

**Старовойтова Е.В.**

Основы прогнозирования последствий аварийных залповых выбросов сжиженных газов: монография / Старовойтова Е.В., Галеев А.Д., Поникаров С.И.; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2013. – 155 с.

ISBN 978-5-7882-1512-9

В монографии изложены результаты экспериментальных и теоретических исследований парообразования сжиженных газов при их аварийном залповом выбросе в атмосферу.

Приведена разработанная модель оценки последствий аварий на объектах хранения, переработки и использования сжиженных газов. Модель базируется на численном решении трехмерных нестационарных уравнений гидродинамики, переноса массы и энергии. Вычислительная процедура реализована с использованием программы FLUENT. На основе представленной модели исследовано влияние скорости ветра, устойчивости атмосферы, теплового эффекта при конденсации водяного пара, препятствий в области выброса в виде зданий, сооружений на интенсивность парообразования и характеристики опасных зон при залповом выбросе сжиженного газа.

Предназначена для научных и инженерно-технических работников проектных и научно-исследовательских институтов, а также для преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов старших курсов технических вузов.

Печатется по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета

Рецензенты: канд. техн. наук, с.т.н.с., зав. лаб. ОАО «ВНИИУС» *Б.Н. Матюшко*

канд. техн. наук, зам. дир. по направлению пожарной безопасности и разработке проектной документации ООО «Эксперт бюро» *И.Р. Хайруллин*

ISBN 978-5-7882-1512-9

© Старовойтова Е.В., Галеев А.Д.,  
Поникаров С.И., 2013

© Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>Глава 1 ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И ПРОЦЕССЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ .....</b>	<b>7</b>
1.1 Мгновенное вскипание жидкости .....	7
1.2 Аэрозолеобразование при мгновенном вскипании .....	10
1.3 Парообразование при кипении аварийного пролива сжиженного газа .....	19
1.4 Парообразование при испарении аварийного пролива сжиженного газа .....	31
<b>Глава 2 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРОВОЗДУШНОГО ОБЛАКА ПРИ ВЫБРОСЕ СЖИЖЕННОГО ГАЗА.....</b>	<b>46</b>
2.1 Математическая модель парообразования при аварийном выбросе сжиженного газа из емкостного оборудования .....	46
2.2 Моделирование распространения газообразного вещества в атмосфере.....	59
<b>Глава 3 ПРОВЕРКА ДОСТОВЕРНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ .....</b>	<b>65</b>
3.1 Проверка достоверности математической модели парообразования .....	65
3.2 Проверка достоверности математической модели рассеяния газообразного вещества в атмосфере .....	69
<b>Глава 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ....</b>	<b>80</b>
4.1 Численный анализ процесса парообразования при кипении аварийного пролива сжиженного бутана .....	80
4.2 Исследование влияния влажности воздуха на процесс формирования взрывоопасного облака при аварийном выбросе сжиженного углеводородного газа .....	84
4.3 Исследование влияния влажности воздуха на процесс формирования паровоздушного облака при аварийном выбросе сжиженного аммиака .....	85

4.4 Влияние наличия препятствия на последствия аварийного выброса сжиженного аммиака .....	92
4.5 Влияние степени устойчивости атмосферы на динамику формирования паровоздушного облака при залповом выбросе сжиженного хлора .....	102
<b>Глава 5 ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ МЕТОДИКИ</b> .....	117
5.1 Пункт отгрузки сжиженного углеводородного газа .....	117
5.2 Парк хранения сжиженного аммиака .....	133
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	142