

К.Р. Умеренкова, канд. техн. наук., доц., НУГЗУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ГАЗОВЫХ ОГНЕТУШАЩИХ СОСТАВОВ

(представлено д-ром техн. наук Кривцовой В.И.)

Проанализированы полученные расчетным путем и экспериментальные значения плотностей озонобезопасных газовых огнетушащих составов (ГОС). Показано хорошее совпадение расчетных значений плотностей с имеющимися опытными данными.

Ключевые слова: Аргонит, Инерген, газовые огнетушащие составы, плотность веществ.

Состояние проблемы. Замена озонопасных хладонов требует изменений в конструкциях существующих систем пожаротушения [3]. В качестве потенциально возможных озонобезопасных огнетушащих веществ, взамен озоноразрушающих хладонов (114В2, 13В1 и состава типа "3,5") в автоматических установках пожаротушения объектов особой важности рекомендованы следующие:

- углекислота CO_2 ;
- азот N_2 ;
- аргон Ar ;
- смеси инертных газов
(составы типа "Аргонит" (IG-550, [50% N_2 +50% Ar];
"Инерген" (IG-541, [52% N_2 +40% Ar +8% CO_2])).

При конструировании автоматических установок газового пожаротушения (АУГП) основной величиной для расчетов является масса (и, соответственно, плотность) газового огнетушащего состава, необходимая для тушения пожара. Поэтому актуальным является создание методик, позволяющих получать численные значения необходимой информации расчетным путем с достаточной точностью в заданных диапазонах состояний (температура, давление).

Анализ исследований и публикаций. В работе [3] приведена методика расчета параметров АУГП. Плотность ГОС определяется по формуле, в которой за основу берется плотность паров ГОС при температуре 293 К и атмосферном давлении 0,1013 МПа, с последующим уточнением при помощи поправочных коэффициентов, учитывающих заданную температуру и высоту расположения объекта относительно уровня моря.

Постановка задачи и ее решение. На стадии проектирования важную роль играет расчет геометрии, объемов, гидродинамических характеристик, прочности конструкции рабочих полостей, коммуникаций, запорной арматуры, распыливающих устройств и других элементов автоматических установок пожаротушения. Для корректного выполнения этих расчетов необходима информация о теплофизических свойствах, в частности, плотности, рабочих жидкостей, газов или двухфазных многокомпонентных смесей. Газовые огнетушащие вещества представляют собой индивидуальные химические соединения или смеси соединений, которые при тушении пламени находятся в газообразном состоянии.

В данной работе решена задача расчетного определения плотностей ГОС и проведено сравнение результатов расчета и экспериментальных данных, приведенных в литературе.

Расчеты плотности выполнены с использованием методики определения термодинамических свойств индивидуальных веществ и многокомпонентных смесей в газообразном, жидком и парожидкостном равновесии в широких диапазонах температур и давлений. Методика разработана в ИПМаш НАН Украины и апробирована на решении задач аналогичного типа, что отражено в [1,2]. Она основана на оригинальной статистико-механической схеме – модифицированной термодинамической теории возмущений.

В табл. 1 приведены результаты расчетов теплофизических свойств перечисленных выше ГОС, полученные с помощью указанной методики и экспериментальные данные из [3]. Значения плотности определены при температуре 293 К и давлении 0,1013 МПа.

Таблица 1 – Сравнение экспериментальных и расчетных значений плотности газовых огнетушащих составов

Состав	Плотность (кг/м ³)	
	Эксперимент [3]	Расчет
CO ₂	1,84	1,8032
N ₂	1,17	1,1477
Ar	1,662	1,6371
"Аргонит" IG-550	1,41	1,3950
"Инерген" IG-541	1,42	1,3984

В табл. 2, 3 приведены рассчитанные по методике [1,2] и имеющиеся в литературе [4] значения плотностей углекислого газа и аргона при различных значениях температур и давлений.

Таблица 2 – Сравнение экспериментальных [4] и расчетных значений плотности CO₂, (кг/м³)

T, К	P, МПа	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
280	экспер.	1,9	3,828	7,75	11,78	15,94	20,19
	расчет	1,887	3,766	7,503	11,21	14,89	18,337
300	экспер.	1,77	3,564	7,199	10,91	14,7	18,58
	расчет	1,76	3,516	7,006	10,471	13,911	17,325
320	экспер.	1,66	3,334	6,72	10,16	13,67	17,2
	расчет	1,65	3,297	6,572	9,824	13,054	16,26
350	экспер.	1,516	3,04	6,119	9,23	12,39	15,58
	расчет	1,51	3,015	6,012	8,99	11,95	14,89
400	экспер.	1,323	2,65	5,33	8,026	10,74	13,48
	расчет	1,32	2,639	5,265	7,875	10,472	13,5
500	экспер.	1,059	2,12	4,246	6,377	8,518	10,662
	расчет	1,057	2,113	4,216	6,311	8,396	10,47

Таблица 3 – Сравнение экспериментальных [4] и расчетных значений плотности Ar, (кг/м³)

T, К	P, МПа	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
250	экспер.	1,924	3,854	7,728	11,623	15,538	19,473
	расчет	1,918	3,829	7,629	11,402	15,143	18,858
300	экспер.	1,602	3,207	6,423	9,643	12,873	16,11
	расчет	1,599	3,193	6,366	9,518	12,651	15,765
350	экспер.	1,373	2,746	5,495	8,251	11,001	13,757
	расчет	1,371	2,738	5,461	8,17	10,863	13,54
400	экспер.	1,201	2,402	4,805	7,209	9,606	12,014
	расчет	1,1997	2,397	4,782	7,156	9,518	11,87

Выводы. Сравнение рассчитанных по предложенной в [1,2] методике значений плотностей ГОС с опытными данными [3,4] показывает хорошее совпадение результатов расчета и эксперимента. Это позволяет сделать вывод о возможности применения методики:

- для вычисления плотностей и расчетной массы ГОС, которая должна храниться в проектируемых АУГП;
- для проведения исследований при разработке новых современных ГОС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маринин В.С., Умеренкова К.Р. Определение термодинамических характеристик газовых и газоконденсатных смесей / В.С. Маринин, К.Р. Умеренкова // Проблемы чрезвычайных ситуаций.– Харьков: УГЗУ, 2007. – Выпуск 5. – С. 132-139.

2. Маринин В.С. Экологичные двигатели – путь повышения техногенной безопасности окружающей среды / В.С. Маринин, К.Р. Умеренкова // Проблемы чрезвычайных ситуаций.– Харьков: УГЗУ, 2008. – Выпуск 8. – С. 130-135.

3. Котлов А.Г. Газовые огнетушащие составы. Практическое пособие по применению /А.Г.Котлов, П.А.Андрейченко // Киев: ООО "НПФ"Бранд мастер", 2004. – 216 с.

4. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М: Наука, 1972. – 720 с.
nuczu.edu.ua

К.Р. Умеренкова

Визначення густини газових вогнегасних сумішей.

Проаналізовано значення густини газових вогнегасних сумішей, що одержані розрахунковим шляхом та експериментально. Показано добре погодження експериментальних та визначених за запропонованою методикою значень густини вогнегасних сумішей.

Ключові слова: Аргонит, Інержен, газові вогнегасні суміші, густина речовини.

K.R. Umerenkova

Determination of density of gas extinguishing mixtures.

Analyzed value density gas extinguishing mixtures obtained by calculation and experimentally. Shown the good agreement of experimental and identified by the suggested method of density values extinguishing mixtures.

Keywords: Arhonyt, inergen, fire extinguishing gas mixture, the density of substance.