



УДК 504.05
doi: 10.21685/2587-7704-2025-10-1-6



Open
Access

RESEARCH
ARTICLE

Анализ сценариев развития аварий на сети газопотребления промышленного предприятия

Мария Владимировна Синятникова

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
mariya.pnz@mail.ru

Оксана Евгеньевна Безбородова

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
oxana243@yandex.ru

Екатерина Александровна Полянская

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
polyanskova_ea@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены и проанализированы сценарии развития аварий на газовых сетях промышленного предприятия. Приведены поражающие факторы в результате аварии, проанализированы возможные причины аварий. Представлен обобщенный сценарий развития аварии.

Ключевые слова: авария, сценарий, опасный производственный объект, сеть газопотребления

Для цитирования: Синятникова М. В., Безбородова О. Е., Полянская Е. А. Анализ сценариев развития аварий на сети газопотребления промышленного предприятия // Инжиниринг и технологии. 2025. Т. 10 (1). С. 1–4. doi: 10.21685/2587-7704-2025-10-1-6

The analysis of accident scenario in the gas consumption network of an industrial enterprise

Maria V. Sinyatnikova

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
mariya.pnz@mail.ru

Oksana Ye. Bezborodova

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
oxana243@yandex.ru

Ekaterina A. Polyanskova

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
polyanskova_ea@mail.ru

Abstract. The article examines and analyzes the patterns of development of emergency situations on gas networks of industrial enterprises. The damaging factors resulting from the accident are given, and the possible causes of the emergency are analyzed. A generalized scenario for the development of events is also presented.

Keywords: accident, scenario, hazardous production facility, gas consumption network

For citation: Sinyatnikova M.V., Bezborodova O.Ye., Polyanskova E.A. Lexical analysis in the compilation process: principles and methods. *Inzhiniring i tekhnologii = Engineering and Technology*. 2025;10(1):1–4. (In Russ.). doi: 10.21685/2587-7704-2025-10-1-6

С целью обеспечения тепла на крупных промышленных предприятиях устанавливаются собственные газовые котельные, которые относятся к опасным производственным объектам (ОПО). Отнесение газовых котельных к классу опасности осуществляется в соответствии с требованиями Федерального закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».



Анализ сценариев развития аварий на газовых сетях промышленного предприятия является важным процессом для оценки возможных последствий и рисков нарушения работы газовых сетей. Такой анализ проводится для предотвращения аварий, минимизации их последствий и обеспечения безопасности людей.

Целью данной работы является исследование возможных сценариев развития аварии в газовой котельной на примере промышленного предприятия.

В качестве объекта исследования выбрана сеть газопотребления машиностроительного предприятия, которая относится к ОПО III класса опасности [1]. Рассматриваемая сеть газопотребления включает в себя следующие технологические участки: наружный газопровод среднего давления, внутренний газопровод низкого давления, площадка газораспределительных пунктов, площадка пунктов редуцирования газа, газифицированная котельная с котлами. Расход природного газа на сеть газопотребления составляет 1500 тыс. м³/год.

Анализ статистических данных показывает, что на данном объекте аварии могут быть сопряжены с выбросами из оборудования веществ, представляющих взрывопожароопасную, токсичную опасность, и могут впоследствии приводить к образованию зон воздействия поражающих факторов [2].

Возможные сценарии возникновения и развития аварии представлены в табл. 1.

Таблица 1

Возможные типовые сценарии возникновения и развития аварии

Сценарий	Описание сценария развития аварии
C1	Разгерметизация технологического газового оборудования котельной, газопроводов → утечка газа
C2	Разгерметизация технологического газового оборудования котельной, газопроводов → утечка газа → возникновение пожара → воздействие теплового излучения на инфраструктуру объекта и персонал
C3	Разгерметизация технологического газового оборудования котельной, газопроводов → утечка газа → образование газовоздушной смеси → образование огненного шара → воздействие теплового излучения на инфраструктуру объекта и персонал
C4	Разгерметизация технологического газового оборудования котельной, газопроводов → утечка газа → образование газовоздушной смеси → взрыв газовоздушной смеси → воздействие ударной волны на инфраструктуру объекта и персонал

Из таблицы видно, что наиболее опасными сценариями развития аварии на территории предприятия будут сценарии, связанные с разгерметизацией технологического оборудования сети газопотребления с мгновенным выбросом опасных веществ и созданием зон воздействия опасных факторов (теплового излучения и ударной волны), что может привести к негативным социальным последствиям, нанесению материального и экологического ущерба.

Наиболее вероятными сценариями развития аварий для рассматриваемого объекта будут аварии, связанные с локальными утечками опасных веществ при частичной разгерметизации технологического оборудования, газопроводов, сварного шва, запорной арматуры и фланцевого соединения на сети газопотребления.

Анализ основных последствий аварий и поражающих факторов представлен в табл. 2.

Таблица 2

Анализ негативных событий развития аварийной ситуации

Последствия аварии	Поражающий фактор
Утечка природного газа	—
При наличии источника зажигания возникновение пожара	Тепловое излучение
Образование огненного шара	Тепловое излучение
Взрыв газовоздушной смеси	Ударная волна

Из таблицы видно, что в результате возможных аварий на ОПО поражающими факторами являются:

- возникновение токсичных концентраций газовых паров в котельной, а также в шкафовых газорегуляторных пунктах;
- воздействие теплового излучения во время возгорания газовоздушной смеси



- отравление продуктами сгорания, представляющими опасность для здоровья;
- разрушение вследствие воздушной ударной волны, возникшей при взрыве ГВС,
- смерть от осколков при разгерметизации технологических установок и трубопроводов.

Для наиболее опасного сценария развития аварии были рассчитаны индивидуальный риск и условная вероятность поражения людей. Результаты расчетов представлены на рис. 1.

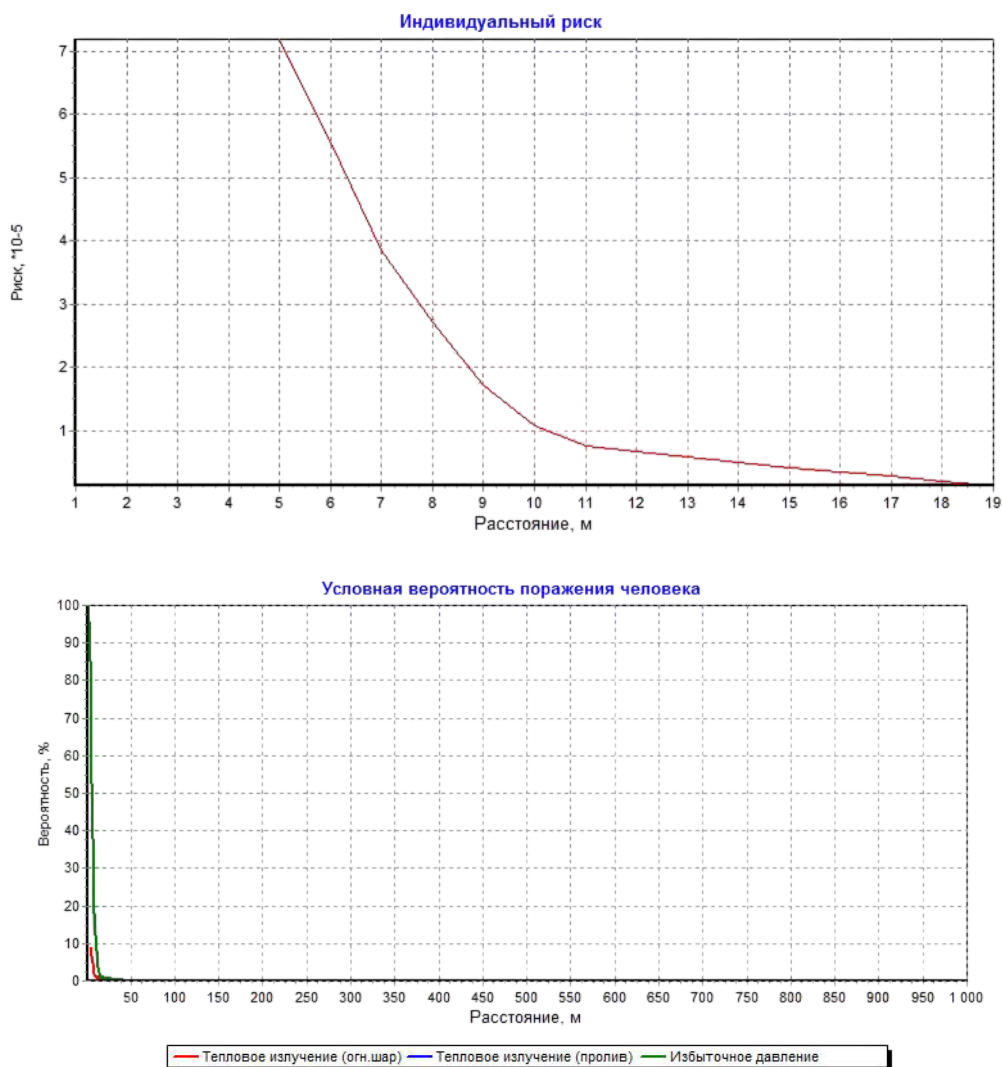


Рис. 1. Результаты расчетов поражения людей при развитии аварии по сценарию С4

Анализ возможных причин возникновения аварийных ситуаций в системе газопотребления предприятия выявил следующие факторы, способствующие авариям:

1. Ошибки, допускаемые персоналом при проведении технологического процесса.
2. Механические повреждения надземных газопроводов.
3. Сбой в работе запорной, регулирующей и предохранительной арматуры.
4. Дефекты, выявленные в сварных швах.
5. Проявления коррозии на внешних и внутренних поверхностях.
6. Образование окалины на внешних поверхностях.
7. Наличие свищей и разрывов труб.
8. Брак завода-изготовителя.
9. Нарушение установленных норм безопасности при выполнении различных технологических операций.
10. Нарушение технологии ремонтных работ, инструкции завода-изготовителя.
11. Нарушение герметичности разъемных соединений.
12. Природные явления.
13. Террористические акты и другие неправомерные действия [3].



Учитывая перечисленные выше причины возникновения и развития аварийных ситуаций, включая отказы и неисправности технологического оборудования, возможные ошибки персонала, а также внешние природные и техногенные воздействия, можно сделать вывод, что сценарии аварий на опасном производственном объекте предприятия в значительной степени схожи и будут развиваться по единой схеме, представленной на рис. 2.



Рис. 2. Блок-схема общего сценария возникновения и развития аварий на сети газопотребления

Таким образом, любой случай разгерметизации оборудования приводит к выбросу опасного вещества. Последующий сценарий развития аварийной ситуации зависит от типа разгерметизации (частичная или полная), характеристик и свойств, выделяющихся опасных веществ, наличия источников зажигания и других факторов.

Список литературы

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : федер. закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 (ред. от 08.08.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025).
2. Лепеш Г. В. Прогнозирование рисков отказов в газораспределительных сетях // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2020. № 1 (51). С. 23–33.
3. Анищенко Ю. В., Понушкова К. А. Управление риском при эксплуатации газовой котельной // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 12–1. С. 29–34.

References

1. *O promyshlennoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh obektov : feder. zakon № 116-FZ ot 21.07.1997 (red. ot 08.08.2024) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.03.2025) = On industrial safety of hazardous production facilities : feder. Law No. 116-FZ of 07/21/1997 (as amended on 08/08/2024) (as amended and supplemented, intro. effective from 03/01/2025).* (In Russ.)
2. Lepesh G.V. Forecasting the risks of failures in gas distribution networks. *Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa = Technical and technological problems of the service*. 2020;(1):23–33. (In Russ.)
3. Anischenko Ju.V., Ponushkova K.A. Risk management during operation of a gas boiler house *Sovremennye naukoemkie tehnologii = Modern high-tech technologies*. 2021;(12–1):29–34. (In Russ.)

Поступила в редакцию / Received 18.03.2025

Принята к публикации / Accepted 05.04.2025