

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь»

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ: ТЕОРИЯ ПРАКТИКА ИННОВАЦИИ

*Сборник материалов
II Международной заочной
научно-практической конференции*

27 июня 2017 года

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

**ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ:
ТЕОРИЯ ПРАКТИКА ИННОВАЦИИ**

*Сборник материалов
II Международной заочной научно-практической конференции*

27 июня 2017 года

Минск
УГЗ
2017

УДК 614.842 (063)
ББК 38.96
И-73

Организационный комитет конференции:

И.И. Полевода – канд. тех. наук, доцент, начальник УГЗ МЧС Республики Беларусь;

А.Н. Камлюк – канд. физ-мат. наук, доцент, заместитель начальника УГЗ МЧС Республики Беларусь;

В.В. Пармон – канд. тех. наук, доцент, начальник кафедры автоматических систем безопасности УГЗ МЧС Республики Беларусь;

А.В. Суриков – начальник кафедры повышения квалификации филиала «ИППК» УГЗ МЧС Республики Беларусь;

В.В. Лахвич – канд. тех. наук, доцент, начальник кафедры пожарной аварийно-спасательной техники УГЗ МЧС Республики Беларусь;

О.Д. Навроцкий – канд. тех. наук, начальник отдела технологии ликвидации ЧС НИИ ПБиЧС МЧС Республики Беларусь;

В.А. Кузмицкий – д. ф.-м. наук, ст. научн. сотр., профессор кафедры управления защитой от ЧС УГЗ МЧС Республики Беларусь;

М.Ю. Стриганова – канд. тех. наук, доц., доцент кафедры автоматических систем безопасности УГЗ МЧС Республики Беларусь;

В.Н. Пасовец – канд. тех. наук, доц., доцент кафедры промышленной безопасности УГЗ МЧС Республики Беларусь;

ответственный секретарь – *И.Ю. Иванов.*

**Интегрированные системы безопасности : теория практика
И-73 инновации : сб. материалов II Международной заочной научно-
практической конференции. – Минск : УГЗ, 2017. – 40 с.**

Тезисы не рецензировались, ответственность за содержание несут авторы.

Фамилии авторов набраны курсивом, после авторов указаны научные руководители.

**УДК 614.842 (063)
ББК 38.96**

© Государственное учреждение
образования «Университет
гражданской защиты Министерства
по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Технические средства противопожарной и противоаварийной защиты»

<i>Головачёв М.О., Язов А.К., Любимова О.В.</i> Пожарные стволы с автоматическим управлением	4
<i>Захарчук М.Ю., Тетерюков А.В.</i> Пожарные извещатели: причины ложных сработок	7
<i>Иванов И.Ю.</i> Противопожарная муфта – что это такое?	9
<i>Любимова О.В., Миканович А.С.</i> Применение поликорбаната в качестве лск для защиты зданий и сооружений при внутреннем взрыве газопылевоздушной смеси	11
<i>Морозов А.А., Стриганова М.Ю., Волчек Я.С., Пармон В.В.</i> Практическое изучение параметров СПРУК 50/0,7 «Викинг»	13
<i>Морозов А.А., Стриганова М.Ю., Ширко А.В., Волчек Я.С., Пармон В.В.,</i> Пожарный ствол с диапазоном расхода до 5 л/с	16
<i>Пасовец В.Н., Волчек Я.С., Савчук А.Г.</i> Система точного обнаружения очага возгорания	19
<i>Рябцев В.Н., Гончаренко И.А.</i> Структурная схема и принципы функционирования датчика электрических полей	22
<i>Филипович С.М., Сакович Э.И., Тарковский В.В., Василевич А.Е.</i> Частотный электрогидравлический дезинтегратор объектов из железобетона	25

Секция «Автоматизированные и автоматические системы управления в области техносферной безопасности»

<i>Боярина О.И., Стриганова М.Ю.</i> Воздействие водного потока на откосы гидротехнических сооружений	28
---	----

Секция «Информационные технологии в области техносферной безопасности»

<i>Цвиркун С.В.</i> Информационные технологии в подготовке специалистов пожарной безопасности	30
---	----

Секция «Первый шаг в науку»

<i>Боярина О.И., Стриганова М.Ю., Жилик Д.Ю., Аутко С.С.</i> Использование гидравлического удара в технике	33
<i>Грачулин А.В.</i> Экспериментальные исследования по подаче компрессионной пены на высоту	35
<i>Машиков К.А., Касинский Н.И., Любимова О.В.</i> Анализ современных методов и способов очистки сточных вод	38

Секция

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ И ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ

УДК 614.843.4

ПОЖАРНЫЕ СТВОЛЫ С АВТОМАТИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ

Головачёв М.О., Язов А.К., Любимова О.В.

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

В современном мире значительную долю всех чрезвычайных происшествий по-прежнему составляют пожары, и наша страна, к сожалению, не является исключением. К сожалению, арсенал боевого снаряжения, находящийся на вооружении пожарных и спасателей, уже не в полной мере отвечает требованиям современности. На сегодняшний день в Республике Беларусь представлен широкий арсенал пожарных ручных стволов, предназначенных для подачи воды или раствора пенообразователя при тушении пожаров. Для комплектации пожарных автомобилей в Республике Беларусь широко используются стволы отечественных производителей типа РСП-50, РСК-50, РСП-70, РСК-70, с неизменным расходом воды[1].

В отличие от применяемых стволов создающими сплошные и компактные струи, универсальные стволы нового поколения формируют поток распыленной массы огнетушащего вещества (воды или пены).

Первым и наиболее важным достоинством данных стволов является смена конфигурации струй и расхода воды без прекращения ее подачи. Это реализовано в стволах различных марок с ручным и автоматическим управлением. В стволах с ручным управлением расход регулируется с помощью поворотной гайки с предварительно нанесенной на нее условной градации расхода[3].



Рисунок 1. - Ствол с ручным управлением

Стволы с автоматическим управлением разработаны для решения проблемы создания мощных струй при ограниченном водоснабжении. В конструкции стволов предусмотрен механизм стабилизации давления, с помощью которого дефлектор изделия изменяет диаметр выходного отверстия ствола. Фактически в стволе автоматически меняется «размер насадки» в зависимости от количества подаваемой воды. Широкий диапазон значений расхода огнетушащих веществ позволяет заменить несколько обычных стволов одним стволом с автоматическим управлением. Перекрытие и подача, а также регулирование расхода воды производятся при помощи хомутового рычага[2]. Основные тактико-технические характеристики стволов ручного и автоматического управления представлены в таблице 1.



Рисунок 2. - Ствол с автоматическим управлением

Таблица 1. - Тактико-технические характеристики стволов ручного и автоматического управления

Показатель	Ручное управление				Автоматическое управление	
Модель	Thunder Fog 1.5"	Thunder Fog 2.5"	Quadra Fog 1"	Quadra Fog 1.5"	Mid-Forse	Dual-Forse
Расход воды, л/с	1.9;3.8; 6.0;7.9; 9.5;12.6	6.0;7.9; 9.5;12.6; 16.0	0.4;0.7; 1.7;2.5	1.9;3.8; 6.0;7.9;	4.4-12.7	6-15.8; 619.2;
Давление, атм	7	7	7	7	7	7
Диаметр соедин. головки	38	66	25	38	38	38;66
Диаметр ствола	259	289	184	213	292	330
Масса ствола	2.5	2.9	1.0	3	2.7	2-7

Поворотная головка позволяет создавать конфигурацию струи сплошную, распыленную или водяную завесу (зонт). Это дает возможность избежать замены стволов, рукавов, а следовательно, и отвлечения дополнительного личного состава, потому что в зависимости от модели достаточно всего лишь переключить регулятор или изменить ручкой степень открытия ствола. Не менее важным достоинством является совместное использование сплошной или распыленной струи с водяной завесой в виде зонта. Данная функция просто необходима для защиты ствольщиков во всех случаях, когда на них интенсивно воздействует тепловая радиация (при развившихся пожарах, пожарах на открытых складах лесоматериалов, в резервуарных парках и т.д.) [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Стволы пожарные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://articlekz.com/article/9573>. – Дата доступа: 06.06.2017.
2. Водяные ручные пожарные стволы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gidro.tech-group.pro/stvoly_pozharnye. – Дата доступа: 06.06.2017.
3. Пожарные стволы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пожарные_стволы. – Дата доступа: 06.06.2017.

ПОЖАРНЫЕ ИЗВЕЩАТЕЛИ: ПРИЧИНЫ ЛОЖНЫХ СРАБОТОК

Захарчук М.Ю., Тетерюков А.В.

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

На современном этапе развития человечества существует огромное количество угроз для человека. Одной из наиболее распространенных угроз является угроза возгорания в помещении. В связи с этим люди создали устройства для обнаружения возгораний на раннем этапе. Одним из таких устройств является пожарный извещатель (ИП). Пожарный извещатель (ИП) – техническое устройство, предназначенное для обнаружения фактора пожара и преобразования его в электрический сигнал [1]. Но так же, как и во всех системах обнаружения, довольно часто встречаются явления ложного срабатывания [2]. По своему происхождению причины ложных срабатываний достаточно разные, можно выделить наиболее частые причины ложного срабатывания пожарных извещателей:

- Попадание пыли в пожарный извещатель. Пыль присутствует практически во всех помещениях независимо от назначения и попадая в извещатель вызывает срабатывание. С течением времени дымовые камеры извещателей заполняются пылью. Взвеси пыли, скопившейся в дымовой камере, под механическим воздействием или из-за сильных сквозняков могут вызывать ложные срабатывания. Для минимизации данного явления в эксплуатационной документации на извещатели содержатся требования по продувке дымовой камеры. Периодичность, как правило, составляет 1 раз в полугодие.

Механизм компенсации предназначен для борьбы с частичным загрязнением камеры или другими долгосрочными эффектами, такими, как старение.

В соответствии с зарубежными нормами диапазон компенсации должен быть ограничен таким образом, чтобы внутри его загрязнение не привело к превышению начального значения порога срабатывания по чувствительности более чем в 1,6 раза. Очень важно, чтобы компенсация не ухудшала чувствительность к медленно развивающимся пожарам. В отечественной нормативной базе нет требований к механизму компенсации.

Механизм автокомпенсации реализуется в так называемых интеллектуальных извещателях. При этом предусмотрены более сложные алгоритмы обработки информации, анализируется динамика процесса, данные накапливаются в энергонезависимой памяти в течение длительного периода времени. Но самое главное отличие – это наличие доступа к текущим результатам обработки информации. Таким образом, не только обеспечивается стабилизация чувствительности в процессе эксплуатации, но и появляется возможность определения уровня запыления дымовой камеры. Стабилизация

чувствительности позволяет повысить эффективность пожарного извещателя за счет установления более высокой, в рамках допустимого, чувствительности, на уровне 0,07–0,08 дБ/м, с возможностью ее дискретной регулировки.

В последние годы активно внедряются технические решения, направленные на компенсацию загрязненности дымовой камеры.

- Влияние электромагнитных помех. Электроприборы являются генераторами электромагнитных излучений. Достаточно трудно определить влияние электрического прибора на пожарный извещатель. Однако существуют требования, которые позволяют предотвратить электромагнитные наводки [3].

- Попадание инородных тел в конструкцию извещателя. Независимо от характера инородного тела, попадающего внутрь извещателя (насекомые, продукты неполного сгорания и т.д.) система оповещения срабатывает (довольно распространенной данная причина является для дымовых извещателей с конструкцией имеющей открытые участки в корпусе).

- Влияние других факторов производства или окружающей среды. В помещении, где установлены пожарные извещатели, может быть агрессивная среда, повышенная влажность и т.д. Так же сильные акустические колебания могут вызывать ложные срабатывания этих извещателей.

Не смотря на недостатки, пожарные извещатели получили широкое распространение. Наиболее современные пожарные извещатели оборудуются микропроцессорами, которые анализируют изменения состояния оптической камеры, тем самым отсеивая часть ложных срабатываний [4]. Благодаря этим небольшим и сравнительно не дорогим электронным приборам обнаруживается множество пожаров на стадии возникновения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устройства и системы охранно-пожарной сигнализации. А.И. Шачнев. Минск УП «Технопринт» 2002.

2. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. В.Г.Синилов. Москва 2001.

3. ТКП 45-2.02-190-2010 (02250) Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования.

4. Почему пожарный извещатель срабатывает ложно?[электронный ресурс] URL:http://oruki.ru/publ/signalizacija/pozharnaja_signalizacija/prichiny_lozhnykh_srabatyvanij_pozharnykh_izveshhatelej/6-1-0-29 (Дата обращения 18.03.2017).

ПРОТИВОПОЖАРНАЯ МУФТА – ЧТО ЭТО ТАКОЕ?

Иванов И.Ю.

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

Понятие инженерные сети или инженерные коммуникации объединяет под собой различные системы, предназначением которых является обеспечение жизнедеятельности потребителей. Инженерные сети – это то, что дает всем нам свет, тепло, чистую воду и воздух. Строительство дома или здания, а затем и полноценное его функционирование невозможно без прокладки инженерных сетей, которые «пронизывают» здание с первого до последнего этажа. Обеспечение огнестойкости противопожарных преград, выполняемых в виде стен, перегородок и перекрытий, в которых устраиваются открытые технологические проемы для прокладки инженерных коммуникаций, является достаточно сложной и актуальной технической задачей.

Противопожарная преграда – инженерное решение, предназначенное для предотвращения распространения пожара из одной части здания, сооружения в другую. В число противопожарных заполнений таких преград согласно [1] таблица 2 относятся противопожарные муфты. Требования к типам таких муфт устанавливается с учетом классов функциональной пожарной опасности помещений, величины пожарной нагрузки, степени огнестойкости и класса пожарной опасности здания. Необходимость применения муфт регламентирована нормативными документами и строительными нормами. Так, согласно [1] таблица 3 предел огнестойкости противопожарной муфты 1 типа должен быть не менее EI 150 мин. По [3] места пересечения ограждающих конструкций с нормируемым пределом огнестойкости трубопроводами из полимерных материалов должны быть выполнены согласно требованиям п.5.1.4 [4], для этого могут применяться противопожарные муфты и другие устройства. Противопожарные муфты изготавливаются в соответствии с [2].

Противопожарные муфты со вспучивающимся огнезащитным составом — надежный барьер против распространения пламени по инженерным системам, проходящим через преграды (стены и перекрытия). При строительстве, капитальном ремонте, реконструкции, переоснащении сооружений для монтажа внутренних коммуникаций широко используются трубопроводы из полимерных материалов. Узлы пересечения ими межэтажных перекрытий, перегородок и стен не должны снижать пожарно-технических показателей. Огнезащитные муфты крепятся на трубопроводе и в случае пожара перекрывают отверстия в преградах, когда происходит расплавление и сгорание трубопроводов из полимерных материалов (ПВХ, ПП, ПЭ). Принцип действия муфты основан на способности резиноподобного вкладыша муфты при огневом воздействии многократно увеличиваться в объеме за счет вспенивания с образованием плотного, негорючего пенококса, который сужает и заполняет

проходное отверстие, оставшееся после выгорания полимерного трубопровода, что исключает распространение пламени и продуктов горения между этажами и смежными помещениями. Наиболее часто используют в качестве компонента наполнителя вкладыша муфты модифицированный графит, вермикулит, в редких случаях используются специальные материалы на основе легкоплавких глин с газообразователями.

Наибольшую ценность представляет модифицированный графит, как вещество, имеющее самую низкую температуру вспенивания из перечисленных примеров.

Особенностью этого модифицированного графита является необходимость использования крупнокристаллического природного сырья с размером частиц 0,5-1,0 мм и большого расхода реагентов. Недостатками подобного модифицированного графита являются многостадийность его получения, и невозможность получения покрытий тоньше 1 мм. Некоторым недостатком является радикально-чёрный цвет покрытий, что может негативно отразиться на внешнем виде защищённого изделия.

В настоящее время в Республике Беларусь нет производства огнезащитных терморасширяющихся (вспучивающихся) составов для противопожарных муфт.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-2.02-142-2011 Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации
2. СТБ 2224-2011 Муфты противопожарные. Технические условия.
3. ТКП 45-4.01-54-2007 Системы внутренней канализации зданий. Строительные нормы проектирования.
4. ТКП 45-2.02-92-2007 Ограничение распространения пожара в зданиях и сооружениях. Объемно-планировочные и конструктивные решения строительных норм проектирования

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИКОРБАНАТА В КАЧЕСТВЕ ЛСК ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ВНУТРЕННЕМ ВЗРЫВЕ ГАЗО-ПЫЛЕВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

Любимова О.В., Миканович А.С

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

Наибольшей опасностью причинения большого ущерба для производственных объектов являются взрывы. Взрывом называется быстрое неконтролируемое горение газо-, паро-, пылевоздушной смеси с образованием сжатых газов [1].

Статистический отчет страховой компании Industrial Risk Insurers показывает, что взрывы составляют 67% всех инцидентов, а нанесенный ими ущерб – 85% общего ущерба. Как следствие, для защиты людей и материальных ценностей от опасных факторов взрыва предусматривается комплекс мероприятий по противовзрывной защите, основным из которых является устройство легкобрасываемых конструкций (ЛСК). ЛСК, вскрываясь, обеспечивают снижение избыточного давления, возникающего в помещении при взрыве, до безопасного нормируемого значения, следовательно, нагрузка на основные конструкции уменьшаются по сравнению с той нагрузкой, которая имела бы место при взрыве такой же смеси в замкнутом объёме.

Применение остеклений здания и сооружения в качестве ЛСК в настоящее время является одним из наиболее эффективных конструктивных решений для снижения избыточного давления взрыва в помещении. Однако, не всегда площади остекления наружных стен, применяемых в качестве ЛСК, достаточно для снижения избыточного давления взрыва. Существующие ТНПА допускают согласно [2] в качестве ЛСК использовать иные конструкции, эффективность использования которых подтверждена экспериментальными исследованиями и расчетными методами. Поэтому альтернативой стандартному и привычному остеклению могут стать полимеры, а именно сотовый и монолитный поликарбонат.

Сотовый поликарбонат (СП) – это пустотелый полимерный лист с внутренней многослойную конструкцию, заполненную продольными перемычками – ребрами жесткости. Монолитный поликарбонат (МП) – это сплошной полимерный лист без внутренних пустот.

Главным достоинством поликарбоната является соотношение его весовых и прочностных характеристик. Анализируя прочностные характеристики можно сказать, что СП (МП) при их легкости (легче стекла в 15 (2) раз), не уступают ему по прочности (ударная прочность в 200 (16000) раз больше, чем у стекла). Легкость СП значительно облегчает строительно-монтажные работы, и позволяет проектировать удерживающие конструкции не такими массивными, как для стекла.

Поликарбонат – один из светопропускающих пластиков, который может быть назван пожаробезопасным. Поликарбонат горит только в открытом пламени и является самозатухающим, не способствует распространению горения, не образует горящих капель. Все эти характеристики делают поликарбонат более востребованным и приемлемым для использования в качестве легких конструкций в зданиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Моделирование пожаров и взрывов [Текст] / под общ. ред. Н.Н. Брушлинского, А.Я. Корольченко. – М.: Ассоциация «Пожнаука», 2000. – 482 с.
2. Ограничение распространения пожара в зданиях и сооружениях. Объемно-планировочные и конструктивные решения. Строительные нормы проектирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ventsila.by/wp-content/uploads/2015/10/ТКР-45-2-02-92-20071.pdf>. – Дата доступа: 06.03.2017.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СПРУК 50/0,7 «ВИКИНГ»

Морозов А.А., Стриганова М.Ю., Волчек Я.С., Пармон В.В.

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

Определение эффективной дальности распыленной струи огнетушащего вещества (расстояние от насадки ствола до места выпадения из распыленной струи максимального количества капель воды) проводили на стенде согласно [1]. Для определения указанных показателей находили функцию распределения количества осадков (выпадающих из струи за фиксированное время) по площади орошения.

На предполагаемой площади падения распыленной струи устанавливали мерные емкости, имеющие форму прямоугольного параллелепипеда с квадратным основанием. Мерные емкости располагались рядами перпендикулярно оси насадка ствола, симметрично относительно этой оси. Расстояние между рядами составляло 0,5 м, а расстояние между центрами соседних в ряду емкостей 0,25 м. Ствол устанавливался на расстоянии 2,5 м от первого ряда емкостей.

Сбор капель воды, выпадающих из распыленной струи в мерные емкости, проводили в течение 7 мин. При переполнении хотя бы одной из мерных емкостей время останавливалось (рисунок 1).

Измерив объем воды в каждой мерной емкости, определяли локальную интенсивность орошения i (л/с·м²) на площади основания мерных емкостей по формуле (4.1):

$$i = \frac{V}{S \cdot t}, \quad (1)$$

где V – объем воды, попавшей в мерную емкость, л; S – площадь основания мерной емкости, м²; t – время сбора капель, с.

Уровень выпадения воды h (мм/мин) вычисляли по той же формуле, что и интенсивность орошения, подставляя в нее значения объема V в мм³ (при расчетах, что в 1 мл 1000 мм³), площади S в мм², времени t в мин.

Значения уровней выпадения осадков h (мм/мин), условно приведенные к центру емкости, внесли в таблицы, в которых желтым цветом выделили границу уровней воды $h=2$ мм/мин и более.

Значения уровней выпадения воды в каждом ряду мерных емкостей, расположенных внутри границы $h=2$ мм/мин перпендикулярно оси испытываемого ствола, суммировали и определяли эффективную дальность распыленной струи как расстояние от насадки ствола до оси ряда мерных емкостей, в котором сумма уровней выпадения капель воды максимальная.

Среднюю интенсивность орошения распыленной струи I (л/с·м²) определяли по формуле (2):

$$I = \frac{\sum i}{n}, \quad (2)$$

где n – количество мерных емкостей в пределах границы $h = 2$ мм/мин.



Рисунок 4.5 – Определение эффективной дальности распыленной струи ствола СПРУК 50/0,7 «Викинг»

По итогам испытания было установлено, что в зависимости от положения регулятора расхода огнетушащего вещества эффективная дальность составляет от 3,75 до 10,35 м. Кроме того, на рисунке 3 представлено сравнение карт орошения при различных положениях регулятора расхода испытываемого ствола.

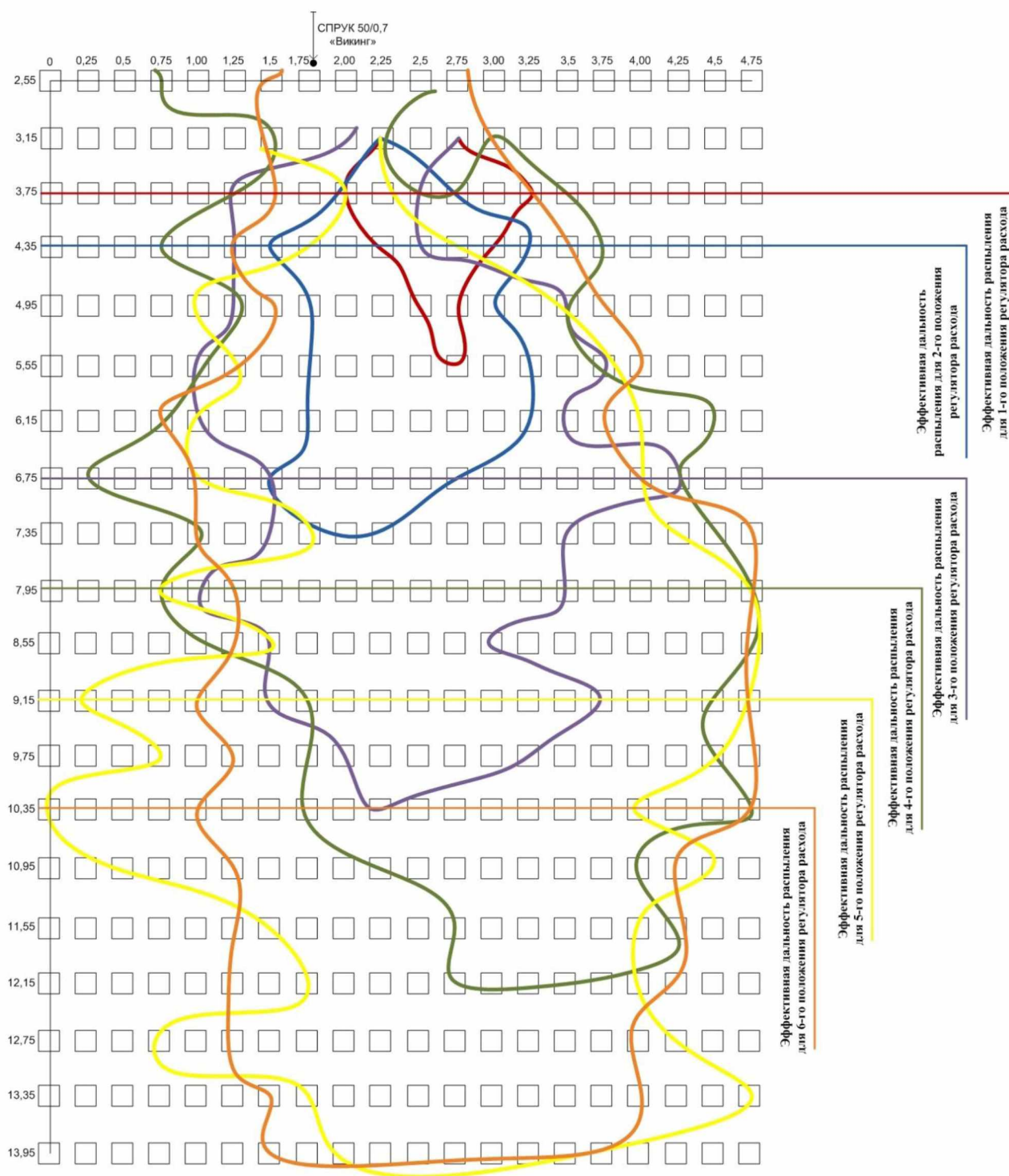


Рисунок 4.6 – Карты орошения при различных положениях регулятора расхода распыленной струи ствола СПРУК 50/0,7 «Викинг»

ЛИТЕРАТУРА

1. Стволы пожарные ручные. Общие технические условия: СТБ 11.13.14-2009. – Введ. 2009. – Мн.: МОУ МЧС РБ, 2009. – 12 с.

ПОЖАРНЫЙ СТВОЛ С ДИАПАЗОНОМ РАСХОДА ДО 5 Л/С

*Морозов А.А., Стриганова М.Ю., Ширко А.В.,
Волчек Я.С., Пармон В.В.*

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

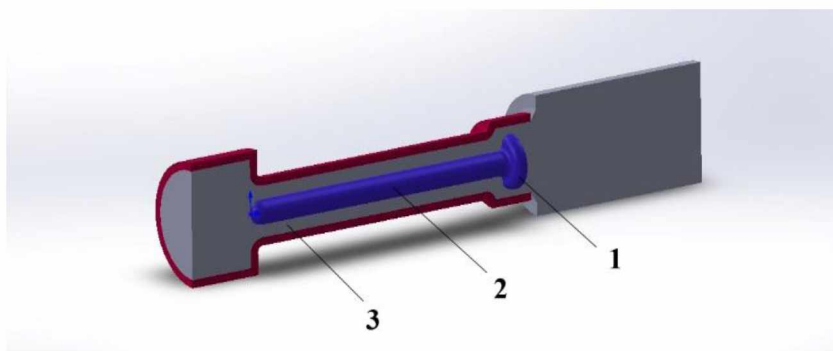
Согласно данным Государственной статистической отчетности в 2014 году в Республике Беларусь произошло 6 802 пожара, на которых погибло 737 человек (из них 14 детей) и 450 человек травмировано. При этом 87% от общего количества пожаров приходится на жилой фонд [1]. Таким образом, 9 выездов из 10 были связаны с тушением пожаров в квартирах жилых домов. В настоящее время для тушения данных пожаров на вооружении в Республике Беларусь стоят пожарные стволы Protek 360 и Protek 366, разработанные и произведенные корпорацией «Protek» (Тайвань).

С целью импортозамещения в 2014 году в Республике Беларусь уже был разработан аналог пожарного ствола Protek 366 - СПРУ-50/0,7. Полученный отечественный ствол обладает следующими гидродинамическими параметрами: дальность сплошной струи – 40 м; дальность распыленной струи – 20 м; возможность создания защитного экрана диаметром 4 м; регулируемый расход до 13 л/с; рабочее давление 0,7 МПа. Следует отметить, что стоимость отечественного ствола более чем в два с половиной раза дешевле зарубежного аналога Protek 366. Однако при тушении пожаров в квартирах такие гидродинамические параметры не требуются, т.к. в результате применения такого ствола ущерб от излишне пролитой воды может быть сравним с ущербом от пожара. Кроме того, масса ствола составляет более 3 кг, что затрудняет его использование при тушении внутри помещений, а отсутствие режима промывки для удаления грязи и мелких камней быстро приводит к остановке процесса тушения пожара в сельской местности для ручной очистки ствола (проточного тракта) [2].

Для решения данной проблемы требуется разработка облегченной версии пожарного ствола с режимом промывки и расходом до 5 л/с. В настоящее время стволы пожарные ручные универсальные для тушения пожаров высотных зданий с диапазоном расхода до 5 л/с в Республике Беларусь не производятся. Поэтому разработка и внедрение легких стволов пожарных ручных универсальных отечественного производства для тушения пожаров высотных зданий с изменяемым расходом с диапазоном до 5 л/с является актуальной задачей.

В связи с тем, что основой любого пожарного ствола является его проточный тракт, то задача сводится к расчету непосредственно геометрии этого проточного тракта с заданными технико-эксплуатационными характеристиками с последующей оптимизацией.

Расчетная модель ствола представлена на рисунке 1.



1 – дефлектор; 2 – втулка; 3 – проточный канал

Рисунок 1 – Расчетная модель

Задача решается с помощью моделирования процесса течения жидкости через проточную часть пожарного ствола. Решение строится с помощью метода конечных элементов. При создании геометрической модели необходимо обеспечить возможность перемещения дефлектора в осевом направлении, а также параметризовать основные геометрические размеры для последующего проведения задачи оптимизации.

В Ansys Fluent на основе метода конечных объемов численно решаются базовые уравнения гидрогазодинамики – система уравнений Навье-Стокса, в состав которого входят уравнения неразрывности и уравнения движения [3]. В работе принято, что жидкость является несжимаемой и относится к ньютоновской, т.е. имеет постоянную.

При выполнении оптимизации геометрических параметров целью ставится достичь максимальной скорости вылета струи при регламентированном расходе и давлении. В результате оптимизации были получены наилучшие значения геометрических параметров канала, обеспечивающие наибольшую скорость выхода струи и наименьшие потери давления при необходимом расходе.

По итогам проделанных расчетов была изготовлена партия опытных образцов пожарного ствола, получившего название СПРУК 50/0,7 «Викинг» (далее – «Викинг»). Фотография полученного ствола представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – СПРУК 50/0,7 «Викинг»

Предполагается, что пожарный ствол «Викинг» будет иметь две модификации – А и Б. Отличие их будет состоять в расходе огнетушащего вещества и дальности его подачи.

На данный момент проведены испытания на соответствие стандарту Республики Беларусь. Они показали, что все характеристики, полученные по итогам расчетов, совпадают с реальными характеристиками изготовленных образцов. Таким образом, ствол пожарный «Викинг» может обеспечить подачу огнетушащего вещества в диапазоне расходов 0,53–5 л/с при максимальной дальности подачи огнетушащего вещества для компактной струи 37 м и для распыленной – 20,5 м (по крайним каплям). В результате испытаний на определение эффективной дальности распыленной струи огнетушащего вещества было установлено, что в зависимости от положения регулятора расхода огнетушащего вещества эффективная дальность составляет от 3,75 до 10,35 м. Также, при наличии специального насадка, пожарный ствол «Викинг» способен подавать пену низкой и средней кратности. Запуск в производство данного ствола планируется в начале 2016 года. В первую очередь им планируется комплектовать подразделения МЧС Республики Беларусь. На рисунках 3-4 представлены фотографии, демонстрирующие работу пожарного ствола «Викинг».



Рисунок 3 – СПРУК 50/0,7 «Викинг» (модификация Б)



Рисунок 4 – СПРУК 50/0,7 «Викинг» (модификация А)

ЛИТЕРАТУРА

1. Сводная таблица по боевой работе подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь за 12 месяцев 2014 года / МЧС Республики Беларусь; сост.: РЦУ РЧС. – Минск, 2015. – 4 с.
2. Ствол пожарный ручной универсальный СПРУ-50/0,7. Паспорт. Руководство по эксплуатации. ЭФЮП 306142.001 РЭ. – М.: РУП «Приборостроительный завод «ОПТРОН». – 9 с.
3. Стволы пожарные ручные. Общие технические условия: СТБ 11.13.14-2009. – Введ. 2009. – Мн.: МОУ МЧС РБ, 2009. – 12 с.
4. Практическая гидравлика в пожарном деле / Н.А. Тарасов-Агалаков. Москва, 1959.

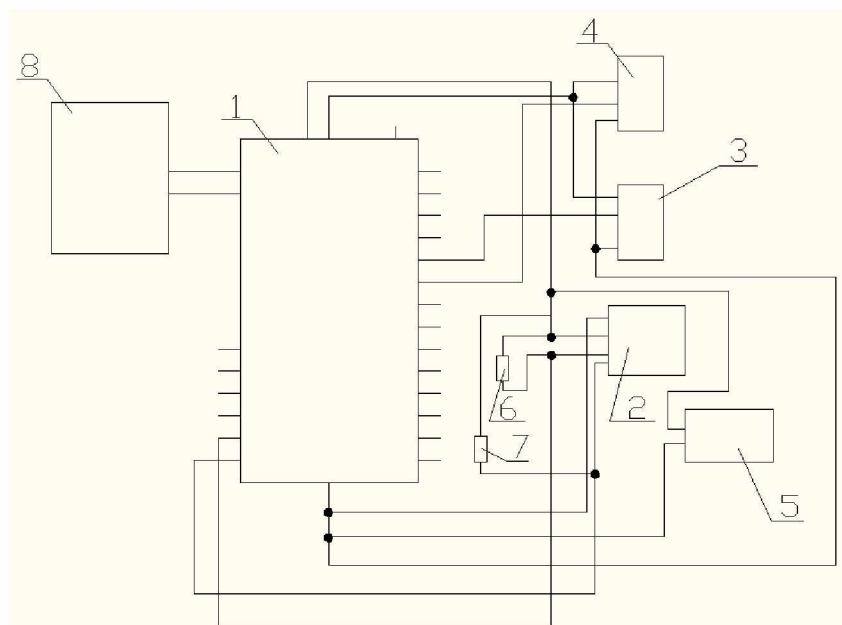
СИСТЕМА ТОЧНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ОЧАГА ВОЗГОРАНИЯ

Пасовец В.Н., Волчек Я.С., Савчук А.Г.

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

В процессе выполнения научных исследований работниками ГУО «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь» разработана новая конструкция системы обнаружения очага возгорания автоматической системы пожаротушения, предназначенной для обнаружения и подачи сигнала на тушение в начальной стадии развития пожара, что является ее основным отличием от существующих систем. При этом за счет точности определения очага пожара обеспечивается использование минимального количества огнетушащих веществ.

Основными элементами разработанной системы, структура которой представлена на схеме (рисунок 1), являются: программируемый модуль обработки сигналов датчиков и управления сервоприводами 1, пиродатчик 2, горизонтальный 3 и вертикальный 4 сервоприводы; целеуказатель пиродатчика 5, резисторы 6, 7, визуализатор 8.



- 1 – программируемый модуль обработки сигналов датчиков и управления сервоприводами,
2 – пиродатчик, 3 – горизонтальный сервопривод, 4 – вертикальный сервопривод,
5 – целеуказатель пиродатчика, 6, 7 – резисторы, 8 – визуализатор

Рисунок 1 – Структурная схема системы точного обнаружения очага возгорания

Принцип взаимодействия основных компонентов системы автоматического обнаружения очага возгорания заключается в следующем: программируемый модуль обработки сигналов датчиков и управления сервоприводами 1 создает двумерный массив данных получаемых с пиродатчика 2, перемещаемого при помощи горизонтального 3 и вертикального 4 сервоприводов. В результате

получается заполненный массив данных, характеризующих распределение температурных полей в контролируемом пространстве. Визуализация данного массива данных представлена на рисунке 2.

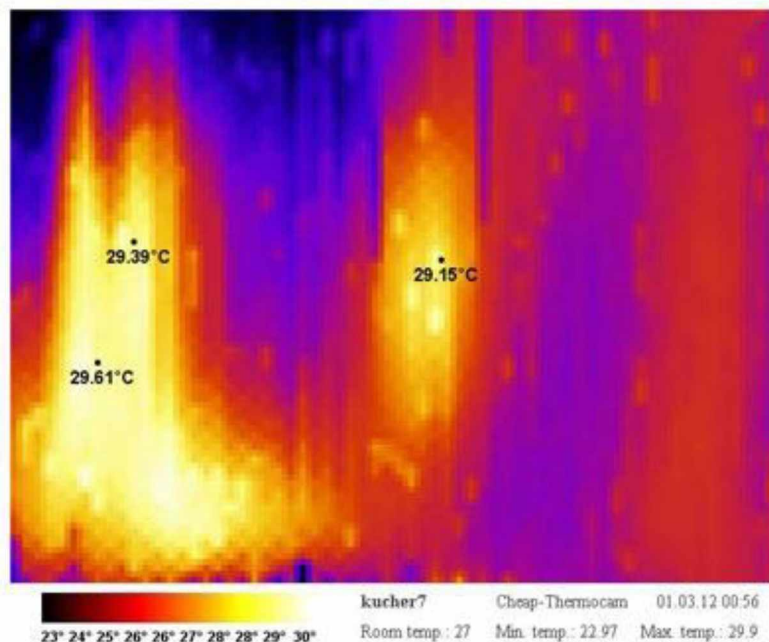


Рисунок 2 – Пример распределения температурных полей в контролируемом пространстве

Программируемый модуль обработки может быть настроен для работы в нескольких режимах:

1. в дискретном режиме сигнал на тушение подается в случае превышения заданной температуры в ячейке массива;
2. в дифференциальном режиме подача сигнала осуществляется при превышении скорости нарастания температуры в ячейке выше заданного значения.

Сканирование пространства происходит по заранее заданному алгоритму работы программы. Процесс обхода контролируемых точек проводится два раза для исключения ложного срабатывания устройства. Точки будут считаться активными, если системой было установлено изменение температуры в них. На основании результатов сканирования подается сигнал на включение системы пожаротушения.

Исполнительный элемент системы пожаротушения на который выводится сигнал на тушение, также может быть реализован несколькими способами. При первом способе сформированный сигнал подается исполнительному элементу установки тушения, расположенному непосредственно над очагом пожара. При втором способе сигнал на тушение подается при позиционировании конструктивно совмещенных сервоприводов установки тушения и пиродатчика.

Электропитание системы точного обнаружения очага возгорания осуществляется от источника бесперебойного питания. Однако во избежание непредвиденного отключения системы при воздействии негативных факторов пожара, ее необходимо комплектовать встроенными элементами питания, например, аккумуляторами.

Не смотря на активное применение существующих систем

автоматического пожаротушения, остается актуальным вопрос разработки систем точного обнаружения очага возгорания, позволяющих снизить затраты на огнетушащие вещества, а также минимизировать ущерб от тушения защищаемого объекта.

Внедрение на практике разработанной системы точного обнаружения очага возгорания позволит повысить уровень безопасности эксплуатации защищаемого объекта, минимизировать ущерб от воздействия опасных факторов пожара. Основными преимуществами разработанной системы по сравнению с существующими аналогами являются: широкая номенклатура защищаемых объектов; простота конструкции; применение унифицированных деталей и радиоэлектронных компонентов; низковольтное электропитание; взаимодействие с другими системами дымоудаления, оповещения и эвакуации людей, сигнализации и управления энергопотребителями пожаротушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурагимов, И.М. Физико-химические основы развития и тушения пожаров / И.М. Абдурагимов, В.Ю. Говоров, В.Е. Макаров. – М.: Высшая инженерная пожарно-техническая школа МВД СССР, 1980. – 259 с.
2. Горшков, В.И. Тушение пламени горючих жидкостей / В.И. Горшков. – М.: Пожнаука, 2007. – 268 с.
3. Собурь, С.В. Установки пожаротушения автоматические: справочник / С.В. Собурь. – М.: Пожкнига, 2004. – 384 с.
4. Долговидов, А.В. Автоматические установки порошкового пожаротушения / А.В. Долговидов, В.В. Терехнев; ред. А.Я. Корольченко. – М.: Пожнаука, 2008. – 322 с.
5. Шароварников, А.Ф., Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав, свойства, применение: научное издание / А.Ф. Шароварников, С.А. Шароварников. – М.: Пожнаука, 2005. – 314 с.
6. Исмагилов, И.И. Атака на огонь. Кн. 1 / И. И. Исмагилов. – Уфа: [б. и.], 2002. – 256 с.
7. Собурь, С.В. Пожарная безопасность общественных и жилых зданий / С.В. Собурь. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Пожкнига, 2004. – 234 с.
8. Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования. – Введ. 01.01.11 (с отменой СНБ 2.02.05-04). – Минск, 2011. – 77 с.
9. Корольченко, А.Я. Средства огнезащиты: справ. издание / А.Я. Корольченко, О.Н. Корольченко. – М.: Пожнаука, 2006. – 258 с.
10. Справочник инженера пожарной охраны: учеб.-практическое пособие / Под ред. Д.Б. Самойлов. – М.: Инфра-Инженерия, 2010. – 864 с.
11. Пожарная безопасность: справочник / ред. С.В. Собурь. – 3-е изд., доп. – М.: Пожкнига, 2007. – 272 с.
12. Смелков, Г.И. Пожарная безопасность электропроводок / Г.И. Смелков. – М.: КАБЕЛЬ, 2009. – 328 с.
13. Вишняков, С.А. Обеспечение пожарной безопасности при применении автоматических систем и установок водопенного тушения пожаров в насосных станциях / С.А. Вишняков // Молодой ученый. – 2009. – №10. – С. 37 – 39.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА И ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДАТЧИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Рябцев В.Н., Гончаренко И.А.

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

Необходимость определения напряженности электростатических полей требуется в различных областях промышленности – в нефтяной (при перекачке, транспортировке и хранении нефтепродуктов), в химической, текстильной и электронной промышленности (т.е. там, где возникает вероятность появления электрических зарядов, приводящих к взрыву или пожарам), а также в области изучения атмосферного электричества, в экологии, медицине и др. Систематическое воздействие на организм человека сверхдопустимых уровней электрического поля отрицательно воздействует на здоровье человека, может привести к необратимым изменениям в организме (функциональное состояние нервной системы, сердечно-сосудистой и эндокринной системы и пр.). В связи с этим приобретают большое значение проблемы, связанные с разработкой новых методов и средств обнаружения и получения информации о параметрах электростатических полей.

Перспективными являются электрооптические методы, основанные на преобразовании измеряемых электрических величин в параметры оптического излучения. Преимуществами этих методов являются высокое быстродействие, защищенность от электромагнитных помех, а также надежная естественная электрическая изоляция между высоковольтной и вторичной измерительными цепями вследствие их полной электрической развязки [1]. Наибольшую точность измерений можно получить при использовании интерферометрических схем. Микрокольцевой резонатор в сочетании с ЖК является весьма обещающей структурой для создания новых оптических устройств. Такие структуры были использованы для создания фазосдвигающих устройств [2], а также датчиков температуры [3,4].

Мы рассматриваем две структуры микрокольцевого резонатора на основе волноводов с вертикальной и горизонтальной щелью с ЖК заполнением (рис. 1). Кольцевой микрорезонатор имеет набор резонансных длин волн. Излучение, распространяющееся по входному волноводу на длинах волн, совпадающих с резонансными, поступает в кольцевой волновод. Оставшаяся часть излучения на других длинах волн распространяется дальше, практически не ответвляясь в микрорезонатор. Ответвленное в кольцевой волновод излучение переходит из него в выходной волновод. Таким образом, в выходной волновод поступает излучение узких спектральных диапазонов, центральные длины волн которых соответствуют резонансным длинам волн микрорезонатора. Ширина этих диапазонов задается коэффициентом связи кольцевого и прямых волноводов, а также параметрами самого микрорезонатора.

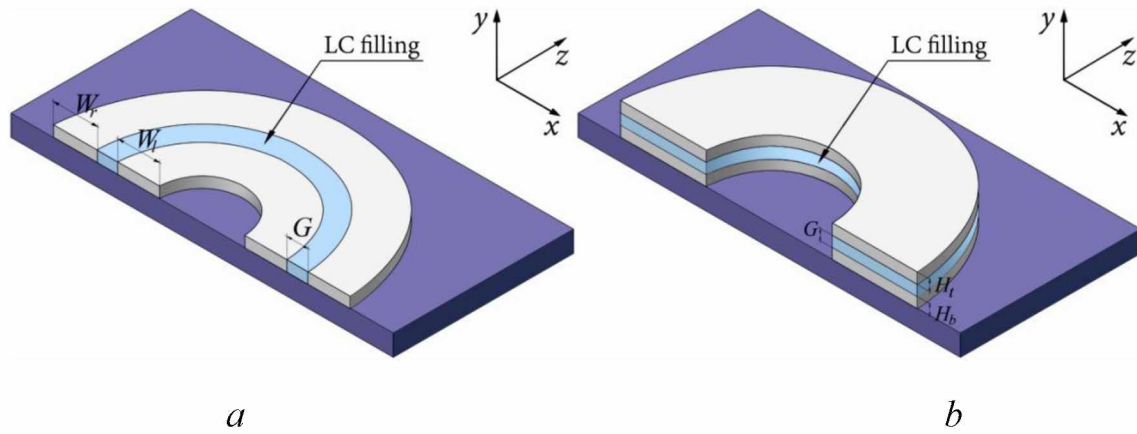


Рисунок 1. – Структура микрокольцевого резонатора на основе волноводов с вертикальной (a) и горизонтальной (b) щелью с ЖК заполнением.

Резонансная длина волны кольцевого резонатора зависит от эффективного (волноводного) показателя преломления $n_{эф}^{рез}$ моды щелевого волновода как:

$$\lambda_{рез} = \frac{L}{m} n_{эф}^{рез}, \quad (1)$$

где L – геометрическая длина резонатора, $n_{эф}$ – эффективный показатель преломления моды волновода, m – порядок резонаторной моды ($m = 1, 2, \dots$). Любые изменения $n_{эф}^{рез}$ приводят к изменению резонансной длины волны. В результате интенсивность выходного сигнала на несущей длине волны, совпадающей с резонансной длиной волны невозмущенного резонатора, изменяется.

Показатель преломления ЖК зависит от угла между электрическим вектором линейно-поляризованного лазерного излучения и директором ЖК θ [5]:

$$n_{LC} = \frac{n_o n_e}{\sqrt{n_o^2 \sin^2 \theta + n_e^2 \cos^2 \theta}}. \quad (2)$$

Под действием электрического поля происходит переориентация директора. Распределение угла поворота директора по толщине ЖК-ячейки x можно рассчитать, используя приближенную формулу [18]:

$$\theta = 2 \arctan \left(\exp \left(\pi \frac{E_{ext}}{E_{th}} \frac{x}{L} \right) \right) - \frac{\pi}{2}. \quad (3)$$

где θ – угол поворота ориентации директора относительно начальной планарной ориентации под действием напряженности E_{ext} внешнего поля; E_{th} – порог перехода Фредерикса; L – толщина ЖК-слоя. Таким образом, значение эффективного показателя преломления ЖК n_{LC} изменяется в пределах от показателя преломления обыкновенной волны n_o при $E_{ext} = 0$, до показателя

преломления необыкновенной n_e волны при напряженности E_{ext} внешнего поля значительно превышающей порог Фредерикса E_{th} .

Если щелевой волновод с ЖК заполнением внести во внешнее электрическое поле, показатель преломления ЖК, заполняющего щель, изменится пропорционально величине электрического поля. Это в свою очередь приведет к изменению эффективного показателя преломления щелевого волновода. В результате изменится оптическая длина кольцевого резонатора и сместится его резонансная длина волны. Это приведет к изменению интенсивности выходного сигнала на несущей длине волны, совпадающей с резонансной длиной волны невозмущенного резонатора. Таким образом, измеряя интенсивность выходного оптического сигнала на выходе резонатора, можно определять напряженность электрического поля, воздействующего на резонатор.

ЛИТЕРАТУРА

1. V.M.N. Passaro, F. Dell'Olio, F. De Leonardis. Electromagnetic field photonic sensors. Progress in Quantum Electronics. 2006. Vol. 30. P.45–73.
2. J. Pfeifle et al. Silicon-organic hybrid phase shifter based on a slot waveguide with a liquid-crystal cladding. Optics Express. 2012. Vol. 20, No. 14. P.15359–15376.
3. И.А. Гончаренко, В.П. Киреенко. Датчик температуры на основе щелевого волновода с жидкокристаллическим заполнением. Измерительная техника. 2013. Т.56, №5. С.27–30.
4. I.A. Goncharenko, V.P. Kireenko, M. Marciniak. Optimizing the structure of optical temperature sensors on the base of slot and double-slot ring waveguides with liquid crystal filling. Optical Engineering. 2013. Vol. 53, No. 7. P.071802-1 – 071802-9.
5. E.A. Melnikova. Theoretical modeling of orientation effects in liquid crystal layers. in Proc. SPIE: 10th Intern. Conf. Nonlinear Optics of Liquid and Photorefractive Crystals, (Alushta, 3–8 Oct. 2004). Alushta, 2005. Vol. 6023. P.0D-1–0D-5.

ЧАСТОТНЫЙ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ДЕЗИНТЕГРАТОР ОБЪЕКТОВ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Филипович С.М., Сакович Э.И., Тарковский В.В., Василевич А.Е.

Научно-практический центр учреждения
«Гродненское областное управление МЧС»
УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

Одним из перспективных направлений использования электрогидравлических технологий является возможность безвзрывного разрушения объектов из бетона при проведении аварийно-спасательных работ [1,2,3]. Частотный режим работы устройства предоставляет возможность быстрой и безопасной утилизации старых строений за счет электрогидравлического измельчения бетона, камня и кирпича. Существующие установки имеют очень большие габариты и вес, который порой достигает до 10 тонн [4]. Это затрудняет их оперативное использование и требует для их транспортировки автомобилей большой грузоподъемности. В связи с этим представляет большой интерес создание сверхмощных, но компактных устройств, обладающих небольшим весом и габаритами [2,3]. В нашем устройстве снижение веса (до 150-200 кг) и увеличение мощности достигается путем использования, в частности, конденсаторов нового поколения с повышенной удельной энергоемкостью (более 1000 Дж/дм³), а также использование для питания ёмкостного накопителя мощных малогабаритных источников постоянного тока нового поколения. А частотный режим работы электрогидравлического устройства очень сильно расширяет спектр его прикладного использования в реальном секторе экономики.

Разработаны структурная и принципиальные схемы частотного электрогидравлического устройства. Для управления электрической силовой частью разработанного устройства используется стандартная система управления модулятором тока СУМ-10-B1 [5].

Источники выполняются в стоечном варианте и имеют блочную конструкцию». Источники состоят из следующих основных блоков:

- источник тока;
- выпрямитель;
- система управления модулятором (СУМ-10B-1).

На основе принятых решений по построению импульсного источника питания был создан лабораторный макет маломощного частотного электрогидравлического дезинтегратора и проведены его лабораторные испытания. В качестве объекта испытания был выбран фрагмент железобетонной плиты, которая была помещена в техническую воду, находящуюся в пластиковом баке.

Установка работала в частоте от 1-го до 5 Гц. Энергия выделяемая при

генерации электрогидравлического эффекта составляла от 100 до 200 Дж. Испытания показали правильность выбранных решений. При использовании даже такого маломощного лабораторного макета наблюдался устойчивый электрогидравлический эффект и происходила фрагментация железобетонной плиты. На рисунке 1 показаны последовательные фазы частотного электрогидравлического воздействия на фрагмент железобетонной плиты находящейся в емкости с водой. Видно начало электрогидравлического эффекта (1), максимальная фаза (2) и финальный результат, сопровождающийся выбросом воды из емкости (3).



Рисунок 1 – Последовательные фазы частотного электрогидравлического воздействия на фрагмент железобетонной плиты находящейся в емкости с водой: 1 – начало процесса, 2 – максимальная фаза, 3 – финальная фаза

На рисунке 2 показан результат кратковременного (2) и длительного (3) частотного электрогидравлического воздействия на фрагмент железобетонной плиты находящейся в емкости с водой. Рисунки показывают, что происходит полное разрушение фрагмента железобетонной плиты и разделение ее на бетонную крошку и стальную арматуру. И то и другое может быть использовано в качестве вторичного сырья.

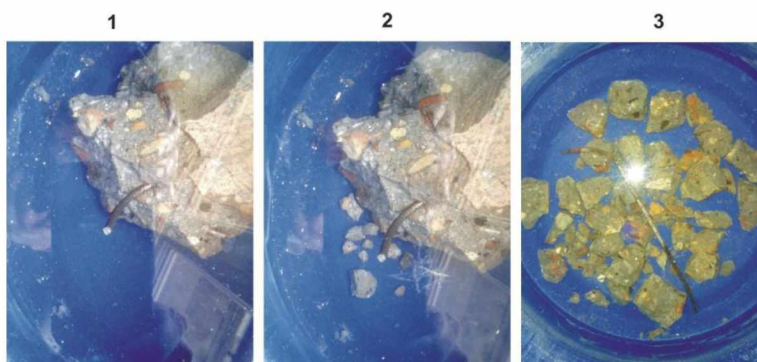


Рисунок 2 – Результат кратковременного частотного электрогидравлического воздействия на фрагмент железобетонной плиты находящейся в емкости с водой

В ходе экспериментов было установлено, что эффективность частотного электрогидравлического дробления при одном и том же энерговкладе существенно зависит от степени изоляции боковой поверхности излучателя от воды. Полученные результаты позволяют сконструировать мощное устройство,

предназначенное для разрушения железобетонных объектов при проведении спасательных работ, а также решения ряда задач промышленности (очистки отливок от формовочной смеси; декольматации фильтров водозаборных скважин; очистки труб от наслоений; поиска места повреждения подземного кабеля; раскалывания гранитных негабаритов в карьерах; установки свай по технологии РИТ и др.). Наиболее перспективной областью использования частотного электрогидравлического дезинтегратора является утилизация старого железобетона. Предложенная технология обладает экологической чистотой, экономичностью, безопасна для людей и позволяет решить широкий круг задач в реальном секторе экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электрогидравлические технологии для МЧС / А.В. Леванович и [др.] // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. – 2012. – Т.7, №1. – С. 39 – 44.
2. Электрогидравлическое устройство повышенной мощности для раскалывания объектов из бетона и горных пород при проведении спасательных работ / В.В. Тарковский и [др.] // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. – 2015. – Т.10, №1. – С. 101–107.
3. Мощное, компактное электрогидравлическое устройство для раскалывания объектов из бетона и горных пород при проведении спасательных работ / В.В. Тарковский и [др.] // *WiTP Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza*. – 2015. – Vol. 40 Issue 4. – P. 91 – 105.
4. Генератор импульсов тока энергией 120 кДж с четырехканальным выводом для мобильных электроимпульсных установок / Л.З. Бугуславский и [др.] // *Вісник НТУ “ХПІ”*. – 2013. – №27. – С. 27 – 32.
5. Вакуленко, В.М. Зарядная цепь емкостного накопителя с удвоением напряжения / В.М. Вакуленко, Л.П. Иванов // *ПТЭ*. – 1970. - №5. – С. 110 – 112.

Секция

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ И АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 556.658.3

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВОДНОГО ПОТОКА НА ОТКОСЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Боярина О.И., Стриганова М.Ю.

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

Опыт показывает, что каждое напорное сооружение представляет собою, при определенных условиях, угрозу для жизни и имущества населения. Однако, эти сооружения являются необходимыми, и поэтому следует уделять особое внимание обеспечению их прочности, устойчивости, правильному проектированию, строительству и эксплуатации. Устойчивость и нормальная эксплуатация этих сооружений определяются не только их конструктивными особенностями, но и свойствами грунта, условиями взаимодействия сооружения и основания.

Вода оказывает на гидротехнические сооружения физико-химическое, биологическое и механическое воздействия.

Механическое воздействие воды проявляется в виде статических и динамических нагрузок на сооружение и его основание. Силовые воздействия на ГТС различны по происхождению и характеру, а также по условиям их действия.

Основные сочетания нагрузок образуются из следующих сил: собственный вес сооружения, оборудования, находящихся на нем устройств; давление воды (статическое, динамическое, волновое, фильтрационное); давление льда (статическое и динамическое); давления грунта основания и берегов; давление ветра; давление снега; тяговые усилия, создаваемые подъемными и транспортными механизмами.

Нагрузки от судов (в транспортных сооружениях).

Особые сочетания нагрузок образуются из основных силовых воздействий и следующих сил:

1. Сейсмические воздействия.

2. Температурные и усадочные воздействия (от изменения температуры, усадки, влажности), возникающие в бетонных и железобетонных конструкциях.

3. Давление воды при пропуске наибольших расходов в чрезвычайных условиях эксплуатации.

4. Давление волны катастрофической силы.

5. Давление фильтрационных вод, возникающее в результате нарушения нормальной работы дренажных и противофильтрационных устройств.

6. Давление льда при ледоходе катастрофической силы.

7. Давление ветра катастрофической силы.

К особым силам может быть также отнесено давление воды в случае разрушения выше- или нижележащих по реке сооружений.

Исследование влияния динамических воздействий воды и разработка критериев безопасности сооружений и конструкций имеет важное значение, как основа длительной безопасной эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпенчук, И.В. Специальное водоснабжение: учеб. пособие / И.В.Карпенчук, М.Ю.Стриганова, А.И.Красовский, Я.С.Волчек; Команд. инжен. ин-т МЧС Респ. Беларусь. – Минск, 2013. – 286 с.

2. Нестеров, М.В. Гидротехнические сооружения: учеб. пособие / М.В. Нестеров. – Мн.: Новое знание, 2006. – 616 с.: ил. – (Техническое образование).

Секция

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 614.841

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Цвиркун С.В.

Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля

В пожарно-профилактической деятельности проводится большое количество инженерных расчетов, которые без применения информационных технологий уже невозможно представить.

В данной статье будет кратко рассмотрено применение информационных технологий кафедрой пожарно-профилактической работы Черкасского института пожарной безопасности имени Героев Чернобыля при подготовке специалистов пожарной и техногенной безопасности.

В качестве примеров использования информационных технологий при гидроаэродинамических расчетах представлено моделирование противодымной защиты [1]. Объект моделирования - номер в высотной гостинице с типовой для гостиницы пожарной нагрузкой.

Моделированием определено время достижения критического уровня воздействия опасных факторов пожара при нефункционирующих системах противодымной защиты и пожаротушения (рис.1, а), при работе системы дымоудаления (рис.1, б) и пожаротушения (рис.2), а также определено рациональное размещение клапана системы дымоудаления в помещении.

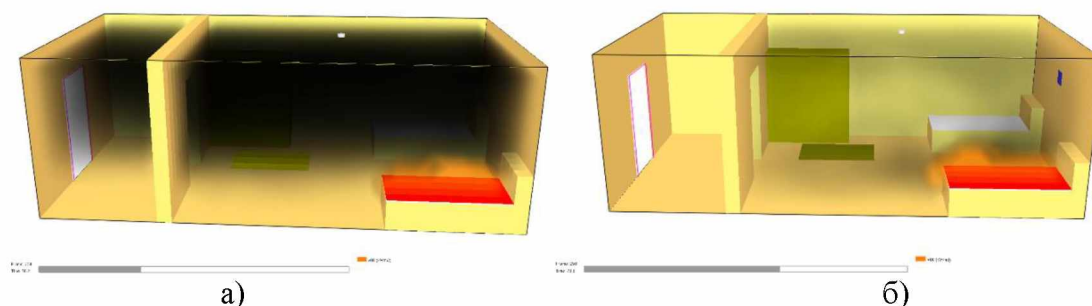


Рис. 1. Модель помещения без (а) и с системой (б) противодымной защиты
(76 с от начала пожара)

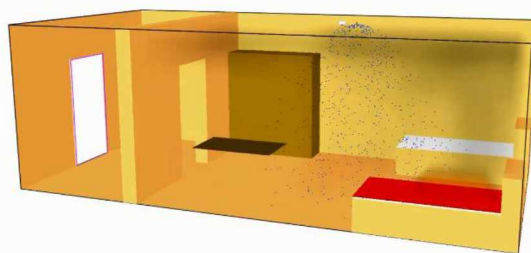


Рис. 2. Модель помещения с работающей системой пожаротушения

Один из видов противодымной защиты — это создание избыточного давления в защищаемом объеме. Модель фрагмента 16-ти этажного жилого здания с лестничной клеткой типа Н2 [2]. Выполнено численное моделирование противодымной защиты 16-ти этажного здания с лестничной клеткой Н2. Рассчитанные параметры насоса обеспечивают давление на уровне 1 этажа в 20 Па (рис.3).

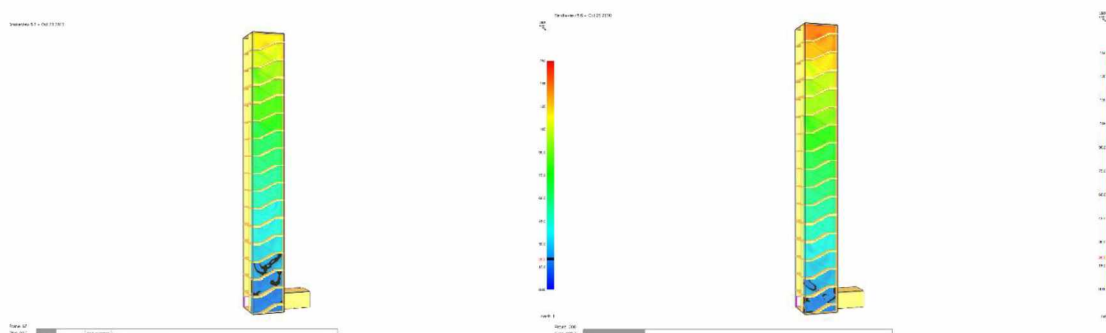


Рис. 3. Поля давлений в лестничной клетке Н2 на 60 и 180 секундах
(черная зона – зона давления 20 Па)

Для гидроаэродинамических расчетов может быть рекомендованы универсальные программные комплексы Ansys [3], FlowVision [4], FDS [5].

Системы поддержки принятия решений осуществляются на основе математического моделирования эвакуации с учетом условий эвакуации объекта и анализа результатов расчетов с использованием базы данных.

Pathfinder - программа для моделирования эвакуации в чрезвычайных ситуациях [6]. Pathfinder позволяет выполнить расчет времени эвакуации и времени существования скоплений по индивидуально-поточной модели движения (рис.4).

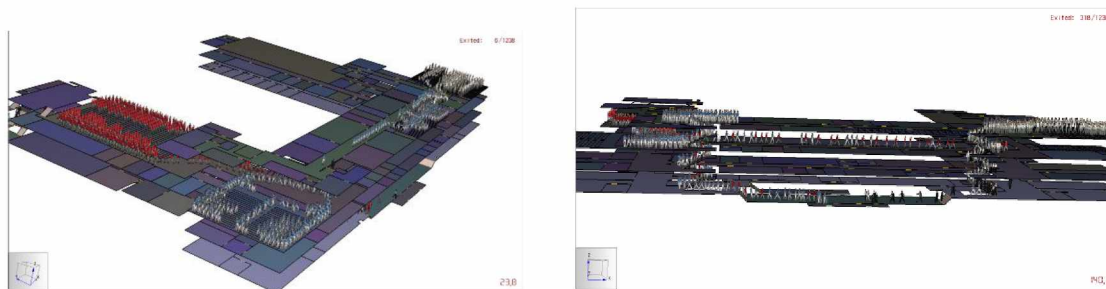


Рис. 4. Моделирование эвакуации с учебного заведения

Интерактивное 3D-приложение позволяет визуализировать результаты моделирования. Виртуальный тур или интерактивное 3D-приложение — программный продукт, позволяющий осуществлять визуализацию, навигацию, взаимодействие с 3D-моделью.

Интерактивное 3D-приложение позволяет организовать тренинги для удаленных или опасных производств. Имея 3D-модель нефтебазы или энергоблока АЭС (рис.5), нет необходимости выезжать на объект для проведения обучения: провести подготовку можно и в аудитории, обучаемый не только получит возможность виртуально исследовать объект, но и вместе с инструктором проиграть различные сценарии развития ситуации. Использование интерактивных 3D-приложений повышает уровень пожарной и техногенной безопасности, особенно на опасных производственных объектах.

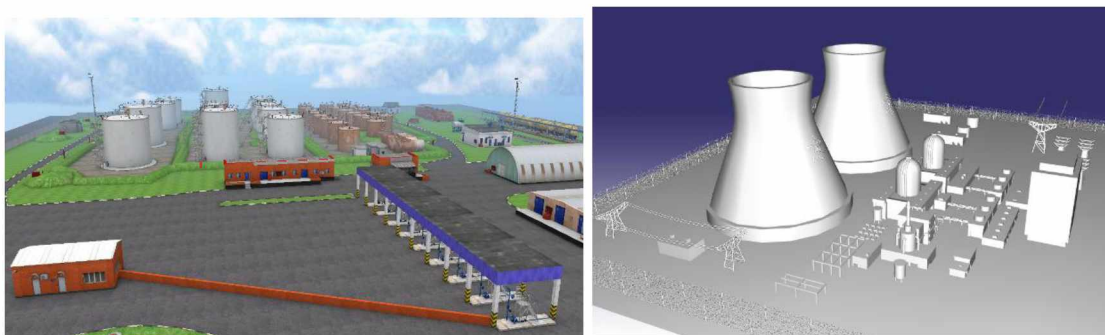


Рис. 5. Модели нефтебазы и энергоблока АЭС

Применение информационных технологий в пожарно-профилактической деятельности позволяет повысить научный уровень, достоверность, доказательное значение и наглядность результатов экспертных исследований и, в целом, добиться качественно нового уровня поддержки обеспечения пожарной безопасности на объектах разных форм собственности и видов деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цвиркун С.В. Обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре в помещении гостиницы высотой более 26,5 м // Пожежна безпека: теорія і практика. – 2013. – №15. – С. 142-146.
2. Цвиркун С.В., Березовський А.И. Мельник В.П. Моделирование незадымляемых лестничных клеток программно-вычислительным комплексом fire dynamics simulator (FDS). // Науковий вісник будівництва; вип. №1 (79). – Харків : ХНУБА, 2015. – С. 214–219.
3. Ansys [Електронний ресурс] <http://www.ansys.com/>
4. FlowVision [Електронний ресурс] <https://fv-tech.com>.
5. Fire Dynamics Simulator [Електронний ресурс] <http://fds.sitis.ru/>
6. Agent Based Evacuation Simulation Advanced movement simulation combined with high-quality 3-D animated results, gives you reliable answers quickly [Електронний ресурс] <http://www.thunderheadeng.com/pathfinder/>

Секция

ПЕРВЫЙ ШАГ В НАУКУ

УДК 532.595.2::62

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА В ТЕХНИКЕ

Боярина О.И., Стриганова М.Ю., Жилик Д.Ю., Аутко С.С.

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

Человечество столетиями использует силу падающей воды в различных механических устройствах и, в том числе, для получения электрической энергии. Гидростанции, построенные на некоторых реках, непрерывно работают десятки лет. Видимо поэтому, большинство людей отрицают даже возможность существования или создания принципиально нового энергоисточника «от воды». С обывательской точки зрения, преобразование потенциальной энергии воды в кинетическую (необходимую, чтобы что-то вращалось), происходит само собой. Для этого достаточно использовать природную разницу высот реки или искусственно ее создать там, где это возможно. При этом всем понятно, что вода должна течь обязательно вниз, то есть по уклону. Ясно и то, что сила воды зависит от

— скачок давления в какой-либо системе, заполненной жидкостью, вызванный быстрым изменением скорости потока этой жидкости. Может возникать вследствие резкого закрытия или открытия задвижки. Резкое повышение давления при гидравлическом ударе часто бывает весьма опасно. Однако человеческая мысль нашла применение и этому явлению. В 1796 г. была изобретена водоподъемная машина гидравлический таран. Гидротаранный насос или гидравлический таран — механическое устройство для подъема воды на значительную (до нескольких десятков метров) высоту.

Энергию для работы насос получает из потока воды, перетекающего под действием силы тяжести из т. н. «питающего» резервуара (например, из запруды на реке) по «питающей» трубе в какой-либо нижерасположенный сток (например, в ту же реку ниже по течению), благодаря чему устройство можно применять в местности, где нет электроснабжения или других источн

высоту H (разница высот между верхней точкой отводящей трубы и уровнем воды в питающем резервуаре).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гидротаранный насос //Интернет-ресурс <http://ru.m.wikipedia.org/>.
2. Гидравлический удар в трубопроводах//Интернет-ресурс <http://bibliotekar.ru>.

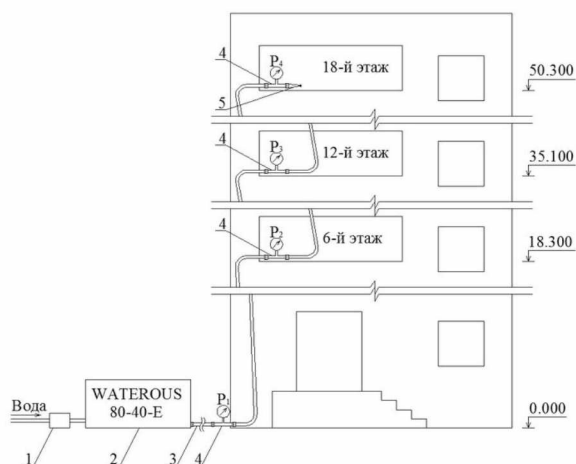
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОДАЧЕ КОМПРЕССИОННОЙ ПЕНЫ НА ВЫСОТУ

Грачулин А.В.

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

Проведены исследования по определению возможности использования пеногенерирующих систем со сжатым воздухом (ПССВ) [1] для тушения пожаров в высотных зданиях. Для этого провели натурные исследования по подаче компрессионной пены на 18 этаж (высота около 50 м) в качестве насосной установки использовали ПССВ Waterous 80-40-E. Компрессионную пену подавали по рукавным линиям с внутренним диаметром 51 и 66 мм, проложенным вертикально по фасаду здания. На конце рукавных линий использовали перекрывной ручной пожарный ствол Elkhart Brass ST-185A. В рукавной линии между рукавами и перед ручным стволом установили 4 рукавные вставки с манометрами МП 160 МЧ – 1,0 МПа (рисунок 1).

Длина одного пожарного напорного рукава около 20 м, а высота этажа 2,8 м. С учетом этих размеров при прокладке вертикальной рукавной линии один рукав соответствовал шести этажам здания. Рукавные вставки с манометрами расположили на уровне земли, 6, 12 и 18 этажах таким образом, что высотные отметки их расположения были равны 0, 18,3, 35,1 и 50,3 м соответственно (рисунок 1). Таким образом, длина каждого рукава превышала расстояние по вертикали между ближними рукавными вставками, что выразилось в провисании (изгибе) каждого рукава. В результате длина вертикальной рукавной линии по значению не соответствовала высотным отметкам расположения рукавных вставок с манометрами (таблицы 1, 2).



1 – электромагнитный расходомер; 2 – пеногенерирующая система со сжатым воздухом;
3 – рукавная линия; 4 – рукавная вставка с манометром; 5 – ручной пожарный ствол

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки при подаче компрессионной пены на 18 этаж

Воду к ПССВ подавали по рукавной линии от пожарного гидранта, расположенного в 100 м от места установки пожарного автомобиля. Объемный расход воды регулировали задвижкой выпускного патрубка ПССВ и определяли электромагнитным расходомером, а ПО – принимали в соответствии с положением регулятора дозирующей системы. Для получения компрессионной пены использовали ПО ОПС-0.4 в концентрации 0,4 %. Объемный расход воздуха принимали постоянным в соответствии с техническими характеристиками ПССВ марки Waterous 80-40-E. Результаты натурных исследований приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты натурных исследований подачи компрессионной пены на 18 этаж по рукавной линии с внутренним диаметром 51 мм

Наименование параметров		Значение параметров			
Размещение рукавных вставок с манометрами	этаж / расстояние от уровня земли, м	0 / 0	6 / 18,3	12 / 35,1	18 / 50,3
	длина вертикальной рукавной линии, м	0	20,4	40,35	60,25
Показания манометров, кПа	при объемном расходе раствора воды и ПО 1,5 л/с	390	320	240	110
	при объемном расходе раствора воды и ПО 1,9 л/с	360	290	200	80

Таблица 2 – Результаты натурных исследований подачи компрессионной пены на 18 этаж по рукавной линии с внутренним диаметром 66 мм

Наименование параметров		Значение параметров			
Размещение рукавных вставок с манометрами	этаж / расстояние от уровня земли, м	0 / 0	6 / 18,3	12 / 35,1	18 / 50,3
	длина вертикальной рукавной линии, м	0	20,15	40,29	60,87
Показания манометров, кПа	при объемном расходе раствора воды и ПО 1,5 л/с	290	230	160	70
	при объемном расходе раствора воды и ПО 1,9 л/с	450	370	270	150

Данные таблиц 1 и 2 позволили показать характер изменения давления в рукавной линии, проложенной вертикально, при движении по ней компрессионной пены (рисунок 2).

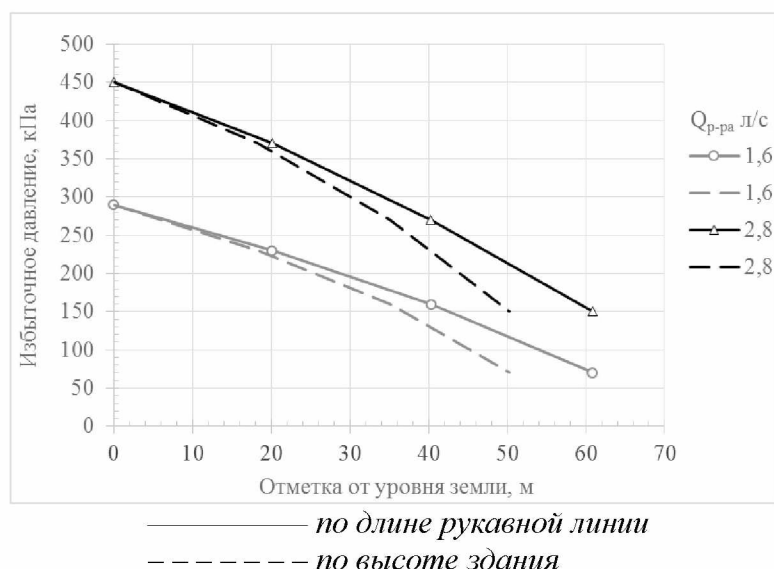


Рисунок 2 – Изменение давления в рукавной линии с внутренним диаметром 66 мм при подаче компрессионной пены

Для оценки значений удельных потерь давления по длине рукавной линии и высоте здания приняли, что зависимости, приведенные на рисунке 2, являются линейными. Определили значения удельных потерь давления (таблица 3).

Таблица 3 – Удельные потери давления по длине рукавной линии и высоте здания

Наименование параметров	Значение параметров			
Диаметр рукавной линии, м	0,051		0,066	
Объемный расход раствора воды и ПО, л/с	1,5	1,9	1,6	2,8
Удельные потери давления по длине рукавной линии, кПа/м	4,6	4,6	3,6	4,9
Удельные потери давления по высоте здания, кПа/м	5,6	5,6	4,4	6,0

Указанные в таблице 3 результаты соответствуют данным зарубежных исследователей [2], которые показали, что при кратности пены 8,45 потери давления составляют 49 кПа на каждые 10 м высоты (4,9 кПа/м) при высоте подъема пены до 250 м и давлении на насосе в 1,23 МПа. Таким образом, экспериментально показана возможность подачи компрессионной пены на 18 этаж при избыточном давлении на входе в рукавную линию 290 – 450 кПа, что позволяет предположить возможность ее подачи на вышележащие этажи при избыточном давлении 800 – 1000 кПа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Taylor, R.G. Technical Report 98: Compressed Air Foam Systems in Limited Staffing Conditions / R. G. Taylor – Morristown Fire Bureau – Morristown, New Jersey – 1998. – Pp. 75 – 112.
2. McLaughlin W.L. San Juan County Fire District #3, Friday Harbour, Washington, 2001.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Машиков К.А., Касинский Н.И., Любимова О.В., Любимова О.В.

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

С развитием промышленности и ростом городов увеличивается количество коммунальных и промышленных сточных вод. При этом сточные воды содержат массу различных загрязняющих веществ, от механических компонентов до сложных химических соединений, поэтому очистка сточных вод – процесс сложный и многоуровневый.

Очистка сточных вод – это обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ [1].

Все методы очистки стоков условно разделяются на деструктивные и рекуперационные. Результат деструктивных методов очистки - это разложение сложных загрязняющих соединений на простые, которые выведутся из воды в виде газов, или выпадут в осадок, либо останутся растворенными в воде, но обезвреженными. Результатом рекуперационных методов очистки будет извлечение из сточных вод всех ценных веществ для дальнейшей переработки [1, 2]. Применение того или иного метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей.

В настоящее время существуют следующие способы очистки сточных вод от загрязнений [2, 3]:

- Механический, применяемый для очистки всех сточных вод для выделения взвесей. Основные методы: процеживание, отстаивание и фильтрование.

- Биологический, применяемый для очистки от растворенных органических соединений. Способ основан на способности микроорганизмов разлагать растворенные органические соединения. Биологическая очистка бывает аэробная, очистка сточных вод осуществляется при помощи аэробных бактерий, для жизнедеятельности которых нужен кислород и анаэробная очистка сточных вод, осуществляемая без доступа кислорода.

- Физико-химический, применяемый для очистки сточных вод от грубо- и мелкодисперсионных частиц, коллоидных примесей, растворенных соединений.

- Дезинфекция сточных вод (ультрафиолетовое облучение, хлорирование, озонирование). Применяется для обеззараживания перед сбросом в водные объекты.

- Термическая утилизация, применяемая для технологических сточных вод, когда другие методы неэффективны. При термической утилизации распыленные стоки обеззараживаются в факеле сжигаемого топлива.

Очистка сточных вод – процесс многоэтапный, требующий научного

подхода и соблюдения всех правил и санитарных норм. Рассмотренные способы очистки сточных вод применяются в комплексе. Выбор метода зависит от характера стоков, их количества, вида, а также от концентрации загрязняющих веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мариевский В.Ф. Методические и эколого-гигиенические аспекты анализа безопасности воды при использовании некоторых реагентов для ее обеззараживания / В.Ф. Мариевский, А.И. Баранова. // Вода: химия и экология. – 2011. – № 4. – с. 58-65.

2. Кочановский А.М. и др. Очистка и использование сточных вод. – М.: Химия, 2006 г

3. Жуков А.И., Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод М.: Стройиздат.

Научное издание

**ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ:
ТЕОРИЯ ПРАКТИКА ИННОВАЦИИ**

Сборник материалов

II Международной заочной научно-практической
конференции

(27 июня 2017 года)

Ответственный за выпуск *И.Ю. Иванов*
Компьютерный набор и верстка *И.Ю. Иванов*

Подписано в печать 30.05.2017.
Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Ризография.
Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 3,08.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/259 от 14.10.2016.
Ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск.