультимедійних засобах.

Численні дослідження показали, що ЛЕЖ, особливо великої ємності, є надзвичайно пожежонебезпечним елементом. Який при неправильному поводженні може стати потужним джерелом займання та сприяти поширенню

вогню в транспортному засобі, електронних пристроях або в місцях їхнього збереження та обслуговування. Загалом, механічні випробування ЛІЕЖ є методом який широко використовується для оцінки їх критичних показників. Об'єднуючим фактом є те, що майже всі нормативні акти в цій галузі визначають наступний перелік випробувань: механічні (стискання, деформація корпусу, пробиття гострим предметом) електричні, хімічні та екологічні випробування (вплив води, температура навколишнього середовища тощо).

Об'єктом для подальших досліджень був обраний найпоширеніший на сьогодні формат ЛІЕЖ – 18650 (Panasonic NCR18650B), основним компонентом якого є оксид літію-нікелю ($\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$).

Оскільки за попередніми дослідженнями неодноразово підтверджувалося, що найбільш пожежонебезпечними є ЛІЕЖ, які мають заряд більше 50%, для дослідження відбиралися акумулятори з зарядом 100% і напругою 4,2 вольт. Таким чином ЛІЕЖ, що приймали участь в горінні повністю відповідали заявленим заводським параметрам на момент проведення експерименту.

Механічне пошкодження ЛІЕЖ здійснювалося цвяхом довжиною 100 мм і діаметром 3 мм, прикладена сила становила близько 5 кН, тривалість проникнення 0,01 секунди. Згідно з аналізом літературних джерел, проколуювання ЛІЕЖ здійснювалося в центральній його частині.

Експериментальні дослідження показали, що максимальна температура на корпусі ЛІЕЖ під час горіння досягала 715°C , а мінімальна – 587°C . Після пошкодження ЛІЕЖ відбувалося миттєве виділення тепла та інтенсивне іскроутворення протягом 2-4 секунд, після чого відбувалося відкрите горіння з спалахами полум'я протягом 56-60 секунд. Під час горіння корпус ЛІЕЖ набував яскравого жовто-гарячого кольору, що є незаперечним доказом наявності високої температури. Після завершення горіння тривалість охолодження корпусу ЛІЕЖ до температури 50°C становила від 15 до 20 хвилин, середнє значення – 17 хвилин. Після завершення процесу горіння корпус ЛІЕЖ залишався непошкодженим, за винятком отвору, що утворився після пробиття.

Встановлено, що максимальна температура приповерхневого шару (на відстані 5 мм від корпусу ЛІЕЖ), становила 647°C , а середня максимальна – 587°C . Зниження температури приповерхневого шару до 50°C відбулося за 13 хв. Аналіз результатів втрати ваги ЛІЕЖ показав, що втрата ваги після згорання становить приблизно 53-56% від його початкової ваги з урахуванням похибки дослідження. Таким чином, в цілому можна стверджувати, що ЛІЕЖ втрачає близько 53% від початкової ваги після повного згорання після точкового пошкодження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Lazarenko O., Loik V., Shtain B., Riegert D. (2018) Research on the Fire Hazards of Cells in Electric Car Batteries. ВІТР. 52. (44): 58-67. <https://doi.org/10.12845/bitp.52.4.2018.7>
2. Лазаренко О.В., Синельніков О.Д., Биков І.М., Кусковець А.С Пожежогасіння та проведення інших невідкладних робіт в електрокарах. Пожежна безпека : зб. наук. праць. – Львів : ЛДУ БЖД, 2019. – №34. – С. 54-58. <https://doi.org/10.32447/10.32447/20786662.34.2019.09>
3. Mohamad Syazarudin Bin Md Said (2018) Experimental Study and Numerical Modelling of Lithium-ion Battery Thermal Runaway Behaviour, A thesis submitted to the Department of Chemical and Biological Engineering, The University of Sheffield, for the Degree of Doctor of Philosophy (PhD), 253 p.
4. Xuan Liu, (2016) Comprehensive calorimetry and modelling of the thermally-induced failure of a lithium ion battery. 145 p. <https://doi.org/10.13016/M2B875>

5. Ping Ping, QingSong Wang, PeiFeng Huang, Ke Li, JinHua Sun, DePeng Kong, ChunHua Chen (2015) Study of the fire behavior of high-energy lithium-ion batteries with full-scale burning test. Journal of Power Sources 285: 80-89. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2015.03.035>.
6. Joshua Lamb, Christopher J. Orendorff (2014) Evaluation of mechanical abuse techniques in lithium ion batteries. Journal of Power Sources 247: 189-196 p. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2013.08.066>.
7. Binbin Mao, Haodong Chen, Zhixian Cui, Tangqin Wu, Qingsong Wang (2018) Failure mechanism of the lithium ion battery during nail penetration. International Journal of Heat and Mass Transfer V. 122: 1103-1115 <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.02.036>
8. Y. Fernandes, A. Bry, S. de Persis (2018) Identification and quantification of gases emitted during abuse tests by overcharge of a commercial Li-ion battery. Journal of Power Sources Volume 389, 15: 106-119 <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2018.03.034>
9. V. Ruiza, A. Pfranga, A. Kristona, N. Omarb, P. Van den Bosscheb, L. Boon-Bretta (2018) A review of international abuse testing standards and regulations for lithium ion batteries in electric and hybrid electric vehicles. Renewable and Sustainable
10. A. G. Yakushev, T. Yu. Bokov, (2018) Study of rapid goal-directed force upper limb movement, Fundamental and Applied Mathematics, vol. 22 (2): 237-249. <http://www.mathnet.ru/links/022686c34b680f13e846adec8e957025/fpm1800.pdf>

УДК 614.842

ХАРАКТЕРИСТИКА РУЙНІВНОГО ВПЛИВУ АВАРІЙ НА ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

*Вікторія РИЖОВА, Лариса ХАТКОВА, канд. пед. наук, доцент,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобіля*

Аварії на хіміко-технологічних об'єктах можуть відрізнятися не тільки за масштабами руйнівного впливу, а й за сценаріями їх розвитку. Це, в першу чергу, залежить від: а) фізико-хімічних і пожежонебезпечних властивостей речовин, що застосовуються в технологічних процесах на цих об'єктах; б) кількості речовини, що обертається в технологічному процесі; в) режиму обробки енергоємних середовищ (т, р, швидкості матеріальних потоків і т. д.).

В даному контексті під речовинами розуміються хімічно небезпечні речовини (ХНР) та ряд з'єднань, які мають руйнівний вплив на навколишнє середовище. При їх розпиленні або попаданні, наприклад, в повітря або воду можуть виникнути наслідки, пов'язані з погіршенням стану здоров'я або ризиком летального результату. Для визначення характерних факторів безпеки на хіміко-технологічних об'єктах (ХТО) можливе використання умовної (можливої) моделі виникнення і розвитку аварії.

Аналіз наслідків великомасштабних аварій на ХТО, свідчить, що початкова стадія аварії обмежується одним елементом або групою елементів об'єкта, призначених для проведення однієї операції, локальною ділянкою трубопроводу і т. ін. (тобто, так званий технологічний блок). Причиною ініціювання аварії найчастішим буває вихід параметрів технологічного процесу з регламентованих меж (некероване підвищення температури, тиску, погіршення складу

<i>Віталій НУЯНЗІН, Сергій ВЕДУЛА, Олександр АНДРУЩЕНКО, Олександр АНДРОЩУК</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕГАСНОЇ ЗДАТНОСТІ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	163
<i>Віталій НУЯНЗІН, Сергій ВЕДУЛА, Олексій ЄРЬОМА, Олександр АНДРОЩУК, Lukasz ZUBEK</i>	
РОЗРАХУНОК ЗОН З НИЖНЬОЮ ТА ВЕРХНЬОЮ КОНЦЕНТРАЦІЙНИМИ МЕЖАМИ ПОШИРЕННЯ ПОЛУМ'Я ПРИ АВАРІЯХ НА ПРАТ «АЗОТ»	165
<i>Олександр НУЯНЗІН, Микола КРИШТАЛЬ, Андрій ПРОКОПЕЦЬ</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ДОСТОВІРНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ ПРОГРІВАННЯ СТАЛЕВИХ СТЕРЖНІВ ІЗ МІНЕРАЛОВАТНИМ ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ	167
<i>Аліна ПЕРЕГІН, Олександр НУЯНЗІН, Тетяна ДІДЕНКО</i>	
ВЕРИФІКАЦІЯ ДАНИХ ОТРИМАНИХ ПІД ЧАС ЕКСПЕРИМЕНТІВ З НАГРІВАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СТІН	169
<i>Сергій ПОЗДЄЄВ, Микола ЗМАГА</i>	
АНАЛІЗ НОРМ РОЗРАХУНКОВИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК ІЗ ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ	170
<i>Сергій ПОЗДЄЄВ, Яна ЗМАГА, Ольга НЕКОРА, Микола ЗМАГА</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ КОНТУРІВ ЛІНІЇ ЗОНИ ОБВУГЛЮВАННЯ ПЕРЕРІЗУ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК	173
<i>Сергій ПОЗДЄЄВ, Валерія НЕКОРА, Максим УДОВЕНКО, Сергій ТРОШКІН, Станіслав СІДНЕЙ</i>	
ДОСІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ СТАЛЕВИХ БАЛОК З ГОФРИРОВАНИМИ СТІНКАМИ ПРИ ПОЖЕЖІ	175
<i>Сергій ПОЗДЄЄВ, Ольга НЕКОРА, Олександр НУЯНЗІН, Олена БОРСУК, Наталія ЗАЙКА</i>	
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ СТАЛЕВИХ БАЛОК ІЗ МІНЕРАЛОВАТНИМ ВОГНЕЗАХИСНИМ ПОКРИТТЯМ ПРИ НАГРІВАННІ	177
<i>Сергій ПОЗДЄЄВ, Світлана ФЕДЧЕНКО, Інна НЕДІЛЬКО, Наталія ЗАЙКА, Анастасія СІДНЕЙ</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ У СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТАХ ПРИ ПОЖЕЖІ	179
<i>Єлизавета ПОНОМАРЕНКО, Назарій КОЗЯР, Сергій ГОНЧАР, Тетяна ДІДЕНКО</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОГО ЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ СУМІШІ ГОРЮЧИХ ГАЗІВ ТА ПАРІВ У ПОВІТРІ.....	181
<i>Віталій ПОСПОЛІТАК, Олександр ЛАЗАРЕНКО</i>	
ОЦІНКА ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЛІТІЙ-ІОННОГО ЕЛЕМЕНТА ЖИВЛЕННЯ ПІД ЧАС ЙОГО МЕХАНІЧНОГО ПОШКОДЖЕННЯ.....	182
<i>Вікторія РИЖОВА, Лариса ХАТКОВА</i>	
ХАРАКТЕРИСТИКА РУЙНІВНОГО ВПЛИВУ АВАРІЙ НА ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ	184
<i>Ірина РУДЕШКО, Тетяна ТАБУНЩИКОВА, Анастасія БУКША</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ПРИ ВИБОРІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ БОМБОСХОВИЩ.....	186
<i>Ірина РУДЕШКО, Надія ШЕБАНОВА</i>	
ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ПРИ ВЛАШТУВАННІ БОМБОСХОВИЩ У ПІДВАЛЬНИХ ПРИМІЩЕННЯХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ.	187