

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.34031/2071-7318-2025-10-9-8-15

^{1,*}Серых И.Р., ¹Чернышева Е.В., ²Серых В.Д.¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

*E-mail: inna_ad@mail.ru

ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ

Аннотация. В современном мире многократно выросла угроза возникновения аварий и других происшествий, в которых человеческий фактор играет далеко не последнюю роль. Так называемые техногенные катастрофы и бедствия всегда возникали по вине человека, являясь результатом сочетания двух факторов: организационные недостатки и развивающиеся технологии.

Большинство техногенных аварий можно либо предотвратить, либо предусмотреть комплекс мер, который помог бы сократить ущерб, если катастрофа неизбежна. Это особенно актуально для взрывоопасных производств различных промышленных предприятий.

Для обеспечения безопасной жизнедеятельности обслуживающего персонала в зданиях и сооружениях со взрывоопасным производством предполагается применение легкобрасываемых конструкций (ЛСК), которые разрушаются при взрыве.

В статье рассмотрен вариант применения ЛСК в энергетической промышленности, в частности, на примере котельной, где технологический процесс производства тепловой энергии имеет высокую степень пожаро- и взрывоопасности. Вероятность возникновения аварийных техногенных ситуаций на таких объектах сильно возрастает, поэтому необходимо предусмотреть ряд конструктивных мероприятий, необходимых для предотвращения последствий катастрофы и снижения риска разрушения несущих конструкций здания.

В настоящее время в практике строительства проектирование легкобрасываемых наружных ограждающих конструкций является единственным способом защиты сооружений от негативных последствий взрыва внутри помещения.

Ключевые слова: легкобрасываемые конструкции, безопасность жизнедеятельности.

Введение. В современном мире многократно выросла угроза возникновения аварий и других происшествий, в которых человеческий фактор играет далеко не последнюю роль. Так называемые техногенные катастрофы и бедствия всегда возникали по вине человека, являясь результатом сочетания двух факторов: организационные недостатки и развивающиеся технологии [1–3]. Причин таких катастроф можно выделить множество: качество подготовки кадров; халатность на производстве; использование устаревшего оборудования; нарушение норм при производстве работ; отсутствие прогнозирования внешних обстоятельств, например, урагана, сильного ливня с грозами или других факторов природного характера. Кроме того, нельзя игнорировать и пресловутый человеческий фактор [4–7].

Последствия таких катастроф могут быть чудовищными [8, 9]. В первую очередь, это гибель людей. Например, в конце ноября 2021 года в производственном здании завода по изготовлению взрывчатого вещества октоген в Нижегородской области произошли четыре взрыва, которые привели к пожару и обрушению несущих конструкций здания. Площадь возгорания составила более пятидесяти квадратных метров, пострадали работники завода. В марте 2024 года на ТЭЦ

в Туве произошел техногенный взрыв в здании котельной, пострадали 23 человека. В июне 1974 года на одном из химических предприятий г. Фликсборо, Великобритания произошел взрыв парового облака циклогексана, что в последствии привело к крупному пожару и гибели людей [10].

Нельзя также забывать о том, какие последствия для здоровья человека могут вызывать подобные катастрофы: болезни органов дыхания, онкологические заболевания, ожоги, посттравматический стресс. Например, в декабре 1984 года на территории завода в Индии, который занимался производством инсектицидов, произошел взрыв, в результате которого в воздух было выброшено сорок пять тонн газообразного метилизоцианата [10]. Это привело к гибели более трех тысяч человек только в день аварии, а в последствии погибло еще около двадцати тысяч. Всего от воздействия отравляющего газа пострадало около пятисот тысяч не в чем неповинных граждан. Кроме того, в результате некачественного устранения последствий аварии, химические стоки ушли в водные запасы страны, что привело к росту заболеваемости среди населения онкологическими болезнями.

Любые катастрофы, а тем более техногенные, влекут за собой достаточно серьезные экономические последствия: уменьшение числа основных производственных механизмов в результате их полного или частичного уничтожения; уменьшение использования трудовых ресурсов и численности работающего населения; ухудшение жизненного уровня населения; расходы государства на преодоление чрезвычайных ситуаций; косвенные потери и ущерб от упущенной выгоды в области материального производства и предоставления услуг.

К немаловажным негативным последствиям техногенных катастроф следует относить экологический ущерб. Загрязнение воздуха, водоемов, верхнего плодородного слоя земли. Все это является последствиями разлива или выброса химических веществ во время взрыва, негативный эффект от которых может сохраняться в течение продолжительного периода времени.

Учитывая вышесказанное, следует отметить, что одной из главных задач государства является обеспечение безопасности граждан. Большинство техногенных аварий можно либо предотвратить, либо предусмотреть комплекс мер, который помог бы сократить ущерб, если катастрофа неизбежна. Это особенно актуально для взрывоопасных производств различных промышленных предприятий.

Для обеспечения безопасной жизнедеятельности обслуживающего персонала в зданиях и сооружениях со взрывоопасным производством предполагается применение легкобрасываемых конструкций (ЛСК), которые разрушаются при взрыве [11–13]. В данном случае техническое решение предполагает устройство во внешнем ограждении помещения проемов, заполненных легкоразрушающимися или легкооткрываемыми конструкциями. Это решение защитит помещение во время аварии: в случае возникновения взрыва в помещении образуются открытые проемы, через которые происходит выброс избыточного давления [14–16]. Подобное решение позволит сохранить дорогостоящее оборудование и несущие конструкции всего здания, а следовательно, его целостность.

В противном случае взрывная волна, не найдя выхода, будет направлена на конструктивные элементы здания, что может привести к полному разрушению всего сооружения и гибели людей. По своей сути легкобрасываемые конструкции представляют собой внешние конструкции сооружения, несущие на себе функцию защиты помещения от взрывной волны. Данные конструкции способствуют резкому снижению

атмосферного давления в момент взрыва, которое образуется в процессе высвобождения газов и других горючих смесей в помещении.

Взрывоопасные помещения, не оснащенные специализированными легкобрасываемыми конструкциями, будут лишены возможности защитить свои внутренние и наружные конструкции. При использовании обычных оконных конструкций взрывная волна в большинстве случаев не выбивает стекло и направляет всю свою силу на несущие элементы здания.

Главным образом, легкобрасываемые конструкции получили широкое распространение в зданиях нефтегазовой, химической и энергетической промышленности, а также в торговых центрах в местах скопления большого количества людей. Последнее тесно связано с угрозой безопасности людей во время террористической атаки.

Во время производственного процесса всегда возникает достаточно высокий риск возгорания, а затем взрыва. Именно поэтому следует предусмотреть мгновенное высвобождение избыточного давления и различных непригодных для дыхания человека газов. Возможность предотвратить большие материальные и человеческие потери и дают легкобрасываемые конструкции.

На сегодняшний день различают три варианта применяемых легкобрасываемых конструкций:

1. Разрушающиеся ЛСК. К ним относятся, так называемые, глухие окна. В такой конструкции во время взрыва высокое избыточное давление приводит к выпадению основной части конструкции. Использование глухих окон с разрушаемым заполнением в качестве ЛСК дает возможность получить достаточно простое и наиболее удобное конструктивное решение: оно не только будет отвечать всем требованиям по освещенности и теплоизоляции помещения, но и позволит значительно снизить давление во время внутреннего аварийного взрыва. Чтобы увеличить эффективность глухого остекления при вскрытии, рекомендуется выполнять его одинарным. На размер и толщину остекления влияет ветровая нагрузка. При использовании стекол с разрушаемым заполнением в качестве ЛСК важно помнить об опасности осколков, которые образуются при разрушении стекла. Эти осколки представляют опасность для людей, находящихся возле оконных проемов взрывоопасного помещения.

2. Вращающиеся ЛСК. К ним относятся двери, ворота, окна, открывающиеся наружу. В них при воздействии избыточного давления конструкция начинает вращаться вокруг горизонтальной и вертикальной осей, тем самым давая

выход взрывной волне. При устройстве таких ЛСК следует отдавать предпочтение более удобным в эксплуатации окнам, в механизме створок которых присутствует вертикальный или горизонтальный шарнир. В некоторых исключительных случаях технологическими требованиями может быть предусмотрено использование в качестве ЛСК дверей и ворот. В некоторых случаях в качестве ЛСК можно использовать ограждающие стеновые панели и конструкции покрытия за счет их поворота. Однако, очень важно, чтобы вращающиеся легкосбрасываемые конструкции были запроектированы таким образом, чтобы они не вскрывались от действия ветровых нагрузок. В некоторых случаях поворотные ЛСК могут оказаться более предпочтительным вариантом, чем решения, предусматривающие вскрытие сбросного проема за счет смещения ЛСК.

3. Сбрасываемые или смещаемые ЛСК. К ним относятся внешние стеновые панели, облегченные плиты покрытия, оконные блоки. Здесь первостепенное значение будет иметь техническое решение узлов, которые при минимальной взрывной нагрузке обеспечат сбрасываемость панелей. То есть в таких ЛСК при воздействии давления разрушаются элементы конструкции, удерживающие ее в обычном положении.



Рис. 1. Здание котельной

В настоящее время в практике строительства проектирование легкосбрасываемых наружных ограждающих конструкций является единственным способом защиты сооружений от негативных последствий взрыва внутри помещения. Следует отметить, что наиболее эффективными конструкциями для этого считаются остекленные участки внешних несущих стен. Эффективность такого остекления в качестве ЛСК во многом будет зависеть от размеров самого стекла и способа крепления.

Методика расчета. В методике расчета площади ЛСК, как и в любой другой, приняты некоторые допущения и предпосылки:

Правильная эксплуатация легкосбрасываемых конструкций предполагает соблюдение некоторых требований:

1. следует регулярно (раз в полгода) проводить контроль состояния разрушающихся при взрыве элементов узлов крепления;
2. техническое обслуживание узлов крепления должно осуществляться только обученным персоналом;
3. в процессе эксплуатации не следует подвергать рабочие поверхности узлов крепления деталей загрязнению и повреждению;
4. на потенциально опасные участки в зоне эксплуатации конструкций доступ людей должен быть ограничен

В данной статье рассмотрим вариант применения ЛСК в энергетической промышленности, в частности, на примере котельной, расположенной в Воронежской области (рис. 1). Поскольку технологический процесс производства тепловой энергии имеет высокую степень пожаро- и взрывоопасности, вероятность возникновения аварийных техногенных ситуаций сильно возрастает. В этой связи необходимо предусмотреть ряд конструктивных мероприятий, необходимых для предотвращения последствий катастрофы и снижения риска разрушения несущих конструкций здания.



1. газовая смесь равномерно заполняет весь объем помещения с концентрацией близкой к стехиометрической;
2. пламя при горении смеси распространяется по горючей среде;
3. до тех пор, пока не произойдет вскрытие легкосбрасываемой конструкции давление в помещении повышается как в замкнутом объеме;
4. предполагается, что при достижении в помещении допустимого избыточного давления $\Delta P_{\text{доп}}$ легкосбрасываемые конструкции разрушаются мгновенно;
5. предполагается, что процесс выхода газов через образовавшиеся при взрыве проемы имеет адиабатический характер.

Основная часть. Целью исследования является определение площадей ЛСК в здании котельной для проверки соответствия нормам и требованиям взрывобезопасности.

Объектом, представленного в статье исследования, стало здание котельной размерами в плане $a_{\text{п}} \times b_{\text{п}} = 19,715 \times 15,100$ м, высотой $h_{\text{п}} = 10$ м, расположенное в Воронежской области. Геометрический объем объекта обследования составил: $V_{\text{пом}} = a_{\text{п}} \times b_{\text{п}} \times h_{\text{п}} = 2976,965 \text{ м}^3$. Технологическое оборудование котельной расположено на уровне пола и работает на природном газе. Освещение в помещении имеет искусственное и естественное происхождение. Здание было введено в эксплуатацию в 1955 году. Стены кирпичные, кровля выполнена из асбестоцементных волнистых листов по верх несущих металлических ферм.

Согласно [17] огнестойкость здания соответствует II степени, предел огнестойкости несущих строительных конструкций составляет R90, наружных несущих стен – E15, покрытия – R15. В соответствии с требованиями [18], помещение котельной по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории А.

Ограждающие конструкции здания (кровля и наружные стены) испытывают значительное циклическое воздействие суточного и сезонного изменения температуры наружного воздуха. Воздействию атмосферных осадков подвергаются наружные поверхности стен и, в большей степени, конструкция кровли. В случае протечек в кровле конструкции здания могут увлажняться, в них возможно развитие коррозионных процессов, а при отрицательных температурах в наружных конструкциях – выветривание с разрушением материалов и ослаблению лакокрасочного покрытия. Строительные конструкции подвергаются воздействию твердой среды в виде пыли, загрязняющей атмосферу (взвешенные вещества), которая осаждается на их наружной поверхности и на покрытиях пола.

В помещениях, где находятся котлы и газоиспользующее оборудование возможно образование взрывоопасной концентрации воздушной среды. В качестве легкосбрасываемых конструкций предполагается использовать оконные проемы, площадь которых должна быть не менее площади ЛСК, которую следует производить согласно рекомендациям [19].

Необходимая площадь открытых проемов в наружном ограждении взрывоопасного помещения определяется по формуле:

$$S_{\text{лск}}^{\text{мин}} = \frac{0,105 U_{\text{н.р}} \alpha (\varepsilon_{\text{с}} - 1) \beta_{\mu} K_{\text{ф}}^3 \sqrt{V_{\text{св}}^2 \rho_0}}{\sqrt{\Delta P_{\text{доп}}}} = \frac{0,105 \cdot 0,154 \cdot 8,83 (7,55 - 1) 1 \cdot 1^3 \sqrt{2381,6^2 \sqrt{1,14}}}{\sqrt{5}} = 79,64 \text{ м}^2,$$

где $U_{\text{н.р}} = 0,55 U_{\text{нmax}} = 0,55 \cdot 0,28 = 0,154$ м/с – расчетная нормальная скорость распространения пламени; $\alpha = 0,6 \cdot 6,88 + 0,4 \cdot 11,76 = 8,83$ – показатель интенсификации взрывного горения; $\varepsilon_{\text{с}} = 0,5 (\varepsilon_{\text{снкпр}} + \varepsilon_{\text{сmax}}) = 0,5 (6,0 + 9,1) = 7,55$ – расчетная степень сжатия продуктов горения при взрыве в замкнутом объеме; $\beta_{\mu} = 1$ – коэффициент, учитывающий степень заполнения объема помещения взрывоопасной смесью; $K_{\text{ф}} = 1,5$ – коэффициент, учитывающий влияние формы помещения и эффект истечения продуктов горения взрывоопасной ГС; $V_{\text{св}} = V_{\text{пом}} (1 - 0,01 \theta_3) = 2976,965 (1 - 0,01 \cdot 20) = 2381,6 \text{ м}^3$ – свободный объем помещения; $\rho_0 = 1,14 \text{ кг/м}^3$ – расчетная плотность газа в помещении перед воспламенением смеси; $\Delta P_{\text{доп}} = 5 \text{ кПа}$ – допустимое избыточное давление в помещении; характеристики горючей смеси принимаются по таблице прил. 2 [19]: $\rho_{\text{max}} = 1,13 \text{ кг/м}^3$;

$\varepsilon_{\text{рmax}} = 7,6$; $\varepsilon_{\text{сmax}} = 9,1$; $U_{\text{нmax}} = 0,28 \text{ м/с}$; $\rho_{\text{нкпр}} = 1,15 \text{ кг/м}^3$; $\varepsilon_{\text{рнкпр}} = 5,0$; $\varepsilon_{\text{снкпр}} = 6,0$.

Общая площадь существующих оконных проемов на двух фасадах котельной составляет $72,96 \text{ м}^2$, что меньше требуемой $79,64 \text{ м}^2$. Таким образом, расчеты показали, что обеспечить требуемую площадь остекления в качестве ЛСК не представляется возможным. Согласно [20], при недостаточной площади остекления допускается в качестве ЛСК использовать конструкции покрытий из стальных, алюминиевых и асбестоцементных листов (шифер), поэтому для снижения избыточного давления взрыва было принято решение рассмотреть в качестве ЛСК конструкцию кровли. Материал кровли – асбестоцементные листы, уложенные поверх несущих металлических ферм.

Коэффициент вскрытия определяем по формуле:

$$K_{\text{вскр}}^{\text{лск}} = \frac{S_{\text{откр.тр}} (a_{\text{лск}} + b_{\text{лск}}) \Delta p_{\text{вскр}} K_{\text{с.м}} K_{\text{з.п}}}{K_{\text{н.в}} \alpha^3 U_{\text{н.р}}^3 \sqrt{\rho_0} M_{\text{лск}}} = \frac{79,64 (1,2 + 0,68) 3,15 \cdot 0,333 \cdot 1}{1,598 \cdot 8,83^3 \cdot 0,154^3 \sqrt{1,14} \cdot 174,68} = 0,210,$$

где $a_{\text{лск}}, b_{\text{лск}}$ – размеры одного элемента ЛСК; $\Delta p_{\text{вскр}} = 3,15 \text{ кПа}$ – избыточное давление в

помещении, при котором происходит вскрытие ЛСК; $K_{с.м} = 0,333$ – коэффициент, учитывающий влияние собственной массы ЛСК; $K_{з.п} = 1$ – коэффициент, учитывающий заужение проема при вскрытии; $K_{н.в}$ – коэффициент формирования взрывной нагрузки на конструкции, определяется методом линейной интерполяции по табл. 6 [19]; $M_{лск} = 174,68\text{ кг}$ – масса ЛСК с учетом снеговой нагрузки.

Полученные результаты свидетельствуют о недостаточно высокой эффективности вскрытия ЛСК в том случае, если очистка покрытия взрывоопасного помещения от снега не производится. Требуемая площадь ЛСК в соответствии нормам и требованиям взрывобезопасности на обследуемом объекте составляет:

$$S_{лск} \geq \frac{79,64}{0,210} = 379,24 \text{ м}^2.$$

Поскольку площадь всей кровли, рассмотренного взрывоопасного помещения, гораздо меньше требуемой и составляет $297,7 \text{ м}^2$, использование ее в качестве легкосбрасываемой конструкции не представляется возможным.

Выводы. Расчеты показали, что для эффективной работы легкосбрасываемых конструкций следует использовать оконные проемы и кровлю котельной совместно, поскольку площади тех же оконных проемов или кровли отдельно будет недостаточно для обеспечения пожарной безопасности при взрыве.

При этом использовать существующее кровельное покрытие в качестве ЛСК можно только после создания условий для его своевременного вскрытия при взрыве за счет оснащения специальными устройствами крепежа и запоров. Снаружи оконных проемов для соблюдения техники безопасности необходимо предусмотреть меры, предотвращающие разбрасывание осколков стекол.

Источник финансирования. Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочергин А.Н. Техносфера и общество: проблем взаимодействия // Научный вестник МГТУ ГА. 2016. № 166. С. 32–39.
2. Шаповалова И.С. Техносфера России: проблемы развития и риски // Вестник института социологии. 2016. № 18. С. 112–137.
3. Якупов А.М. Среда обитания людей и «поля опасностей» в ней // Вестник НИЦ БЖД. 2017. № 4 (18). С. 91–100.
4. Серых И.Р., Чернышева Е.В. Промышленная безопасность при техническом перевооружении опасного производственного объекта на примере литейного цеха // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 5. С. 35–41. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-5-35-41
5. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Стаинов В.В., Чернышева А.С. Актуальные проблемы промышленной безопасности / Zbornik radova: visoka tehnička škola strukovnih studija. Niš. Serbia. 2016. December. Pp. 164–165.
6. Дегтярь А.Н., Серых И.Р., Чернышева Е.В., Панченко Л.А. Экспертиза промышленной безопасности здания насосной нефтебазы Белгородской области с целью оценки ее остаточного ресурса // Безопасность в строительстве: матер. III Междунар. науч.-практ. конф., (Санкт-Петербург, 23–24 ноября 2017 г.), СПб.: изд-во СПбГАСУ, 2017. С. 41–45.
7. Серых И.Р., Чернышева Е.В., Дегтярь А.Н., Черноситова Е.С., Чернышева А.С. Экспертиза промышленной безопасности здания цеха ВЖС Шебекинского химического завода с целью оценки технического состояния конструкций // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 9. С. 55–61. DOI: 10.12737/article_5bab4a1cacc902.46271253.
8. Беззубцев-Кондаков А.Е. Почему это случилось? Техногенные катастрофы в России. Изд-во: Питер, 2010. 288 с.
9. Арнольд В.И. Теория катастроф. 5-е изд. М.: Едиториал УССР, 2009. 136 с.
10. Катастрофы конца XX века. Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Центр стратегических исследований гражданской защиты; под ред. В.А. Владимирова. 2-е изд., перераб. Москва. Изд-во Геополитика., 2001. 423 с.
11. Касперов Г.И., Полевода И.И., Миканович А.С. Расчет площади разрушаемых легкосбрасываемых конструкций // Вестник командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. 2005. № 2(2). С. 64–69.
12. Попов А.П., Мороз А.Ю., Кувшинов Д.С. Современные проблемы легкосбрасываемых конструкций на взрывоопасных объектах // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4-1. С. 142–144.
13. Чикин А.Ю., Лавыгина О.Л., Кузнецова О.Н., Степанов И.Г. Разработка предложений по модернизации легкосбрасываемых оконных конструкций при их использовании на взрывоопасных объектах. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2020. Т. 10. № 4 (35). С. 610–617.

14. Корольченко О.Н., Корольченко А.Д. Определение давления вскрытия легкобрасываемых конструкций с учетом ветровых нагрузок // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17. № 7. С. 914–921.

15. Горев В.А., Корольченко А.Д. Влияние легкобрасываемых конструкций на избыточное давление при взрыве в помещении // Пожаро-взрывобезопасность 2022. Т. 31. № 3. С. 12–23.

16. Горев В.А., Челекова Е.Ю., Лещёв Н.В. Об эффективности легкобрасываемых конструкций, расположенных в покрытии // Безопасность труда в промышленности. 2023. № 5. С. 7–14.

17. 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

18. СП 2.13130.2012 Обеспечение огнестойкости объектов защиты.

19. Расчет параметров легкобрасываемых конструкций для взрывопожарных помещений промышленных объектов. Рекомендации. М.: ВНИИПО, 2015. 48 с.

20. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

Информация об авторах:

Серых Инна Робертовна, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и сопротивления материалов. E-mail: inna_ad@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Чернышева Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и управления качеством. E-mail: bellena_74@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Серых Валерия Дмитриевна, бакалавр. E-mail: luruler44@gmail.com. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, корп. 1

Поступила 28.09.2024 г.

© Серых И.Р., Чернышева Е.В., Серых В.Д., 2025

^{1,*}Serykh I.R., ¹Chernyshova E.V., ²Serykh V.D.

¹Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

²National Research Moscow State University of Civil Engineering

*E-mail: inna_ad@mail.ru

EASILY REMOVABLE STRUCTURES FOR BOILER ROOM

Abstract. In the modern world, the threat of accidents and other incidents has grown many times over, in which the human factor plays an important role. The so-called man-made disasters and disasters have always arisen through human fault, being the result of a combination of two factors: organizational shortcomings and developing technologies.

Most man-made accidents can either be prevented, or a set of measures can be envisaged that would help reduce damage if a disaster is inevitable. This is especially true for explosive industries of various industrial enterprises.

To ensure the safe life of service personnel in buildings and structures with explosive production, it is planned to use easily removable structures (LSC), which are destroyed by an explosion.

The article discusses the option of using LSC in the energy industry, in particular, at the boiler house, where the technological process of thermal energy production has a high degree of fire and explosion hazard. The probability of emergency man-made situations at such facilities greatly increases, therefore, it is necessary to provide for a number of design measures necessary to prevent the consequences of the disaster and reduce the risk of destruction of the supporting structures of the building.

Currently, in construction practice, the design of easily removable external fencing structures is the only way to protect structures from the negative consequences of an explosion indoors.

Keywords: easily removable structures, life safety.

REFERENCES

1. Kochergin A.N. Technosphere and society: interaction problems [Tekhnosfera i obshchestvo:

problem vzaimodejstviya]. Scientific Bulletin of MSTU GA. 2016. No. 166. Pp. 32–39. (rus)

2. Shapovalova I.S. Technosphere of Russia: development problems and risks [Tekhnosfera Rossii: problemy razvitiya i riski]. Bulletin of the Institute of Sociology. 2016. No. 18. Pp. 112–137. (rus)
3. Yakupov A.M. Human habitat and "danger fields" in it [Sreda obitaniya lyudej i «polya opasnostej» v nej]. Bulletin of NC BZD. 2017. No. 4 (18). Pp. 91–100. (rus)
4. Seryh I.R., Chernysheva E.V. Industrial safety during technical re-equipment of a hazardous production facility at the foundry facility [Promyshlennaya bezopasnost' pri tekhnicheskom perevooruzhenii opasnogo proizvodstvennogo ob"ekta na primere litejnogo cekha]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 5. Pp. 35–41. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-5-35-41. (rus)
5. Chernysheva E.V., Seryh I.R., Statinov V.V., Chernysheva A.S. Current industrial safety issues [Aktual'nye problemy promyshlennoj bezopasnosti]. Zbornik radova: visoka tehnička škola strukovnih studija. Niš. Serbia. 2016. December. Pp. 164–165.
6. Degtyar A.N., Seryh I.R., Chernysheva E.V., Panchenko L.A. Industrial Safety Expert Review of the Belgorod Oblast Pump House Building to Assess its Residual Resources. [Ekspertiza promyshlennoj bezopasnosti zdaniya nasosnoj neftebazy Belgorodskoj oblasti s cel'yu ocenki ee ostatochnogo resursa]. Safety in construction: materials of the III International Scientific and Practical Conference. SPb.: Publishing House SPbGASU. 2017. Pp. 41–45. (rus)
7. Seryh I.R., Chernysheva E.V., Degtyar A.N., Chernositova E.S., Chernysheva A.S. Industrial safety expert review of the building of the WBS shop of the Shebekinsky chemical plant in order to assess the technical condition of the structures [Ekspertiza promyshlennoj bezopasnosti zdaniya cekha VZhS Shebekinskogo himicheskogo zavoda s cel'yu ocenki tekhnicheskogo sostoyaniya konstrukcij]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2018. No. 9. Pp. 55–61. DOI: 10.12737/article_5bab4a1cacc902.46271253. (rus)
8. Bezzubcev-Kondakov A.E. Why did this happen? Man-made disasters in Russia [Pochemu eto sluchilos'? Tekhnogennye katastrofy v Rossii.]. Publishing House: Peter. 2010. 288 p. (rus)
9. Arnol'd V.I. Catastrophe theory. [Teoriya katastrof]. 5th ed. M.: Editorial of the Ukrainian SSR. 2009. 136 p. (rus)
10. Vladimirov V.A. Disasters of the late XX century [Katastrofy konca XX veka]. Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Management, Center for Strategic Studies of Civil Protection; ed. V.A. Vladimirova. 2nd ed., Pererab. Moscow. Publishing house Geopolitics. 2001. 423 p. (rus)
11. Kasperov G.I., Polevoda I.I., Mikanovich A.S. Calculation of the area of destructible easily removable structures [Raschet ploshchadi razrushaemyh legkosbrasyvaemyh konstrukcij]. Bulletin of command and engineering institute of the Ministry of Emergency Situations of Republic of Belarus. 2005. No. 2 (2). Pp. 64–69. (rus)
12. Popov A.P., Moroz A.Yu., Kuvshinov D.S. Modern problems of easily removable structures at explosive objects [Sovremennye problemy legkosbrasyvaemyh konstrukcij na vzryvoopasnyh ob"ektah]. Topical problems of the humanities and natural sciences. 2016. No. 4-1. Pp. 142–144.
13. Chikin A.Yu., Lavygina O.L., Kuznecova O.N., Stepanov I.G. Development of proposals for modernization of easily expandable window structures when they are used in explosive facilities [Razrabotka predlozhenij po modernizacii legkosbrasyvaemyh okonnyh konstrukcij pri ih ispol'zovanii na vzryvoopasnyh ob"ektah]. News of universities. Investments. Construction. Real estate. 2020. Vol. 10. No. 4. Pp. 610–617. (rus)
14. Korol'chenko O.N., Korol'chenko A.D. Determination of the opening pressure of easily jettison structures considering wind loads [Opredelenie davleniya vskrytiya legkosbrasyvaemyh konstrukcij s uchetom vetrovyh nagruzok]. Bulletin of MGSU. 2022. Vol. 17. No. 7. Pp. 914–921. (rus)
15. Gorev V.A., Korol'chenko A.D. Impact of easily jettison structures on overpressure in case of explosion in the room [Vliyanie legkosbrasyvaemyh konstrukcij na izbytochnoe davlenie pri vzryve v pomeshchenii]. Fire and explosion safety. 2022. Vol. 31. No. 3. Pp. 12–23. (rus)
16. Gorev V.A., Chelekova E.Yu., Leshchyov N.V. On the efficiency of easily removable structures located in the coating [Ob effektivnosti legkosbrasyvaemyh konstrukcij, raspolozhennyh v pokrytii]. Industrial safety. 2023. No. 5. Pp. 7–14. (rus)
17. 123-FZ Technical regulations on fire safety requirements. (rus)
18. SP 2.13130.2012 Provision of fire resistance of protected facilities. (rus)
19. Calculation of parameters of easily jettison structures for explosion and fire rooms of industrial facilities. Recommendations. M.: VNIPO. 2015. 48 p. (rus)
20. Federal Law of July 22, 2008 N 123-FZ Technical Regulations on Fire Safety Requirements. (rus)

Information about the authors

Serykh, Inna R. PhD, Assistant professor. E-mail: inna_ad@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Chernyshova, Elena V. PhD, Assistant professor. E-mail: bellena_74@mail.ru Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Serykh, Valeriya D. Bachelor student. E-mail: luruler44@gmail.com. National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26.

Received 28.09.2024

Для цитирования:

Серых И.Р., Чернышева Е.В., Серых В.Д. Легкосбрасываемые конструкции для помещения котельной // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2025. № 9. С. 8–15. DOI: 10.34031/2071-7318-2025-10-9-8-15

For citation:

Serykh I.R., Chernyshova E.V., Serykh V.D. Easily removable structures for boiler room. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2025. No. 9. Pp. 8–15. DOI: 10.34031/2071-7318-2025-10-9-8-15