

УДК 69.05.658.382

## ОРГАНІЗАЦІЯ АВАРІЙНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ ПІСЛЯ ВИБУХУ ГАЗУ НА ГРОМАДЯНСЬКИХ І ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ

<sup>1</sup>Крекнін К.А.<sup>1</sup>Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва і архітектури»

## ОРГАНИЗАЦИЯ АВАРИЙНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПОСЛЕ ВЗРЫВА ГАЗА НА ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

<sup>1</sup>Крекнин К.А.<sup>1</sup>Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»

## ORGANIZATION OF EMERGENCY-RESTORATION WORKS AFTER EXPLOSION OF GAS ON A CIVIL AND INDUSTRIAL OBJECTS

<sup>1</sup>Kreknin K.A.<sup>1</sup>State Higher Educational Institution «Pridneprovsk State Academy of Building and Architecture»

**Анотація. Мета.** Споруди та будівлі громадянського і промислового призначення можуть бути зруйновані або пошкоджені від дії техногенних катастроф, природних явищ, аварій та інших надзвичайних ситуацій (НС). Залежно від важкості пошкодження постає питання можливості відновлення функціонування споруди чи її остаточного руйнування і звільнення площі для нової забудови. Вибухи газу, будь-то природний газ із будівель громадянського призначення чи газу техногенного походження або промислового використання, викликають складну і вельми небезпечну надзвичайну ситуацію, ліквідація якої потребує залучення матеріальних і людських ресурсів та засобів. Обсяги ліквідації надзвичайної ситуації визначаються як характером і наслідками аварії, так і комплексом мір, які у часі і просторі визначають її ефективність. Основним трудомістким процесом під час ліквідації наслідків вибуху є ліквідація завалів прилеглих території і шляхів. Це і обумовило наукове завдання роботи, що полягає у вивченні особливостей виникнення аварійних зон, які підлягатимуть аварійно-відновлюваним роботам, розробці критеріїв ефективності вирішення цієї задачі. **Методи.** Візуальні спостереження, фотозйомка, аналітична обробка результатів досліджень. **Результати.** Визначено критерії ефективності та безпеки з розбирання руйнувань. На основі аналізу проведення робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, що пов'язані з руйнуванням будівель, споруд і транспортних мереж, та досліджень з цієї проблеми, запропоновано показники та вимоги, за якими слід оцінювати ефективність та безпеку процесів розбирання руйнувань будівель та використання засобів механізації. Одержано залежності, які дозволяють прогнозувати характер утворення уламків у завалах на прилеглих територіях. **Наукова новизна.** Запропонований підхід до оцінки трудомісткості аварійно-відновлювальних робіт пропонується вперше у вітчизняній практиці. **Практична значимість.** Отримані результати сприятимуть більш ефективній організації аварійно-відновлювальних робіт і підвищенню якості ліквідації надзвичайної ситуації.

**Ключові слова:** надзвичайна ситуація, вибухи газу, руйнування, аварійно-відновлювальні роботи.

Споруди та будівлі громадянського і промислового призначення можуть бути зруйновані або пошкоджені від дії техногенних катастроф, природних явищ, аварій та інших надзвичайних ситуацій (НС). Залежно від важкості пошкодження постає питання можливості відновлення функціонування споруди чи її остаточного руйнування і звільнення площі для нової забудови.

Вибухи газу, будь-то природний газ із будівель громадянського призначення чи газу техногенного походження або промислового використання, викликають складну і вельми небезпечну НС, ліквідація якої потребує залучення матеріальних і людських ресурсів та засобів. Обсяги ліквідації НП визначаються як характером і наслідками аварії, так і комплексом мір, які у часі і просторі визначають її ефективність.

Схематично процес виникнення і ліквідації НС, пов'язаної з вибухом газу, можна представити наступним чином:

а) виникнення протікання і динаміка аварійної ситуації. Тут слід врахувати деякі обмеження, які спрощують уявлення про подію і сприятимуть організації аварійно-відновлюваних робіт (АВР). Перш за все, вибух має чітко обмежені часові межі: він протікає практично миттєво, тобто його вражаючі фактори діють протягом обмеженого часу і не впливають на проведення АВР. Тобто на момент їх початку зона порушення нормального стану об'єкту сформована і можна починати оцінку обсягу і саме проведення АВР (звичайно, якщо первинна подія не ускладнюється вторинними наслідками – вибухом додаткових обсягів газу, не задіяних на першому етапі НС, тощо);

б) час від виникнення і виявлення НС до початку АВР  $\tau_n$ . Розрахунок його, за умови непередбачених ускладнюючих обставин може здійснюватись за формулою

$$\tau_n = \tau_{\text{в.НС}} + \tau_{\text{оп}} + \tau_{\text{о.і.}} + \tau_{\text{н.р.}} + \tau_{\text{сл}},$$

де  $\tau_{\text{в.НС}}$  – час від виникнення (орієнтовно) до моменту виявлення НС, (згідно рекомендацій з визначенням евакуації і оповіщенням від 3 до 6 хв. [1]);  $\tau_{\text{оп}}$  – час оповіщення керівних служб (від 3 до 4 хв. [2]);  $\tau_{\text{о.і.}}$  – час опрацювання інформації (до 1 хв. [3]);  $\tau_{\text{з.е.з}}$  – час на прийняття рішень, застосування тих чи інших сил та засобів (3 хв. згідно наказу УМВС України № 325 від 01.07.1993 р.) та 1 хв. збирання особового складу підрозділу [3]);  $\tau_{\text{сл}}$  – час слідування до об'єкту НС (15 хв. Постанова Кабінету Міністрів Від 27.11.2013);

в) час ліквідації НС  $\tau_{\text{л.НС}}$ . У нашому випадку це – час ліквідації завалів, розбирання руйнувань, який можна прогнозувати з урахуванням складу аварії.

Таким чином, організацію аварійно-відновлюваних робіт (п. в) після вибуху газу можна умовно розділити на дві основних задачі:

а) виявлення параметрів руйнування об'єктів;

б) власне організація АВР згідно запропонованим критеріям оцінки ефективності та безпеки розбирання руйнувань та оцінка їх впливу на збільшення ризику подовження часу ліквідації НС.

Як показали проведені дослідження, характер руйнувань будівель визначається:

а) архітектурно-конструктивними рішеннями (серією) будівлі;

б) місцем розташування джерела техногенної події

в) потужністю вибуху та його напрямком.

На першому етапі досліджувалися вибухи газу побутового характеру. Виходячи з цього, джерелом вибуху була однотипна газова суміш однакового об'єму. Вибухи виникали у замкнутому приміщенні стандартного обсягу з обмежуючими поверхнями однакової міцності, і ударна хвиля розповсюджувалася в усіх напрямках. Тобто основним напрямком досліджень було вивчення і врахування обмежень а) та б).

До параметрів руйнувань об'єктів відноситься:

а) загальний обсяг  $K_p$  та об'єм  $V_p$  руйнувань будівлі;

б) об'єм  $V_{pz}$  завалів (сукупність уламків – будівельних елементів та їх частин відокремлених від будівлі);

в) структура завалів, яка характеризується фракційним складом уламків  $\kappa_i$ , об'ємною масою завалу  $\gamma_z$ , масою  $G_{pi}$  та об'ємом  $V_{yli}$  окремих уламків;

г) об'єм  $V_{p\delta}$  руйнувань будівлі (пошкоджені будівельні елементи та конструкції, що мають з'єднання з будівлею).

Характер руйнувань будівель визначається місцем розташування джерела техногенної події:

а) у нижній, середній або верхній частині будівлі;

б) у внутрішній частині будівлі, ближче до зовнішніх стін або на балконах та лоджах.

Параметри руйнувань об'єктів та утворення завалів, що обмежує доступ до об'єкта НС визначаються наступними критеріями:

1. Встановлено, що  $K_p$  та обсяг  $K_{pi}$  руйнувань окремих частин (секцій) будівлі, визначається, як відсоток  $V_p$  (або  $V_{pi}$ ) до об'єму будівельних елементів не пошкодженої будівлі  $V_{\delta}$ ,  $V_{\delta i}$  (які знаходяться в основному на прилеглих до будівлі територіях):

$$K_p = \frac{V_p}{V_{\delta}} \cdot 100\% ;$$

$$K_{pi} = \frac{V_{pi}}{V_{\delta i}} \cdot 100\%$$

2.  $V_p$  та  $V_{pi}$  визначаються, як сума об'єму завалів та об'єму руйнувань будівлі або окремих частин (секцій) будівлі:

$$V_p = V_{pz} + V_{p\delta} ;$$

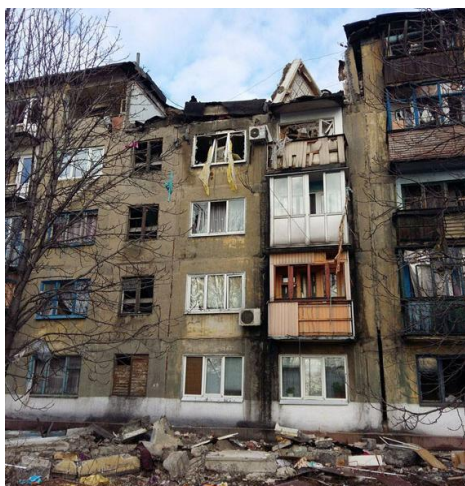
$$V_{pi} = V_{pz} + V_{p\delta i} ,$$

де  $V_{pz}$  - об'єм завалів;  $V_{p\delta}$ ,  $V_{p\delta i}$  – об'єм руйнувань відповідно будівлі та її окремої частини (секції).

3.  $V_{pz}$  визначається об'ємом руйнувань або розробленим методом термінованого визначення структури завалів.

4. Фракційний склад  $\kappa_i$  уламків завала визначався як розподіл обсягу уламків за  $V_{p\delta i}$  або за масою  $G_{pi}$ . Розподіл уламків за розмірами фракцій базується на дослідженнях [4, 5]. Цей параметр визначається також обстеженням руйнувань або розробленим методом термінованого визначення структури завалів. При проведенні досліджень на об'єктах НС був застосований метод обробки фотозйомки руйнувань об'єктів у м. Українськ та м. Миколаїв (рис. 1).

При дослідженні та аналізу обрушень житлових будинків в результаті вибуху газу (міста Дніпро, Луганськ, Харків, Миколаїв, Українськ (Донецької обл.)). було визначено відліт уламків конструкцій з урахуванням об'єму та маси (рис. 2. 3).



А



Б

а – м. Українськ; б, в - м. Миколаїв

Рисунок 1 - Руйнування об'єктів, які досліджувалися

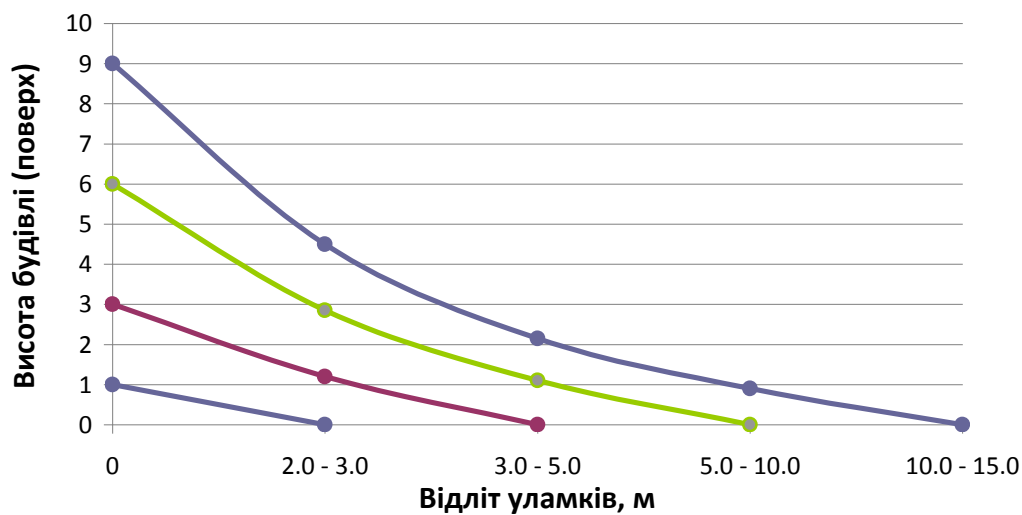


Рисунок 2 - Відліт уламків в залежності від поверху, на якому відбувся вибух

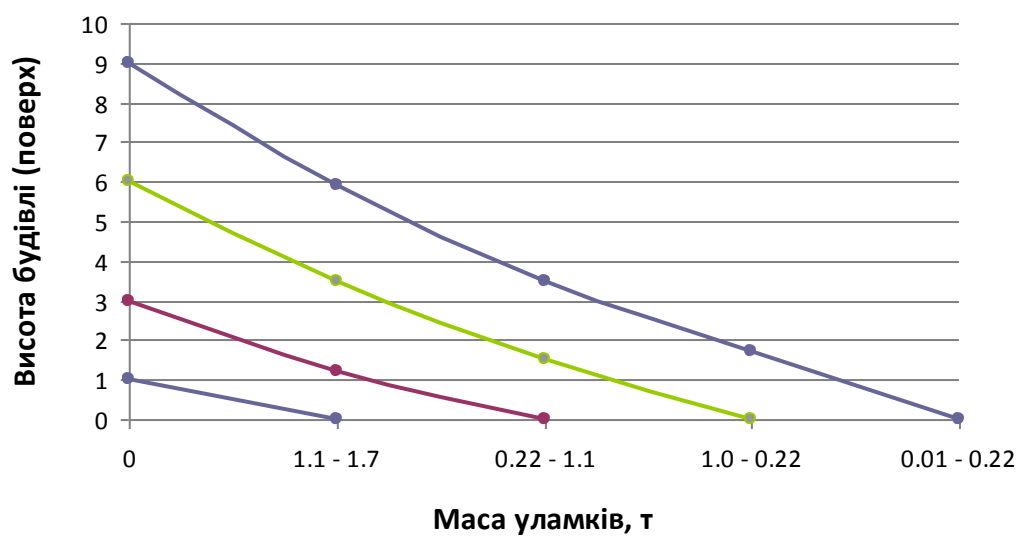


Рисунок 3 - Відліт по масі уламків в залежності від поверху, на якому відбувся вибух

Після обробки фотозображень руйнувань та визначення лінійних розмірів уламків, у відповідності із розробленими блок-схемою та програмою було розраховано фракційний склад завалів в залежності від типу будівлі – панельної або цегляної. Вхідними параметрами програми розрахунків були по два лінійні розміри  $L$ ,  $B$  кожного з виділених уламків. Дослідженнями встановлено, що значення третього розміру, товщини  $h$  уламків, відповідно до проектної документації на розглянуті об'єкти становить: для панельних будинків - 0,35 м (35% від загального обсягу уламків) та 0,14 м (65%); для цегляних будівель – 0,5 м (15%), 0,22 м (30%) та 0,13 м (55%).

Фотозйомка дозволила встановити, що при виникненні обрушення будівель і споруд значна частина зруйнованих будівельних конструкцій знаходиться на при об'єктній території та на дорогах, які прилигають до будівель. Тому однією з основних задач при веденні аварійно-рятувальних та ремонтно-відновлювальних робіт являється усунення завалів на дорогах та прилеглих територіях. Тому для забезпечення ефективності безпеки при розбиранні необхідно було дослідити варіанти ведення таких робіт з урахуванням розгортання необхідних машин та устаткування та визначення необхідних зон небезпеки.

На основі аналізу проведення робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, що пов'язані з руйнуванням будівель, споруд і транспортних мереж, та досліджень з цієї проблеми, запропоновано оцінювати ефективність та безпеку процесів розбирання руйнувань будівель та використання засобів механізації наступними показниками та вимогами до них:

а) при виконанні технологічних процесів розбирання руйнувань та при рятувальних роботах, коли головним параметром є час розбирання завалів для звільнення потерпілих:

1) тривалість  $T_p$  розбирання завалу повинна бути найменшою з урахуванням безпеки життєдіяльності потерпілих:

$$T_p = \sum T_i \rightarrow \min; T_p \leq T_\phi = 6...120 \text{ годин},$$

де  $T_i$  - тривалість виконання окремих процесів;  $T_\phi$  – чинник часу на розбирання тих частин завалу, де можливе знаходження потерпілих [6];

2) середня продуктивність  $\Pi$  виконання робіт з урахуванням особливостей завалу:

$$\Pi = \sum \left( \frac{V}{T_p} \right) \rightarrow \max ,$$

де  $V$  – об'єм розробленого завалу;

3) тривалість робочого циклу  $T_u$  засобів механізації:

$$T_u = \sum t_{onp.i} \rightarrow \min ,$$

де  $t_{onp.i}$  – тривалість окремих робочих операцій засобів механізації.

З урахуванням використання машин та обладнання згідно теорії надійності вірогідність безвідмовної роботи  $R_t$  будь-якої системи при виконанні технологічних операцій з розбирання завалу може змінюватися, а вірогідність відмови може бути визначена із умови [7].

$$F_{(t)} = 1 - R_{(t)}$$

Вірогідність відказу техніки призводить до збільшення ризику часу виконання робіт розбирання завалу та підвищує ризик травмування та загибелі людей в завалах.

Згідно аналізу положень теорії надійності [8-10] при визначенні моделі ризику ліквідації наслідків НС може бути використано розподілення Вейбулла, щільність якого визначається по залежності:

$$f_{(\tau)} = \frac{b}{a} \left(\frac{\tau}{a}\right)^{b-1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{\tau}{a}\right)^b\right],$$

де  $a$  – параметр масштабу (середнє значення відпрацювання техніки на відказ  $T_0$ );  $b$  – параметр форми щільності розподілу;  $\tau$  – дійсне значення напрацювання техніки.

Безперервний час відпрацювання на відказ наведено в стандартах (нормативах), або може бути визначено, як

$$T_0 = \frac{1}{m_k} \sum_{i=1}^k T_{oi},$$

де  $T_{oi}$  – час безперервної роботи техніки після відновлення між зміжними відказами;  $k$  – загальна кількість відказів при дослідженні  $N$  техніки;  $m_k$  – математичне очікування кількості відказів  $N$  техніки до відпрацювання  $T_0$ .

$$m_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_i,$$

де  $K_i$  – одиничний відказ за час  $T_{oi}$  безперервної роботи техніки.

З урахуванням задіяних технічних засобів механізації тривалість виконання робіт з розбиранням завалів може бути прогнозовано, що дозволяє визначити додаткову техніку та людські ресурси для забезпечення безпеки життєдіяльності потерпілих в завалах та виконання в цілому аварійно – відновлювальних робіт;

4) питомі показники фактичного виконання робіт та окремих операцій з урахуванням безпеки їх виконання:

$$\frac{\Pi}{T_{\phi}} \rightarrow \max; \quad \frac{\Pi}{T_{\psi}} \rightarrow \max;$$

5) кількість засобів  $N_P^M$  механізації для розбирання частин завалів, у яких знаходяться потерпілі з урахуванням прогнозу наступу відказу в роботі засобів механізації:

$$N_P^M = \sum \left( \frac{T_p}{T_u} \right) \rightarrow \min ;$$

б) при виконанні технологічних процесів ремонтно - відновлювальних робіт, коли основною вимогою є зниження собівартості робіт необхідно враховувати ремонтно – відновлювальні роботи з урахуванням затрат на безпеку праці згідно нормативів з охорони праці:

1) економічні витрати у на розбирання завалу:

$$y = C_{TE} + K \rightarrow \min ,$$

де  $C_{TE}$  – поточні експлуатаційні витрати з урахуванням затрат на охорону праці;  
 $K$  – капітальні витрати;

2) питомі витрати на ремонтно – відновлювальні роботи:

$$y_o = \frac{y}{\Pi} \rightarrow \min ;$$

3) продуктивність  $\Pi$  виконання ремонтно – відновлювальних робіт з урахуванням охорони праці

$$\Pi = \sum \left( \frac{V}{T_p} \right) \rightarrow \max ;$$

4) тривалість  $T_p$  виконання робіт

$$T_p = \sum T_i \rightarrow \min ;$$

5) тривалість робочого циклу  $T_u$  засобів механізації

$$T_u = \sum t_{onp.i} \rightarrow \min ;$$

6) питомі показники

$$\frac{\Pi}{M} \rightarrow \max ; \frac{\Pi}{N} \rightarrow \max ; \frac{\Pi}{T_u} \rightarrow \max ; \frac{\Pi}{T_p} \rightarrow \max ,$$

де  $M$  – маса засобів механізації;  $N$  – потужність засобів механізації.

7) кількість засобів  $N_B^M$  механізації для розбирання руйнувань під час ремонтно - відновлювальних робіт:

$$N_B^M = \sum \left( \frac{T_p}{T_u} \right) \rightarrow \min .$$

## Висновки.

Таким чином, визначено критерії ефективності та безпеки з розбирання руйнувань. На основі аналізу проведення робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, що пов'язані з руйнуванням будівель, споруд і транспортних мереж, та досліджень з цієї проблеми, запропоновано показники та вимоги, за якими слід оцінювати ефективність та безпеку процесів розбирання руйнувань будівель та використання засобів механізації. Одержано залежності, які дозволяють прогнозувати характер утворення уламків в завалах на прилеглих територіях. Все це сприятиме більш ефективній організації АВР ш підвищенню якості ліквідації НС.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Холщевников, В.В. Моделирование свободного движения людских потоков, Москва: Пожнаука, 2000, 169 с.
2. Бут В.П., Болебрук Б.В., Практическое руководство по пожарной тактике, Львов: СПОЛОМ, 2003, 133 с.
3. Нормы пожарной безопасности, Киев, УДПО МВС Украины, 1995, 14 с.
4. Тараканов Н. Д. Комплексная механизация спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ, М.: Энергоатомиздат, 1984, 303 с.
5. Тараканов Н. Д. Применение технических средств для выполнения инженерно-технических работ: теория и практика, М.: Атомиздат, 1979, 208 с.
6. Слесарев Б., Ранд И. Зубастики. Гидравлические ножницы – оборудование для сноса зданий и сооружений, Строительная техника и технологии, 2005, № 4, С. 74–76.
7. Мовчан І.О., Гуліда Е.М., Войтович Д.П. Визначення прогнозованого часу гасіння пожежі на промислових підприємствах. Проблеми пожежної безпеки, 2008, - Вип 23. – С. 241-247.
8. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.В. Надежность машин, М.: «Высшая школа», 1988, 238 с.
9. Диллон Б., Сингх Ч. Инженерные методы обеспечения надежности систем, М.: Мир, 1984. — 318 с.
10. Проников А.С. Надежность машин, М.: «Машиностроение», 1978, 592 с.

## REFERENCES

1. Kholshchevnikov, V.V. (2000), *Modelirovaniye svobodnogo dvizheniya lyudskikh potokov* [Simulation of free movement of human flows], Pozhnauka, Moscow, RU.
2. But, V.P., Kucischiy, B.V. and Bolibrukh, B.V. (2003), *Prakticheskoye rukovodstvo po pozharney taktike* [A practical manual is on fire tactic], SPOLOM, Lvov, UA.
3. Ukraine Ministry of Emergency Situations (1995), *Pravila pozharney bezopasnosti* [Fire safety regulations], Ukraine Ministry of Emergency Situations, Kiev, Ukraine.
4. Tarakanov, N.D. (1984), *Kompleksnaya mekhanizatsiya spasatelnykh i neotlozhnykh avariyno-vosstanovitelnykh rabot* [Complex mechanization of rescuing and pressing emergency-restoration works], Energoatomizdat, Moscow, SU.
5. Tarakanov, N.D. (1979), *Primeneniye tekhnicheskikh sredstv dlya vypolneniya inzhenerno-tekhnicheskikh rabot: teoriya i praktika* [Application of hardwares for implementation of engineering-technical works: theory and practice], Atomizdat, Moscow, SU.
6. Slesarev, B. and Rend, I. (2005), "Zubastiki. Hydraulic scissors - the equipment for demolition of buildings and constructions", *Stroitel'naya tekhnika i tekhnologii*, no. 4, pp. 74-76.
7. Movchan, I.A., Hulida, E.N. and Voytovych, D.P. (2008), "Determination of the projected time fighting a fire in the industry", *Problems of Fire Safety*, Vol. 23, pp. 241-247.
8. Reshetov, D.N., Ivanov, A.S. and Fadeev, V.Z. (1988), *Nadezhnost mashin* [Reliability of machines], Higher school, Moscow, SU.
9. Dillon, B. and Singkh, Ch. (1984), *Inzhenernye metody obespecheniya nadezhnosti sistem* [Engineering methods of providing reliability of the system], The World, Moscow, SU.
10. Pronikov, A.S. (1978), *Nadezhnost mashin* [Reliability of Machines], Mechanical Engineering, Moscow, SU.

## Про автора

**Крекнін Кирило Андрійович**, магістр, завідувач лабораторії кафедри будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (ДВНЗ «ПДАБА»), Дніпро, Україна, kirmeh@gmail.com

## About the author

**Kreklin Kyrylo Andriyovich**, Master of Science, head of laboratory of department of construction and road machines State Higher Education Institution «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture» (SHEI «PSACEA»), Dnipro, Ukraine, kirmeh@gmail.com



**Аннотация. Цель.** Сооружения и здания гражданского и промышленного назначения могут быть разрушены или повреждены в результате техногенных катастроф, природных явлений, аварий и других чрезвычайных ситуаций. В зависимости от тяжести повреждений встает вопрос о возможности возобновления функционирования сооружения или его окончательного разрушения и высвобождения площади для новой застройки. Взрывы газа, будь-то природный газ из зданий гражданского назначения или газы техногенного происхождения или промышленного использования, вызывают сложную и весьма опасную чрезвычайную ситуацию, ликвидация которой нуждается в привлечении материальных и человеческих ресурсов и средств. Объемы ликвидации чрезвычайной ситуации определяются как характером и последствиями аварии, так и комплексом мер, определяющих во времени и пространстве ее эффективность. Основным трудоемким процессом при ликвидации последствий взрыва является ликвидация завалов прилегающих территории и путей. Это и обусловило научное задание работы, заключающееся в изучении особенностей возникновения аварийных зон, подлежащих аварийно-восстановительным работам, разработке критериев эффективности решения этой задачи. **Методы.** Визуальные наблюдения, фотосъемка, аналитическая обработка результатов исследований. **Результаты.** Определены критерии эффективности и безопасности разборки разрушений. На основе анализа проведения работ по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с разрушением зданий, сооружений и транспортных сетей, и исследований по этой проблеме, предложены показатели и требования, по которым следует оценивать эффективность и безопасность процессов разборки разрушений зданий и использования средств механизации. Получены зависимости, позволяющие прогнозировать характер образования обломков в завалах на прилегающих территориях. **Научная новизна.** Предложенный подход к оценке трудоемкости аварийно-обновительных работ предлагается впервые в отечественной практике. **Практическая значимость.** Полученные результаты будут способствовать более эффективной организации аварийно-восстановительных работ и повышению качества ликвидации чрезвычайной ситуации.

**Ключевые слова:** чрезвычайная ситуация, взрывы газа, разрушения, аварийно-восстановительные работы.

**Annotation. Purpose.** Buildings and structures of the civil and industrial setting can be blasted or damaged as a result of technogen catastrophes, natural phenomena, emergencies and other extraordinary situations. A question about possibility of renewal of functioning of building or its final destruction and freeing of area for a new building gets up depending on weight of damages. Explosions of gas in civil or industrial buildings or gases of technogeneus origin cause a difficult and very dangerous extraordinary situation, liquidation of which requires involving of essential human and material resources and facilities. Volumes of works on liquidation of extraordinary situation are determined by character and consequences of emergency and by complex of measures, which determine efficiency of the works in time and space. Removal of obstructions from adjoining territory and roads is the most labor-intensive process at liquidation of explosion effects. This fact stipulated scientific task for this research work, which assumed to study specific occurrence of emergency areas subject to emergency-restoration works and to develop criteria of efficiency of the problem solution. **Methods.** Visual observations, photomapping, analytical processing of the research results. **Results.** Criteria of efficiency and safety of obstruction removal were determined. On the basis of analysis of performed works on liquidation of consequences of extraordinary situations with collapse of buildings, installations and transportation networks and research works on this problem, factors and requirements are proposed, by which efficiency and safety of processes of ruined building removal and use of facilities of mechanization should be estimated. Dependences are established, which allow forecasting nature of debris formation in obstructions on adjoining territories. **Scientific novelty.** The proposed approach to estimation of labour-intensity of emergency-restoration works is the first in domestic practice. **Practical importance.** The obtained results will contribute to more effective organization of emergency-restoration works and improve quality of liquidation of extraordinary situation.

**Keywords:** extraordinary situation, explosions of gas, destructions, emergency-restoration works.

*Стаття надійшла до редакції 25.04. 2018.*

*Рекомендовано до друку д-ром техн. наук Т.В. Бунько.*