

## КОНФЕРЕНЦИИ, ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ

УДК 614.8.01(98)

### **УЧАСТИЕ ФГБУ ВНИИПО МЧС РОССИИ В МЕЖВЕДОМСТВЕННОМ ОПЫТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УЧЕНИИ СИЛ И СРЕДСТВ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «БЕЗОПАСНАЯ АРКТИКА – 2023»**

Межведомственное опытно-исследовательское учение сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации «Безопасная Арктика – 2023» проведено в соответствии с Решением Президента Российской Федерации от 25 февраля 2022 г. № Пр-375 и его Поручением от 10 июля 2023 г. № Пр-1244.

Одна из отработываемых вводных учения прошла на полигоне филиала ФГБУ ВНИИПО МЧС России в городе Оренбурге, темой являлась «Ликвидация чрезвычайной ситуации, вызванной технологической аварией с последующим горением на заводе по производству сжиженного природного газа в результате нарушения технологического процесса». Основные цели:

поиск новых средств и способов, а также апробация тактических приемов на их основе, направленных на регазификацию пожаро-взрывоопасного облака, образующегося в результате испарения СПГ;

поиск эффективных средств защиты личного состава пожарных подразделений от повышенных тепловых потоков, характерных для горения СПГ (порядка 200 кВт/м<sup>2</sup>).

Для достижения поставленных целей были решены четыре научно-практические задачи:

1. Пролив СПГ. Оценка и демонстрация характера распространения паровой фазы СПГ в атмосфере. Прогнозирование потенциальной зоны взрывопожароопасных концентраций газового облака.

2. Изучение возможности применения пожарно-технического вооружения (переносные веерные распылители и лафетные стволы) для регазификации газового облака, образующегося при испарении СПГ.

3. Оценка эффективности применения водопленочных экранов для снижения теплового излучения при горении проливов СПГ (метана) и факельного горения СУГ.

4. Демонстрация влияния криогенных свойств СПГ на средства индивидуальной защиты и пожарно-техническое вооружение.

Совместно со специалистами института в учениях приняли участие сотрудники реагирующих подразделений ГУ МЧС России по Оренбургской области, специалисты ПАО «Новатэк», а также компания ООО «СпецПожТех», специализирующаяся на производстве водопленочных экранов для защиты личного состава боевых подразделений от повышенных тепловых потоков. К всестороннему анализу результатов решения задач был привлечен широкий круг специалистов научного и экспертного сообщества: 5 научных и образовательных организаций

(Институт управления рисками и комплексной безопасности ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, ФГАО ВО «Сибирский федеральный университет», Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Оренбурге, АО «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований», АО «Гипрониигаз»), 15 промышленных предприятий (ОАО «Ямал СПГ», ПАО «Новатэк», ООО «Криогаз-Высоцк», ООО «Лукойл-Нижневожскнефть», ООО «Арктик СПГ 3», АО «СибурТюменьГаз», ООО «Газпром СПГ технологии», ООО «Арктик СПГ 2», ООО «Арктик СПГ 1», ООО «Силур», ООО «Обский ГХК», ПАО «Лукойл», ООО «Объединенный Промышленный Комплекс», Группа компаний «Унихимтек», АО «Гипрогазцентр»), 5 компаний, специализирующихся на выпуске продукции пожарно-спасательного назначения (ООО «СпецПожТех», ООО «Пожнефтехим», АО «Энергоконтракт», ООО «Огонь и вода-НН», компания AntiFire) (рис. 1).

В соответствии со сценарием отрабатываемого вводного учения произошло нарушение технологического процесса с разгерметизацией технологического оборудования и пролива жидкой фазы СПГ на площадке завода по производству СПГ. В результате интенсивного испарения СПГ образуется и быстро увеличивается в размерах взрывопожароопасное облако, которое распространяется по ветру. С наветренной стороны располагаются технологические аппараты. Возникает угроза пожара-вспышки топливно-воздушной смеси с большой зоной поражения.



**Рис. 1. Исследовательская группа при выполнении практических мероприятий**

Задача № 1. Основываясь на расчетном моделировании, проведенном на основании Приказа МЧС России № 404 от 10.07.2009 г. «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (с изменениями от 14.12.2010 г.), есть основание полагать, что при небольших по площади проливах СПГ образовывается большая зона взрывопожароопасных концентраций газового облака в атмосфере различной конфигурации в зависимости от направления, скорости ветра и температуры окружающего воздуха. Гипотеза подтверждена.

Задача № 2. Проведенный анализ мировой практики показал, что одним из способов регазификации газового облака, образуемого при испарении СПГ является применение переносных лафетных стволов и веерных распылителей (рис. 2, 3). В теории эффективность распыленных струй воды достигается за

счет подвода дополнительной энергии, используемой для понижения плотности метана в воздухе в зоне пролива, а также за счет турбулентного обмена и конвективной диффузии. Гипотеза подтверждена.



**Рис. 2. Регазификация газового облака при помощи водяных струй лафетных стволов**



**Рис. 3. Регазификация газового облака при помощи веерных завес**

Задача № 3. По характеристикам теплозащитные водопленочные экраны, предназначенные для защиты личного состава и оборудования от повышенных тепловых излучений, выдерживают тепловые потоки свыше  $220 \text{ кВт/м}^2$  и снижают эти потоки более чем в 50 раз (рис. 4). Для подтверждения представленных характеристик требуется дополнительная апробация теплозащитного экрана при горении СПГ. Гипотеза подтверждена.



**Рис. 4. Оценка эффективности применения водопленочных экранов (на фото представлен теплозащитный экран Согда 1В (им. Е.Н. Чернышева) производства ООО «СпецПожТех»)**

Задача № 4. В настоящее время мировая практика использования СПГ показала, что природный газ перевозится и хранится в криогенном состоянии. При транспортировании СПГ и на стационарных хранилищах возможны аварийные ситуации, во время которых произойдет нарушение герметизации емкости с криогенной жидкостью. Аварийно-спасательные службы экипированы средствами индивидуальной защиты (далее СИЗ) согласно ГОСТ Р 53264-2019 «Техника пожарная. Одежда пожарная специальная защитная. Общие технические требования. Методы испытаний», которые рассчитаны для работы при температуре до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Возникает предположение, что при воздействии криогенных жидкостей на СИЗ они не смогут выполнять свои защитные функции (рис. 5). Основываясь на теории теплопроводности, были получены расчеты защитных свойств этих материалов, которые показали, что коэффициент теплопроводности и термическое сопротивление обеспечивают кратковременную защиту. Другие свойства, такие как устойчивость к многократному изгибу и устойчивость материалов к истиранию, возможно не обеспечатся. Известно, что при соприкосновении криогенной жидкости с материалом он переходит в твердое (некристаллическое) стеклообразное состояние. Для оценки безопасности средств индивидуальной защиты необходимо провести исследования в криогенной среде для получения критических значений внутренней поверхности СИЗ и оценки свойств материалов. Гипотеза подтверждена.

Также сверх запланированного были проведены предварительные испытания технологии получения сорбента на основе терморасширяемого графита производства ООО «Силур» (рис. 6). Данная технология имеет потенциал применения при ликвидации разливов нефтепродуктов, особенно в тех регионах, где существуют сложности с транспортной логистикой и доставкой необходимого количества сорбентов.



**Рис. 5. Проведение оценки влияния воздействия газового облака криогенной жидкости на боевую одежду пожарного**



**Рис. 6. Проведение испытаний по методу ликвидации разлива нефтепродуктов с водной поверхности с помощью автономно полученного сорбента из терморасширенного графита**

В рамках опытно-исследовательских учений «Безопасная Арктика – 2023» сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации и решения поставленных задач получены новые результаты и методы, которые позволят углубить и оптимизировать основу дальнейших исследований, а именно:

1. Эмпирические зависимости размеров зон загазованности от площади пролива СПГ и параметров окружающей среды (температура воздуха, направление и скорость ветра).

2. Отработан тактический метод регазификации газового облака при авариях с проливом СПГ при помощи пожарно-технического вооружения.

3. Доказана эффективность водопленочных экранов для защиты личного состава от повышенных тепловых излучений, характерных для горения СПГ.

4. Получены сведения об особенностях влияния криогенных свойств СПГ на средства индивидуальной защиты и пожарно-техническое вооружение.

Также в ходе учений «Безопасная Арктика – 2023» была проверена эффективность работы мобильных ВПЭ Согда 1В (им. Е.Н. Чернышева) производства ООО «СпецПожТех». Для этого рядом с модельным очагом на расстоянии 1 метра был установлен ВПЭ, за экраном помещен манекен, оборудованный тепловыми датчиками. Тепловые датчики были установлены и перед ВПЭ. В результате мобильный ВПЭ Согда 1В выполнил свои защитные функции, т. е. тепловой поток снижен до безопасного уровня для пожарного в боевой одежде.

Полученный опыт проведения научно-практических мероприятий, объединяющих практику на полигоне, позволяющем продемонстрировать и убедиться в эффективности тех или иных технологий в условиях, максимально приближенных к условиям пожара или аварии, можно считать положительным.

В рамках опытно-исследовательских задач поставленные цели были достигнуты, получены необходимые данные, которые лягут в основу дальнейших исследований, выполняемых институтом в рамках научной деятельности.

***Материал (поступил в редакцию 14.07.2023 г.)  
подготовили:***

А.Б. КУРИЦЫН, нач. отд.;

А.В. ЗУБАНЬ, нач. отд.;

М.В. ОРЛОВА, ст. науч. сотр.;

О.А. КОРЧИНСКАЯ, науч. сотр.

(ФГБУ ВНИИПО МЧС России)