

Байбурин А. Х.

КОСМИЧЕСКИЕ УГРОЗЫ – РЕАЛЬНАЯ ОПАСНОСТЬ ДЛЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

В статье приведена информация о тяжести последствий падения космического объекта на застроенную территорию Челябинской области и превентивных мерах по снижению ущерба. Материалы статьи основаны на результатах экспертных обследований, сообщениях СМИ, Интернета, фото- и видеоматериалах. Цель работы – привлечь внимание научной и строительной общественности к проблеме конструкционной безопасности зданий и сооружений в связи проявленными новыми угрозами космического происхождения. Проведен анализ повреждений промышленных и гражданских зданий, полученных в результате воздействия ударной волны при взрыве метеорита, сформулированы выводы по снижению тяжести последствий воздействий такого рода.

Ключевые слова: конструкционная безопасность; риск аварии; здания и сооружения; космическая угроза.

Baiburin A. Kh.

SPACE THREATS - A REAL DANGER TO URBANIZED AREAS AND CON-STRUCTION OBJECTS

The article provides information about consequence of the fall of space object to a built-up area of Chelyabinsk region and preventive measures to reduce the damage. Materials of article based on the results of expert surveys, mass media reports, internet photo and video materials. Purpose - to attract the attention of the scientific and constructors community to the problem of structural safety of buildings in connection with new Outer origin threats manifestation. Damage analysis of industrial and civil buildings from meteorite explosion shock wave was performed, the conclusions to reduce the severity of the effects of this kind are formulated.

Keywords: structural safety, risk of crash, buildings and constructions, space threat.

В общей проблеме обеспечения безопасности среды обитания и устойчивого развития территорий [1] все большее значение уделяется конструкционной безопасности [2], которая является важнейшим видом безопасности в строительстве и базовым свойством качества построенных зданий и сооружений. Это свойство характеризует не только прочность, жёсткость и устойчивость конструкций несущего каркаса объекта, но и его способность противостоять не предусмотренным в проекте внешним воздействиям [3]. Поскольку непроектные воздействия на объект (природного и техногенного вида) почти всегда имеют место, то при отсутствии у него такого свойства аварийные обрушения конструкций практически неизбежны, и приносят они существенные убытки, как мате-

риальные, так и социальные [4]. Показателем конструкционной безопасности объекта является риск аварии, основанный на физическом состоянии системы «основание – фундамент – несущий каркас» с учетом допущенных ошибок [5]. После событий 15 февраля 2013 года можно говорить о непроектном космическом воздействии на строительный объект, хотя нормативными документами таких воздействий не предусмотрено.

После взрыва космического тела (эквивалента 440 килотонн), пролетевшего по траектории с востока на запад над территорией Челябинской области 15 февраля 2013 года, здания и сооружения подверглись частичному разрушению в результате воздействия ударной волны. По видеоматериалам установлено запаздывание ударной волны после



Рис. 1 (<http://www.google.ru/search?q=>)



Рис. 2 (<http://www.google.ru/search?q=>)

вспышки в 180 секунд, что соответствует расстоянию от центра Челябинска до источника взрыва около 50 км.

Разрушения были зафиксированы в десяти районах Челябинской области, населенных пунктах: Челябинск, Еманжелинск, Еткуль, Копейск, Коркино, Чебаркуль, Южноуральск, Златоуст, Троицк и др. Наиболее пострадали южные районы Челябинской области вдоль траектории пролета метеорита. Так, в пос. Коркино было серьезно повреждено здание больницы, выбито 387 окон общей площадью 3,5 тыс. м², в техникуме пищевой промышленности выбиты 90% стекол и обвалилась штукатурка. В Еманжелинском районе повреждено 2,5 тыс. окон в жилых домах. В детских садах, школах, учреждениях спорта и культуры выбито 6,3 тыс. м² стекла, а в общей сложности – 15,3 тыс. м².

По официальным данным зафиксировано, что частичное разрушение наружного остекления получили 4715 гражданских зданий, из них: многоквартирных жилых домов – 3724, учреждений образования – 671, медицинских учреждений – 235, учреждений соцзащиты – 11, учреждений культуры – 69, учреждений спорта – 5. Разрушено более 200 тысяч квадратных метров остекления.

Ущерб составил 1 млрд рублей без учета потерь от остановки производств. В результате повреждения жилых домов материальный ущерб в той или иной степени понесли 100 тысяч семей. Нанесен вред здоровью людей: ранения получили более 1,5 тысячи человек, среди пострадавших 319 детей.

В Челябинской области 16 зданий получили серьезные повреждения несущих конструкций от ударной волны. В Челябинске ощутимые повреждения получили здания ЧЦЗ, ЧТПЗ, спортивной арены «Трактор», ледового дворца «Уральская молния», областной больницы, ЮУрГУ, больницы скорой помощи.

На Челябинском цинковом заводе обрушилась часть здания склада концентратов. Площадь обрушения составила около 600 м² (рис. 1, 2). Здание склада каркасной несущей системы с железобетонными колоннами, стальными фермами, железобетонным покрытием и кирпичными наружными стенами. Восточная кирпичная стена обрушилась на проезжую часть.

Наибольшие повреждения получили южные фасады промышленных зданий, выполненные из навесных сэндвич-панелей (рис. 3, 4). Сорваны с креплений и деформированы при-



Рис. 3 (фото автора)



Рис. 4 (фото автора)



Рис. 5 (фото автора)



Рис. 6 (фото автора)

мерно 15% панелей. Как показал технический осмотр, были вырваны панели с креплением на 2–4 самореза по краям. Самонарезающие шурупы диаметром 4,5 мм отломлены в местах захода в прокатный металл фахверка.

В одном из цехов ударная волна от южного фасада прошла внутри цеха, выбила стеновое ограждение на восточном фасаде, деформировала стену из профнастила северного фасада, отстоящую от поврежденного южного фасада на расстоянии около 300 м.

Стены из железобетонных панелей или кирпича не пострадали. Обследованные каркасы цехов, выполненные из металлических или железобетонных конструкций, не получили каких-либо опасных повреждений. Существенных деформаций стропильных конструкций обнаружено не было.

Частично разрушилось остекление прямоугольных фонарей с ориентацией на юг-север, но установленные сетки-ловители удержали стекла от падения вниз (рис. 5). Как видим, нельзя пренебрегать требованием установки армированных стекол и сеток-ловушек. Практически не пострадали зенитные фонари купольной формы с остеклением из оргстекла или сотового поликарбоната, были

незначительно деформированы створки для аэрации (рис. 6).

В зданиях ЮУрГУ разрушено около 1,7 тыс. окон и 8 тыс. м² подвесных потолков. Ущерб превысил 50 млн рублей (рис. 7, 8). Повреждены окна практически всех зданий университетского городка, причем независимо от ориентации по сторонам горизонта. По количеству повреждений южные и северные фасады превосходят восточные и западные, что объясняется траекторией падения космического тела и направлением ударной волны. Вероятность разрушения зависела и от площади оконного проема, и от конструкции (пластик, дерево, алюминий), и от этажа, а также от степени износа и сроков эксплуатации. В многоэтажных зданиях больше повреждены окна трех нижних этажей. Во дворах-колодцах, в зданиях, выходящих на улицы с плотной линейной застройкой, видимо, имели место многократное отражение и наложение ударных волн.

Наибольшую опасность для людей и имущества представляли полностью выпавшие оконные рамы и створки, в основном деревянные (рис. 9, 10). В здании бассейна ЮУрГУ с узкими и высокими окнами повреждения остекления оказались минимальными.



Рис. 7 (www.youtube.com/watch?v=XMpXAaeXsNo)



Рис. 8 (www.youtube.com/watch?v=XMpXAaeXsNo)



Рис. 9 (www.youtube.com/watch?v=XMpXAaeXsNo)



Рис. 10 (www.youtube.com/watch?v=XMpXAaeXsNo)

Значительный ущерб нанесен ледовому дворцу «Уральская молния». На южном и восточном фасадах оторваны сэндвич-панели (рис. 11), обшивка свесов крыши разорвана в ключья. Имеются многочисленные повреждения окон, подвесных потолков, прозрачных и декоративных ограждений; пострадало и инженерное оборудование здания, особенно вентиляционное. Стропильные конструкции в виде арки с затяжкой получили значительные деформации, требующие их частичной замены (рис. 12). Две металлические балки системы связей по покрытию упали вниз, не задев людей. На ремонт здания и восстановление несущих стропильных конструкций потребуется 170 млн рублей.

Во время взрыва в детской спортивной школе по футболу № 3 по ул. Худякова от оконного проема оторвалась металлическая балка весом около 300 кг. По счастливой случайности, никто не пострадал. Эксперты обнаружили частичную деформацию несущих колонн, стен, перекрытий, трещины по фасаду. Произошло разрушение заполнения 70% оконных проемов. Здание школы признано аварийным. По официальным данным в Челябинской области из 16 зданий, наиболее пострадавших от падения космического тела, четыре были признаны аварийными. Всего

специалистами МЧС и строительными экспертами было обследовано 122 потенциально опасных объекта на наличие конструктивных повреждений.

Заключение

По данным экспертного анализа повреждений зданий можно сделать следующие выводы.

1. Несмотря на то что вероятность падения космических объектов такого размера на город ничтожна, последствия могут быть катастрофическими, особенно для промышленно развитой территории. Поэтому риски таких чрезвычайных ситуаций требуют глубокого осмысления, а конструкционная безопасность зданий – инженерного анализа. Запаздывание ударной волны при взрыве на большом удалении дает возможность принять определенные организационно-управленческие решения, повышающие степень безопасности населения.

2. Очевидно, что обычное заполнение оконных проемов не может воспринимать нагрузки от ударных волн такой интенсивности. Поэтому в помещениях с большим скоплением людей необходимо применять оконные системы повышенной прочности с надежной фурнитурой и соответствующим



Рис. 11 (фото автора)

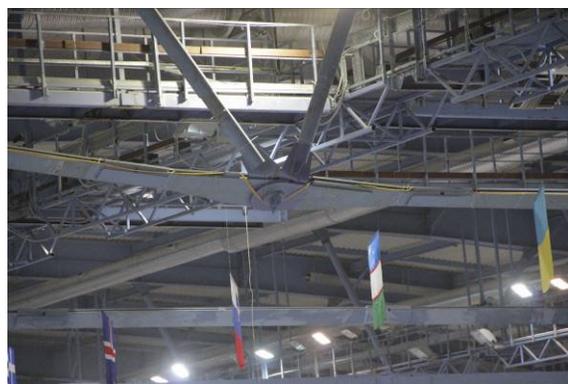


Рис. 12 (фото автора)

креплением в проемах. Узкие и высокие окна предпочтительней широких оконных проемов. Безопаснее заполнение проемов из органического, закаленного или армированного стекла.

3. Легкие ограждающие конструкции и остекление промышленных цехов гасят энергию ударной волны, предотвращая деформации каркаса. Но при этом возникает опасность для персонала, работающего поблизости. Поэтому в опасных местах должна быть предусмотрена дополнительная защита (каркасные сэндвич-панели, дополнительный

фахверк через 3 м, безопасные стекла, сетки-ловушки, экраны и пр.). Наиболее устойчивы светоаэрационные фонари купольной формы из органического стекла.

4. При проектировании большепролетных сооружений, таких как «Уральская молния», особое внимание должно уделяться формам потери устойчивости как отдельных элементов стропильных конструкций, так и системы покрытия в целом при чрезвычайных воздействиях типа взрыва внутри или снаружи здания, при вертикальном или наклонном направлении ударной волны.

Литература

1. Безопасность России. Безопасность строительного комплекса / рук. авт. кол-ва Н. А. Махутов, О. И. Лобов, К. И. Еремин. – М.: МГОФ «Знание», 2012. – 798 с.
2. Мельчаков А. П., Никонов Н. Н., Рудин В. Н. Город – место надежных и безопасных сооружений // Градостроительство. – 2011. – № 5 (15). – С. 104–113; № 6 (16). – С. 80–88.
3. Тамразян А. Г., Булгаков С. Н., Рахман И. А., Степанов А. Ю. Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. – М.: Изд-во АСВ, 2012. – 304 с.
4. Безопасность эксплуатируемых зданий и сооружений: монография / под ред. В. И. Теличенко, К. И. Еремина. – М.: ВЕЛД, 2011. – 428 с.
5. Байбурун А. Х., Головнев С. Г. Качество и безопасность строительных технологий: монография. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 453 с.

References

1. Makhutov N. A., Lobov O. I., Eremin K. I. Bezopasnost' Rossii. Bezopasnost' stroitel'nogo kompleksa [Russian safety. Construction industry safety]. Moscow, MGOF «Znanie» Publ., 2012. 798 p.
2. Mel'chakov A. P., Nikonov N. N., Rudin V. N. City – the place of reliable and safe constructions [Gorod – mesto nadezhnykh i bezopasnykh sooruzheniy]. Gradostroitel'stvo [Town paning], 2011, No. 5 (15), pp. 104–113; No. 6 (16), pp. 80–88.
3. Tamrazyan A. G., Bulgakov S. N., Rakhman I. A., Stepanov A. Yu. Snizhenie ris-kov v stroitel'stve pri chrezvychaynykh situatsiyakh prirodnoho i tekhnogenno-go kharaktera [Construction risks reducing in natural and tech-nogenic emergencies]. Moscow, ASV Publ., 2012. 304 p.
4. Bezopasnost' ekspluatiruemykh zdaniy i sooruzheniy: monografiya [Safety of operated buildings and constructions: monography], ed. by Telichenko V. I., Eremin K. I. Moscow, VELD Publ., 2011. 428 p.
5. Bayburin A. Kh., Golovnev S. G. Kachestvo i bezopasnost' stroitel'nykh tekhnologiy: monografiya [Quality and safety of construction technology: monography]. Chelyabinsk, South Ural State University Publ., 2006. 453 p.

Байбурун А. Х.

доктор технических наук, доцент, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск.
E-mail: abayburin@mail.ru.

Baiburin A. Kh.

doctor of technical science, docent, South Ural State University, Chelyabinsk.
E-mail: abayburin@mail.ru.

Поступило в редакцию 17.11.2014