

УДК 69.058, 614.83

Ю. Ю. Арушонок

Волгоградский государственный технический университет

ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ НА ОБЪЕКТАХ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ

В статье представлен анализ результатов экспертиз промышленной безопасности 657 зданий на объектах газоснабжения. Оценка соответствия обследованных зданий требованиям промышленной безопасности производилась по следующим критериям: объемно-планировочное и конструктивные решения, взрывоустойчивость, огнестойкость, пожарная опасность, техническое состояние строительных конструкций и системы вентиляции. Наиболее частой причиной несоответствия требованиям промышленной безопасности были конструктивные решения зданий (69,9 %), в том числе не обеспечивающие их взрывоустойчивость (56,2 %). Далее следовали нарушения в работе систем вентиляции (55,1 %) и ошибочные объемно-планировочные решения (25 %). Ненадлежащее техническое состояние строительных конструкций выявлено у 18,1 % от общего числа обследованных объектов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: промышленная безопасность, взрывоустойчивость, техническое состояние строительной конструкции, огнестойкость, пожарная опасность, вентиляция, объемно-планировочное и конструктивное решение.

Введение

Опасные производственные объекты с газоиспользующим оборудованием относятся к наиболее массовым. По опубликованным Ростехнадзором данным¹, федеральный государственный надзор в области промышленной безопасности осуществляется в отношении 64 228 опасных производственных объектов газораспределения и газопотребления. В их составе 18 069 промышленных предприятий, снабжаемых газом, 585 тепловых электростанций, 59 819 газовых отопительных и производственных котельных. Общее количество газифицированных объектов превышает 600 тыс. и, согласно планам газификации страны, будет интенсивно расти в ближайшее время. От их безаварийного функционирования напрямую зависят устойчивая работа промышленных предприятий, условия жизни и безопасность населения.

Учитывая массовость и социальную значимость объектов с газопотребляющим оборудованием, задача обеспечения их промышленной безопасности (ПБ) является одной из приоритетных.

Ключевую роль в этом, наряду с другими направлениями деятельности, играет экспертиза промышленной безопасности (ЭПБ) зданий на таких объектах.

За время, прошедшее после принятия Федерального закона о промышленной безопасности в 1997 г., экспертными организациями на территории РФ обследованы десятки тысяч опасных производственных объектов газораспределения и газопотребления. При этом накоплен огромный массив технической информации о состоянии промышленной безопасности их зданий, которая, несомненно, представляет интерес как для специалистов, эксплуатирующих подобные объекты, так и для экспертов, выполняющих их обследования.

¹ URL: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Годовой отчет за 2020 год.pdf](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Годовой_отчет_за_2020_год.pdf).

Целью данного исследования является систематизация и анализ информации, содержащейся в заключениях экспертизы промышленной безопасности более 650 зданий с газоиспользующим оборудованием, для выявления наиболее часто встречающихся на практике несоответствий требованиям промышленной безопасности технического характера.

Объекты и методы исследования

В данной работе представлен анализ результатов экспертизы промышленной безопасности 657 зданий на объектах газоснабжения, расположенных на территории Волгоградской и Астраханской областей, а также Республики Калмыкии, поднадзорных Нижне-Волжскому управлению Ростехнадзора. Обследования выполнялись начиная с 2001 г. специалистами экспертных компаний Волгограда, с которыми автор сотрудничал в разное время. Анализ результатов оценки фактического уровня промышленной безопасности столь значительного числа зданий позволяет составить представление о положении дел на объектах газоснабжения в целом.

Структурно перечень обследованных зданий включает 544 котельных различного назначения (от компактных автономных до котельных цехов городских ТЭЦ), 64 здания газорегуляторных пунктов, 49 объектов с газоиспользующим оборудованием другого назначения (пекарни, кузницы, производственные здания с печами для сушки и обжига изделий, сырья и т. п.).

По объемно-планировочным решениям газоиспользующее оборудование в 399 случаях было размещено в отдельно стоящих зданиях, в 94 случаях — в пристроенных помещениях к зданиям другого назначения и в 157 случаях — во встроенных помещениях.

По конструктивной схеме 69 % обследованных зданий были бескаркасными с несущими стенами, в основном из кирпича, 19 % зданий имели каркас, главным образом из железобетонных конструкций. Остальные здания (12 %) выполнены в виде неполного каркаса с несущими наружными кирпичными стенами, внутренними колоннами, чаще всего также из кирпича, и балками покрытий и перекрытий из железобетона или стали. По количеству этажей преобладают одноэтажные здания (88 %).

Резкое сокращение объемов промышленного строительства в стране после распада Советского Союза привело к увеличению среднего возраста эксплуатируемых зданий и сооружений.

В процессе длительной эксплуатации строительных конструкций зданий происходит их постепенный износ вследствие развития исходных дефектов и накопления повреждений, сопровождаемый снижением их несущей способности и эксплуатационной пригодности. В случае непринятия мер износ может привести конструкции к такому техническому состоянию, при котором их дальнейшая эксплуатация невозможна либо сопряжена с неоправданным риском возникновения аварийных ситуаций, вплоть до обрушения.

Из вышесказанного следует, что техническое состояние строительных конструкций требует постоянного надзора, включая их периодические обследования в рамках ЭПБ с применением средств технической диагностики.

Часто газопотребляющее оборудование размещается в помещениях, которые изначально не предназначались для этих целей, что имеет место, например, при устройстве автономных встроенных котельных в ранее построенных зданиях или при переводе котельных с жидкого и твердого топлива на природный газ.

Возможность такого изменения функционального назначения подобных объектов должна быть проанализирована в процессе экспертизы их ПБ.

Основная опасность, возникающая при эксплуатации подобных объектов, обусловлена применением природного газа, состоящего более чем на 97 % из предельных углеводородных горючих газов, главным образом из метана. При смешивании с воздухом он способен образовывать взрывоопасные смеси, последующее воспламенение которых может сопровождаться внутренним взрывным воздействием на строительные конструкции здания и пожаром, что подтверждается отечественной² [1] и зарубежной [2] статистикой. При сильном взрывном воздействии и недостаточной прочности строительных конструкций и узлов их закрепления (недостаточной взрывоустойчивости здания) они могут обрушиться и привести к травмированию или даже гибели персонала [1—3]. При пожаре обрушение частей здания и травмирование людей может быть обусловлено недостаточной огнестойкостью несущих и ограждающих конструкций [4], а также их горючестью и неспособностью ограничить распространение пожара и продуктов горения.

При сжигании природного газа существует также опасность токсического воздействия на людей продуктов горения, что подтверждается статистикой отравлений угарным газом на объектах газопотребления³ [5]. Данная опасность значительно снижается при наличии в здании работоспособных инженерных систем его защиты от опасных воздействий, в частности системы приточной и вытяжной вентиляции необходимой производительности [5—7].

Вероятность и тяжесть травмирования персонала существенно возрастают при отсутствии либо ненадлежащем устройстве и оборудовании путей его эвакуации в аварийных ситуациях.

В качестве нормативной базы ЭПБ зданий на объектах газоснабжения использовались документы, действовавшие на момент проведения обследований рассматриваемых объектов. В частности, в положении РД 12-608-03 приведен перечень вопросов, подлежащих рассмотрению и оценке в процессе экспертизы. В правилах безопасности ПБ 12-529-03, ППБ 01-03 и в строительных нормах СНиП II-35-76*, СНиП 21-01-97*, СНиП 31-03-2001, СНиП 42-01-2002 отражены и конкретизированы основные требования промышленной безопасности к подобным объектам.

Учитывались требования зарубежных норм в области обеспечения взрывоустойчивости⁴ и огнестойкости⁵ зданий, а также результаты научных исследований по этим направлениям [2, 8—13].

Предметом данного исследования была степень фактического выполнения этих требований на конкретных объектах (степень их промышленной безопасности), установленная в процессе обследования.

² Там же.

³ Там же.

⁴ NFPA 68. Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting. Quincy, USA : NFPA, 2018. 98 p.

BS EN 14491:2007. Gas Explosion Venting Protective Systems. London : BSI, 2007. 30 p.

⁵ EN 13501-2:2007+A1. Fire classification of construction products and building elements. Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services. Brussels, Belgium : European Committee for Standardization CEN, 2009. 80 p.

В частности, анализ результатов обследования зданий производился по критериям, которые в соответствии с требованиями вышеупомянутых нормативных документов подлежат обязательной оценке при проведении ЭПБ объектов газоснабжения и были отражены в предоставленных заключениях:

- объемно-планировочное решение здания с точки зрения размещения газового оборудования, уменьшения опасности для персонала и обеспечения возможности его эвакуации при возникновении аварийных ситуаций;
- соответствие примененных несущих и ограждающих конструкций проекту;
- площадь и эффективность вскрытия легкобрасываемых конструкций (ЛСК) с точки зрения обеспечения взрывоустойчивости здания при внутренних аварийных взрывах газа;
- огнестойкость при пожаре отдельных строительных конструкций и здания в целом;
- конструктивная пожарная опасность строительных конструкций;
- конструктивные решения в целом, в том числе по обеспечению взрывоустойчивости, огнестойкости и пожарной безопасности здания;
- техническое состояние строительных конструкций с учетом имеющихся дефектов и полученных повреждений;
- достаточность вентиляции газифицированных помещений для исключения их загазованности, обеспечения оптимальных условий сжигания газового топлива и параметров микроклимата.

Результаты

Данные о сроках эксплуатации 506 обследованных зданий, имевшиеся в предоставленных для анализа заключениях экспертизы промышленной безопасности, обобщены и представлены на рис. 1. Наиболее старым обследованным объектом было здание отопительно-производственной котельной в Астрахани 1900 года постройки со сроком эксплуатации на момент экспертизы 101 год.

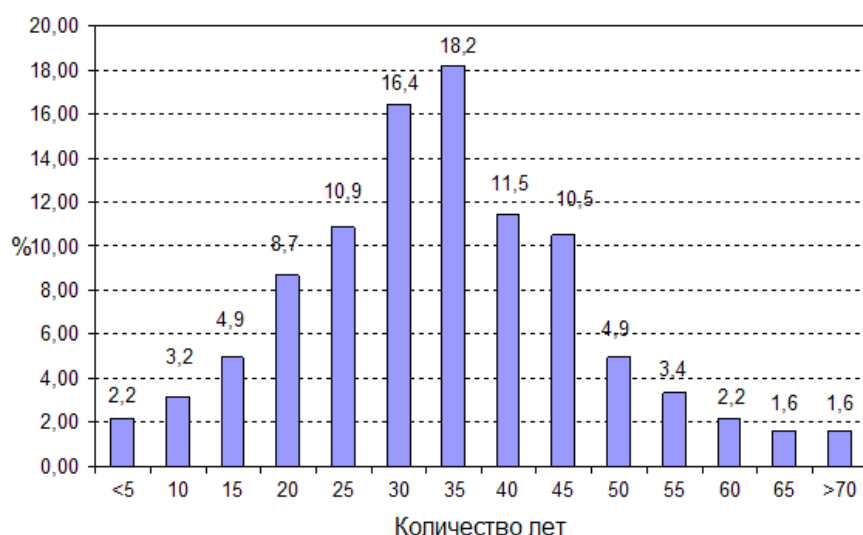


Рис. 1. Срок эксплуатации 506 обследованных зданий

Наименьший срок службы имела встроенная отопительная котельная в Волгограде, построенная менее чем за год до ЭПБ перед ее вводом в эксплуатацию.

Наибольшее количество обследованных зданий (18,2 % от общего числа) имели срок эксплуатации 30—35 лет.

Обследованные объекты относятся к зданиям массового строительства в обычных условиях эксплуатации с нормативным сроком службы не менее 50 лет. Нормативными документами для таких зданий установлен срок безопасной эксплуатации до первого обследования не более двух лет. Последующие плановые обследования должны проводиться не реже одного раза в 10 лет. Примерная периодичность их капитального ремонта составляет 25—30 лет.

Сопоставление фактических сроков эксплуатации, периодичности обследований и ремонтов зданий позволяет констатировать нижеследующее:

- 94,6 % зданий эксплуатируются сверх установленного срока до первого планового обследования, при том что большинство из них ни разу не обследовались до проведения экспертизы ПБ;
- более 70 % зданий выработали время эксплуатации до первого капитального ремонта, большинство из них за это время не ремонтировались;
- более 86 % объектов не исчерпали свои нормативные сроки службы и, следовательно, могут эксплуатироваться дальше.

Обобщенные результаты анализа заключений экспертиз промышленной безопасности представлены на рис. 2.

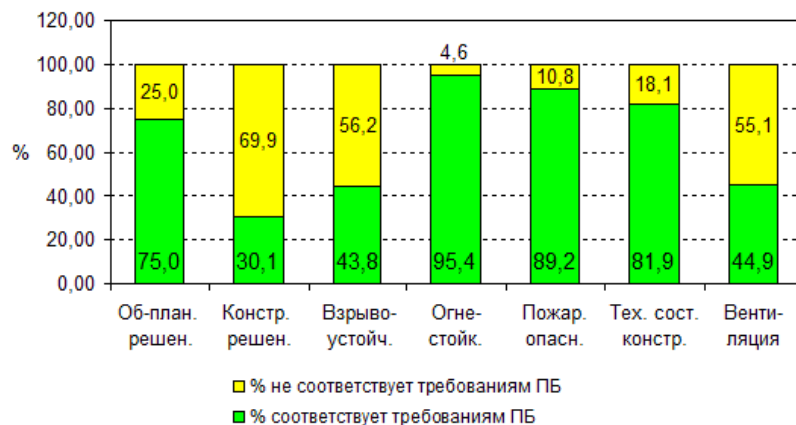


Рис. 2. Результаты ЭПБ 657 зданий на объектах газоснабжения

В большинстве случаев (75 %) примененные объемно-планировочные решения зданий соответствуют требованиям ПБ. К типичным нарушениям здесь относятся следующие:

- размещение газоиспользующего оборудования в подвальных и цокольных этажах;
- отсутствие или недостаточное количество эвакуационных выходов из помещений;
- превышение отметок прилегающей к зданию территории над отметкой пола первого этажа здания, неправильная планировка этой территории с уклонами в сторону здания.

Соответствие примененных строительных конструкций проекту установить не удалось ввиду полного или частичного отсутствия проектной документации на здание в подавляющем большинстве случаев (93,7 %).

Более половины обследованных объектов (56,2 %) не отвечают требованиям взрывоустойчивости, которые исходят из того, что основные несущие конструкции здания с газифицированными помещениями должны выдерживать воздействие внутреннего аварийного взрыва газа. На практике это достигается путем снижения взрывного воздействия за счет устройства так называемых легкобрасываемых конструкций (ЛСК). При взрыве эти конструкции сбрасываются или разрушаются от избыточного давления, освобождая проемы для истечения наружу продуктов горения и непрореагировавшей части газозооной смеси. Обычно в качестве ЛСК используется остекление оконных проемов. При определенном конструктивном устройстве для этих целей может задействоваться вся кровля над взрывоопасными помещениями или ее часть.

Причиной несоответствия обследованных зданий требованиям по взрывоустойчивости было полное отсутствие легкобрасываемых конструкций либо их недостаточная эффективность. Первое обычно имеет место при размещении газоиспользующего оборудования в помещениях, изначально для этого не предназначенных. Второе является следствием неправильных конструктивных решений и нарушений правил эксплуатации зданий.

К наиболее распространенным ошибочным конструктивным решениям и нарушениям правил безопасной эксплуатации можно отнести: устройство стальных решеток на окнах, перекрытие их стальными листами или замена стекол на стальные листы, закладка оконных проемов кирпичом, стеклоблоками, нарушение требований к способу крепления и весовым характеристикам легкобрасываемых кровель (при ремонте новые слои укладываются поверх старых без их удаления), способу разрезки рулонных кровель на отдельные карты.

Согласно требованиям норм ПБ 12-529-03, СНиП II-35-76*, СНиП 42-01-2002, здания объектов газоснабжения должны иметь I или II степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности С0. Более чем в 95 % случаев обследованные здания этим требованиям отвечают благодаря применению несущих и ограждающих конструкций из железобетона и кирпича. Выявленные несоответствия объектов требованиям ПБ по огнестойкости (4,6 %) и конструктивной пожарной опасности (10,8 %) связаны с установкой газоиспользующего оборудования в зданиях со стальным незащищенным каркасом, применением стальных балок перекрытия в многоэтажных зданиях, нарушением герметичности противопожарных стен в местах пропуска через них коммуникаций, неогнестойким заполнением дверных проемов в них и использованием для изготовления несущих конструкций покрытия горючего материала — незащищенной древесины.

Значительное преобладание зданий с конструктивными решениями, не отвечающими требованиям ПБ (около 70 %), объясняется тем, что в эту категорию отнесены все объекты с любыми конструктивными нарушениями, включая такие, которые не обеспечивают взрывоустойчивость, огнестойкость, класс пожарной опасности здания, а также условия эвакуации персонала в аварийных ситуациях. К последней категории относятся следующие

типичные нарушения требований пожарной безопасности: неправильное направление открывания дверей на путях эвакуации (против хода), устройство двойных дверей с разным направлением открывания, в том числе стальных решеток, запирающихся навесными замками, отсутствие на дверях помещений с газоиспользующим оборудованием устройств для их автоматического закрывания.

Оценка технического состояния строительных конструкций обследованных зданий производилась по пяти категориям:

- 1) исправное состояние (полное соответствие требованиям норм);
- 2) работоспособное состояние (допускаются дефекты и повреждения, снижающие несущую способность строительных конструкций в пределах проектных запасов прочности, устойчивости, деформативности), требующее выполнения ремонтных работ;
- 3) ограниченное работоспособное состояние (имеющиеся дефекты и повреждения недопустимо снижают несущую способность и эксплуатационную пригодность конструкций), требующее выполнения работ по усилению конструкций в установленные сроки;
- 4) неработоспособное состояние — степень снижения несущей способности такова, что исключает дальнейшую эксплуатацию конструкций без усиления и ограничения нагрузок на них;
- 5) аварийное состояние — частный случай неработоспособного состояния, характеризуемый полным исчерпанием несущей способности и угрозой обрушения конструкций.

Соответствующими требованиям промышленной безопасности считались конструкции только в исправном или работоспособном техническом состоянии. Число таких случаев 81,9 %. Следует отметить, что количество объектов, строительные конструкции которых находились в полностью исправном техническом состоянии, крайне мало (менее 0,5 % от общего числа). При наличии хотя бы одной ограниченно работоспособной, неработоспособной или аварийной конструкции техническое состояние здания в целом оценивалось как не соответствующее требованиям ПБ (18,1 %).

Наиболее часто встречающимися являются повреждения кирпичных стен зданий сквозными трещинами вследствие неравномерных осадок грунтового основания фундаментов из-за утечек воды из коммуникаций и разрушения отмостки вокруг зданий. Основной причиной коррозионного повреждения стальных и железобетонных конструкций является несвоевременный ремонт кровли. В результате повреждения гидроизоляции рулонных кровель происходит замачивание несущих конструкций покрытия атмосферными осадками. Следует отметить также нарушения правил эксплуатации систем отведения атмосферных осадков с кровель зданий, в частности отсутствие или несвоевременную очистку защитных колпаков приемных воронок стояков ливневой канализации. Это приводит к засорению стояков мусором, длительному нахождению воды на прилегающих участках кровли и, как следствие, нарушению ее герметичности. Часто причиной повреждения наружных стен зданий является их замачивание неорганизованно стекающими с кровли атмосферными осадками.

Эффективная работа вентиляции наряду со средствами автоматики, перекрывающими подачу газа в аварийных ситуациях, является одним из

основных способов предотвращения образования взрывоопасных газоздушных смесей в помещениях с газоиспользующим оборудованием.

Вентиляция таких помещений, согласно действующим нормативным документам, должна быть выполнена из условий борьбы с избытками явной теплоты и должна обеспечивать установленные параметры микроклимата (температуру и влажность) в этих помещениях. Важной с точки зрения промышленной безопасности функцией вентиляции является ее способность не допускать скопления в помещении опасных и вредных веществ, к числу которых относятся взрывоопасный природный газ (метан) и токсичные продукты его неполного сгорания, прежде всего угарный газ.

Согласно требованиям норм ПБ 12-529-03, вентиляция непромышленных зданий с газовым оборудованием должна быть постоянно действующей приточно-вытяжной с кратностью обмена воздуха, определяемой расчетом, но не менее трехкратного воздухообмена в час без учета воздуха на сжигание газа.

Большинство обследованных зданий имели естественную вентиляцию. Приток воздуха в этом случае осуществляется через жалюзийные решетки в наружных стенах, а вытяжка производится через дефлекторы и аэрационные фонари, установленные на крыше здания.

Анализ состояния системы вентиляции обследованных объектов показал, что в 55,1 % случаев она не соответствовала требованиям ПБ. Имели место случаи полного отсутствия вентиляции, как правило в помещениях с размещенным или планируемым к размещению газоиспользующим оборудованием, которые изначально имели другое предназначение.

Однако гораздо более распространенной является ситуация, когда вентиляция в помещении имеется, но эффективность ее недостаточна. Чаще всего причиной тому служит отсутствие либо недостаточная площадь вентиляционных проемов. Часто это происходит по вине эксплуатирующего персонала, который перекрывает приточные жалюзийные решетки и патрубки дефлекторов воздухопроницаемыми предметами (листами жести, фанеры, полиэтиленовой пленкой и т. п.).

Недостаточный приток воздуха, например в помещениях котельных, создает разряжение, которое может привести к нарушению работы подовых и инжекционных горелок, неполноте сгорания газа и выбиванию продуктов его сгорания из топки и газоходов котла в котельный зал. Отмечены случаи столь значительного разряжения, что происходило опрокидывание воздушного потока в дефлекторах (работа на приток вместо вытяжки).

Недостаточная вытяжка из газифицированных помещений при аварийных утечках или нарушениях режима горения газа приводит к скоплению в них метана или угарного газа, что может послужить причиной взрыва либо отравления персонала.

Обсуждение

Количественные требования по устройству ЛСК изложены в нормативных документах ПБ 12-529-03 и СНиП II-35-76*. В строительных нормах СНиП 31-03-2001 детализированы некоторые конструктивные требования к устройству легкобрасываемой кровли и остекления. По мнению автора, эти требования не учитывают некоторые важные конструктивные особенности ЛСК, которые непосредственным образом влияют на их эффективность. В качестве иллюстрации к сказанному рассмотрим следующий пример.

В помещении с газоиспользующим оборудованием в качестве ЛСК предполагается использовать два оконных проема с одинарным остеклением толщиной 3 мм. Первый проем разделен на ячейки, перекрытые листами стекла с размерами 820 × 1080 мм. Во втором проеме размеры стекла 530 × 1680 мм. В обоих случаях площадь листов стекла равна 0,89 м², и при указанной толщине данное остекление относится к легкобрасываемым конструкциям. Вместе с тем при воздействии избыточного давления взрыва величиной 3 кПа (предельно допустимое значение для строительных конструкций обычных зданий, не рассчитанных на взрывные нагрузки) в первом оконном проеме от стекла освободится около 18,3 % общей площади остекления, во втором проеме — всего 4,3 %. Таким образом, эффективность остекления как ЛСК в первом случае в четыре раза выше, чем во втором случае.

Обращает на себя внимание противоречивость некоторых положений норм. В частности, помещения котельных, согласно нормам пожарной безопасности СП 12.13130.2009 (НПБ 105-03), относятся к умеренно пожароопасной категории Г. В то же время ПБ 12-529-03 и СНиП П-35-76* требуют устройства в котельных залах легкобрасываемых конструкций как для взрывоопасных помещений категории Б. К помещениям же ГРП и ГРУ, где так же обращается природный газ, требования по устройству ЛСК еще более жесткие — как для взрывоопасных помещений категории А. Это тем более нелогично, что зачастую газорегуляторные установки размещаются непосредственно в котельных залах.

Жилые помещения с установленным газоиспользующим оборудованием (кухонные плиты, водонагреватели) по действующим нормам не относятся к взрывоопасным категориям, и к ним не применяются требования по взрывоустойчивости. Между тем, как показывают исследования [3], одной из двух основных причин разрушения жилых зданий при аварийных внутренних взрывах является укрепление оконного остекления, снижающее его эффективность как ЛСК, что имеет место, например, при установке современных стеклопакетов.

Процедуры экспертизы и оформление итогового заключения производились экспертами в соответствии с требованиями правил РД 12-608-03, согласно которым заключение может быть положительным (объект соответствует требованиям ПБ) или отрицательным (объект не соответствует требованиям ПБ).

В качестве критического замечания следует заметить, что такая двупольная система для оценки технического состояния строительных конструкций часто неадекватно отражает реальную ситуацию. Так, например, в категорию не соответствующих требованиям промышленной безопасности попадают как конструкции, вполне пригодные для дальнейшей эксплуатации без ограничений при условии своевременного выполнения ремонтно-восстановительных мероприятий, так и конструкции в аварийном состоянии.

Автор при написании заключений ЭПБ зданий на опасных производственных объектах длительное время использует более корректную трехуровневую систему оценки соответствия строительных конструкций требованиям промышленной безопасности, следующим образом увязанную с категориями их технического состояния:

- техническое состояние, соответствующее требованиям ПБ (исправное, не требующее выполнения ремонтно-восстановительных мероприятий);
- техническое состояние, не в полной мере соответствующее требованиям ПБ, но допускающее дальнейшую эксплуатацию на протяжении оговоренного периода времени (работоспособное, требующее ремонта конструкций);
- техническое состояние, не соответствующее требованиям ПБ (ограниченно работоспособное, неработоспособное и аварийное, требуются ремонт и усиление конструкций).

Такой подход, учитывающий последствия для заказчика ЭПБ в плане материально-финансовых затрат по приведению объекта в соответствие требованиям ПБ, впервые был зафиксирован в правилах⁶ от 2013 г. и сохранен в более поздней действующей редакции этого документа от 2020 г.

В случае применения трехуровневого подхода к оценке технического состояния строительных конструкций результаты получаются следующими: полностью соответствуют требованиям ПБ 0,5 % объектов, не в полной мере соответствуют 81,4 % и не соответствуют требованиям ПБ 18,1 %.

Заключение

Полученные в ходе анализа представленных заключений ЭПБ объектов газоснабжения данные позволяют констатировать следующее.

1. Наиболее частой причиной несоответствия обследованных объектов требованиям ПБ были их конструктивные решения (69,9 %), в том числе те, которые не обеспечивали взрывоустойчивость при внутренних аварийных взрывах (56,2 %), пожарную безопасность (10,8 %) и огнестойкость (4,6 %) зданий, а также условия эвакуации персонала в аварийных ситуациях.

2. Второй по частоте выявления причиной несоответствия требованиям ПБ были нарушения в работе системы вентиляции газифицированных помещений (55,1 %).

3. На третьем месте по частоте отмеченных в заключениях несоответствий требованиям ПБ находятся нарушения в объемно-планировочном решении зданий (25 %).

4. Ненадлежащее техническое состояние строительных конструкций зданий послужило причиной отрицательных оценок соответствия требованиям ПБ у 18,1 % объектов.

5. Количество объектов, полностью соответствующих требованиям ПБ по всем анализируемым в заключениях критериям, составило 109 (16,6 % от общего числа). В остальных 83,4 % случаев для доведения зданий до полного соответствия требованиям ПБ потребовалось выполнение ремонтно-восстановительных мероприятий, включая сопутствующие финансовые затраты.

6. Одним из перспективных направлений совершенствования нормативной базы в области промышленной безопасности объектов газоснабжения является устранение имеющихся противоречий в части применения требований по взрывоустойчивости к зданиям различного назначения.

⁶ Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Правила проведения экспертизы промышленной безопасности. Сер. 26. Вып. 12. М.: НТЦ ПБ, 2014. 24 с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Назаров В. П., Ашихмин А. В., Коротовских Я. В. Анализ статистики пожаров и взрывов газифицированных зданий в России // Технологии техносферной безопасности. 2017. Вып. 1(71). С. 70—74. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29871079>.
2. Chmielewski R., Bak A. Analysis of the safety of residential buildings under gas explosion loads // Journal of building Engineering. 2021. Vol. 43. P. 12.
3. Комаров А. А. Разрушения зданий при аварийных взрывах бытового газа // Пожаровзрывобезопасность. 2004. Т. 13. № 5. С. 15—23.
4. Wade C., Frank K. Fire resistance requirements in single-storey industrial and warehouse buildings. SR417. Porirua, New Zealand : Branz, 2019. 74 p. DOI: 10.13140/RG.2.2.25537.61287.
5. Logue J. M., Klepeis N. E., Lobscheid A. B., Singer D. C. Pollutant exposures from natural gas cooking burners: a simulation-based assessment for Southern California // Environmental Health Perspectives. 2014. Vol. 122. Iss. 1. Pp. 43—50. URL: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1306673>.
6. Shkarovskiy A., Maliszewska A. Study of air pollution with combustion products of gas-supplied apartments // Architecture and Engineering. 2018. Vol. 3. Iss. 1. Pp. 38—43. DOI: 10.23968/2500-0055-2018-3-1-38-43.
7. Wendee N. Cooking up indoor air pollution: emissions from natural gas stoves // Environmental Health Perspectives. 2014. Vol. 122. Iss. 1. P. A27. DOI: 10.1289/ehp.122-A27.
8. Fakandu B. M., Andrews G. E., Phylaktou H. N. Gas Explosion Venting: Comparison of Experiments with Design Standards and Laminar Flame Venting Theory // 11th International Symposium of Hazards, Prevention and Mitigation of Industrial Explosions. Dalian, China : ISH169, 2016. 44 p.
9. Molkov V., Korolchenko A., Alexandrov S. Venting of deflagrations in buildings and equipment: universal correlation // Journal Fire Safety Science. No. 5. 1997. Pp. 1249—1260.
10. Zhao T., Zheng R. The buildings explosion venting research for the gas resource utilization // International Conference on Advances in Energy and Environmental Science (ICAEEES), 2015. Pp. 1264—1268. DOI: 10.2991/icaees-15.2015.235.
11. Poli M., Gratz R., Schroder V. Limitations of gas explosion venting due to accelerated flame propagation and elevated initial pressure // Chemical Engineering Transactions. 2013. Vol. 31. Pp. 661—666. URL: <https://doi.org/10.3303/CET1331111>.
12. Poli M., Gratz R., Schroder V. Hazards of accelerated gas explosion venting and their safety-relevant parameters // Symposium Series No. 158, Hazards XXIII. IChemE, 2012. Pp. 347—353.
13. Критерии огнестойкости элементов строительных конструкций на пожаровзрывоопасных объектах / Р. Ш. Еналеев, Н. М. Барбин, Э. Ш. Теляков, О. А. Тучкова, В. А. Качалкин // Пожаровзрывобезопасность. 2011. Т. 20. № 1. С. 33—41.

© Арушонок Ю. Ю., 2022

Поступила в редакцию
в ноябре 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Арушонок Ю. Ю. Экспертиза промышленной безопасности зданий на объектах газопотребления // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. Вып. 1(86). С. 184—195.

Об авторе:

Арушонок Юрий Юрьевич — канд. техн. наук, доц., доц. каф. строительных конструкций, оснований и надежности сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; aryuus@mail.ru

Yurij Yu. Arushonok

Volgograd State Technical University

EXAMINATION OF INDUSTRIAL SAFETY OF BUILDINGS ON GAS CONSUMPTION OBJECTS

The analysis of results of examinations of industrial safety of 657 buildings on gas supply facilities is presented in article. Assessment of compliance of the inspected buildings to requirements of

industrial safety was made by the following criteria: space-planning and constructive decisions, stability against explosion, fire resistance, fire danger, technical condition of building constructions and ventilation system. Constructive solutions of buildings (69.9 %) including which are not providing their stability against explosion (56.2 %) were the most frequent cause of discrepancy to requirements of industrial safety. Further violations in work of ventilation systems (55.1 %) and wrong space-planning decisions (25 %) followed. Inadequate technical condition of building constructions is revealed at 18.1 % of total number of the inspected objects.

Key words: industrial safety, stability against explosion, technical condition of building construction, fire resistance, fire danger, ventilation, space-planning and constructive decision.

For citation:

Arushonok Yu. Yu. [Examination of industrial safety of buildings on gas consumption objects]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2022, iss. 1, pp. 184—195.

About author:

Yurij Yu. Arushonok — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; aryuus@mail.ru