

УДК 69.059.28

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА РАЗРУШЕНИЙ ВЕРХНИХ ЭТАЖЕЙ ЗДАНИЙ ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЯХ

БЕЛИКОВ А. С.<sup>1</sup>, д. т. н., проф.,

ШАТОВ С. В.<sup>2</sup>, д. т. н, доц.,

УЛИТИНА М. Ю.<sup>3\*</sup>, соиск.,

ГОЛЕНДЕР В. А.<sup>4</sup>, к. т. н., с. н. с.

<sup>1</sup> Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

<sup>3\*</sup> Департамент науки и образования Харьковской областной государственной администрации, Харьков, Украина, тел. +38 (057) 705-03-14 e-mail: m\_ulitina@go.ru, ORCID ID: 0000-0001-9678-6842

<sup>4</sup> кандидат технических наук, старший научный сотрудник, г. Харьков, Украина, тел +38 (050) 177-93-41, e-mail: n\_dolgoplova@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6155-036X

**Аннотация. Постановка проблемы.** Сооружения и здания могут быть разрушены или повреждены от действия техногенных катастроф, аварий и природных явлений. Авария происходит, если нарушается правильность проектных решений и нормативных характеристик, изготовления заводских изделий, монтажа здания. В отдельных случаях здания получают повреждения в результате действия не одного какого-либо фактора, а суммарного их действия. Демонтаж поврежденных конструкций выполняется без учета характера разрушений объектов, в частности, их верхних этажей и крыши. Поэтому определение характера разрушений верхних этажей зданий, сооружений и разработка технологических решений по их восстановлению является актуальной научно-технической проблемой. **Цель статьи** - определение характера разрушений верхних этажей зданий как исходная информация для принятия решений по проведению работ. **Вывод.** Наиболее частыми причинами разрушений верхних этажей зданий являются увеличение нагрузок сверх нормативных; снижение в процессе эксплуатации характеристик на прочность конструкций от действия разнообразных факторов - влаги, температуры, износа. Разрушения зданий имеют вероятный характер. В то же время существуют отдельные закономерности их разрушения и общая схема развития этого процесса. Сначала происходят локальные повреждения отдельных элементов зданий и сооружений, которые распространяются на смежные конструкции и узлы. Потом в направлении действия источника взрыва происходит расширение объема разрушения или повреждения.

**Ключевые слова:** чрезвычайные ситуации, аварии, характер разрушений зданий

## ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ РУЙНУВАНЬ ВЕРХНІХ ПОВЕРХІВ БУДІВЕЛЬ ПІД ЧАС ТЕХНОГЕННИХ АВАРІЙ

БЕЛІКОВ А. С.<sup>1</sup>, д. т. н., проф.,

ШАТОВ С. В.<sup>2</sup>, д. т. н, доц.,

УЛІТИНА М. Ю.<sup>3\*</sup>, здобувач,

ГОЛЕНДЕР В. А.<sup>4</sup>, к. т. н., с. н. с.

<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) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Кафедра будівельних і дорожніх машин, «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

<sup>3\*</sup> Департамент науки та освіти Харківської обласної державної адміністрації, Харків, Україна, тел. +38 (057) 705-03-14 e-mail: m\_ulitina@go.ru, ORCID ID: 0000-0001-9678-6842

<sup>4</sup> кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, м. Харків, Україна, тел +38 (050) 177-93-41, e-mail: n\_dolgoplova@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6155-036X

**Анотація. Постановка проблеми.** Споруди і будівлі можуть бути зруйновані або пошкоджені від дії техногенних катастроф, аварій і природних явищ. Аварія відбувається, якщо порушується правильність проектних рішень і нормативних характеристик, виготовлення заводських виробів, монтажу будівлі. В окремих випадках будівлі отримують ушкодження в результаті дії не одного якого-небудь чинника, а сумарної їх дії. Демонтаж пошкоджених конструкцій виконується без урахування характеру руйнувань об'єктів, зокрема, їх верхніх поверхів і даху. Тому визначення характеру руйнувань верхніх поверхів будівель, споруд і розроблення технологічних рішень щодо їх відновлення стає актуальною науково-технічною проблемою. **Мета статті** -

визначення характеру руйнувань верхніх поверхів будівель як початкова інформація для розроблення рішень щодо виконання робіт. **Висновок.** Найчастіші причини руйнувань верхніх поверхів будівель такі: збільшення навантажень понад нормативні; зниження в процесі експлуатації характеристик на міцність конструкцій від дії різноманітних чинників - вологи, температури, зносу. Руйнування будівель мають вірогідний характер. У той же час існують окремі закономірності їх руйнування і загальна схема розвитку цього процесу. Спочатку відбуваються локальні ушкодження окремих елементів будівель і споруд, які поширюються на суміжні конструкції і вузли. Потім у напрямі дії джерела вибуху розширюються обсяги руйнування або ушкодження.

**Ключові слова:** надзвичайні ситуації, аварії, характер руйнувань будівель

## DETERMINATION OF DESTRUCTIONS CHARACTER OF BUILDING UPPER FLOORS AT TECHNOGENIC FAILURES

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

SHATOV S. V.<sup>2</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,

ULITINA M. Yu.<sup>3\*</sup>, *competitor*,

HOLENDER V. A.<sup>4</sup>; *Cand. Sc. (Tech.), senior researcher*

<sup>1</sup> Department of Life Safety, State Higher Educational Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskoho st., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Department of Build and Road Wave, State Higher Educational Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskoho str., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

<sup>3\*</sup> Department of Science and Education of Harkiv Regional State Administration, Harkiv, Ukraine, tel. +38 (057) 705-03-14 e-mail: m\_ulitina@ro.ru, ORCID ID: 0000-0001-9678-6842

<sup>4</sup> Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow, Kharkov, Ukraine, tel. +38 (050) 177-93-41, e-mail: n\_dolgoplova@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6155-036X

**Summary. Raising of problem.** Constructions and buildings can be destroyed or damaged from the action of technogenic catastrophes, failures and natural phenomena. An accident takes place, if a rightness is violated: project decisions and normative descriptions, making of plant wares, building editing. On occasion building get damages as a result of action of some not alone factor, and their total action. Dismantling of the damaged constructions is executed without the account of destructions character of objects, in particular their upper floors and roof. Therefore determination of character of destructions of overhead floors of buildings, constructions and development of technological decisions on their renewal is the scientific and technical issue of the day. **Purpose.** Determination of of destructions character of upper floors of building, as initial information for making decision on realization of works. **Conclusion.** The most frequent reasons of destructions of upper floors of building are: increase of loading over normative; decline in the process of exploitation the descriptions on durability of constructions from the action of various factors - of moisture, temperature, wear. Destructions of building have a credible character. At the same time there are separate conformities to law of their destruction and general chart of development of this process. The local damages of separate elements of buildings and constructions which spread to the contiguous constructions and knots pass at first. Then the volume expansion of destruction or damage passes in the direction of the explosion source action.

**Keywords:** emergencies situations, failures, character of destructions of building

**Постановка проблеми.** Сооружения и здания могут быть разрушены или повреждены из-за действия техногенных катастроф, аварий и природных явлений. Авария происходит, если нарушается правильность проектных решений и нормативных характеристик, изготовления заводских изделий, монтажа здания. В отдельных случаях здания получают повреждения в результате действия не одного какого-либо фактора, а суммарного их действия. Демонтаж поврежденных конструкций выполняется без учета характера разрушений объектов, в

частности, их верхних этажей и крыши. Поэтому определение характера разрушений верхних этажей зданий, сооружений и разработка технологических решений по их восстановлению является актуальной научно-технической проблемой.

**Анализ публикаций.** Причинами возникновения техногенных катастроф и аварий [2], которые связаны с разрушением зданий и сооружений [1], являются:

- увеличение нагрузок на здания и сооружения сверх нормативных значений и проявление при их эксплуатации

непредвиденных проектами влияний на конструкции [3; 6];

- снижение в процессе эксплуатации характеристик на прочность элементов конструкций зданий и сооружений от действия разнообразных факторов: влаги, изменения температуры, механического износа и других [5; 8; 9];



*a*



*б*

*Рис. 1. Торговый центр в г. Рига (2013 г.):  
а – до аварии; б – обрушенная крыша*

- некачественные строительные и ремонтные работы, нарушение норм их выполнения, а также не своевременное выполнение ремонтов [12].

Аварии, связанные с увеличением нагрузок сверх нормативных значений, являются результатом накопления на кровле зданий и сооружений грузов, снега, пыли и влаги, не учтенных при проектировании. Примером такой аварии является обрушение крыши торгового центра в г. Рига (рис. 1). Обрушение (погибло 54 человека) произошло из-за суммарного действия

дополнительных нагрузок на кровлю и бокового давления со стороны новостройки.

**Цель статьи** - определение характера разрушений верхних этажей зданий как исходная информация для принятия решений по проведению работ.

**Результаты исследований.** К непредвиденным проектами влияниям техногенного характера на конструкции зданий и сооружений следует отнести взрывы, пожары, случайные удары транспортных средств. Во многих случаях взрывов причиной является неправильное пользование газом [4; 7; 10; 11].

Крупные катастрофы из-за взрыва газа состоялись (рис. 2): в г. Днепр (2007), в г. Евпатория (2008), в г. Астрахань (2012), а также с ограниченными разрушениями: в 2009 году в г. Луганск, в 2012 - в г. Харьков, в 2014 - в г. Николаев и в 2016 году в г. Украинск (Донецкая обл.). В зависимости от параметров и направления взрыва, типа сооружений и их количества изменяются характер разрушений, структура завалов и условия выполнения работ.

Разрушения сооружений и зданий имеют вероятный характер. В то же время существуют отдельные закономерности их разрушения и общая схема развития этого процесса. Сначала происходят локальные повреждения отдельных элементов зданий и сооружений, которые распространяются на смежные конструкции и узлы. Потом расширяются объемы повреждения.

Значительные повреждения объектов приносят военные действия и террористические акты. Во многих населенных пунктах восточной части Украины разрушены или повреждены строительные объекты, разные по архитектурно-планировочным решениям и назначению (рис. 3).

Разрушение зданий происходит при снижении в процессе эксплуатации прочностных характеристик конструкций строительных объектов от действия механического износа, особенно коррозии мест соединения элементов железобетонных изделий (рис. 4, а) и усталостных явлений в строительных конструкциях (рис. 4, б).





а



б



в



г

Рис. 2. Поврежденные взрывами газа верхние этажи жилых домов:  
а – г. Днепр (2007 г.); б – г. Николаев (2007 г.); в – г. Рязань РФ (2016 г.); г – Украинск (Донецкая обл., 2016 г.)



а



б

Рис. 3. Поврежденные здания в результате военных действий (2015 г.):  
а – г. Славянск; б – г. Донецк



а



б

Рис. 4. Разрушение зданий из-за механического износа: а – г. Шахтинск (Карагандинская обл., 2017 г.);  
б – г. Васильков (Киевская обл., 2016 г.)



а



б

Рис. 5. Повреждение зданий:  
а – вследствие некачественного ремонта (г. Омск, РФ, 2015 г.); б – из-за отсутствия ремонта (г. Днепр, ул. Артема, 28)

Невыполнение норм проведения ремонтных работ зданий и сооружений приводит к частичным их обрушениям. В

г. Омск (РФ, 2015 г.) после ремонта четырех-этажного общежития упали перекрытия и стеновые панели всех этажей одной секции (рис. 5, а).

Нежилые здания, требующие ремонта, с течением времени разрушаются под действием температуры, влаги и являются источником повышенной опасности (рис. 5, б).

#### Выводы.

1. Наиболее частыми причинами разрушений верхних этажей зданий являются: увеличение нагрузок сверх нормативных; снижение в процессе эксплуатации характеристик на прочность конструкций из-за действия разнообразных факторов - влаги, температуры, износа.

2. Разрушения зданий имеют вероятностный характер. В то же время существуют отдельные закономерности их разрушения и общая схема развития этого процесса.

Сначала происходят локальные повреждения отдельных элементов зданий и сооружений, которые распространяются на смежные конструкции и узлы, потом объемы повреждения расширяются.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Положення про розслідування причин аварій (обвалень) будівель, споруд, їх частин та конструктивних елементів : ДБН В.1.2-1-95. – Введ. 01.07.1995. – Київ, 1995.
2. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення : ДБН В.2.2-9-2009. – [Чинні з 01.07.2010 р.]. – Видання офіц. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 51 с.
3. Безпека у надзвичайних ситуаціях. Техногенні надзвичайні ситуації. Терміни та визначення основних понять : ДСТУ 4933:2008. – Вид. офіц. ; Чинний від 2008-07-01 – Київ : Держстандарт України, 2008. – 38 с.
4. Марков А. И. Аварии зданий и сооружений / А. И. Марков, М. А. Маркова. – Запорожье : Настрой, 2008. – 84 с.
5. Мірошніченко М. Вибух газу – “це урок, який повинна засвоїти держава” / М. Мірошніченко // Надзвичайна ситуація. – 2007. - № 10. – С. 8–15.
6. Охрана труда в строительстве : учебник для студ. вузов / А. С. Беликов, В. В. Сафонов, П. Н. Нажа, В. Г. Чалый, Н. Ю. Шлыков, В. А. Шаломов, С. Ю. Рагимов ; под общ. ред. А. С. Беликова ; Придн. гос. академия стр-ва и архитектуры. – Киев : Основа, 2014. – 592 с.
7. Сендеров Б. В. Аварии жилых зданий / Б. В. Сендеров. – Москва : Стройиздат, 1991. – 216 с.
8. Трагічний вибух у Євпаторії // Надзвичайна ситуація. - 2009. - № 1. – С. 8–15.
9. О некоторых уроках аварий / А. С. Файвусович, Л. Л. Михеева, О. А. Черных, В. П. Матвеев // Будівельні конструкції / Держ. н.-д. ін-т буд. конструкцій. – Київ, 1999. – Вип. 51 : Аварії на будівлях і спорудах. Друга Всеукраїнська наук.-техн. конференція, 8-9 грудня 1999 р. – С. 54-59.
10. Хэммонд Р. Аварии зданий и сооружений. Причины и уроки аварий современных сооружений различных типов : пер. с англ. / Р. Хэммонд ; пер. В. К. Житомирский ; ред. А. Е. Денисов. – Москва : Госстройиздат, 1960. – 187 с.



11. Шатов С. В. Визначення параметрів уламків зруйнованих споруд та елементів будівель, які реконструюються / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2011. - № 3. – С. 8–14.
12. Шатов С. В. Организационно-технологические решения начальных этапов разборки завалов разрушенных зданий / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2011. - № 8. – С. 7–13.
13. Шкинев А. Н. Аварии на строительных объектах, их причины и способы предупреждения / А. Н. Шкинев. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1976. – 375 с.

## REFERENCES

1. *Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnnykh obektiv* [The reliability and safety of construction projects.]. *Polozhennia pro rozsliduvannia prychnyn avarii (obvalen) budivel, sporud, ikh chastyn ta konstruktyvnykh elementiv: DBN V.1.2-1-95, vved. 01.07.1995* [Regulation on the investigation of accidents (failing) causes of buildings, structures and their parts and structural elements: the State Building Codes V.1.2-1-95, dated on 01.07.1995]. Kyiv, 1995. (in Ukrainian).
2. *Budynky i sporudy. Gromadski budynky ta sporudy* [Buildings and constructions. Public buildings and structures. ]. *Osnovni polozhennia: DBN V.2.2-9-2009, chynni z 01.07.2010 r.* [Basic regulations: The State Buildings Codes V.2.2-9-2009, dated on 01.07.2010]. Kyiv, 2009, 51 p. (in Ukrainian).
3. *Bezpeka u nadzvychainykh sytuatsiiakh. Tekhnogenni nadzvichaini sytuatsii. Terminy ta vyznachennia osnovnykh poniat: DSTU 4933:2008, chynnyi vid 2008-07-01* [Safety in emergency situations. Technogenic emergency situations. Terms and definitions of basic concepts: The State Standards of Ukraine 4933: 2008, dated on 2008-07-01]. Kyiv, 2008, 38 p. (in Ukrainian).
4. Markov A.I. and Markova M.A. *Avarii zdaniy i sooruzhenij* [Damages of buildings and constructions]. Zaporozh'e: Nastroj, 2008, 84 p. (in Russian).
5. Miroshnichenko M. *Vybukh gazu - "tse urok, yakyi povynna zasvoity derzhava"* [Explosion of gas is "a lesson that should be learnt by the state"]. *Nadzvychajna sytuatsiia* [Emergency]. 2007, no. 10, pp. 8–15. (in Ukrainian).
6. Belikov A.S., Safonov V.V., Nazha P.N., Chalyj V.G., Shlykov N.Yu., Shalomov V.A. and Ragimov S.Yu. *Oxrana truda v stroitel'stve* [Work safety in construction]. Pridnepr. gos. akademiya str-va i arkhitektury [Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Kiev: Osnova, 2014, 592 p. (in Russian).
7. Senderov B.V. *Avarii zhilyx zdaniy* [Residential buildings accidents]. Moskva: Strojizdat, 1991, 216 p. (in Russian).
8. *Trahichnyi vybukh u Yevpatorii* [The tragic explosion in Yevpatoria]. *Nadzvychayna sytuatsiia* [Emergency], 2009, no 1, pp. 8-15. (in Russian).
9. Fajvusovich A.S., Mixeeva L.L., Chernyx O.A. and Matveev V.P. *O nekotoryx urokax avarii* [About some accident lessons]. *Budivelni konstruksii* [Buildings construction]. *Avarii na budivliakh i sporudakh. Druha Vseukrainska nauk.-tekhn. konferentsiia, 8-9 grudnia 1999 r.* [Accidents on buildings and structures. The second All-Ukrainian scientific and technical conference, December 8-9, 1999.]. Derzh. n.-d. in-t bud. Konstruksii [The State Scientific-Research Institute of Building Constructions]. Kyiv, 1999, iss. 51, pp. 54–59. (in Russian).
10. Xemmond R. *Avarii zdaniy i sooruzhenij. Prichiny i uroki avarii sovremennyx sooruzhenij razlichnykh tipov* [Accidents of buildings and structures. Causes and lessons of modern structures accidents of various types]. Moskva: Gosstrojizdat, 1960, 187 p. (in Russian).
11. Shatov S.V. *Vyznachennia parametriv ulamkiv zruinovanykh sporud ta elementiv budivel, yaki rekonstruiuiutsia* [Determination of scantling parameters of destroyed structures and building elements, which are reconstructed]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of the Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2011, no. 3, pp. 8–14. (in Ukrainian).
12. Shatov S.V. *Organizacionno-tekhnologicheskie resheniya nachal'nykh etapov razborki zavalov razrushennykh zdaniy* [Organizational and technological solutions of the initial stages of the rubble dissolution of destroyed buildings]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of the Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2011, no. 8, pp. 7–13. (in Russian).
13. Shkinev A.N. *Avarii na stroitel'nykh ob'ekтах, ix prichiny i sposoby preduprezhdeniya* [Accidents at the building sites, their causes and methods of warning]. Moskva: Strojizdat, 1976, 375 p. (in Russian).

Рецензент: Білоконь А. І., д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 14.11.2016 р. Прийнята до друку: 23.11.2016 р.