

УДК 614.849

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ГАЗОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ С ДВУХКОМПОНЕНТНЫМИ ОГNETУШАЩИМИ СМЕСЯМИ

Аксенов С.Г.

*д-р э.н., профессор,
ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,
РФ, г. Уфа*

Абзалов В.Р.

*студент,
ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,
РФ, г. Уфа*

Аннотация.

Аннотация. В статье рассматриваются основные принципы и особенности гидравлического расчета трубопроводов установок газового пожаротушения при использовании двухкомпонентных сжиженных огнетушащих веществ. Подчеркивается важность точного расчета для обеспечения надежной и эффективной работы системы противопожарной защиты при проектировании зданий и сооружений. Также отмечены особенности моделирования многофазных потоков и роль нормативных требований в обеспечении безопасности и экономической целесообразности проектируемых систем.

Ключевые слова: гидравлический расчет, двухкомпонентное огнетушащее вещество, сжиженное вещество, газовое пожаротушение.

HYDRAULIC CALCULATION OF GAS FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS WITH TWO-COMPONENT FIRE EXTINGUISHING MIXTURES

Aksyonov S.G.

Doctor of Economics, Professor,

*Ufa University of Science and Technology,
Ufa, Russian Federation*

Abzalov V.R.

*Student,
Ufa University of Science and Technology,
Ufa, Russian Federation*

Annotation. The article discusses the basic principles and features of the hydraulic calculation of pipelines for gas fire extinguishing installations when using two-component liquefied extinguishing agents. The importance of accurate calculation is emphasized to ensure reliable and efficient operation of the fire protection system in the design of buildings and structures. The features of modeling multiphase flows and the role of regulatory requirements in ensuring the safety and economic feasibility of the designed systems are also noted.

Keywords: hydraulic calculation, two-component extinguishing agent, liquefied substance, gas fire extinguishing.

В современных системах противопожарной защиты все большее применение находят установки газового пожаротушения, особенно на объектах с высокой степенью пожарной опасности: серверные центры, электрощитовые помещения, архивы, музеи, производственные линии с чувствительным оборудованием. Одним из ключевых этапов проектирования таких систем является выполнение гидравлического расчета трубопроводов, по которым транспортируются огнетушащие вещества. Особенно сложным считается расчет движения двухкомпонентных сжиженных огнетушащих составов, поскольку их физические свойства и поведение в трубопроводе существенно отличаются от характеристик воды или инертных газов.

Гидравлический расчет трубопроводов установок газового пожаротушения направлен на обеспечение надежного и своевременного доставления заданного объема огнетушащего вещества к очагу возгорания. При этом необходимо учитывать такие параметры, как давление в баллонах, скорость истечения, потери напора на трение и местные сопротивления, изменение агрегатного состояния вещества, температурные режимы работы системы и другие факторы. Для двухкомпонентных сжиженных составов эти задачи усложняются за счет возможного расслаивания компонентов, изменения плотности и вязкости в процессе течения, а также неравномерного распределения массового расхода в различных участках сети.

Двухкомпонентные сжиженные огнетушащие вещества представляют собой смесь хладонов и других активных компонентов, способных эффективно подавлять горение за счет снижения концентрации кислорода и теплофизического воздействия на пламя. В состоянии покоя они находятся в жидкой фазе под давлением, но при выпуске в трубопровод начинается процесс испарения и дросселирования, что влияет на их гидродинамическое поведение. Правильная методика гидравлического расчета должна учитывать не только стационарные условия течения, но и переходные процессы, происходящие при запуске системы — начальный выброс жидкости, образование паровой пробки, колебания давления и т. Д [1,2].

Одним из основных этапов гидравлического расчета является определение массового и объемного расхода огнетушащего вещества на каждом участке трубопровода. Для этого используется система уравнений сохранения массы, энергии и импульса, которая позволяет моделировать течение реальных сред с переменными физическими свойствами. В случае двухкомпонентных составов дополнительно применяются уравнения смешения, учитывающие долевого состав каждого компонента и его влияние на плотность и вязкость смеси. Эти данные необходимы для корректного выбора

диаметров труб, проверки скоростей течения и предотвращения критических режимов, таких как кавитация или закупорка трубопровода [3].

Еще одним важным аспектом расчета является учет термодинамических процессов, происходящих в трубопроводе. При движении сжиженного вещества через клапаны, изгибы и другие элементы системы происходит изменение температуры, что может вызвать дополнительное испарение или конденсацию компонентов. Это, в свою очередь, влияет на фазовое состояние вещества и его транспортные характеристики. Поэтому в методике должны быть предусмотрены поправочные коэффициенты, позволяющие учитывать теплопередачу между трубопроводом и окружающей средой, а также внутреннее теплообменное взаимодействие компонентов [4].

Расчет также должен предусматривать проверку давления в конечных точках системы — форсунках и оросителях, где происходит окончательное распыление огнетушащего вещества. Недостаточное давление может привести к неполному распылению, снижению эффективности тушения и увеличению времени ликвидации очага. Слишком высокое давление, напротив, может вызвать перегрузку элементов трубопровода и даже разрушение оборудования. Таким образом, одной из задач гидравлического расчета является оптимизация параметров системы таким образом, чтобы обеспечить равномерное распределение вещества по всем участкам сети и создать условия для его эффективного распыления в зоне действия [5].

Для реализации гидравлического расчета разработаны специализированные программные средства, которые позволяют моделировать сложные многофазные течения и учитывать реальные физико-химические свойства огнетушащих веществ. Современные вычислительные пакеты используют численные методы решения уравнений гидрогазодинамики и дают возможность проводить сценарное моделирование с различными исходными данными. Однако для корректного использования

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМН ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

таких программ необходимо наличие полной информации о составе вещества, условиях эксплуатации, конструктивных особенностях трубопроводной системы и требованиях нормативных документов.

Важно отметить, что гидравлический расчет должен выполняться на основе действующих стандартов и рекомендаций, регламентирующих проектирование установок газового пожаротушения. В Российской Федерации это, в частности, документы НПБ, ГОСТ Р 12.3.046, а также рекомендации МЧС России. Данные нормы устанавливают минимальные требования к параметрам систем, включая время подачи огнетушащего вещества, количество и расположение распылителей, допустимые потери давления и другие технические показатели. Их соблюдение гарантирует безопасную и эффективную работу системы в аварийном режиме.

Кроме того, гидравлический расчет играет важную роль в экономической обоснованности проекта. Оптимальный подбор диаметров труб, давления в баллонах и количества используемого вещества позволяет снизить затраты на оборудование и обслуживание системы, одновременно обеспечивая требуемую степень пожарной безопасности. Это особенно актуально при проектировании крупных объектов, где стоимость установки газового пожаротушения может быть значительной.

Таким образом, разработка и применение корректной методики гидравлического расчета течения двухкомпонентных сжиженных огнетушащих веществ в трубопроводах является ключевым элементом при проектировании установок газового пожаротушения. Учет физических свойств веществ, особенностей их поведения в трубопроводах, а также требований нормативных документов позволяет создать надежную, эффективную и экономически целесообразную систему противопожарной защиты. Дальнейшее совершенствование методов расчета, внедрение новых математических моделей и использование современных программных средств

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

будут способствовать повышению качества проектирования и безопасности объектов, оснащенных газовым пожаротушением.

Библиографический список

1. Аксенов С.Г., Хасанова Л.Г. Анализ обеспечения пожарной безопасности в лечебных учреждениях // Экономика строительства. – 2023, № 5. - С. 115-118.
2. Абдурагимов И. М. Пределные явления в горении как научно-теоретическая основа пожаро-взрывобезопасности // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 11. — С. 18-26.
3. ГОСТ 50969-96. Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний. — Введ. 01.07.1997. — М. : ИПК Изд-во стандартов, 1996.
4. Корольченко И. А. Основы теории процессов горения : учеб. пособие. — М. : Галлея-Принт, 2015. — 312 с.
5. Шароварников А. Ф. Противопожарные пены. Состав, свойства, применение. — М. : Знак, 2000. — 464 с.

Оригинальность 77%