

УДК 69.05.658.382

DOI: 10.30838/ P. CMM.2415.250918.42.129

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИНИКНЕННЯ ЗАВАЛІВ ПРИ ОБРУШЕННІ БУДІВЛІ

БЕЛІКОВ А.С.<sup>1</sup>, *д. т. н., проф.*КРЕКНІН К. А.<sup>2</sup>, *інженер.*КІРНОС К. А.<sup>3</sup>, *к.т.н., доц.*ЛИСЕНКО С.С.<sup>4</sup>, *магістр*

<sup>1</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 7563-4-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, +38 (066) 645-99-66, e-mail: kirmeh@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1812-7400

<sup>3</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, вул. С. Ефремова, 25, 49000, Дніпро, Україна, +38 (056) 713-51-42, e-mail: kat140379@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6410-5264

<sup>4</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (096) 022-00-11, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID 0000-0001-5822-9682

**Мета.** Провести дослідження і встановити закономірності формування завалів на прилеглих територіях об'єктів при вибуху газоповітряної суміші. **Методика.** Розроблений метод визначення ризику збільшення тривалості часу процесу ліквідації завалу на об'єкті з використанням основних положень теорії надійності з розробкою функціональних моделей ризику кожної технологічної операції процесу ліквідації завалу. **Результати.** Визначена ефективність та безпека технологічних процесів з ліквідації завалів на території після обрушення будівель і споруд з урахуванням типу будівель. Представлені розрахункові схеми та математичні залежності виникнення завалів при вибуху газу в будівлях різного типу. **Наукова новизна.** Встановлені залежності з урахуванням конструкції будівель, завалів, маси уламків та відстань їх розміщення, що дозволяє на початковій стадії визначити машини та устаткування для ліквідації наслідків НС. **Практична значимість.** Проведені дослідження дозволяють прогнозувати утворення завалів з урахуванням конструктивних особливостей будівель і споруд. З урахуванням особливостей утворення завалів та обломків їх розміщення від об'єкту дозволяють проводити вибір машин і устаткування з урахуванням етапів виконання робіт по ліквідації завалів.

**Ключові слова:** ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій; зруйновані будівлі; вибух газу; уламки; завали

## ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАВАЛОВ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ЗДАНИЯ

БЕЛИКОВ А.С.<sup>1</sup>, *д. т. н., проф.*КРЕКНИН К. А.<sup>2</sup>, *инженер.*КИРНОС Е. А.<sup>3</sup>, *к.т.н., доц.*ЛЫСЕНКО С.С.<sup>4</sup>, *магістр*

<sup>1</sup> Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, +38 (056) 7563-4-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, +38 (066) 645-99-66, e-mail: kirmeh@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1812-7400

<sup>3</sup> Кафедра безопасности жизнедеятельности, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, ул. С. Ефремова, 25, 49600, Днепр, Украина, +38 (056) 713-51-42, e-mail: kat140379@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6410-5264

<sup>4</sup> Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, +38 (096) 022-00-11, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

**Цель.** Провести исследования и установить закономерности формирования завалов на прилегающих территориях объектов при взрыве газозвдушной смеси. **Методика.** Разработан метод определения риска увеличения длительности времени процесса ликвидации завала на объекте с использованием основных положений теории надежности с разработкой функциональных моделей риска каждой технологической операции процесса ликвидации завала. **Результаты.** Определена эффективность и безопасность технологических процессов по ликвидации завалов на территории после обрушивания зданий и сооружений с учетом типа зданий. Представлены расчетные схемы и математические зависимости возникновения завалов при взрыве газа в зданиях разного типа. **Научная новизна.** Установлены зависимости с учетом конструкции зданий, завалов, массы обломков и расстояния их размещения, что позволяет на начальной стадии определить машины и оборудование для ликвидации последствий ЧС. **Практическая значимость.** Проведенные исследования позволяют прогнозировать образование завалов с учетом конструктивных особенностей зданий и сооружений. С учетом особенностей образования завалов та обломков их размещения от объекта позволяют проводить выбор машин и оборудования с учетом этапов выполнения работ по ликвидации завалов.

**Ключевые слова:** ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций; разрушенные здания; взрыв газа; обломки; завалы

## RESEARCH OF DUMPS WITH DESTRUCTION OF BUILDING

BELIKOV A.S.<sup>1</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

KREKNIN K. A.<sup>2</sup>, *Engineer*

KIRNOS K. A.<sup>3</sup>, *Ph.D. (Tech.), Assoc. Prof.*

LYSENKO S.S.<sup>4</sup>, *M.S (Tech)*

<sup>1</sup> Department of Life Safety, State Higher Educational Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernyshevsky st., Dnipro, 49600, Ukraine, phone +38 (056) 7563-4-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Department of Life Safety, State Higher Educational Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernyshevsky st., Dnipro, 49600, Ukraine, phone +38 (066) 645-99-66, e-mail: kirmeh@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1812-7400

<sup>3</sup> Department of Life Safety, Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, S. Yefremov st., Dnipro, 49000, Ukraine, phone +38 (056) 713-51-42, e-mail: kat140379@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6410-5264

<sup>4</sup> Department of Life Safety, State Higher Educational Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernyshevsky st., Dnipro, 49600, Ukraine, phone +38 (096) 022-00-11, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

**Purpose.** To conduct research and to establish the patterns of formation of debris in adjacent areas of objects in the explosion of gas-air mixtures. **Method.** Developing a method for identifying risks Increasing the duration of an hour of the process of eliminating a collapse at an object Using the main provisions of the Theory of Reliability on the development of functional models of the risks of each technological operation of the process of disposal of the fallout. **Results.** The efficiency and safety of technological processes on the elimination of debris in the territory after the collapse of buildings and structures, taking into account the type of buildings. The presented calculation schemes and mathematical dependences of the occurrence of blockages in the explosion of gas in buildings of different types. **Scientific novelty.** Dependencies are established taking into account the design of buildings, debris, the mass of debris and the distance of their placement, which allows at the initial stage to identify machines and equipment for the elimination of the consequences of emergency. **Practical meaningfulness.** The conducted studies allow to predict the formation of blockages, taking into account the structural especially buildings and structures. Taking into account, in particular, the formation of debris and debris of their placement from the object allow to carry out the selection of machines and equipment, taking into account the stages of execution of works on the elimination of debris.

**Key words:** liquidation of the consequences of extraordinary situations; destroyed buildings; gas explosion; debris; blockages

### Постановка проблеми

В результаті техногенних аварій виникають руйнування будівель, споруд, транспортних шляхів. Люди можуть опинитися в завалах, у пошкоджених, підтоплених або палаючих будинках, інших непередбачених ситуаціях. У зв'язку з цим актуальною проблемою є необхідність заходів з порятунку людей, надання їм допомоги, локалізації аварій та усунення пошкоджень.

### Аналіз літературних джерел

показує, що для проведення робіт із розбирання завалів зруйнованих будівель потрібно оперативно забезпечити доставку засобів механізації, рятувальників та робітників до цих об'єктів. [6,7] Коли транспортні мережі заблоковані уламками, їх розчищають у такій послідовності організаційно-технологічних рішень:

- аналіз характеру зруйнованого об'єкту;
- визначення наявності транспортних мереж та оцінка їх стану;

- визначення структури (фракційного складу) уламків завалу на транспортних мережах;
- розчищення доріг засобами механізації, відповідними до стану завалів на цих мережах.

**Метою досліджень**

є розробка рішень з ефективною ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, відновлення транспортних шляхів та влаштування доступу до зруйнованих об'єктів у завалах та в зонах руйнувань. Визначення першочергових заходів по ліквідації надзвичайних ситуацій по застосуванню машин і механізмів та визначеності оптимального маршруту до об'єктів.

**Результати дослідження**

Згідно проведених досліджень обрушень будівельних конструкцій було виявлено, що характер завалів та безпека і ефективність їх ліквідації залежить від типу будівель.

Тому при визначенні ефективності та безпеки технологічних процесів з ліквідації завалів на території після обрушення будівель і споруд виникла необхідність з урахуванням типу будівель визначити завали, які можуть виникати в зонах враження.

При цьому, розглядалися наступні типи будівель:

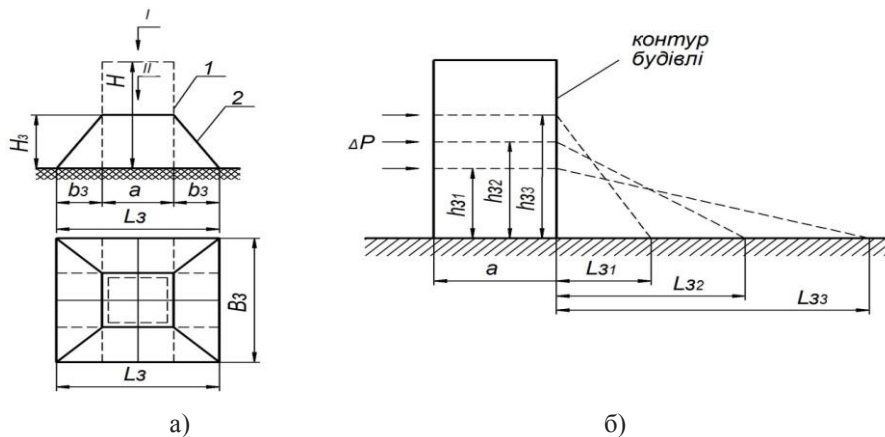
- житлові будівлі різних серій з використанням керамзитобетонних панелей і блоків;

- будівлі і споруди з використанням силікатної та глиняної цегли;
- будівлі і споруди змішаних конструкцій та матеріалів (з використанням збірного та монолітного бетону, цегли, піно- та газобетону).

В результаті проведених обстежень будівель і споруд після вибуху всередині будівель було визначено розрахункові схеми завалів. [3]

При вибуху в житлових будівлях з використанням керамзитобетонних панелей і блоків. Згідно проведених натурних обстежень та аналізу проведених досліджень [1] завали в спрощеному виді можливо представити як обломки геометричних фігур прямокутної форми рис. 1 а. Характерними закономірностями розмірів завалів в наслідок вибуху всередині будівлі є те, що обломки будівельних конструкцій розлітаються рівномірно, а довжина та ширина завалу залежить від геометричних розмірів будівлі та величини відльоту обломків конструкцій та матеріалів.

Згідно досліджень [1,2], характер руйнування при вибуху газоповітряної суміші в приміщенні залежить від величини максимального збиткового тиску  $\Delta P$ . Так повне руйнування стінових одношарових панелей та блоків з легкого бетону (керамзитобетон) настає при  $\Delta P$  50 кПа з розтріскуванням та руйнуванням панелей та блоків до незначних уламків при тиску більше 100 кПа керамзитобетонні плити розсипаються повністю.



*Рис. 1. Завали при обрушенні будівлі при внутрішнім вибуху газу: H – висота будівлі; a, b – довжина та ширина будівлі; L3, B3 - довжина та ширина завалу; H3 – висота завалу в залежності від місця вибуху.  
 / Blockages in the collapse of a building with an internal gas explosion: H – building height; a, b – length and width of the building; L3, B3 - length and width of the blockages; H3 – the height of the blockages depending on the location of the explosion*

Тому при вибуху газу в таких будівлях накопичування остатків від зруйнованих керамзитобетонних плит та блоків з урахуванням визначення величини відльоту розміщуються до прилеглої території будівлі і мають основну масу до 50 - 60 кг, окремі зруйновані уламки до 1,1 т. Обстеження при руйнуванні житлових будинків при вибуху газу по вул. Мандриківській 127 м. Дніпро (2007 р.), м. Шахтинськ (2017 р.), м. Таганрозі (2017 р.), м. Лугансь-

ку (2004 р.) дозволили визначити закономірність виникнення завалів при вибуху газу (рис. 2). [4,5]

Як показали проведені дослідження при вибуху газу в таких будівлях завали виникають в радіусі 30 метрів. Основна частина до 30 – 40 % уламків знаходяться в радіусі 5 - 15 метрів і мають масу з урахуванням розміщення по висоті завалу:

- нижня частина висотою до 2,5 - 3 м з масою уламків 0,05 – 0,1 т. 35 – 40 % від всього завалу;

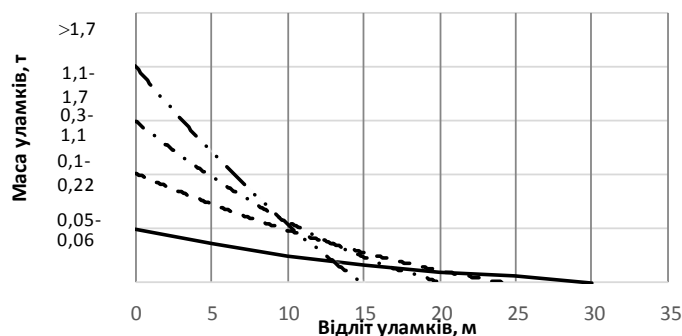


Рис. 2. Виникнення завалів при вибуху газу в панельних та блочних житлових будівлях з керамзитобетону / Occurrence of blockages in case of gas explosion in panel and block residential buildings of expanded clay

- середня частина завалу висотою 1,5 – 2,0 м. масою уламків 0,1 – 0,22 т. 30-35 % від всього завалу;

- верхня частина завалу висотою до 1,0 – 1,5 м. масою 1,1 – 2,7 т. до 25 % від всього завалу.

Дослідження показали, що відліт уламків, які утворилися при руйнуванні панельних будинків залежить від їх маси і досягає до 10 – 15 м в залежності від маси уламків (табл. 1.), (табл. 2.).

Таблиця 1.

Маса, т	Відліт уламків, м									
	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
0,025										*
0,05								*		
0,075							*			
0,1						*				
0,125					*					
0,15				*						
0,175				*						
0,2				*						
0,225			*							
0,25		*								
0,275		*								
0,3	*									

При масі до 0,025 т – відліт до 10 м;  
при масі до 0,05 т – відліт до 9 м;

при масі до 0,075 – 0,125 т – відліт до 7,5 – 8,5 м;

при масі до 0,15 – 0,225 т – відліт до 6,5 – 7 м;  
при масі до 0,25 – 0,3 т – відліт до 5,5 – 6 м;

Таблиця 2.

Маса уламків, т	Відліт уламків, м											
	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
1,0												*
1,3												*
1,6										*		
1,9										*		
2,1									*			
2,4								*				
2,7						*						
3,0					*							
3,3				*								
3,6			*									

При масі до 1 – 1,3 т – відліт до 5,5 - 10 м;  
 при масі до 1,6 – 1,9 т – відліт до 5 м;  
 при масі до 2,1 – 2,7 т – відліт до 3 - 4,5 м;  
 при масі до 3 – 3,6 т - відліт до 1,5 – 2,5 м;

Після проведення обробки одержаних результатів з застосуванням програмного забезпечення «REGRESSIYA» на ЕВМ були одержані залежності, які дозволяють прогнозувати відліт уламків та виникнення завалів після вибуху газу в житлових панельних та блочних будівлях з керамзитобетону, їх розміри з урахуванням маси уламків та величини відльоту при масі від 0,025 т до 0,3 т (табл. 1.):

$$y = 1,17 - 0,21 \cdot x + 9,2 \cdot 10^{-3} \cdot x^2;$$

при масі від 1,0 т до 3,6 т (табл. 2.):

$$y = 4,02 - 0,28 \cdot x - 3,5 \cdot 10^{-2} \cdot x^2.$$

При вибуху газу в житлових будівлях виконаних з цегли виникнення завалу має свої особливості (рис. 3.).

Згідно проведених досліджень встановлено, що при вибуху газу в житлових будівлях виконаних з цегли завали виникають в радіусі до 25 м. Основна частина до 40% уламків знаходяться в радіусі до 12-15 м і має масу уламків з урахуванням розміщення по висоті завалу:

- нижня частина висотою до 3,0 – 3,5 м. з масою уламків 0 – 0,06 т до 60 - 70 % від всього завалу;

- середня частина завалу висотою до 1,0 – 1,5 м масою уламків до 0,1 т до 20 % від всього завалу;

- верхня частина представлена уламками залізобетонних конструкцій (перемички, плити перекриття та інші) масою до 1,7 т до 5% від всього завалу (табл. 3.), (табл. 4.), (табл. 5.).

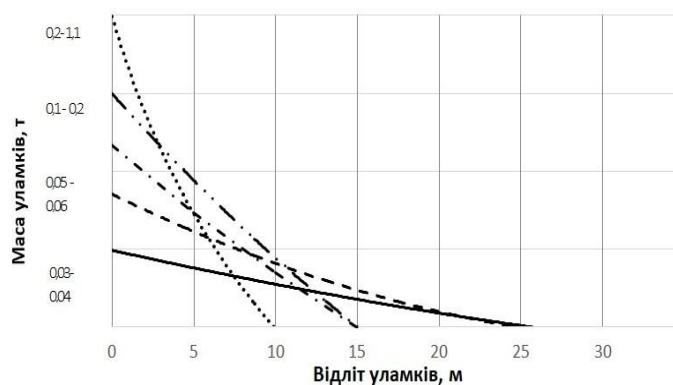


Рис. 3. Виникнення завалів при вибуху газу в жилих будівлях з цегли / Occurrence of blockages in case of gas explosion in residential brick buildings

Таблиця 3.

Маса уламків, т	Відліт уламків, м									
	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	
0,001									*	
0,005								*		
0,009							*			
0,013						*				
0,017					*					
0,021					*					
0,025				*						
0,029				*						
0,033			*							
0,037			*							
0,041		*								
0,045		*								
0,049	*									
0,053	*									

При масі до 0,001 – 0,013 т – відліт до 11,5 - 13 м;  
 при масі до 0,017 – 0,029 т – відліт до 10,5 - 11 м;

при масі до 0,033 – 0,045 т – відліт до 9,5 - 10 м;  
 при масі до 0,049 – 0,053 т – відліт до 9 м;

Таблиця 4.

Маса уламків,	Відліт уламків, м												
	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
0													
0,015													*
0,05											*		
0,075										*			
0,1									*				
0,125							*						
0,15						*							
0,175						*							
0,2					*								
0,225			*										
0,25		*											
0,275	*												
0,3	*												

При масі до 0,015 – 0,075 т – відліт до 10,5 - 12 м;  
при масі до 0,1 – 0,15 т – відліт до 8,5 - 10 м;

при масі до 0,175 – 0,225 т – відліт до 7 – 8,5 м;  
при масі до 0,25 – 0,3 т – відліт до 6 – 6,5 м;

Таблиця 5.

Маса уламків, т	Відліт уламків, м						
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
0							
0,5							*
0,75						*	
1,0					*		
1,25				*			
1,5			*				
1,75	*						

При масі до 0,5 – 0,75 т – відліт до 5,5 - 6 м;  
при масі до 1,0 – 1,25 т – відліт до 4,5 - 5 м;  
при масі до 1,5 – 1,75 т – відліт до 3 – 4 м;

Після обробки одержаних результатів з застосуванням програмного забезпечення «REGRESSIYA» на ЕВМ були одержані залежності, які дозволяють прогнозувати відліт уламків та виникнення завалів після вибуху газу в житлових будівлях виконаних з цегли, їх розміри з урахуванням маси уламків та величини відльоту при масі від 0,001 т до 0,053 т (табл. 3.):

$$y = 0,35 - 4,7 \cdot 10^{-2} \cdot x + 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot x^2;$$

при масі від 0,015 т до 0,3 т (табл. 4.):

$$y = 0,64 - 6,6 \cdot 10^{-2} \cdot x + 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot x^2;$$

при масі від 0,5 т до 1,75 т (табл. 5.):

$$y = 1,98 + 0,11 \cdot x - 6,0 \cdot 10^{-2} \cdot x^2.$$

При вибуху газу в житлових будівлях змішаних конструкцій та матеріалів. Згідно проведених досліджень обрушень, які виникають в житлових будівлях змішаних конструкцій та матеріалів (каркасні конструкції з залізобетону, огорожуючі конструкції та перегородки з цегли та газобетону) встановлено особливості обрушень, які наведені на рис. 4.

Так згідно досліджень значний відсоток уламків до 75% мають масу 0,0035 – 0,05 т, висота їх накопичування, в основному, в нижній частині становить до 2,0 – 2,5 м. Верхня частина завалу представлена уламками від руйнування залізобетонних конструкцій, їх відсоток не перевищує 15% і в основному вони знаходяться на відстані до 5 - 15 м (табл. 6.), (табл. 7.).

При масі до 0,5 – 0,75 т – відліт до 5,5 - 6 м;  
при масі до 1,0 – 1,25 т – відліт до 4 - 5 м;  
при масі до 1,5 – 2,0 т – відліт до 2,5 – 3,5 м;

Після обробки одержаних результатів з застосуванням програмного забезпечення «REGRESSIYA» на ЕВМ були одержані залежності, які дозволяють прогнозувати відліт уламків та виникнення завалів після вибуху газу в житлових будівлях змішаних конструкцій і матеріалів, їх розміри з урахуванням маси уламків та величини відльоту при масі від 0,015 т до 0,3 т (табл. 6.):

$$y = 0,63 - 5,2 \cdot 10^{-2} \cdot x + 8,2 \cdot 10^{-4} \cdot x^2;$$

при масі уламків від 0,5 т до 2,0 т (табл. 7.):

$$y = 3,2 + 0,55 \cdot x + 1,6 \cdot 10^{-2} \cdot x^2.$$

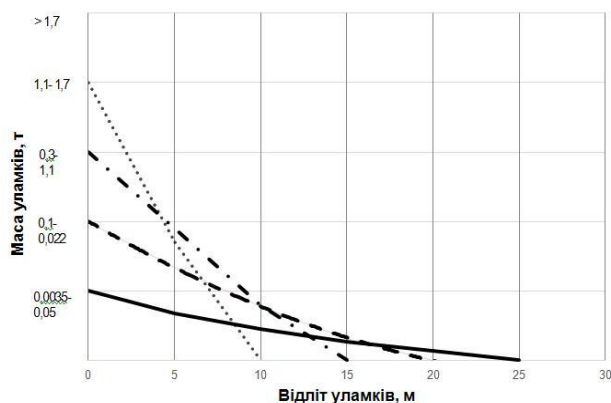


Рис. 4. Виникнення завалів при вибуху газу в житлових будівлях змішаних конструкцій та матеріалів / Occurrence of blockages in case of gas explosion in residential buildings of mixed structures and materials

Таблиця 6.

Ма-	Відліт уламків, м																		
	0	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	
0,01																			*
0,03																		*	
0,04																*			
0,07																*			
0,08															*				
0,1														*					
0,11												*							
0,13										*									
0,14									*										
0,16									*										
0,17								*											
0,2								*											
0,21						*													
0,23					*														
0,24				*															
0,26			*																
0,27		*																	
0,3	*																		

При масі до 0,015 – 0,1 т – відліт до 13 - 15 м;  
 при масі до 0,115 – 0,16 т – відліт до 10,5 - 12 м;

при масі до 0,175 – 0,230 т – відліт до 9 – 10 м;  
 при масі до 0,245 – 0,3 т - відліт до 7 – 8,5 м;

Таблиця 7.

Маса уламків, т	Відліт уламків, м								
	0	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
0,5									*
0,75								*	
1,0							*		
1,25				*					
1,5			*						
1,75		*							
2,0	*								

**Висновки**

В результате проведенных исследований установлено:

1. Виникнення завалів при вибуху газу в житлових будівлях залежить від конструктивних особ-

ливостей будівлі (панельні та блочні будівлі; будівлі з цегли; змішані будівлі).

2. Встановлені залежності з урахуванням конструкції будівель, виникнення завалів, маси уламків та відстань їх розміщення, що дозволяють на початковій стадії визначити машини та устаткування для ліквідації наслідків НС.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / С.В. Белов – М.: ВШ, 1991.
2. Демиденко Г.П. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового заражения. Справочник / Г.П. Демиденко – К.: ВШ, 1987.
3. Колосков В. Н. Разборка жилых зданий и переработка их конструкций и материалов для повторного использования / В. Н. Колосков, П. П. Олейник, Ф. А. Тихонов. – М.: Изд-во Ассоциации строительных ВУЗов, 2004. – 200 с.
4. Мартемьянов А. И. Способы восстановления зданий и сооружений, поврежденных землетрясением / А. И. Мартемьянов, В. В. Ширин – М.: Стройиздат. –1978.– 204 с.
5. Марков А. И. Аварии зданий и сооружений / А. И. Марков, М. А. Маркова. – Запорожье: ООО “НАСТРОЙ”, 2008. – 84 с.
6. Охрана труда в строительстве: учебник для студ. вузов/ А. С. Беликов, В. В. Сафонов, П. Н. Нажа [и др.]: под общ. ред. А. С. Беликова, ГВУЗ «Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры». – К.: Основа, 2014. – 592с.
7. Шатов С. В. Организационно-технологические решения начальных этапов разборки завалов разрушенных зданий / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Д.: ПДАБА, 2011. - № 8. - С. 7-13.

**REFERENCES**

1. Belov S.V. Bezopasnost zhiznedejatel'nosti. [safety of life] Ychebnik dlja vyzov / S. V. Belov – M. : VSCH, 1991.
2. Demidenko G.P. Zashchita ob'ektov narodnogo khozyaystva ot oruzhiya massovogo zarazheniya. [Protection of objects of national economy from weapons of mass infection]. Spravochnik / G.P. Demidenko – K. : VSH, 1987.
3. Koloskov V. N. Razborka zhilykh zdaniy i pererabotka ikh konstruksiy i materialov dlya povtornogo ispol'zovaniya [Dismantling residential buildings and recycling their structures and materials for reuse] / V. N. Koloskov, P. P. Oleynik, F. A. Tikhonov. – M. : Izd-vo Assotsiatsii stroitel'nykh VUZov, 2004. – 200 с.
4. Martem'yanov A. I. Sposoby vosstanovleniya zdaniy i sooruzheniy, povrezhdennykh zemletryaseniem [Ways to restore buildings and structures damaged by an earthquake] / A. I. Martem'yanov, V. V. Shirin – M.: Stroyizdat. – 1978.– 204 с.
5. Markov A. I. Avarii zdaniy i sooruzheniy [Accidents of buildings and structures] / A. I. Markov, M. A. Markova. – Zaporozh'ye : ООО “NASTROY”, 2008. – 84 с.
6. Okhrana truda v stroitel'stve: uchebnik dlya stud. Vuzov [Labor protection in construction: a textbook for students. universities] / A. S. Belikov, V. V. Safonov, P. N. Nazha [i dr.]: pod obshch. red. A. S. Belikova, GVUZ «Pridnepr. gos. akademiya str-va i arkhitektury». – K.: Osнова, 2014. – 592с.
7. Shatov S. V. Organizatsionno-tekhnologicheskie resheniya nachal'nykh etapov razborki zavalov razrushennykh zdaniy [Organizational and technological solutions for the initial stages of dismantling the rubble of destroyed buildings] / S. V. Shatov // Visnik Pridniprovs'koї derzhavnoї akademії budivnitstva ta arkhitekturi. – D.: PDABA, 2011. no 8. pp. 7-13.

Надійшла до редколегії 10.09.2018 р.