

Научная статья
УДК 629.331, 614.841

ОБ ОПАСНОСТИ ВЗРЫВОВ ГАЗА В ЗАМКНУТЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЁМАХ

✉ Поташев Дмитрий Анатольевич.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ dim-po@igps.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, связанные со взрывами газа в ограниченных строительных объёмах – квартирах жилых домов и газобаллонных автомобилей в подземных автостоянках и наземных автостоянках закрытого типа. Показано, что основным поражающим фактором является воздушная ударная волна, а при возгорании – пламя и тепловое излучение. При этом возможно обрушение конструкций и, как следствие, риск для людей и большой материальный ущерб. Приведены мероприятия, позволяющие предотвратить или ослабить опасные факторы взрыва: использование газоанализаторов и системы вентиляции, применение легкобрасываемых панелей, защитных ленточных завес и укрепление перекрытий помещения.

Ключевые слова: горючий газ, замкнутый объём, взрыв, газобаллонный автомобиль, автостоянка закрытого типа

Для цитирования: Поташев Д.А. Об опасности взрывов газа в замкнутых строительных объёмах // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2023. № 2. С. 213–218.

Scientific article

ABOUT THE DANGER OF GAS EXPLOSIONS IN CLOSED CONSTRUCTION VOLUMES

✉ Potashev Dmitriy A.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ dim-po@igps.ru

Abstract. The article deals with issues related to gas explosions in limited construction volumes – apartments of residential buildings and gas-cylinder cars in underground parking lots and ground parking lots of a closed type. It is shown that the main damaging factor is an air shock wave, and in case of ignition – flame and thermal radiation. At the same time, the collapse of structures is possible and, as a result, a risk to people and great material damage. Measures are given to prevent or mitigate explosion hazards: the use of gas analyzers and ventilation systems, the use of easy-to-throw panels, protective tape curtains and strengthening of the ceilings of the room.

Keywords: combustible gas, closed volume, explosion, gas cylinder car, closed type parking lot

For citation: Potashev D.A. About the danger of gas explosions in closed construction volumes // Scientific and analytical journal «Vestnik Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia». 2023. № 2. P. 213–218.

Введение

Российская Федерация обладает большими запасами газа, что позволяет ввиду относительно низкой стоимости и экологичности использовать его для решения различных задач – газифицировать жилой сектор [1] и применять в двигательных установках транспортных средств, в частности газобаллонных автомобилей (ГБА) [2].

Согласно планам Правительства России к 2030 г. уровень газификации российских регионов вырастет более чем на 10 % и достигнет 82 % [3]. При этом показатель газификации городских территорий примерно 70 %. В соответствии с докладом Президенту, в России газифицировано 43 млн квартир и домовладений в 48-ми тыс. населенных пунктах [4].

Проблема взрывопожароопасности при использовании газа

Тем не менее рост масштабов использования газа имеет и обратную сторону. В частности, от взрывов бытового газа страдает жилой сектор (рис. 1¹, табл.) [5] – взрыв газа может быть как следствием пожара, так и причиной его.



Рис. 1. Последствия взрывов газа в квартирах: а) г. Новосибирск; б) г. Орехово-Зуево

Таблица

Наиболее разрушительные взрывы газа в домах за 2017–2023 гг.

| Дата | Населённый пункт | Погибло | Травмировано | Этажей в доме | Год постройки | Причины |
|---------------|------------------------------------|---------|--------------|---------------|---------------|------------------|
| 09.11.2017 г. | г. Ижевск, Удмуртия | 7 | 11 | 9 | 1990 | Намеренный взрыв |
| 31.12.2018 г. | г. Магнитогорск, Челябинская обл. | 39 | 16 | 10 | 1973 | Утечка газа |
| 04.04.2020 г. | г. Орехово-Зуево, Московская обл. | 3 | 10 | 5 | 1962 | Утечка газа |
| 08.09.2021 г. | г. Ногинск, Московская обл. | 7 | 22 | 9 | 2003 | Утечка газа |
| 11.04.2022 г. | г. Ступино, Московская обл. | 6 | 19 | 5 | 1969 | Намеренный взрыв |
| 19.11.2022 г. | п. Тыновское, Сахалинская обл. | 10 | 6 | 5 | 1980 | Газовый баллон |
| 04.12.2022 г. | г. Нижневартовск, ХМАО | 9 | 15 | 5 | 1975 | Газовый баллон |
| 07.02.2023 г. | г. Ефремов, Тульская обл. | 8 | 3 | 5 | 1968 | Утечка газа |
| 09.02.2023 г. | г. Новосибирск, Новосибирская обл. | 14 | 9 | 5 | 1966 | Лжегазовщики |

¹ Здесь и далее фото и данные из открытых источников в интернете

Особо опасен взрыв газа в замкнутом объёме – при взрыве квартиры в многоквартирном доме возможно обрушение целого подъезда. Не менее опасен взрыв в автостоянках закрытого типа [6, 7], приводящий к сложным ударно-волновым процессам с последующим повреждением автомобилей, разрушению силовых конструкций (рис. 2), что особенно опасно для автостоянок, встроенных в здания, и риску для жизни и здоровья людей – водителей, пассажиров, персонала.



Рис. 2. Взрыв и возгорание ГБА в гараже (а) и последствия взрыва в подземной автостоянке, г. Тегеран (б)

В интересах изучения особенностей динамики ударно-волновых процессов при взрыве метана (CH_4) в подземной автостоянке проведено компьютерное моделирование распространения и интенсивности ударной волны с использованием программы Ansys Autodyn [8, 9]. В качестве примера был взят парковочный этаж объёмом $26,2 \times 17 \times 3 \text{ м} = 1336,2 \text{ м}^3$ и площадью $26,2 \times 17 \text{ м} = 445,4 \text{ м}^2$. Результаты моделирования представлены на рис. 3. Особо следует отметить, что при взрыве газа может возникнуть зона разрежения, приводящая к дополнительному разрушающему воздействию на перекрытия [10].

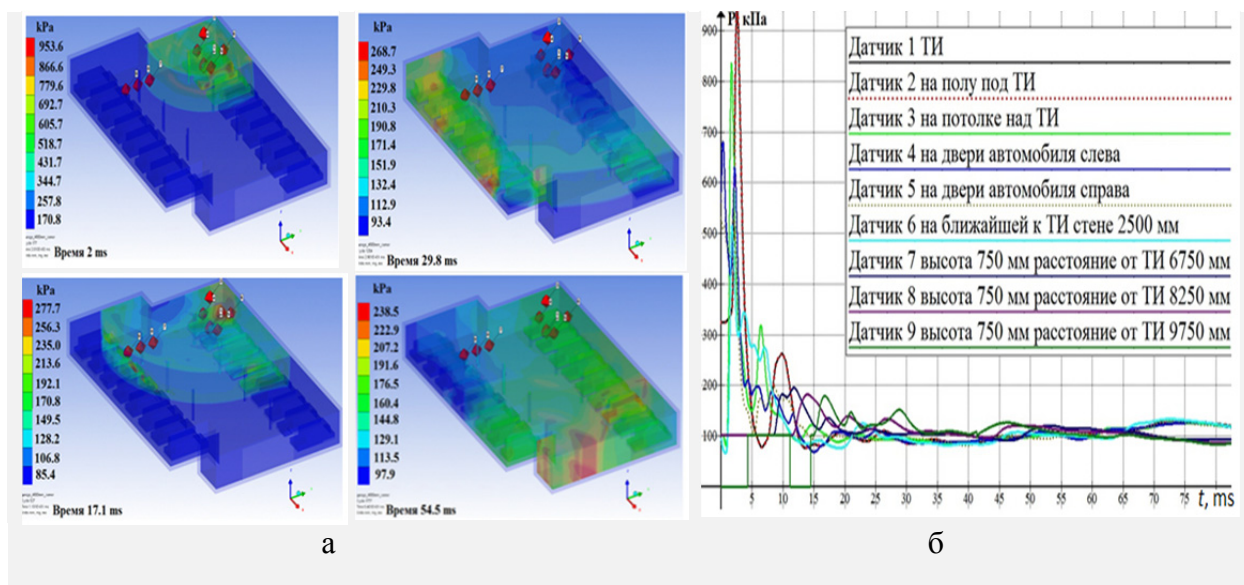


Рис. 3. Ударно-волновой процесс при взрыве ГБА в углу закрытой автостоянки (а) и динамика давления в различных её точках (б) (ТИ – точка инициации)

В работе [11] приведены возможные конструктивно-технические решения, позволяющие снизить разрушающие нагрузки при взрыве ГБА в автостоянке закрытого типа:

- применение ударозащитных прозрачных негорючих ленточных завес для разделения парковочного пространства на зоны для автомобилей с одинаковыми видами топлива;
- оборудование наземных автостоянок закрытого типа легкобрасываемыми панелями (ЛСП) для выпуска энергии ударной волны, а подземных автостоянок – каналами с ЛСП;
- усиление перекрытий армированием и креплением ударопоглощающего слоя.

Хотя данные технические решения и не приведут к полному поглощению энергии взрыва, но способны снизить воздействия ударной волны на конструктивные элементы сооружения, автомобили и находящихся на автостоянке людей. В этой связи необходимо принять меры по недопущению или максимальному снижению вероятности взрыва ГБА в подземной автостоянке. Это может быть достигнуто применением газоанализаторов, в том числе комбинированных [12], например, MODULA Belt (рис. 4). При появлении опасной концентрации горючего газа в парковочном пространстве по сигналу от газоанализатора включается система вентиляции, удаляющая выделившийся газ, после чего прибывает персонал для осмотра.



Рис. 4. Стационарная система контроля загазованности MODULA Belt (пульт и датчики), определяющая концентрации метана, пропана, водорода и других газов

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что востребованность автостоянок закрытого типа, в том числе подземных, встроенных в здания, предполагает принятие мер по обеспечению их взрывопожароопасности ввиду возможного нахождения там автомобилей на газовом топливе. Эта необходимость подтверждается как имеющимися место случаями взрывов таких автомобилей, так и результатами компьютерного моделирования ударно-волновых процессов при взрыве газа в замкнутом объеме.

Предложены мероприятия и конструктивные решения для повышения взрывопожароопасности автостоянок закрытого типа:

- использование газоанализаторов, обеспечивающих включение вентиляции при обнаружении взрывоопасных концентраций и задействование системы оповещения и управления эвакуацией;
- применение ЛСП; разделение объема этажа автостоянки на зоны, ограниченные ударозащитными прозрачными ленточными завесами, не препятствующими проезду автомобилей; усиление перекрытий автостоянки и оборудование их ударопоглощающими покрытиями.

Использование данных мероприятий позволит как снизить напряженность на транспортных магистралях городов за счёт широкого внедрения автостоянок закрытого типа, так и обеспечить приемлемый уровень взрывопожаробезопасности таких автостоянок.

Список источников

1. СП 402.1325800.2018. Здания жилые. Правила проектирования систем газопотребления. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
2. Таранцев А.А., Сытдыков М.Р., Поташев Д.А. О пожароопасности некоторых типов автомобилей // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2021. № 1. С. 1–8. DOI: 10.24412/2218-130X-2021–1-1-8.
3. Правительство Рос. Федерации. URL: <http://government.ru/docs/42133/> (дата обращения: 20.02.2023).
4. РИА Новости. URL: <https://ria.ru/20220112/gazifikatsiya-1767470112.html> (дата обращения: 20.02.2023).
5. РИА Новости. URL: https://ria.ru/20230313/gaz-1857097719.html?utm_medium=referral&utm_source=infox.sg&utm_campaign=exchange (дата обращения: 20.02.2023).
6. СП 506.1311500.2021. Стоянки автомобилей. Требования пожарной безопасности. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
7. Проблема взрывопожарной опасности подземных автостоянок и ее возможное решение / Л.Т. Танклевский [и др.] // Журнал «XXI век: итоги прошлого проблемы настоящего плюс». 2022. № 4 (60). Т. 11. С. 225–232. DOI: 10.46548/21vek-2022-1160-035.
8. Autodyn Explicit software for nonlinear dynamics // Theory manual / ANSYS. Increvision – 4.3 – 2021: учеб. пособие по теории. 2021.
9. ANSYS. Руководство пользователя Workbench. Канонсбург, Пенсильвания, США, 2021.
10. Гусев А.С., Светлицкий В.А. Расчёт конструкций при случайных воздействиях. Библиотека расчётчика. М.: Машиностроение, 1984. 240 с.
11. Таранцев А.А., Поташев Д.А. О повышении взрывобезопасности подземных стоянок автомобилей // Проблемы управления рисками в техносфере. 2023. № 1 (65). С. 38–46.
12. КИПКОМПЛЕКТ. URL: <https://kipkomplekt.ru/jurnal/vodorod.php?ysclid=lhreqxwiiu625118997> (дата обращения: 20.02.2023).

References

1. SP 402.1325800.2018. Zdaniya zhilye. Pravila proektirovaniya sistem gazopotrebleniya. Dostup iz sprav.-pravovogo portala «Garant».
2. Tarancev A.A., Sytdykov M.R., Potashev D.A. O pozharoопасности некotoryh tipov avtomobilej // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2021. № 1. S. 1–8. DOI: 10.24412/2218-130H-2021–1-1-8.
3. Pravitel'stvo Ros. Federacii. URL: <http://government.ru/docs/42133/> (data obrashcheniya: 20.02.2023).
4. RIA Novosti. URL: <https://ria.ru/20220112/gazifikatsiya-1767470112.html> (data obrashcheniya: 20.02.2023).
5. RIA Novosti. URL: https://ria.ru/20230313/gaz-1857097719.html?utm_medium=referral&utm_source=infox.sg&utm_campaign=exchange (data obrashcheniya: 20.02.2023).
6. SP 506.1311500.2021. Stoyanki avtomobilej. Trebovaniya pozharnoj bezопасности. Dostup iz sprav.-pravovogo portala «Garant».
7. Problema vzryvopozharnoj опасности podzemnyh avtostoyanok i ee vozmozhnoe reshenie / L.T. Tanklevskij [i dr.] // Zhurnal «XXI vek: itogi proshlogo problemy nastoyashchego plyus». 2022. № 4 (60). T. 11. S. 225–232. DOI: 10.46548/21vek-2022-1160-035.
8. Autodyn Explicit software for nonlinear dynamics // Theory manual / ANSYS. Increvision – 4.3 – 2021: ucheb. posobie po teorii. 2021.

9. ANSYS. Rukovodstvo pol'zovatelya Workbench. Kanonsburg, Pensil'vaniya, SSHA, 2021.
10. Gusev A.S., Svetlickij V.A. Raschyot konstrukcij pri sluchajnyh vozdeystviyah. Biblioteka raschyotchika. M.: Mashinostroenie, 1984. 240 s.
11. Tarancev A.A., Potashev D.A. O povyshenii vzryvobezopasnosti podzemnyh stoyanok avtomobilej // Problemy upravleniya riskami v tekhnno sfere. 2023. № 1 (65). S. 38–46.
12. KIPKOMPLEKT. URL:
<https://kipkomplekt.ru/jurnal/vodorod.php?ysclid=lhteqxwiiu625118997> (data obrashcheniya: 20.02.2023).

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 11.04.2023; одобрена после рецензирования: 20.06.2023;
принята к публикации: 25.06.2023

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 11.04.2023; approved after review: 20.06.2023;
accepted for publication: 25.06.2023

Информация об авторах:

Поташев Дмитрий Анатольевич, старший преподаватель-методист Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: dim-po@igps.ru

Information about authors:

Potashev Dmitry A., senior lecturer and methodologist at the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: dim-po@igps.ru