

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент магистратуры

(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Исследование и повышение эффективности способов организации тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности (на примере дома, расположенного по адресу г. Сургут ул. Крылова 53/3)

Студент

С.В. Альпов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.т.н И.И. Рашоян

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Содержание

Введение.....	3
Термины и определения	8
Обозначения и сокращения.....	9
1 Особенности тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности	10
1.1 Специфика тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности	10
1.2 Особенности программы подготовки личного состава пожарной охраны по тушению пожаров в жилых домах повышенной этажности	17
1.3 Анализ соблюдения техники безопасности и правил охраны труда сотрудниками пожарной охраны при проведении работ по тушению пожаров и спасению людей.....	23
1.4 Определение огнестойкости, конструктивных и технических параметров жилого дома повышенной этажности, расположенного по адресу г. Сургут ул. Крылова 53/3	26
2 Исследование инновационных способов и методов тушения пожаров в домах повышенной этажности.....	33
2.1 Анализ существующих средств пожарной охраны и их тактико-технических характеристик, используемых для работ по тушению пожаров и спасению людей в домах повышенной этажности	33
2.2 Исследование инновационных способов и методов тушения пожаров в домах повышенной этажности.....	47
3 Разработка эффективных способов тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности	55
3.1 Применение метода с использованием установки с гидроабразивной резкой «Кобра» при тушении пожаров в домах повышенной этажности ..	55
3.2 Оценка эффективности предлагаемых мероприятий при тушении домов повышенной этажности	67
Заключение	83
Список используемых источников.....	88

Введение

Актуальность и научная значимость настоящего исследования обусловлены динамичным ростом строительства высокоэтажных многоквартирных домов, вследствие чего существенно возрастает спрос на совершенствование пожарной безопасности в жилых домах повышенной этажности.

Во-первых, процесс локализации горения и эвакуация людей, особенно с высоких этажей, осуществляется с применением значительных затрат, сил и средств пожарной охраны, относительно малоэтажных строений.

Во-вторых, условия, в которых необходимо проводить аварийно-спасательные работы, считаются крайне опасными, создающие угрозу жизни.

В-третьих, критериями сложности ликвидации пожаров в таких домах являются сжатые сроки для принятия решения и проведения спасательных работ, поэтому эффективность выбранных способов и методов тушения пожара имеет первостепенное значение.

Система обеспечения пожарной безопасности – это совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами [16].

Специфика пожарной безопасности в зданиях с повышенной этажностью заключается в том, что потенциальная пожарная опасность в них значительно выше, чем в малоэтажных зданиях.

В первую очередь это связано с большим количеством людей, обеспечение эвакуации которых затруднено, чаще всего по причине блокирования путей эвакуации продуктами горения и огнем. Кроме того, сложность борьбы с пожарами в таких зданиях обусловлена быстрым развитием пожара по вертикали, проблемным проведением поисково-спасательных мероприятий и малым запасом времени на эвакуацию большой численности людей.

В настоящее время силы и средства местного Сургутского пожарно-спасательного гарнизона находятся в постоянной боевой готовности для ликвидации пожаров и их последствий, а также эвакуации людей в зданиях повышенной этажности. Несмотря на сформировавшиеся тактики тушения пожаров, требуется на постоянной основе совершенствовать силы и средства, изучать проблемы, возникающие в процессе работы во время пожаров многоквартирных домов и административных зданий повышенной этажности.

Объект исследования: жилые дома повышенной этажности (на примере дома, расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3).

Предмет исследования: тушение пожаров в жилых домах повышенной этажности.

Цель исследования: повышение эффективности тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности путем внедрения инновационного пожарно-технического оборудования.

Гипотеза исследования состоит в том, что тушение вероятного пожара в доме повышенной этажности подразделениями пожарной охраны будет осуществляться эффективнее, если:

1. Проанализированы особенности тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ в жилых домах повышенной этажности.

2. Осуществлен обзор и оценка пожарной техники, спасательного оборудования для тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности, также их тактико-технические характеристики.

3. Проведен сравнительный анализ и разработан способ тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности, способствующий оперативной ликвидации пожара.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд следующих задач:

1. Изучить теоретические основы, нормативно-правовую базу по специфике тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности и по подготовке личного состава подразделений пожарной охраны.

2. Изучить конструктивные и технические характеристики жилого дома, расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3, и определить предел огнестойкости объекта.

3. Оценить эффективность имеющихся средств подразделений местного Сургутского пожарно-спасательного гарнизона, используемых для проведения работ по тушению пожаров в жилых домах повышенной этажности и их тактико-технические характеристики.

4. Проанализировать существующие инновационные способы и методы тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности.

5. Изучить возможность применения метода гидроабразивной резки при тушении пожаров в жилых домах повышенной этажности.

6. Произвести расчет сил и средств, определить время ликвидации возгорания при различных методах тушения пожара в жилых домах повышенной этажности.

7. Провести сравнительный анализ тушения пожара в жилом доме повышенной этажности при применении различных способов.

Теоретико-методологическую основу исследования составили научные публикации по исследованиям противопожарной безопасности зданий повышенной этажности и особенностям тушения в них возможных пожаров, а также монографии и материалы периодических изданий.

Базовыми для настоящего исследования явились также: федеральные законы, нормативно-правовые акты, свод правил, ГОСТы, регулирующие вопросы по ликвидации пожаров в жилых домах повышенной этажности.

Методы исследования: описательный, синтез, дедукция, метод морфологического анализа, структурно-функциональный, сравнительно-

сопоставительный, которые позволили собрать и проанализировать необходимую информацию и сделать выводы по проделанной работе.

Опытно-экспериментальная база исследования «11 ОФПС по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре».

Научная новизна исследования заключается в:

1. Комплексном анализе существующих и инновационных способов и методов тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности.

2. Исследовании применения гидроабразивного метода в целях повышения эффективности ликвидации пожаров в жилых домах повышенной этажности.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

1. Изучении преимуществ и недостатков сил и пожарно-технических средств пожарной охраны, предназначенных для тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности.

2. Исследовании особенностей и специфики пожаров в жилых домах повышенной этажности.

Практическая значимость исследования. Внедрение установки с гидроабразивной резкой «Кобра» для тушения пожаров в домах повышенной этажности.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

1. Расчетным анализом существующих сил и средств, применяемых для тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности.

2. Расчетным обоснованием применения способа повышения эффективности тушения вероятного пожара в жилом доме повышенной этажности.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в теоретическом исследовании особенностей тушения пожаров в высотных зданиях, в проведении расчетов сил и средств, определении времени ликвидации возгорания при различных методах тушения пожара в

жилых домах повышенной этажности (на примере дома, расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3).

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Его результаты докладывались на LXVII Международной научной конференции «Актуальные научные исследования в современном мире» 26-27 ноября 2020 года в г. Переяслав (Украина).

На защиту выносятся:

1. Выявленные критерии, по которым многоквартирные дома и административные здания необходимо относить к объектам повышенной этажности, особенности и специфика тушения пожаров в таких объектах.

2. Результаты анализа программы подготовки личного состава пожарной охраны по тушению пожаров в жилых домах повышенной этажности.

3. Расчетное и теоретическое обоснование метода гидроабразивной резки при тушении пожаров в жилых домах повышенной этажности.

4. Результаты проведенного анализа тушения пожара в жилом доме повышенной этажности при применении различных способов (на примере дома, расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3).

Структура магистерской диссертации.

Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, содержит 13 рисунков, 14 таблиц, список использованной литературы (49 источников). Основной текст работы изложен на 92 страницах.

Термины и определения

В настоящей диссертации применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Пожар – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства [16].

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров [16].

Пожарная охрана – совокупность созданных в установленном порядке органов управления, подразделений и организаций, предназначенных для организации профилактики пожаров, их тушения и проведения возложенных на них аварийно-спасательных работ [16].

Пожарно-спасательный гарнизон – органы управления, органы государственного пожарного надзора, подразделения, организации и учреждения независимо от их ведомственной принадлежности, организационно-правовых форм и форм собственности, к функциям которых отнесены профилактика и тушение пожаров, а также проведение аварийно-спасательных работ, расположенные постоянно или временно на территории с установленными границами либо в одном населенном пункте или в нескольких близлежащих населенных пунктах, объединяются в пожарно-спасательные гарнизоны [16].

Тушение пожара – это действия, направленные на спасение людей, имущества и ликвидацию пожаров [16].

Обозначения и сокращения

АКП – автоколенчатый подъемник;

АЛ – автолестница пожарная;

АЦ – автоцистерна;

ГДЗС – газодымозащитная служба;

ГПС – государственная противопожарная служба;

ПСЧ – пожарно-спасательная часть;

ПТВ – пожарно-техническое вооружение;

РТП – руководитель тушения пожаров;

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;

СПТ – служба пожаротушения;

ТДК – теплодымокамера;

ТТХ – тактико-технические характеристики;

ФПС – Федеральная противопожарная служба.

1 Особенности тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности

1.1 Специфика тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности

В настоящее время демографический рост и урбанизация населения увеличивают спрос на создание жилых домов повышенной этажности, а прогрессивные технологии строительства позволяют возводить высокие здания. На территории Российской Федерации насчитывается более 110 тысяч строений, относящихся к категории повышенной этажности.

На сегодняшний день пожарная безопасность людей в таких домах обеспечена не в полной мере, особенно в субъектах Российской Федерации, по ряду причин, а именно:

- отсутствие спасательной техники, соответствующей критериям жилых многоквартирных домов и зданий повышенной этажности;
- нехватка современного специального оборудования для проведения аварийно-спасательных работ и эвакуации людей с верхних этажей объектов;
- дефицит учебно-тренировочных испытательных полигонов для проведения занятий по подготовке и улучшению навыков по ликвидации пожаров;
- низкий уровень квалификации и недостаточный опыт личного состава при тушении зданий повышенной этажности;
- неэффективность установленных систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- слабая разъяснительная работа с населением по мерам пожарной безопасности.

Поэтому организация безопасности людей в таких домах при возможных пожарах является важной проблемой в современном мире.

Сегодня понятие «здание повышенной этажности» не имеет общепринятого определения, так как нет единых критериев. Существуют разные трактовки этому тезису и классификация зданий по высоте и этажности.

В соответствии с пунктами «Методические рекомендации по составлению планов тушения пожаров и карточек тушения пожаров» (письмо МЧС России от 01.03.2013 № 43-956-18) такими зданиями являются общественно-административные здания и сооружения повышенной этажности, имеющие от 9 этажей [15].

Автор учебного пособия «Пожаротушение в зданиях повышенной этажности» Терехнев В.В. относит к зданиям повышенной этажности жилые дома от 10 до 25 этажей [33, с. 10].

Эти здания, в силу своей специфики имеют большую степень пожарной опасности в отличие от зданий низкой и средней этажности. При пожаре лестничные клетки таких зданий быстро задымляются на всю высоту, а эвакуация людей с помощью механических лестниц в гарнизонах пожарной охраны города Сургута доступна до высоты 50 м.

Важным эксплуатационным показателем зданий является фактор определения огнестойкости. Это значит, что оценивается способность сопротивляться воздействию огня и высоким температурам. Подробная информация в обязательном порядке определяется и фиксируется в проектной документации объектов, это способствует независимой оценке степени безопасности и стойкости несущих элементов, их способности сохранять свои характеристики при возгорании.

Ликвидация пожара и проведение эвакуации людей в жилых многоквартирных домах повышенной этажности имеет значимые отличия от проведения аварийно-спасательных работ в жилых малоэтажных домах, так как способы и методы выполнения задач по спасению людей и тушению пожаров разнятся. Помимо этого, используется значительное количество сил и средств пожарной охраны для тушения пожаров в таких домах, в связи с большим количеством проживающих в нем людей.

Остановимся на особенностях характерных для зданий повышенной этажности и негативно влияющих на организацию тушения пожаров. В первую очередь быстрое расширение площади пламени по вертикали здания вверх, как снаружи, так и внутри, стремительное распространение открытого огня на вышерасположенные квартиры через инженерные коммуникации и вентиляционные шахты. Вследствие чего начинается интенсивное задымление лифтовых шахт, лестничных узлов, коридоров и всех остальных возможных путей эвакуации для самостоятельного выхода людей. Также, затрудняет работу личному составу, проводящему разведку объекта или мероприятия по спасению людей.

Современным жилым комплексам типично наличие стилобатной части по периметру зданий, несоответствие размеров подъездных путей к дому и блокирование их личным автотранспортом жильцов комплекса. В совокупности эти условия существенно затрудняют работу участникам тушения пожаров, увеличивают время боевого развертывания или абсолютно ограничивают доступ пожарной техники.

Помимо вышеперечисленного, особую трудность вызывает тушение пожаров в ночное время, когда большинство жильцов находятся дома. Массовая эвакуация в начальный период не дает возможности пожарным проникнуть в здание, поэтому проведение мероприятий по разведке в жилых многоэтажных домах приравнивается к сложным условиям.

Определить сложные условия возможно через присваиваемый номер или ранг пожара. Это является условным признаком сложности пожара и определяет количество расчетов на основных пожарных автомобилях, привлекаемых для тушения пожаров, исходя из возможностей гарнизона, согласно Приказу МЧС России от 25.10.2017 № 467 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах». Ранг пожара определяется РТП при прибытии на место вызова и в ходе разведки [26].

Следует отметить, что из-за большого количества квартир в многоэтажном жилом доме, в целях проведения разведки, необходимо

привлечение большего количества личного состава, что способствует увеличению пожарной нагрузки. При обозначении особого ранга пожара, требуется задействовать большее количество дополнительных отделений пожарной охраны, следовательно, остальные районы города оказываются в зоне риска по обеспечению пожарной безопасности, особенно объекты, относящиеся к повышенному рангу пожаров.

Проведенные исследования и опыт показывают, что в зданиях задымление по вертикали происходит стремительно, так как скорость распространения может превышать десяти метров в минуту. При коридорной планировке этажей жилого дома существует еще один риск возможного интенсивного распространения пламени в пределах этажа.

Также опыт по тушению пожаров в зданиях повышенной этажности показывает, что самостоятельная и оперативная эвакуация людей с верхних этажей затруднена по вышеперечисленным причинам. В процессе горения образующиеся продукты сгорания распространяются в пространстве и достигают уровня, при котором невозможно дышать без средств защиты дыхательных путей. В течение дальнейшего времени от очага возгорания на несколько этажей выше формируется так называемая «тепловая подушка», температура в которой достигает 150 °С. Данная тепловая среда грозит ожогом верхних дыхательных путей, чем может вызвать моментальную гибель людей.

Описанная ситуация дает понять, что запаса времени на принятие решений и производство действий по ликвидации пожара и эвакуации людей нет. Из-за отсутствия времени и сложности условий достаточно трудно обеспечить качественное проведение аварийно-спасательных работ, при этом, чем очаг возгорания выше, тем больше времени, сил и средств необходимо на его локализацию.

С развитием строительных технологий параллельно в стадии совершенствования находится противопожарная защита многоэтажных домов. На сегодняшний день не все здания повышенной этажности снабжены

современными устройствами противопожарной защиты. СОУЭ является самым простым, быстрым и доступным способом предупредить людей о сложившихся опасных обстоятельствах и вовремя помочь им покинуть здание через удобные и безопасные пути. Во избежание критичных последствий при пожаре в жилых домах повышенной этажности установленные СОУЭ должны всегда находиться в рабочем состоянии и систематически подвергаться техническому обслуживанию, также по мере необходимости обновляться на более современные модели.

На этапе проектирования объекта продумываются максимально удобные пути эвакуации для быстрого выхода людей из опасной зоны для обеспечения минимальных рисков отравления продуктами горения и поражения открытым огнем. СОУЭ для каждого объекта проектируется индивидуально с учетом всех особенностей здания для оповещения и ориентации людей с целью самостоятельной эвакуации [8].

Чаще всего в СОУЭ входит аварийное освещение, табло, указатели с подсветками, сирена и звуковые приборы, например, с инструкциями путеводаителя о возможных действиях и путях передвижения. Еще активно используется функция автоматического открытия эвакуационных дверей, которые в штатном режиме всегда находятся в закрытом состоянии. Эта функция применяется обычно для административных зданий. Важно отметить, что не все системы оснащены автоматической передачей сигнала о возможном пожаре на диспетчерский пост либо на пункт связи подразделения пожарной охраны.

Данные системы делятся на типы по своим свойствам и категориям здания для установки, применение которых должно быть четко обосновано. Нормативные документы, регулирующие определения типа и потребность установки систем оповещения:

- Федеральный закон от 22.01.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;

- СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности»;
- НПБ 104-03 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях».

Делаем вывод, что такие системы в многоквартирных домах должны быть на особом контроле, разработаны и установлены персонально под каждый объект, учитывая разнообразие архитектурных решений. Одним из важных способов облегчить и ускорить работу участников тушения пожара, и минимизировать последствия будет являться оснащение жилых домов повышенной этажности современными и многофункциональными СОУЭ.

Тушение пожаров и проведение спасательных работ в зданиях предусмотрены требованиями СНиП 21-01-97 п.8.1, которые «обеспечиваются конструктивными, объемно-планировочными, инженерно-техническими и организационными мероприятиями» [25].

В зависимости от обстановки на пожаре, а также наличия сил и средств, первые действия подразделений пожарной охраны должны быть нацелены на спасение людей или тушение пожара, но как правило эти действия осуществляются одновременно. Если спасти людей по внутренним лестницам невозможно, а также нужно ускорить спасательные работы, в этом случае, используется специализированная спасательная техника, такая как АКП или АЛ. Вышеперечисленная техника быстрее позволяет поднять личный состав пожарной охраны на необходимый этаж для проведения эвакуации жильцов дома, либо доставить огнетушащие вещества для ликвидации очага пожара. Но стоит учитывать максимальную высоту подъема стрелы АКП.

К тому же, подача воды на верхние этажи зданий усложняет процесс ликвидации горения. Для того, чтобы организовать тушение пожара выше 16 этажа необходимо использовать современную спецтехнику, либо инновационные методы по доставке огнетушащих веществ к очагу пожара.

Также следует использовать промежуточную емкость из расчета одна емкость на 5 этажей, повысительные насосы (если такие имеются), переносные мотопомпы, а также высокую ступень давления насоса пожарного автомобиля.

На сегодняшний день опыт пожарных подразделений при тушении пожаров и проведении спасательных работ показывает, что отсутствует универсальное спасательное оборудование для оперативного и безопасного спасения людей из жилых домов повышенной этажности.

С целью максимального обеспечения пожарной безопасности необходимо здания повышенной этажности оборудовать лифтами для транспортировки пожарных подразделений, лучше всего по одному лифту на каждый пожарный отсек. При этом должны быть спроектированы безопасные зоны с повышенным пределом огнестойкости, подпором воздуха, средствами защиты органов дыхания, пожарными кранами и средствами коллективного самоспасения.

На технических этажах следует устраивать опорные пункты пожаротушения, где будут храниться запас мотопомп, рукавов, огнетушителей и другой пожарной техники, а также средств спасения. Еще возможно предусмотреть возможность использования подъемников для ремонта и мытья фасадного остекления для нужд пожаротушения и спасания пострадавших в случае блокирования эвакуационных путей.

«Чем лучше защищен объект различными современными системами, тем выше его устойчивость при пожаре, а чем проще планировка, тем быстрее происходит эвакуация людей из здания, что, естественно, повышает эффективность работы пожарных подразделений.

Решать проблемы пожаротушения только за счёт оснащения городских пожарных частей дорогостоящими автомеханическими лестницами и подъемниками уже нецелесообразно. Необходимо отойти от стереотипов и искать приемы и способы тушения пожаров, максимально используя внутренние системы активной противопожарной защиты (комплексной

противодымной защиты, пожарной сигнализации, оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией, видеонаблюдения, автоматических установок пожаротушения, внутреннего пожарного водопровода) и пожарных лифтов» [32].

В целях снижения рисков возникновения пожара на всех объектах повышенной этажности необходимо создать спецслужбы, осуществляющие контроль эксплуатации и технического обслуживания систем противопожарной защиты.

Подводя итог, отметим, что процесс тушения пожаров в жилых зданиях повышенной этажности имеет серьезные особенности по всем аспектам. Поэтому пожарную безопасность таких объектов следует планировать на этапе проектирования с целью максимального оснащения современными системами предупреждения и возможной дистанционной локализации очага возгорания. По необходимости максимально в кратчайшие сроки обновлять, проводить замену неисправного оборудования и модернизировать по требованию, также систематически проводить мониторинг пожарных частей на предмет наличия и исправности оборудования.

1.2 Особенности программы подготовки личного состава пожарной охраны по тушению пожаров в жилых домах повышенной этажности

В связи с увеличением жилых домов повышенной этажности существует еще немаловажный вопрос о подготовке и переподготовке личного состава пожарной охраны.

Современные методы тушения пожаров в домах повышенной этажности подразумевают применение специальных технических средств, использование пожарно-технического оборудования для эвакуации и спасения людей, мероприятия по тактическому управлению силами и средствами в лице РТП.

После изучения теоретических и нормативных аспектов положения о подготовке личного состава, а также проведенного наблюдения и анализа подготовки личного состава пожарных частей города Сургута, существует возможность ознакомиться с результатами и подробнее рассмотреть позитивный опыт и имеющиеся недостатки.

Для начала выясним, какими факторами тушение пожаров в высотных домах отличается от домов средней и низкой этажности. Прежде всего, это высота, на которой пожарным приходится производить спасательные работы и действия по ликвидации очагов возгорания. Действия по тушению пожаров на высоте отличаются наиболее повышенном риском травматизма. Как правило совершаются они при помощи специальных технических средств пожарных подразделений, такие как АЛ, АКП и канатно-спусковые устройства.

Стоит отметить, что такой способ спасения и пожаротушения является не только крайне опасным для жизни и здоровья, но и имеет негативное воздействие на психоэмоциональное состояние спасателей. К последнему можно отнести, боязнь высоты, которая в настоящее время стала самой распространенной фобией, специалисты же считают, что в 21 веке с данным инстинктом проявления психики столкнется от 90 %-95 % населения земли.

Следующим немаловажным фактором является физическая и специальная психологическая подготовка участников пожаротушения. Количество этажей, сложность планировки и отсутствие путей эвакуации требуют более направленной и сложной подготовки, обеспечивающей надежность и эффективность организации тушения пожаров жилых домов повышенной этажности.

Также во многом отличается организация управления силами и средствами при тушении данных объектов. Задействуется наибольшее количество пожарных отделений, специальной техники и спасательного оборудования, так как площадь пожара может мгновенно распространяться по

этажам, а ситуацию с эвакуацией усложняет плотность заселения таких типов домов.

Эффективность практической деятельности программы подготовки начинается уже с профессионального отбора кандидатов на службу, с целью установления психологического и физического состояния.

Для обеспечения образовательного процесса в подразделениях пожарной охраны предусмотрены учебные классы для изучения теоретического материала, оснащенные необходимыми информационными стендами и профильной литературой.

Рассмотрим часть наиболее важных документов планирования подготовки личного состава дежурных караулов, согласно требованиям приказа МЧС России от 26.10.2017 г. № 472 «Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны», которые необходимы для организации профессионального обучения:

- «план подготовки личного состава дежурных смен на год;
- план-график проведения учебных сборов;
- график совместных занятий личного состава подразделений ГПС;
- тематический план занятий на год;
- расписание занятий;
- графики тренировок газодымозащитников;
- перечень объектов, подлежащих изучению в оперативно-тактическом отношении;
- перечень объектов проведения пожарно-тактических учений и занятий по решению пожарно-тактических задач» [27].

При разработке и утверждении плана занятий по подготовке личного состава особое внимание следует уделять особенностям местности или района выезда пожарной части.

Одним из видов профессионального обучения является боевая подготовка, направленная на получение и совершенствование знаний,

умений и навыков посредством теоретических и практических занятий, выполняемых дежурными сменами.

В целях проведения качественной разведки и мероприятий по поиску людей в задымленных помещениях в жилых домах повышенной этажности проводятся занятия и упражнения в ТДК. ТДК представляет собой комплекс, состоящий из одного или нескольких помещений, которые имитируют внутри планировку офисов, квартир, либо систему шахт и проходов с реальной обстановкой на пожаре.

Упражнения с манекенами направлены на отработку действий по спасанию пострадавших с помощью спасательной веревки с верхних этажей здания. Применение данного метода позволяет существенно сократить время, затраченное на транспортировку пострадавшего в отличие от спуска его по лестничной клетке. Для создания дополнительных преград и усложнения условий выполнения упражнений используют генератор дыма, звуковые записи, загромождение дверей и люков.

Упражнения положительно влияют на повышение уровня общей выносливости, физической работоспособности и адаптации к условиям нулевой видимости, что в перспективе должно отразиться на продуктивности и оперативности ведения работ. В процессе длительного периода проведения занятий у пожарных вырабатывается психологическая устойчивость к тяжёлым условиям пожара, появляются необходимые навыки ориентирования в условиях задымления, они учатся преодолевать разные виды препятствий и быть готовыми к спасению пострадавших. Занятия в ТДК проходят не реже одного раза в квартал в соответствии с графиком тренировок газодымозащитников, утвержденным начальником гарнизона.

Основным направлением в обучении по ведению боевых действий по тушению пожаров в жилых домах повышенной этажности является решение пожарно-тактических задач. К ним относятся тренировочные занятия, пожарно-тактические учения и отработка карточек тушения пожаров объекта, находящегося в районе выезда пожарных частей. Организация

подобных мероприятий обеспечивает комплексную тактическую подготовку сотрудников пожарной охраны, обучение правильным и грамотным приемам и действиям по ликвидации пожаров. Попутно начальствующим составом ведется совершенствование навыков управления силами и средствами пожарных подразделений на условном месте пожара с привлечением специальной техники и пожарного оборудования для спасения людей.

Проведение пожарно-тактических учений на объектах повышенной этажности происходит в условиях, приближенных к реальной обстановке на пожаре, что позволяет выполнять следующие задачи:

- возможность РТП корректно и правильно оценивать обстановку на месте выполнения работ;
- развитие тактического мышления у начальствующего состава в выборе решающего направления, метода или способа тушения;
- воспитание волевых качеств пожарных путем усилия сложности занятий и проведения тренировок в неблагоприятных условиях.

Для обучения личного состава используются разные модели сценариев развития пожара, что положительно влияет на реакцию и сообразительность сотрудников, а, следовательно, на продуктивность работы.

В практике боевых действий по тушению пожаров высотных домов, следует отметить отважность и стрессоустойчивость бойцов пожарной охраны. При выполнении поставленных задач сотрудники пожарной охраны обязаны доверять друг другу в ситуациях, представляющих опасность для жизни.

В этом случае с работниками караулов проводится систематическая учебно-воспитательная работа в коллективе, в состав которой входят следующие мероприятия:

- групповые занятия с элементами игры по изучению межличностных отношений в коллективе;
- проведение разъяснительных бесед (по правилам поведения в быту, на мероприятиях с массовым пребыванием людей и другие);

- организация культурно-массовых мероприятий, выставок и кружков по интересам.

Слова Героя России генерал-майора внутренней службы Владимира Михайловича Максимчука: «Пожарного нельзя послать в огонь, а можно только повести за собой» [17].

Данное высказывание указывает на необходимость обеспечения качественного наставничества. Руководителям следует обозначить свои профессиональные и лидерские качества. Особое внимание требуется уделять молодым пожарным с целью формирования таких качеств, как мужество, бесстрашие, отвага, способность принимать правильные решения в экстремальных ситуациях и совершенствование профессиональных знаний.

Также, к способу подготовки работников пожарных подразделений по тушению пожаров в домах повышенной этажности относится разбор и анализ пожаров на подобных объектах, задачей которого является:

- изучение эффективности применения методов и способов, используемых на пожаре, выявление их преимуществ и недостатков;
- анализ действий и уровня подготовки караулов;
- изучение обстановки и событий на пожаре, нарушений охраны труда;
- разработка мероприятий, направленных на устранение недостатков и на совершенствование методов тушения.

По результатам анализа пожаров в домах повышенной этажности составляются выводы и методические рекомендации тушения пожара, с учетом которых проводятся практические занятия по тактико-строевой подготовке.

Итак, с личным составом дежурных караулов пожарных частей города Сургута на дежурных сутках согласно распорядку дня систематически проводятся теоретические занятия, учебно-воспитательная работа, физические занятия и изучение района выезда пожарных подразделений.

Таким образом, для успешной и согласованной работы в команде, пожарным необходим высокий уровень дисциплины, служебных и профессиональных знаний и умений. В совокупности это способствует эффективной деятельности всего караула и спасению жизни людей, не подвергая риску себя и своих коллег.

1.3 Анализ соблюдения техники безопасности и правил охраны труда сотрудниками пожарной охраны при проведении работ по тушению пожаров и спасению людей

За период с 2019 – 2020 гг. с личным составом МЧС России при исполнении служебных обязанностей произошло – 285 несчастных случаев, из них групповых – 19 случаев. За данный период количество погибших сотрудников МЧС России составило 20 человек, а травмированных 219 человек. Основной причиной гибели и травматизма сотрудников ФПС, является нарушение техники безопасности и охраны труда при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.

Правила охраны труда в подразделениях ФПС ГПС определяются приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 23.12.2014 № 1100н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы» [28]. На основе правил разрабатываются инструкции по охране труда, которые утверждаются локальным нормативным актом работодателя (руководителя учреждения) с учетом мнения профсоюзного органа, либо иного уполномоченного работниками представительного органа.

Так при нарушении правил охраны труда 12.10.2020 года при тушении пожара в многоквартирном 17-ти этажном жилом доме города Комсомольск-на-Амуре Хабаровского края погиб начальник караула 1 СПСЧ ФГКУ «Специальное управление ФПС № 24 МЧС России».

По прибытию к месту вызова 1 СПСЧ в составе 3 отделений (2 АЦ, 1 АКП) наблюдался выход дыма с окон 10 этажа. Начальник караула 1 СПСЧ (РТП) определил решающее направление - тушение очага пожара через балкон стволом Б, задействовав АЛ.

РТП отдал распоряжение на формирование 2-х звеньев ГДЗС. Задача «Звена 1» - тушение очага через балкон (командир звена – РТП). Задача «Звена 2» - эвакуация жильцов и тушение через подъезд.

После объявления локализации пожара РТП отдал распоряжение газодымозащитникам звена: «Заменить баллоны и устранить свищ в рукаве» и принял решение в одиночку пройти в квартиру для поиска пострадавших и вскрытия изнутри входной двери, так как газодымозащитники «Звена 2» с подъезда не могли ее вскрыть (дверь металлическая, сейфового типа).

После вскрытия входной двери «Звеном 2» начальник караула был обнаружен без сознания и средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. Был передан работникам скорой медицинской помощи. Скончался в больнице (отравление продуктами горения).

Исследование данного происшествия указывает на ряд грубых нарушений, таких как:

- вход в непригодную для дыхания среду без средств индивидуальной защиты;
- нахождение в непригодной для дыхания среде вне состава звена ГДЗС;
- отсутствие необходимого минимального оснащения экипировкой и оборудования.

В местном Сургутском пожарно-спасательном гарнизоне уделяется особое внимание соблюдению техники безопасности не только при выполнении служебных обязанностей личным составом, но и правил поведения в быту. С сотрудниками не реже двух раз в год проводятся обучение и проверка знаний правил по охране труда. Ежедневно перед

заступлением на суточное дежурство караул проходит следующие инструктажи по охране труда:

- «общие требования охраны труда;
- требования охраны труда перед началом работы;
- требования охраны труда во время работы;
- требования охраны труда в аварийных ситуациях;
- требования охраны труда по окончании работы» [28].

При каждом несчастном случае, произошедшем на территории Российской Федерации, Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий направляется письмо с информацией о происшествии в Главное управление МЧС России по субъектам Российской Федерации.

Далее, данная информация доводится в подразделения ФПС руководителями занятий. На основании этого с личным составом проводятся дополнительные занятия и внеплановые инструктажи. Выше перечислительные мероприятия осуществляются в целях совершенствования знаний участников тушения пожаров и профилактики гибели и травматизма.

В целях сохранения жизни и здоровья личного состава необходим комплекс мероприятий, направленный на профилактику и соблюдение правил охраны труда не только на пожаре, но и на учебных полигонах, во время нахождения на дежурной смене. Систематически следует вести контроль знаний участников тушения пожара по охране труда, соответственно занимаемой должности и выполнения функций в дежурном карауле.

С пожарными проводятся занятия по совершенствованию знаний и навыков по программам подготовки МЧС, первой медицинской помощи. В случае чрезвычайных ситуаций участники тушения пожаров должны уметь оказать качественную медицинскую помощь пострадавшим. На занятиях изучаются основы и правила оказания первой медицинской помощи. Самыми распространенными являются реанимационные мероприятия и остановка

разных видов кровотечений. Изучение и практика по данному вопросу проводятся с помощью фото и видеоматериалов, пособий и тренажеров.

РТП на пожаре обязательно требуется вести наблюдение за действиями личного состава, чтобы не допустить нарушения правил охраны труда и не пропустить грубых нарушений, которые, как показывает практика, ведут к травматизму или гибели участников тушения пожаров. Все сотрудники пожарных подразделений должны соблюдать требования охраны труда при выполнении своих должностных инструкций.

Следовательно, на этапе подготовки дежурных караулов руководителям необходимо проводить инструктажи по особенностям и специфике работы на объектах повышенной опасности, к чему приравнивается тушение пожаров в домах повышенной этажности.

Следует вести контроль за соблюдением требований охраны труда, а именно: за боевой одеждой личного состава, целостностью обмундирования, полным укомплектованием спецтехники, проверкой знаний охраны труда при работе на высоте и умений оказания первой медицинской помощи пострадавшим.

1.4 Определение огнестойкости, конструктивных и технических параметров жилого дома повышенной этажности, расположенного по адресу г. Сургут ул. Крылова 53/3

Данный объект расположен в жилом комплексе «Новые ключи» в северном жилом районе города Сургута. На территории комплекса площадью 90000 м² находятся 5 идентичных друг другу жилых домов повышенной этажности, 3 из которых соединены между собой единым коммерческим помещением, расположенным на первом этаже.

Приступим к ознакомлению с подробной информацией об объекте для определения огнестойкости, конструктивных и технических параметров:

Тип постройки здания – монолитно-каркасный.

Фундаменты – свайные, буронабивные объединенные монолитными железобетонными плитами.

Колонны – монолитные железобетонные, сечением 60×60 см с пределом огнестойкости R 90.

Перекрытия – монолитные железобетонные с пределом огнестойкости REI 45.

Стены подвала – монолитные железобетонные, толщиной 40 см.

Лестничные клетки – железобетонные с пределом огнестойкости R 60, эвакуационные незадымляемые (Тип Н 1), на каждом этаже с выходом на открытый воздух. Полы – керамогранит по стяжке.

Наружные стены – железобетонные с заполнением из блоков из ячеистого бетона с пределом огнестойкости E 15.

Перегородки – газобетонные блоки.

Тип крыши – плоская.

Тип кровли – мягкая (наплавляемая) рубероид по битумной мастике с пределом огнестойкости R 15.

Исходя из вышеуказанных конструктивных и технических параметров исследуемого объекта, определим степень огнестойкости с помощью установленных норм согласно СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты: обеспечение огнестойкости объектов защиты», согласно таблице 1.

Таблица 1 – Соответствие степени огнестойкости и предела огнестойкости строительных конструкций зданий, сооружений и пожарных отсеков

Степень огнестойкости зданий, сооружений и пожарных отсеков	Предел огнестойкости строительных конструкций						
	Несущие стены, колонны и другие несущие элементы	Наружные несущие стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Строительные конструкции бесчердачных покрытий		Строительные конструкции лестничных клеток	
				Настилы (в том числе с утеплителем)	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц
I	R 120	E 30	REI 60	RE 30	R 30	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60

III	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 45	R 15
V	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется

Согласно таблице 1 степень огнестойкости исследуемого объекта – II.

В составе помещений – жилые помещения с 2-го по 25-й этажи, подвал.

На 1-ом этаже находятся холл и технические помещения с категорией взрывопожароопасности В-II.

По функциональному назначению помещения класса Ф 1.3 с 2-го по 25 этажи и Ф 5.2 для подвального этажа.

Вертикальные коммуникации осуществляются тремя лифтами и по незадымляемым лестничным клеткам.

Основные планировочные показатели жилого многоквартирного дома, расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные планировочные показатели

Технические-экономические показатели	Единицы измерения	Количественные значения
Количество этажей	ед.	25
Количество подъездов	ед.	1
Средняя высота этажей	м	3
Общая площадь здания	м ²	14 826,40
Площадь жилых помещений	м ²	11 049,20
Площадь подвального помещения	м ²	579,80
Количество проживающих	ед.	348
Количество квартир	ед.	242

Система противопожарной защиты здания обеспечивается комплексом организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара:

- незадымляемая лестничная клетка, оборудованная противопожарными дверями с доводчиками;

- принудительное удаление дыма из коридоров на этаже, где произошел пожар;
- создание подпора воздуха в лифтовых шахтах;
- насосы-повысители с дистанционным управлением;
- патрубки для подключения пожарных автомобилей на подпитку внутреннего ППВ;
- системы оповещения о пожаре;
- внутренние пожарные краны;
- перевод лифтов в режим «пожарная опасность».

Теплоснабжение дома осуществляется индивидуальным тепловым пунктом.

Техническими системами противопожарной защиты является УАПС «Сигнал-20». СОУЭ выполняется на базе стоечного оборудования речевого оповещения с потолочными громкоговорителями, светозвуковыми оповещателями, устанавливаемыми на всех этажах здания, световыми табло «Выход» на путях эвакуации [42].

В качестве пожарных извещателей применяются адресно-аналоговые датчики дыма - ИП 212-34А, тепла - С 2000-ИП. Комплекс противопожарной защиты установлен на 1 этаже в помещении консьержа с круглосуточным пребыванием персонала.

При получении сигнала о пожаре в здании:

- включается СОУЭ;
- включается противодымная защита;
- отключаются системы вентиляции и кондиционирования;
- закрываются противопожарные клапаны;
- лифты переходят в режим работы «пожарная опасность», обеспечивающий, независимо от загрузки и направления движения кабины, возвращение ее на основную посадочную площадку, открытие и удержание в открытом положении дверей кабины и шахты.

Внутреннее пожаротушение в здании обеспечивается от пожарных кранов, установленных на сети противопожарного водопровода в количестве 2 штук на этаже с расчетным расходом воды 5 л/с. В каждом пожарном шкафу размещается порошковый огнетушитель типа ОП-10. На каждом этаже расположены извещатели ручные (кнопки) противопожарной сигнализации.

Для целей пожаротушения в районе объекта расположено 2 пожарных гидранта, установленных на кольцевом городском водопроводе R 300 мм:

- ПГ-35 (К-300) – на расстоянии 150 м от объекта (напротив дома ул. Крылова 53/2, у проезжей части);
- ПГ-36 (К-300) – на расстоянии 220 м от объекта (на углу дома ул. Крылова 53/1, у проезжей части).

Для подачи огнетушащих веществ на тушение пожара в этажи здания от пожарной АЦ предусмотрен пожарный сухотрубный стояк, выведенные наружу два патрубка Ду-80 мм с соединительными напорными пожарными головками ГМ-50 для подключения рукавных линий на запитку водопровода пожарных кранов, находящихся на этажах здания.

Вывод по разделу

В первом разделе «Особенности тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности» рассмотрена специфика организации тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности, определены проблемы в обеспечении пожарной безопасности подразделениями пожарной охраны. Переоснащение подразделений пожарной охраны специальной современной техникой является нецелесообразным для обеспечения пожарной безопасности и решения проблем пожаротушения, поэтому необходимо на этапе проектирования объектов планировать размещение профильных СОУЭ, в дальнейшем вести систематические проверки их технического состояния.

Подготовка личного состава пожарных подразделений осуществляется согласно приказу МЧС России от 26.10.2017 г. № 472 «Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны», систематически проводятся теоретические занятия, учебно-воспитательная работа, физические тренировки, пожарно-тактические учения и выезды отделений на изучение района и отработка карточек тушения пожаров [27]. Исходя из многолетнего опыта, теоретических знаний по вопросам пожаротушения недостаточно для качественного выполнения боевых задач по ликвидации и локализации пожара. Именно поэтому в местном Сургутском спасательном гарнизоне пожарной охраны служба участников тушения пожара сконцентрирована на регулярном проведении дополнительных мероприятий по отработке умений и навыков, так как практические занятия на специальных учебных полигонах, изучение района выезда и поддержание физической формы положительно воздействуют на успешную и слаженную работу подразделения при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.

Правила охраны труда в подразделениях ФПС ГПС определяются приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 23.12.2014 «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы» [28]. Анализ охраны труда показал, что основной причиной гибели и травматизма сотрудников ФПС является нарушение техники безопасности и охраны труда при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ. С сотрудниками местного Сургутского гарнизона в целях сохранения жизни и здоровья личного состава проводится необходимый комплекс мероприятий, направленный на профилактику и соблюдение правил охраны труда, не только на пожаре, но и на учебных полигонах во время нахождения на дежурной смене. Систематически ведется контроль знаний по охране труда участников тушения пожара соответственно занимаемой должности и выполнения функций в дежурном карауле. Учитывая, что в городе Сургуте

уже несколько лет активно строятся жилые комплексы с многоквартирными домами повышенной этажности. На особом контроле у руководителей подразделений пожарной охраны находятся знание и соблюдение личным составом правил охраны труда на высоте.

Для того, чтобы минимизировать риски и повысить уровень профессионализма дежурных смен, кроме изучения района выезда, необходимо индивидуальное ознакомление с каждым объектом повышенной этажности, знание его конструктивных и технических параметров и всех особенностей расположения пожарных гидрантов, также существующей системы противопожарной защиты данного дома. Кроме того, важно составление точных карточек тушения пожаров и корректировка их при необходимости.

Исследуемый объект, расположенный по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3, имеет II степень огнестойкости, что свидетельствует о применении огнезащищенных несущих конструкций и впоследствии способствует менее интенсивному распространению пламени. Кроме того, изучена система противопожарной защиты здания, рассмотрены план дома и карточка тушения пожара данного объекта, также ближайшие пожарные гидранты для использования в работе на объекте при возможном пожаре.

2 Исследование инновационных способов и методов тушения пожаров в домах повышенной этажности

2.1 Анализ существующих средств пожарной охраны и их тактико-технических характеристик, используемых для работ по тушению пожаров и спасению людей в домах повышенной этажности

К средствам тушения пожаров и спасения людей в домах повышенной этажности следует отнести пожарную технику, механизированный инструмент и огнетушащие вещества, с помощью которых организовывается оперативная эвакуация людей из горящего здания или можно прекратить процесс горения материалов. Средства спасения с высоты являются не только последней, а часто единственной возможностью провести безопасную эвакуацию людей из зоны повышенной опасности.

Как правило, технические средства тушения пожаров и проведения спасательных работ пожарной охраны подразделяются на две группы.

К первой группе относятся средства, которые приводятся в действие за счет внешнего источника энергии. Сюда входят автоподъемники, АЛ, малая и тяжелая авиация. Ко второй группе относят специальные средства, работающие на принципе плавного гашения энергии накопленной массой груза, находящегося на высоте. В эту группу входят канатно-спускные устройства, пожарно-спасательные устройства рукавного типа, пневматические и натяжные прыжковые спасательные устройства [2].

Пожарная техника в свою очередь делится на 3 вида в зависимости от спецназначения: основная, специальная, вспомогательная. Каждый вид пожарного автомобиля предназначен для выполнения определенных задач согласно определенному ряду функциональных характеристик. Для того чтобы оценить эффективность существующих средств пожарной охраны города Сургута при тушении пожаров в домах повышенной этажности, необходимо проанализировать их ТТХ [18].

Целью данного анализа будет являться выявление конструктивных преимуществ и недостатков пожарной техники и спасательного оборудования, предназначенных для тушения и спасения людей в домах повышенной этажности. В качестве критериев производительности необходимо оценить их ТТХ, которые в полной мере будут отображать продуктивность и оперативность выполнения поставленных задач. По данным результата проведенного анализа, можно будет сделать вывод об эффективности исследуемых средств пожарной охраны, используемых при тушении пожаров в зданиях повышенной этажности.

Ознакомимся с видами пожарной техники и спасательного оборудования, используемого для тушения пожаров и проведения спасательных работ в зданиях повышенной этажности на территории местного Сургутского пожарно-спасательного гарнизона.

Рассмотрим вид специальной пожарной техники, при помощи которой обеспечивается пожарная безопасность, а именно пожарную автолестницу АЛ-37 на базе КамАЗ-53229 высотой 37 м, которая предназначена для:

- «доставки к месту проведения спасательных, противопожарных и аварийно-восстановительных работ боевого расчета и необходимого ПТВ и оборудования;
- подъема боевого расчета, ПТВ и оборудования на высоту до 37 м;
- проведения спасательных и аварийно-восстановительных работ и тушения очагов пожаров на высоте;
- подачи огнетушащих веществ с вершины лестницы» [1].

АЛ предназначена для эксплуатации в условиях умеренного климата при температуре воздуха от минус 40 °С до плюс 40 °С и относительной влажности до 80 % при 20 °С. Допустимый угол наклона площадки при работе АЛ – 6 ° [1]. ТТХ представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Тактико-технические характеристики АЛ-37 (КамАЗ-53229)

Наименование показателя	Значение
Шасси	КамАЗ-53229 (6х4)
Тип двигателя	Дизельный
Мощность двигателя КВт, (л.с.)	176 (240)
Макс. скорость, км/ч	80
Число мест для боевого расчета, чел.	3
Рабочая высота подъема до пола люльки, м	37
Вылет вершины лестницы от оси вращения поворотного основания, с нагрузкой в люлке 200 кг, м	18
Вылет вершины лестницы с нагрузкой на вершине 100 кг, м	24
Грузоподъемность лестницы при использовании в качестве крана, кг	2000
Угол поворота стрелы вправо и влево, град.	не ограничен
Расход лафетного ствола, л/с	20
Рабочий диапазон подъема лестницы в вертикальной плоскости, град.	от -7° до +73°
Время маневров лестницы, с, при:	
Подъеме от 0 ° до 73 °	45
Опускании от 73 ° до 0 °	40
Выдвигании на полную длину	50
Сдвигании (полном)	45
Повороте на 360 ° вправо или влево	60
Время установки на выносные опоры, с	55
Масса полная, кг	20000
Габаритные размеры, мм	11000x2500x3600

АЛ-37 обладает более высокой маневренностью и мобильностью, так как аутригеры (опоры) регулируются по вылету, что позволяет машине работать в узких переулках (или в условиях, когда подъезды к горящему зданию загромождены) при соответствующем ограничении рабочего поля. Имеется спасательный лифт, позволяющий транспортировать пострадавшего без складывания колен. Из-за меньшей высоты лестницы допускается работать на уклонах с градиентом до 15 °.

При эксплуатации АЛ-37 из недостатков следует выделить:

- «сложность управления в затененных зонах здания;
- малая грузоподъемность (до 180 кг) спасательной корзины и лифта, которая позволяет транспортировать лишь одного пострадавшего вместе со спасателем» [36].

АЛ-37 представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Автолестница пожарная АЛ-37 (КамАЗ-53229)

Следующей моделью для ознакомления является АКП-50 на базе КамАЗ-6540, который предназначен для:

- «доставки к месту проведения спасательных, противопожарных работ боевого расчета, необходимого ПТВ и оборудования;
- подъема боевого расчета, ПТВ и оборудования на высоту до 50 м;
- обеспечения возможности эффективного проведения спасательных работ и тушения очагов пожара на высоте;
- подачи огнетушащих веществ из люльки;
- автоподъемник рассчитан на эксплуатацию при температуре окружающего воздуха от минус 40 °С до плюс 40 °С;
- допустимая скорость ветра не более 10 м/с;
- допустимый угол наклона площадки не более 3°» [20].

Детальная информация о АКП-50, представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Тактико-технические характеристики АКП-50 (КамАЗ-6540) [20]

Наименование показателя	Значение
1	2
Шасси	камАЗ-6540 (8х4)
Тип Двигателя	Дизельный

Продолжение таблицы 4

1	2
Мощность КВт, (л.с.)	191(260)
Максимальная скорость, км/ч	85
Число мест для боевого расчета	3
Высота подъема люльки автоподъемника (до пола люльки), м	50
Грузоподъемность (максимальная рабочая нагрузка) люльки автоподъемника, кг (чел.)	400 (4)
Рабочий вылет центра люльки автоподъемника от оси вращения поворотного основания с максимальной нагрузкой в люльке, м	19
Глубина опускания люльки, м	6
Рабочий вылет стрелы с пеногенераторами автоподъемника от оси вращения поворотного основания, м	22
Угол поворота стрелы вправо или влево, град	не ограничен
Угол поворота люльки, град	±30
Время маневров люльки при максимальной скорости движений с рабочей нагрузкой в люльке, сек	
Подъеме на полную высоту	220
Опускании на землю	200
Повороте на 360 °	120
Размеры опорного контура (между осями опорных тарелок), мм	4800x5400
Масса полная, кг	29000
Габаритные размеры, мм	12000x2500x3800

АКП-50 (КамАЗ-6540) изображен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Автоподъемник коленчатый пожарный АКП-50 (КамАЗ-6540)

К преимуществам АКП-50 (КамАЗ-6540) можно отнести эффективность при локализации и тушении пожаров в высотных зданиях, тем самым достигается более высокая оперативность и маневренность разворачивания стрелы. Благодаря технологичным инженерным решениям

достигается высокая грузоподъемность спасательной корзины (до 400 кг), позволяющая транспортировать до 5 человек одновременно, а возможность манипуляции корзиной влево-вправо обеспечивает безопасность посадки пострадавших.

«Для быстрой подачи огнетушащих веществ предусмотрен встроенный водопровод в стреле. Также АКП-50 имеет возможность работать в теневых зонах объекта (за коньком крыши, в окнах и так далее). Из-за крупных габаритов данной техники затрудняется их манёвренность и развертывание на месте пожара. Отсутствие спасательного лифта не позволяет организовать непрерывный процесс транспортирования пострадавших при полном заполнении корзины, необходимо складывать пакет колен для высадки спасаемых» [34].

Приступим к рассмотрению спасательного оборудования, которое применяется при массовой эвакуации людей с высотных зданий и сооружений. К названому виду оборудования относится комплект спасательного снаряжения «Слип-эвакуатор» модель «Качели» (далее по тексту – КСС). Преимуществом указанного снаряжения является оперативное спасение людей с высотных объектов, в которых перекрыты пути эвакуации огнем, задымлением или вследствие других причин. Кроме того, это оборудование используется для самоспасания и выполнения специальных задач в экстремальных ситуациях. Тип данной системы относится к тормозному устройству.

К достоинству КСС относится непрерывно-циклический тип работы, потому что при спуске эвакуируемого одновременно осуществляется подъем подвесной системы, использованной в предыдущем цикле. К недостатку рассматриваемой модели КСС можно отнести то, что в каждом цикле допускается спуск только одного человека. КСС представлена на рисунке 3, подробная информация описана в таблицах 5 и 6 [39].



Рисунок 3 – КСС «Слип-эвакуатор» модель «Качели»

Таблица 5 – Технические характеристики КСС «Слип-эвакуатор» модель «Качели» [10]

Наименование параметра		Комплект	
		«Качели» 30 м	«Качели» 50 м
Наибольшая высота спуска, м		30+0,5	50+0,5
Масса спускающегося человека, кг		(от 40 до 120) + 1	
Габаритные размеры в сумке, мм не более:	Ширина	300	400
	Глубина	250	300
	Высота	400	500
Масса, кг, не более		11	12

Таблица 6 – Комплектность КСС «Слип-эвакуатор» модель «Качели» [10]

Наименование	Обозначение	Количество
Тормозное устройство	КД СПЗ КБ 001.004СБ	1
Рабочая веревка	ТУ 8153-002-26273020-96	1
Петля крепления	ТУ 8153-002-26273020-96	2
Подвесная система	КД СПЗ КБ 001.005СБ	4
Карабин	51.513.00.000 ТУ	8
Перчатки спусковые	Не индексируются	1 пара
Сумка укладочная	КД СПЗ КБ 001.009СБ	1

Следующим видом спасательного оборудования является пневматическое прыжковое спасательное устройство – 20. Основным предназначением данной конструкции является эвакуация людей с верхних этажей горящих зданий. Согласно ГОСТ Р 53273-2009 «принцип действия

пневматического прыжкового спасательного устройства (далее по тексту – ППСУ) основан на гашении энергии свободного падения путем прогиба телом человека площадки приземления с сопутствующим сбрасыванием избыточного давления воздуха в камере через выпускные клапана» [40]. ППСУ представлено на рисунке 4, подробная информация в таблице 7.



Рисунок 4 – Пневматическое прыжковые спасательное устройство – 20

Таблица 7 – Тактико-технические характеристики ППСУ-20

Наименование параметра	Показатель
Габаритные размеры:	
а) в рабочем состоянии:	
Ширина, мм	4250 ± 100
Высота, мм	1800 ± 50
б) в чехле	
Диаметр, мм	500 ± 100
Длина, Мм	800 ± 100
Масса без баллона, не более, кг	60
Рабочее давление в каркасе, кгс/см ²	0,12 ± 0,01
Время развёртывания, мин (сек)	3 (180)
Допустимая высота падения, не более, м	20
Время приведения в рабочее состояние после прыжка человека, не более, сек	15
Назначенный ресурс	50 циклов применения в течение назначенного срока службы 8 лет

Также к прыжковым видам устройств следует отнести натяжное спасательное полотно (далее по тексту – НСП). Принцип работы данного приспособления заключается в смягчении падения с высоты спасаемого, за счет деформации полотна, удерживаемого операторами. Максимально

безопасная высота при применении НСП допускается не более 6-8 м, визуально представлено на рисунке 5.



Рисунок 5 – Натяжное спасательное полотно

Полотно спасательное натяжное состоит из полотнища, усиленного ленточным каркасом. По периметру НСП проходит опоясывающая силовая лента, образующая ручки для натяжения полотнища операторами. В центре НСП находится мишень приземления, характеристики которого описаны в таблице 8 [40].

На сегодняшний день, такое средство спасения является устаревшим и не эффективным, так как для его использования необходимо не менее 16 человек личного состава ФПС. Данное количество пожарных и спасателей рационально распределить на более продуктивные направления способов тушения пожаров и спасения людей.

Таблица 8 – Технические характеристики НСП

Наименование параметра	Показатель
Габариты, м	3,5 x 3,5
Масса, кг	8
Высота применения не более, м	8
Масса спасаемого человека не более, кг	100
Время приведения в готовность, с	30
Количество людей для удержания, чел	16
Назначенный ресурс не менее, циклов	50

Рекомендуется применять вышеупомянутые прыжковые приспособления только при экстренной эвакуации людей, так как имеется ряд эксплуатационных ограничений:

- травмоопасность – «безопасность приземления человека достигается только при условии, приземления в положении «спиной вниз» при попадании в центр устройства, обозначенный окружностью, с высоты до 20 м, приземление в положении «спиной вниз» и «ногами вниз» при попадании в центр устройства, обозначенный окружностью, с высоты до 10 м» [8];
- «психологический» фактор – страх высоты, боязнь травмироваться, выражается в необходимости знаний специальных приемов при свободном падении и при приземлении» [8].

Рассмотрим следующее пожарно-техническое оборудование, к нему относятся ручные пожарные лестницы, предназначенные для проникновения спасателей на верхние этажи зданий и спасания людей. Лестницы просты по конструкции и удобны в работе. Они входят в комплект оборудования пожарных автомобилей, которые доставляют их к месту пожара и аварийно-спасательных работ.

Согласно Федеральному закону РФ от 22.07.2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», ручные пожарные лестницы должны обеспечивать возможность проникновения личного состава подразделений пожарной охраны в помещения зданий, сооружений и строений [41].

Существуют 3 типа ручных пожарных лестниц:

- «лестница-палка;
- штурмовая лестница;
- выдвижная трехколенная лестница» [2].

Подробнее разберем два типа пожарных лестниц, чаще всего используемых для тушения пожаров в домах повешенной этажности.

«Штурмовая лестница предназначена для подъема пожарных в верхние этажи зданий, а также для работы на крутых склонах крыш при раскрытии кровли. Она состоит из двух тетив, которые соединены 13-ю ступенями и стальным крюком, который служит для подвешивания ее за подоконник и выступления здания. Форма крюка обеспечивает равномерную прочность по всей его длине. На нижней стороне крюка есть зубья для надежного сцепления с подоконником, а вдоль крюка с двух сторон имеются ребра жесткости» [2]. Штурмовая лестница показана на рисунке 6.



Рисунок 6 – Штурмовая лестница

Важной особенностью лестницы-штурмовки является отсутствие ограничений высоты подъема по этажам, при наличии окон или выступающих частей здания. Современные технологии и материалы изготовления окон, значительно уменьшают скорость подъема спасателей к очагу пожара на данном типе лестницы. К сожалению, воспользоваться лестницей для эвакуации может только физически развитый человек, так как нагрузка ложится на самого спасаемого, соответственно нужно использовать другой метод спасения пострадавшего. Лестницу-штурмовку активно

применяют совместно при работе на АКП для подъема на верхние этажи с места, где ограничивается высота поднятия корзины подъемника.

«Для подъема пожарных в окно третьего этажа или подъема пожарнотехнического оборудования применяется выдвижная трехколенная лестница. Она состоит из комплекта трех металлических колен одностипного профиля (нижнего, среднего и верхнего), механизма выдвижения, смещения и фиксации» [2]. Трехколенная лестница представлена на рисунке 7.



Рисунок 7 – Выдвижная трехколенная лестница

Как правило данную ручную лестницу применяют на фасаде зданий. Максимальной длины лестницы при работе на пожаре хватает всего лишь до уровня третьего этажа, что является недостаточным показателем ее эффективности. При обрушении лестничных клеток или перекрытий домов повышенной этажности при сохранении целостности конструкции допускается возможность установки трехколенной лестницы внутри здания, параметры указаны в таблице 9.

Таблица 9 – Тактико-технические характеристики ручных пожарных лестниц [2]

Наименование параметра	Показатель	
	Штурмовая Лестница	Выдвижная трехколенная лестница
Вес, кг	9,8	48
Ширина, мм	400	485
Длина в сложенном состоянии, м	4,1	4,4
Длина в разложенном состоянии, м	-	10,7
Количество ступеней	13	35
Шаг между ступенями, мм	340	350

Следующим видом коллективной эвакуации является спасательное рукавное устройство. Спасательный рукав – устройство, принцип работы которого основан на создании достаточной силы трения за счет обжатия рукавом движущегося в нем тела. Согласно ГОСТ Р 53271-2009 «процесс использования (приведения) спасательного рукава в рабочее состояние должен быть прост (интуитивен) и не должен требовать дополнительного обучения, кроме ознакомления с руководством по эксплуатации» [43].

Спасательный рукав состоит из слоев текстильных материалов. Пострадавшими без сознания, либо людьми с ограниченными возможностями могут управлять операторы с земли путем закручивания рукава. Пожарный спасательный рукав представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Пожарный спасательный рукав

«Использование спасательного рукава на коленчатом подъёмнике позволяет существенно увеличить производительность спасательных операций. К преимуществу пожарного спасательного рукава относится его высокая пропускная способность, которая составляет от 15 до 36 человек в минуту. Этот показатель считается самым эффективным из существующих групповых спасательных устройств. Пожарный рукав может применяться при любых погодных условиях и обеспечивает безопасную эвакуацию с любой высоты. Скорость движения в рукаве постоянная, так как движение происходит за счет собственного веса, спасаемого» [12]. ТТХ спасательного рукава, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Тактико-технические характеристики спасательного рукава

Этажность, ед.	Длина спасательного рукава, м	Время готовности, с	Время спуска, с		Средняя скорость, м/с
			1-2 чел.	3-4 чел.	
13	40	22	30	49	1,3-1,0
17	52	22	37	47	1,4-1,1
21	53	22	40	50	1,32-1,06
25	66	22	46	55	1,43-1,2

По данным ТТХ проведен анализ существующей пожарной техники и спасательного оборудования, предназначенных для тушения пожаров, проведения аварийно-спасательных работ и эвакуации людей в домах повышенной этажности. Сравнив представленные параметры, можно сказать, что имеющаяся на вооружении техника и оборудование нуждаются в модернизации. Возможности представленной техники не соответствуют запрашиваемым требованиям пожарной безопасности на рассматриваемой категории зданий, а некоторые виды оборудования не предоставляют полной безопасности при их использовании.

Однако, использование спасательных средств в симбиозе друг с другом позволяет значительно повысить шансы эффективного использования средств пожарной охраны. Необходимо задуматься об использовании новых

методов и способов тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности и отработки тактических схем.

Следует отметить, что РТП должно приниматься объективное решение о выборе использования той или иной техники и оборудования в кратчайшие сроки исходя из их ТТХ, потому что каждый исследуемый вид имеет ряд преимуществ относительно друг друга и может применяться только после полной оценки обстановки на месте проведения работ в силу своих тактических особенностей.

2.2 Исследование инновационных способов и методов тушения пожаров в домах повышенной этажности

Для более эффективного обеспечения пожарной безопасности в жилых домах и административных зданиях повышенной этажности необходимо усовершенствовать существующие методы и способы пожаротушения и изобретать новые. Так, в Российской Федерации на 580 человек приходится один пожарный, а, к примеру, в Швеции один пожарный обеспечивает пожарную безопасность 2000 человек. При этом по данным статистики, число погибших при пожаре на сто тысяч населения в России в 6 раз выше, чем в Швеции. Что говорит о слабой эффективности применения методов тушения пожаров [45].

Анализ произошедших пожаров в высотных зданиях и домах повышенной этажности показал, что пожарные подразделения, прибывшие на место происшествия, не имели возможности проводить своевременную эвакуацию жильцов и эффективную ликвидацию горения на верхних этажах штатными средствами пожаротушения. Чаще всего это связано с отсутствием или недостаточным количеством специальной пожарной техники, а также неэффективными приемами и методами тушения пожаров данных типов домов и зданий. На фоне произошедших случаев перспективным направлением решения проблемы является необходимость развития

спасательной авиации, беспилотных авиационных систем и современной пожарной техники.

Рассмотрим отдельный пример использования вертолетов на пожаре произошедшего в многоквартирном 24-х этажном доме в городе Красноярске 21 сентября 2014 года. К месту пожара были вызваны вертолеты Красноярского авиационно-спасательного центра МЧС России. В тушении данного пожара были задействованы 3 вертолета МИ-8 с водосливными устройствами. За 34 сброса было использовано 110 м³ воды.

Однако, в процессе тушения с использованием вертолетов с водосливными устройствами были замечены следующие недостатки:

- «эффективность использования водосливных устройств существенно снижается при сильном ветре, а слив огнетушащего состава кратковременно способствует распространению огня;
- существует реальная опасность зацепа водосливного устройства об элементы и сооружения рядом стоящих зданий;
- конвективные потоки от низколетящего вертолета при подлете к очагу пожара на крыше здания способствовали разлету искр и распространению пожара» [44].

В итоге, система водосливных устройств, которая предназначена для тушения лесных пожаров, оказалась не очень эффективной в использовании для ликвидации распространения огня в домах повышенной этажности.

Значительного результата можно было достигнуть при использовании горизонтального телескопического водопенного ствола на базе вертолѐта Ка-32, который направляет струю на очаг пожара на безопасном расстоянии до 45 м.

Тушение пожаров высотных зданий в черте города с применением самолетов ИЛ-76ТД и Бе-200ЧС не практикуются, так как полеты на малой высоте являются потенциально опасными из-за рядом стоящих высотных домов и вероятности падения самолета в густозаселенные кварталы. Также способ тушения самолетами не эффективен для зданий небольшой площади

застройки из-за высокой скорости полета и отсутствия компактной струи. Однако, от данного способа нельзя полностью отказываться. Несмотря на негативные причины его использования в отдельных случаях самолет может оказаться единственным средством тушения кровли и фасадов зданий значительной площади [44].

Для решения проблем с доставкой огнетушащих веществ выше 16 этажа применяются различные насосно-рукавные комплексы и мотопомпы. В целях оперативной прокладки магистральных линий на верхние этажи зданий и доставки по ним огнетушащих веществ к очагу возгорания используют новейшие насосно-рукавные комплексы, имеющих в составе все необходимое оборудование и ПТВ.

Для оперативного решения задач при тушении пожаров в домах повышенной этажности следует использовать методы, позволяющие быстро доставить огнетушащее вещество в очаг пожара на верхние этажи здания. Решить эту задачу позволяют современные технические средства, такие как вертолеты или беспилотные летательные аппараты. Многие эксперты в области пожарной безопасности и пожаротушения считают, что в недалеком будущем продуктивность методов и способов борьбы с пожарами в зданиях повышенной этажности будет зависеть от роботизированных устройств.

В целях облегчения трудового процесса, сохранения жизни и здоровья пожарных и спасателей, разрабатываются все более совершенные виды беспилотных летательных аппаратов и сухопутных роботов. Их применение уже внедрено в большинстве стран мира и показало свою эффективность на практике. Первым шагом для создания роботизированных устройств последовало строительство современных высотных зданий со сложной планировкой, пожаро- и взрывоопасных технологических установок и гибель сотрудников пожарной охраны при тушении пожаров на подобных объектах.

Разработаем проект исследования инновационных способов и методов тушения пожаров, направленный на изучение эффективности ликвидации горения в домах повышенной этажности, представленный в таблице 11.

Таблица 11 – Проект исследования инновационных способов и методов тушения пожаров

Наименование инновационного метода или способа	Описание известного инновационного метода или способа	Преимущества инновационного метода или способа	Недостатки инновационного метода или способа	Положительные эффекты от использования инновационного метода или способа
1	2	3	4	5
Устройство и способ тушения пожаров высотных зданий и пожаровзрывоопасных технологических установок. Патент 2711267 (опубликован 16.01.2020) [22]	Подача огнетушащего вещества в очаг пожара через гибкий рукав от пожарной АЦ, оснащенной насосом высокого давления, тушение пожара производится при помощи беспилотных летательных аппаратов прикрепленными к ним пожарным рукавами, управляемых дистанционно по средствам автоматизированной системы, которые размещаются на определенной высоте и позиции, совершая маневрирование. В используемом методе тушения пожаров в домах повышенной этажности, возможно применение беспилотного летательного аппарата EHang 216 F китайской компании EHang. Грузоподъемность данной модели составляет 150 кг, что равняется четырем наполненным водой пожарных рукавов диаметром 51 мм, из расчета массы 0,99 кг на 1 л объема воды. Коптер может работать на высоте до 600 м без применения пожарного рукава, а с использованием применяемого метода с подачей воды по рукаву в очаг пожара от пожарного автомобиля до 75 м в высоту [47]	Беспилотные летательные аппараты благодаря дистанционному управлению обеспечивают оператору полную безопасность при тушении пожаров в домах повышенной этажности. Также дроны обеспечивают быстрый доступ к очагу возгорания и не нуждаются в длительной подготовке к ведению полетов, тем самым увеличивая оперативность ведения боевых действий. При использовании дополнительно оборудования, таких как видеокамеры, обеспечивается дополнительное направление разведки пожара с просматриванием всей площади территории и разных сторон здания. Дрон обеспечивает бесперебойную подачу огнетушащих веществ на источник возгорания, так как использует воду напрямую по средствам гибких трубопроводов из пожарной машины	Представленная модель беспилотного летательного аппарата имеет относительно небольшой вес пропорционально объему конструкции. Исходя из данного факта, при сильной скорости ветра эксплуатация летального аппарата запрещается. На сегодняшний день стоимость летательной беспилотной противопожарной техники очень велика, так как закладываются огромные средства в разработку и производство комплектующих	Положительный результат достигается за счет повышения маневренности летательного аппарата, безопасности и длительности процесса тушения пожаров домов повышенной этажности и высотных зданий
Способ использования малой авиации при тушении домов повышенной	Для тушения пожаров в домах повышенной этажности используется многоцелевой вертолет КА-32А11ВС с применением водосливного устройства с возможностью регулировки направления выброса жидкости,	Способ использования малой авиации с применением КА-32 А11ВС обеспечивает тушения пожара на всех этажах здания, в том числе крышу. Для посадки вертолета не требуется	Недостатком данного способа является относительно небольшой запас огнетушащего вещества и его быстрый	Способ тушения пожара с использованием вертолета обеспечивают более

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5
<p>этажности. Система горизонтального, вертикального и бокового пожаротушения на базе вертолета КА-32 А11ВС. Патент 109095 (опубликован 10.10.2011) [21]</p>	<p>используя телескопическую горизонтальную и боковую водопенную пушку. Принцип работы заключается в подаче огнетушащих веществ на открытую площадь горения, путем забора воды из водосливного устройства через армированный шланг в насос, работающего от двигателя внутреннего сгорания. Насос подает вещество под давлением в водопенную пушку, имеющая систему управления, находящиеся в кабине на рабочем месте оператора. В качестве рабочей жидкости может использоваться не только вода, и водный раствор с пенообразователем, но и другие специальные жидкости</p>	<p>оборудовать посадочное место. За счет водопенной пушки достигается высокая точность струи, а ее дальность составляет 45 м, что составляет безопасное расстояние для авиатранспорта от теплового воздействия горящего здания. Также с помощью вертолета возможно спасение людей канатно-спусковыми устройствами</p>	<p>расход, а для пополнения запасов потребуется не менее 20 мин. Содержание вертолета в авиапарке гарнизона дорогостоящее обслуживание. Конвективные потоки от низколетающего вертолета при подлете к очагу пожара на крыше здания способствуют разлету искр и распространению пожара. При расходе тушащего вещества (снижении массы вертолѐта), при порывах ветра, изменении движения огня пилоту будет крайне сложно не только удерживать машину, но еще и отслеживать процесс тушения</p>	<p>масштабную разведку с высоты, производит тушение с любой стороны и высоты здания. В целях эффективной ликвидации пожара имеет возможность применять различные виды огнетушащих веществ такие абразивные составы, воду и пенообразователь</p>
<p>Способ бесперебойной подачи огнетушащих веществ на верхние этажи зданий повышенной этажности с использованием насосно-рукавного комплекса «Шквал» [19]</p>	<p>Бесперебойная подача воды на верхние этажи зданий осуществляется путем прокладки магистральной линии из напорных рукавов от насосно-рукавного комплекса «Шквал», который при помощи насосной станции с давлением 14 бар, транспортирует огнетушащие вещество на определенный этаж. Производительность насоса составляет 40 л/с. Данный комплекс позволяет прокладывать магистральную линию длиной 1,5 км, а также производить забор воды до 15 м по вертикали</p>	<p>Преимуществом данного способа можно выделить высокую результативность при пожаротушении, которая достигается за счет подачи большого количества воды. На верхних этажах возможна подача нескольких пожарных стволов с одной магистральной линии</p>	<p>Транспортировка по маршам лестничной клетки магистральной линии занимает большое количество времени и сил сотрудников пожарной охраны</p>	<p>Положительный эффект достигается из-за быстрого развертывания комплекса в рабочее состояние и высокой результативностью при тушении пожаров на верхних этажах зданий повышенной этажности, за счет подачи большого количества воды</p>

Таким образом, в ходе ознакомления и изучения принципов работы существующих на сегодняшний день инновационных методов и способов тушения пожаров в домах повышенной этажности, оценив их преимущества и недостатки. Можно сделать следующие выводы.

Во-первых, метод с использованием вертолетов для тушения пожаров домов повышенной этажности эффективен только при наличии установки дополнительного оборудования для направления струи огнетушащих веществ в горизонтальной и вертикальной плоскости. Также, площадки временного базирования вертолетов, как и стартовые позиции беспилотных летательных аппаратов при их применении должны оборудоваться средствами связи и средствами радиотехнического обеспечения полетов.

Во-вторых, стоимость закупки и содержания вертолетов и беспилотных летательных аппаратов слишком высока, поэтому в городах, имеющих высокоэтажные застройки, такой техники недостаточно.

Для поддержания боевой готовности подразделений и совершенствования способов тушения пожаров в домах повышенной этажности требуется:

- усиление авиационных служб, направленное на повышение экстренного реагирования на чрезвычайные ситуации;
- оснащение пожарных подразделений высокоэффективной специальной техникой и оборудованием, отвечающим по всем критериям ТТХ к условиям современной городской среды;
- обустройство пожарных открытых водоемов с возможностью применения их в любых климатических условиях.

Проведение данных мероприятий не гарантирует полный комплекс пожарной безопасности. Для ознакомления с правилами эвакуации, противопожарных мер и использования первичных средств пожаротушения необходимо регулярно организовать профилактическую работу с населением, управляющим компаниям периодически осуществлять проверки противопожарного оборудования и систем оповещения действий при пожаре.

Выводы по разделу

В разделе «Исследование инновационных способов и методов тушения пожаров в домах повышенной этажности» изучены средства, находящиеся в боевом расчете местного Сургутского пожарно-спасательного гарнизона.

По их ТТХ проведен анализ существующей пожарной техники и спасательного оборудования, предназначенных для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в домах повышенной этажности. Сравнив представленные параметры, можно сказать, что имеющаяся на вооружении техника и оборудование нуждаются в модернизации. Возможности представленной техники не обеспечивают в полном объеме свои предполагаемые функции, а некоторые виды оборудования не предоставляют полной безопасности при их использовании. Однако, использование спасательных средств в симбиозе друг с другом позволяют значительно повысить шансы эффективного использования средств пожарной охраны. Необходимо задуматься об использовании новых методов и способов тушения пожаров в домах повышенной этажности и отработки тактических схем.

По результатам проведенного анализа специальной техники и пожарного оборудования, находящегося на балансе местного Сургутского гарнизона, выявлено следующее: существующие АЛ и АКП по своим ТТХ не соответствуют конструктивным параметрам исследуемого объекта по ряду вышеуказанных причин, подъем стрелы АКП возможен только ориентировочно до 16 этажа, а выбранный для исследования дом имеет 25 этажей, следовательно, спасение людей и подъем ПТВ для ликвидации огня выше 16 этажа, возможно только по внутренним лестничным маршам. Использование пневматического прыжкового спасательного оборудования возможно только в крайних случаях по указаниям РТП, потому что в случае неправильного группирования спасающегося при приземлении существует высокая вероятность травматизма.

Помимо этого, разработан проект исследования инновационных способов и методов тушения пожаров, направленный на изучение эффективности ликвидации горения в домах повышенной этажности. Современные методы используются довольно редко, так как часть из них только апробируются или находятся на стадии развития, а другие нуждаются в дорогостоящем обслуживании при использовании.

Учитывая специфику территориального расположения местного спасательного гарнизона в северном районе Российской Федерации использование вертолетов может быть нецелесообразно по вышеперечисленным причинам. Оптимальным вариантом считается использование наземных насосно-рукавных систем нового поколения, которые оснащены всем оборудованием для тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности.

Беспилотные летательные аппараты в перспективе являются эффективными при тушении пожаров домов повышенной этажности, но на сегодняшний день их разработка и применение находятся на стадии развития, а их эксплуатация в особенности зависит от климатических условий, что не всегда позволит применить данную технику на исследуемом объекте.

3 Разработка эффективных способов тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности

3.1 Применение метода с использованием установки с гидроабразивной резкой «Кобра» при тушении пожаров в домах повышенной этажности

Установка пожаротушения с гидроабразивной резкой «Кобра» предлагается как эффективный способ, направленный на тушение пожаров в домах повышенной этажности.

Принцип метода заключается в смешивании с водой абразивных частиц и подачи получившейся смеси под высоким давлением специальным стволом-копьем через проделанное отверстие в стене в очаг пожара. Тушение пожара при данном методе ведется с безопасной позиции, с обратной стороны очага возгорания. Подача огнетушащего состава может осуществляться с внешней стороны здания или строения. При контакте мелких капель абразивного состава с горячим воздухом, находящегося в горящем помещении вода превращается в пар, а водяной пар обладает высоким уровнем соприкосновения. За счет перемешивания горячего воздуха с паром достигается эффект, способствующий снижению температуры пожара. Это позволяет уменьшить температуру внутри закрытого помещения при минимальных затратах воды, что является важным критерием для тушения очагов возгорания на верхних этажах, где часто встречаются перебои с подачей воды из-за недостаточного давления. С рассматриваемой установкой пожаротушения может работать один человек, но, как правило, расчет должен состоять из оператора, работающего с копьем и помощника, который следит за обстановкой на пожаре при помощи тепловизора.

Установка пожаротушения «Кобра» обладает возможностью пробивать (прорезать) практически все типы и виды конструкций и строительных

материалов. Водяная струя с абразивным веществом используется в качестве режущего элемента.

Процесс прорезки отверстия занимает от двух секунд до нескольких минут в зависимости от толщины и вида материала. Диаметр создаваемого отверстия соответствует диаметру ствола-копья, поэтому в помещение не будет проникать кислород при проведении работ.

Это позволяет тушить очаги возгораний с безопасного расстояния в труднодоступных местах, такие как:

- подвалы;
- кровля зданий;
- чердаки;
- двойные полы;
- закрытые помещения;
- помещения с взрывоопасными и радиоактивными веществами.

Комплекс пожаротушения «Кобра» может работать в трех режимах:

- «режим резки, где подается абразивный состав со скоростью 200 м/с, для создания отверстия в различных конструкциях и материалов;
- режим пожаротушения водой, при котором распыленная струя воды охлаждает продукты горения и снижает температуру в помещении.
- режим пожаротушения водой с добавкой пенообразователя позволяет производить тушение пожаров класса В» [29].

Для обеспечения работоспособности установки в пожарной надстройке комплекса располагается двигатель внутреннего сгорания, который и обеспечивает работу насоса высокого давления.

На рисунке 9 представлен отсек пожарного автомобиля, с размещенной в нем установкой пожаротушения «Кобра».



Рисунок 9 – Отсек размещения установки пожаротушения «Кобра»

Для ликвидации горения одним из условий является разрыв любого из элементов так называемого «Треугольника горения». В него входят такие компоненты как:

- «горючие вещество;
- кислород в составе воздуха содержится 23 % от всего объема;
- источник зажигания, необходимых для воспламенения газов или веществ» [5].

Прекращение горения обеспечиваются разными способами, наиболее эффективно используется следующие:

- «охлаждение зоны горения или горящего вещества;
- разбавление реагирующих веществ;
- изоляция реагирующих веществ от зоны горения;
- химическое торможение реакции горения» [5].

В качестве огнетушащего вещества, применяемого для выполнения этих целей, используется вода. Вода обладает несколькими положительными факторами, такие как доступность и низкая стоимость, а также значительная теплоемкость и теплота парообразования. При нагревании окружающей среды до 100 °С, один литр воды поглощает 419 кДж тепла, а при испарении 2260 кДж. Вода отличается от многих других огнетушащих веществ своей довольно достаточной термической стойкостью до 1700 °С.

Вода обладает эффектом парообразования (испарения). При образовании пара вода расширяется и увеличивается в объеме в 1700 раз. Так, с одного литра воды получается 1700 л пара. Объемное облако пара взаимодействует со средой горения, вытесняя при этом воздух, в котором содержится кислород, необходимый для процесса горения.

Из этого следует, что вода обладает высокой охлаждающей способностью, создавая эффект объемного тушения. Охлаждающий эффект достигается при следующих механизмах:

- «вода нагревается до 100 °С, при этом поглощается некоторая часть тепла за счет ее теплоемкости;
- нагретая до 100 °С вода превращается в пар, при этом она поглощает огромное количество энергии за счет своей скрытой теплоты испарения;
- вода и перегретый пар (с температурой намного выше 100 °С), образовавшийся внутри среды с повышенной температурой, продолжают поглощать энергию и снижать температуру, пока температура пара и окружающей среды не выровняются;
- образовавшийся в замкнутом пространстве пар за счет большого увеличения объема вытесняет кислород, а, следовательно, увеличивается мощность тепловыделения, что также способствует снижению температуры» [28].

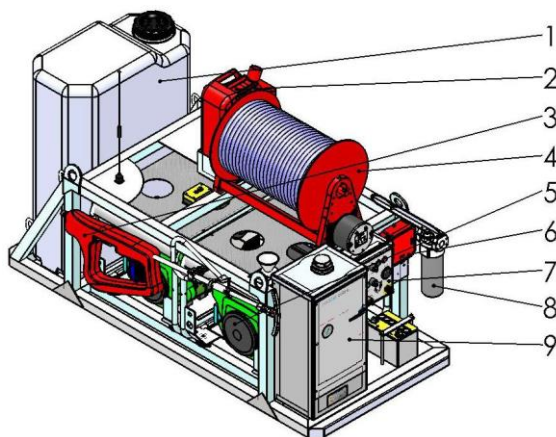
Существенным недостатком воды при ее применении в качестве огнетушащего вещества является ее электропроводность. В связи с этим применение воды при тушении пожаров электрооборудования под напряжением должно быть строго регламентировано, а способы и возможности подачи должны осуществляться в соответствии с требованиями нормативной документации [28].

«Также в качестве абразивного вещества возможно использование жидкого стекла или растворимого силиката щелочных металлов лития, калия и натрия. Жидкое стекло смешивается с водой в любых пропорциях и при

содержании в огнетушащем составе в определенном количестве изменяет вязкость раствора от 0,004 до 0,5 Па·с при изменении плотности смеси с 1020 до 1250 кг/м³. К тому же, при разведении жидкого стекла в воде значительно увеличивается плотность раствора, тем самым увеличивая дальность направляемой струи в отличие создаваемой от воды, подаваемых в очаг пожара с одинаковой скоростью. При соприкосновении данного раствора с горячими газами пожара сначала испаряется вода, затем удаляется вода уже из самого жидкого стекла. Жидкое стекло преобразовывается в твердообразное состояние под названием ксерогель.

Далее при нагревании получившегося вещества образуется пленка, которая увеличивается примерно в 30 раз и покрывается слоем неорганической негорючей пены большой толщины. Созданный слой пены, является невозгораемым материалом, который блокирует доступ кислорода воздуха к поверхности горения» [14].

Общий вид установки и основные ее компоненты показаны на рисунке 10.



1. Цистерна для воды; 2. Топливный бак; 3. Ствол-копье; 4. Рукавная катушка и рукав; 5. Силовая установка; 6. Радиосистема; 7. Система / панель управления; 8. Водяной фильтр; 9. Емкость для абразива

Рисунок 10 – Основные компоненты установки пожаротушения «Кобра»

Установка пожаротушения с гидроабразивной резкой «Кобра», имея небольшой вес и компактные габариты, может устанавливаться совершенно на любые типы автотранспортных средств к примеру:

- «пожарные автомобили быстрого реагирования;
- пожарные АЦ;
- АЛ, коленчатые подъемники.

Комплекс пожаротушения «Кобра» состоит из следующих элементов:

- бензиновый четырехтактный двигатель;
- два редуктора;
- пенный насос-смеситель, позволяющий получить раствор;
- емкость для абразива, выполненная из нержавеющей стали;
- два насоса высокого давления плунжерного типа;
- емкость для воды, из полимерного материала;
- топливная металлическая канистра для бензина;
- емкость для пенообразователя, выполненная из полимерного материала;
- катушка с рукавом высокого давления для резки с запасом рукава до 300 м, быстросъемным соединением, оснащенная электроприводом;
- ствол-резак с поворотным упором для направления резки и аккумуляторным радиомодулем управления;
- система контроля и управления;
- тепловизор» [29].

Развертывание системы пожаротушения «Кобра» происходит за 1-2 минуты. Установка имеет тонкую рукавную линию, имеющую вес в 3 раза легче стандартных пожарных напорных рукавов. Быстроразъемные соединения позволяют транспортировать рукавную линию высокого давления на пожарном лифте [29].

Исследования шведских специалистов показали, что струя, выходящая из сопла ствола, приобретает конусовидную форму и распадается на различных расстояниях.

Это объясняется тем, что капли воды, формирующую струю, обладают разной массой и имеют разный диаметр. Структура струи представляет собой водяной стержень, в котором сосредоточен основной объем воды и наружный угол с менее точным пучком. Опытным путем было выявлено, что струя на расстоянии 7 м от сопла ствола-резака распадалась. Общая же дальность струи составила 15 м, а скорость капель после разрыва от струи оценивалась от 5 до 10 м/с.

На рисунке 11 показано, как струя остается в компактной форме без значительных изменений, проходя через прорезаемую поверхность, и имеет два разных характерных состояния. На первом этапе на расстоянии до 5 м капли струи отклоняются от центральной линии на 5° , а далее угол меняется на 10° [48].

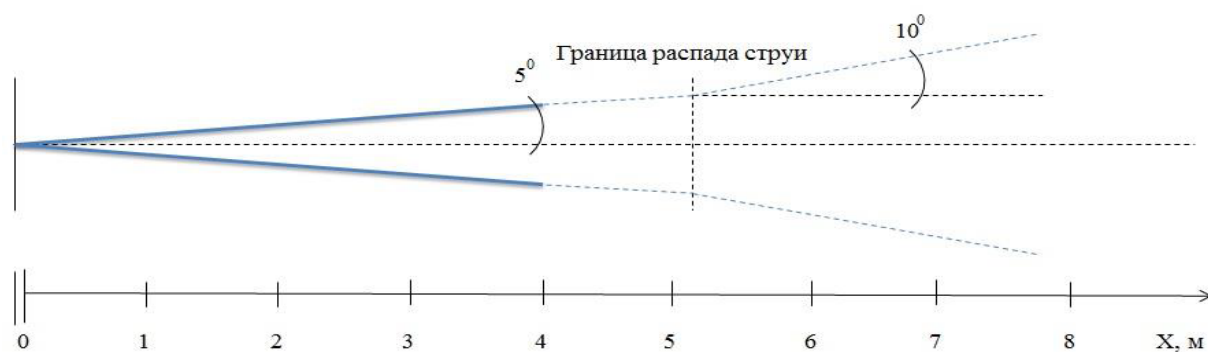


Рисунок 11 – Распад струи после проникновения через разрезаемую поверхность

Основные ТТХ установки пожаротушения с гидроабразивной резкой «Кобра» представлены в таблице 12 [20].

Таблица 12 – Тактико-технические характеристики установки пожаротушения с гидроабразивной резкой «Кобра»

Параметр	Значение
Рабочее давление, атм	280–300
Расход воды, л/мин	56–60
Расход абразива, кг/мин	4,2
Расход пенообразователя, л/мин	4
Объем емкости для воды, л	150
Объем емкости для абразива, л	10
Объем емкости для пенообразователя, л	10
Длина рукавной катушки, м	80
Сопротивление рукава высокого давления, S_p	2,59
Ствол	
Диаметр сопла, мм	1,6
ДхШхВ, мм	1320x100x420
Вес, кг	5,6
Скорость резки	
3 мм углеродистая сталь, см/мин	10
10 мм углеродистая сталь, см/мин	4
Время проникновения	
3 мм углеродистая сталь, с	5–10
10 мм углеродистая сталь, с	30–40
200 мм бетон М300, с	40–50
Скорость подачи воды, м/с	200
Максимальная дальность струи, м	15

Техническим результатом предлагаемого метода, являются:

- снижение опасных факторов пожара, воздействующих на участников проведения работ;
- снижение времени ликвидации пожара или возгорания за счет инновационных средств пожаротушения;
- снижение рисков повреждения имущества из-за минимального расхода воды.

При работе с данным комплексом при тушении помещений или квартир в домах повышенной этажности необходимо выполнить ряд операций для уменьшения распространения огня и степени задымленности, при этом максимально обезопасив пожарных и спасателей. Оператор производит разведку при помощи тепловизора для обнаружения очагов

пожара и передает данные ствольщику. Ствольщик производит резку конструкций и подачу огнетушащего вещества в место возгорания.

Для большего результата резка осуществляется в нескольких местах. Выбираются наиболее слабые участки строительных конструкций, например, оконные проемы, двери и межкомнатные перегородки. Вода подается в зону потолка, где температура самая высокая. Процесс испарения обеспечивает отвод большого количества тепла от места горения. Основным ориентиром успешной работы установки служит смена дыма на пар.

Затем, когда температура в помещении снижена, основной очаг пламени ликвидирован, при необходимости производится дымоудаление с помощью вентиляторов или иных способов. Далее пожарные продолжают тушить очаги горения, исключая скрытое тление. На протяжении всей операции осуществляется координация между оператором и ствольщиком.

На рисунке 12 изображено возможное тактико-практическое применение устройства с гидроабразивной резкой «Кобра» на 15 этаже с внешней стороны здания повышенной этажности, расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3.

Для ликвидации очага пожара в квартире на 15 этаже применяется коленчатый подъемник с высотой подъема корзины до 50 м. Участники боевых действий экипируются необходимыми средствами, необходимыми для работ на высоте и непригодной для дыхания среде. Оператор и помощник поднимаются в спасательной корзине на один уровень с этажом, на котором происходит пожар. Помощник, используя тепловизор, посредством радиообмена направляет корзину к участку стены, наиболее приближенному к очагу пожара. Ствольщик выполняет резку отверстия и подачу огнетушащих веществ для ликвидации пожара. Далее отделениями, находящимися внутри здания, проводят мероприятия по дымоудалению и прекращению тления в помещении.

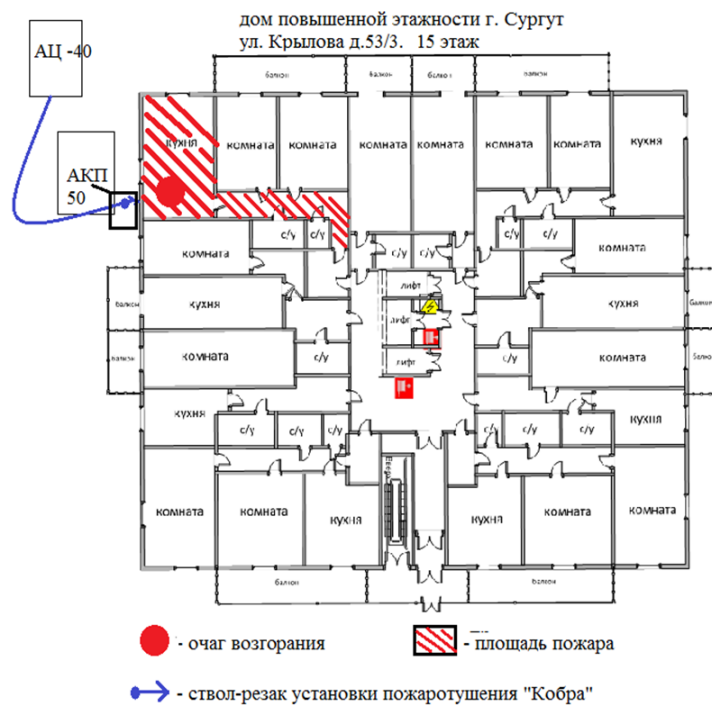


Рисунок 12 – Тактико-техническое применение установки пожаротушения «Кобра» с внешней стороны здания, на примере дома, расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3

Возможен вариант прокладки рукавов высокого давления по маршам лестничной клетки от головного пожарного автомобиля, установленного у основания здания. Одной 80-метровой катушки хватает примерно до 9-10 этажей, данное условие необходимо учитывать РТП при расстановке сил и средств.

При необходимости проведения работ выше 10 этажа используются дополнительные катушки для наращивания рукавной линии. Соединение рукавов высокого давления происходит за счет специальных быстроразъемных соединений. Для удобства и оперативности боевого развертывания рукава подаются с вышележащих на нижележащие этажи, а для транспортировки рукавной катушки при возможности используется пожарный лифт, если такой имеется в здании. При прокладке рукавов высокого давления необходимо учитывать запас рукава на этаже проведения работ по тушению пожара для маневрирования ствола-резака.

«Небольшой размер струи, сформированный установкой пожаротушения «Кобра», приводит к интенсивному испарению капель воды в зоне высоких температур. Фактически, более 90 % капель полностью испаряются, так как превращаются в пар быстрее чем капли упадут на пол, что ведет к повышению коэффициента использования огнетушащего вещества к значениям близким к 100 %. Прежде всего, практически вся вода, которая поступает из установки гидроабразивной резки не наносит ущерба имуществу, находящегося в зоне пожара. При использовании традиционных способов тушения коэффициент использования огнетушащих веществ редко превышает 30 %. Такой коэффициент полезного действия данного устройства выражен в снижении интенсивности подачи огнетушащих веществ. Исследования российских и иностранных пожарных формирований показали, что при определенных обстоятельствах одна установка пожаротушения с возможностью гидроабразивной резки с расходом 1 л/с создает огнетушащий эффект, сравнимый с работой ствола «А» с расходом 7 л/с» [49].

Прежде, чем перейти к исследованию эффективности применения устройства пожаротушения с гидроабразивной резкой и провести расчеты, перечислим ряд возможных преимуществ относительно традиционных методов тушения пожаров, исходя из теоретических данных об устройстве «Кобра».

Для домов и зданий повышенной этажности характерно быстрое развитие огня и стремительное задымление по вертикали, то есть по лестничным клеткам, лифтовым узлам и воздуховодам вентиляции с высокой скоростью распространения, эти факторы указывают на необходимость оперативной организации мероприятий по локализации и ликвидации очага возгорания. Учитывая ТТХ предлагаемого метода, тушение очага возгорания возможно провести эффективнее за счет ряда факторов:

- высокого рабочего давления при активном использовании устройства, что позволит сократить время на доставку огнетушащих веществ в очаг возгорания и полной ликвидации огня;

- длины рукавной катушки и быстроразъемных соединений, которые позволят затратить меньше времени и сил участников тушения пожара на развертывание рукавной линии;
- функции резки абразивным составом, позволяющей подавать огнетушащие вещества в закрытые помещения через вырезанное устройством отверстие, в том числе с внешней стороны здания.

Вышеперечисленные факторы являются преимуществом стандартному тушению пожаров в жилых домах повышенной этажности, потому что:

- отсутствует необходимость применения мотопомп, которые требуют дополнительного времени, сил и средств для транспортировки их к месту проведения работ;
- производительность рассматриваемого устройства выше за счет высокого давления из-за меньшего диаметра рукава, чем пожарного напорного рукава и позволяет бесперебойно и за короткий промежуток времени доставить огнетушащие вещества на верхние этажи зданий;
- существует меньше рисков для участников тушения пожара, так как возможно проводить работы по ликвидации и локализации очага возгорания на безопасном расстоянии.

Применяемый способ тонкораспыленной струи, использующий эффект образования пара для охлаждения помещений, положительно влияет на коэффициент полезного действия применяемых огнетушащих веществ. Это позволит привлекать наименьшее количество пожарных расчетов и использовать минимальное количество воды, с целью минимизации рисков возможного недостатка подачи воды на верхние этажи зданий.

В дополнение к вышеизложенному, эффект парообразования, применяемый при данном способе тушения, способствует сокращению косвенного ущерба для нижерасположенных этажей, нанесенный при использовании ручных и лафетных стволов. Поскольку, исходя из опыта

применения стандартных стволов, поражению подвергается ориентировочно до 15 этажей.

Кроме того, если учесть специфику пожаров в жилых домах повышенной этажности, в части большого количества людей и достаточно сложных условий для проведения их эвакуации, будут достигнуты с помощью применения предлагаемого устройства экономия времени и сил на предотвращение распространения огня и проведение аварийно-спасательных работ.

Устройство пожаротушения «Кобра» на сегодняшний день является одним из технологичных методов тушения пожаров в различных типах помещений и конструкций. Оперативная ликвидация очагов возгорания и безопасность сотрудников пожарной охраны находятся в приоритете при обеспечении пожарной безопасности населения. Данное устройство пожаротушения предлагается задействовать как основной метод тушения пожаров в домах повышенной этажности. ТТХ вышеупомянутого устройства обладают рядом преимуществ перед средствами, используемыми в традиционном тушении пожаров.

3.2 Оценка эффективности предлагаемых мероприятий при тушении домов повышенной этажности

Проблемой количественной оценки эффективности тушения пожаров при использовании метода с гидроабразивной резкой заключается прежде всего в отсутствии значительного опыта и практики применения данного метода при тушении реальных пожаров в домах повышенной этажности. Таким образом, рассмотрение продуктивности метода сводится к выявлению эффективности показателей действий личного состава на пожаре.

Конечными показателями, характеризующие эффективность выбранного метода являются:

- время тушения пожаров;

- площадь пожара;
- удельный расход огнетушащих средств.

Для проведения исследования эффективности предложенного метода с применением устройства пожаротушения с гидроабразивной резкой «Кобра», следует провести расчет сил и средств при использовании различных методов тушения пожаров с проведением сравнительного анализа организации ведения боевых действий по тушению пожара на примере дома, расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3.

В результате нарушения правил эксплуатации электроприборов произошло загорание электрического радиатора отопления в жилой квартире на 21 этаже. Сработала система автоматической пожарной сигнализации и оповещения о пожаре. Автоматически сработала система дымоудаления, лифты переключились в «пожарный» режим.

Одновременно с этим началась самостоятельная эвакуация людей из здания. В пожарную охрану поступило сообщение о пожаре в здании. Площадь комнаты, где произошло возгорание, составляет 24,2 м².

Определяем возможную обстановку на пожаре к моменту прибытия сил и средств первого отделения пожарной охраны. В первом варианте для тушения пожара используются ручные пожарные стволы РСК-50.

Определяем исходные данные: $I_{тр} = 0,06 \text{ л/с} \times \text{м}^2$ (количество огнетушащего вещества, подаваемое за единицу времени на единицу расчетного параметра).

Определяем время свободного развития пожара:

$$\tau_{св} = \tau_{дс} + \tau_{сб} + \tau_{след} + \tau_{б/р} , \quad (1)$$

где $\tau_{дс}$ - время до сообщения о пожаре (6÷8 мин);

$\tau_{сб}$ - время сбора личного состава по тревоге (1 мин);

$\tau_{след}$ - время следования на пожар ($t_{след} = L \times 60 / V_{сл} = 0,9 \times 60 / 45 = 1,2$ мин);

$\tau_{б/р}$ - время боевого развертывания, (4 мин).

$$\tau_{\text{св}} = 8 + 1 + 1,2 + 4 = 14,2 \text{ мин.}$$

Определяем путь, пройденный огнем на 14-ой минуте:

$$R_{\text{п}} = 5 \cdot V_{\text{л}} + V_{\text{л}} \cdot \tau_2, \quad (2)$$

где $\tau_2 = \tau_{\text{св}} - 10 = 14,2 - 10 = 4,2$ мин;

$V_{\text{л}} = 0,5$ м/мин (данные для жилых домов $0,5 \div 0,8$ м/мин) [34].

$$R_{\text{п}} = 5 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 4,2 = 4,6 \text{ м.}$$

Определяем площадь пожара на 14-ой минуте. На 14-ой минуте пожар принимает прямоугольную форму. Огнем охвачена комната в квартире по всему периметру, пожар развивается в одном направлении.

$$S_{\text{п}} = 2 \cdot a \cdot R_{\text{п}}, \quad (3)$$

где a - ширина комнаты.

$$S_{\text{п}} = 2 \cdot 4,2 \cdot 4,6 = 38,64 \text{ м}^2.$$

Определяем площадь тушения на 14-ой минуте. Для тушения пожара будем применять стволы РСК-50 (глубина тушения 5 м).

$$S_{\text{т}} = n \cdot a \cdot h_{\text{т}}, \quad (4)$$

где n - количество сторон с которых подаётся огнетушащее вещество;

a - ширина помещения, м;

$h_{\text{т}}$ - глубина тушения ствола, м.

$$S_{\text{т}} = 1 \cdot 4,2 \cdot 7 = 21 \text{ м}^2.$$

Определяем требуемый расход воды на тушение:

$$Q_{\text{тр}} = S_{\text{т}} \cdot I_{\text{тр}}, \quad (5)$$

где $I_{\text{тр}} = 0,06 \text{ л/м}^2 \times \text{с}$ (количество огнетушащего вещества, подаваемое за единицу времени на единицу расчетного параметра).

$$Q_{\text{тр}} = 21 \cdot 0,06 = 1,26 \text{ л/с.}$$

Определяем требуемое количество стволов РСК50 на тушение пожара:

$$N_{\text{ств}} = \frac{Q_{\text{тр}}}{q_{\text{ств}}}, \quad (6)$$

где $q_{\text{ств}}$ - расход пожарного ствола.

$$N_{\text{ств}} = \frac{1,26}{3,5} = 1 \text{ ствол РСК 50.}$$

Исходя из тактических возможностей первого прибывшего подразделения, после вскрытия входной двери на 19-ой минуте на тушение подаётся 1 ствол РСК-50 по фронту пожара.

Определяем фактический расход воды:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{тств}} \cdot N_{\text{ств}} + Q_{\text{зств}} \cdot N_{\text{ств}}, \quad (7)$$

где $Q_{\text{тств}}$ - количество необходимых стволов на тушение пожара;

$Q_{\text{зств}}$ - количество необходимых стволов на защиту.

$$Q_{\text{ф}} = 2 \cdot 3,5 + 1 \cdot 3,5 = 10,5.$$

Определяем количество рукавов в магистральной линии от ПГ-1 до здания:

$$n = 1,2 \cdot \frac{L}{20}, \quad (8)$$

где L - расстояние от ПГ до здания, м.

$$n = 1,2 \cdot \frac{150}{20} = 9.$$

Определяем потерю напора в магистральной линии:

$$H_1 = n_1 \cdot S_1 \cdot Q_1^2, \quad (9)$$

где S_1 - сопротивление рукава диаметром 77 мм;

Q_1 - расход воды, л/с.

$$H_1 = 9 \cdot 0,015 \cdot 10,52 = 14,8 \text{ м.}$$

Определяем требуемое количество рукавов для магистральной линии проходящей от основания здания до 21 этажа:

$$N = n_{\text{эт}} \cdot \left(\frac{h_{\text{эт}}}{20}\right), \quad (10)$$

где $n_{\text{эт}}$ - этаж, на который подается разветвление;

$h_{\text{эт}}$ - высота этажа, м.

$$N = 20 \cdot \frac{3}{20} = 3 \text{ шт.}$$

Определяем потери напора в вертикальной магистральной линии:

$$H_2 = n_2 \cdot S_2 \cdot Q_1^2, \quad (11)$$

$$H_2 = 3 \cdot 0,015 \cdot 10,52 = 4,9 \text{ (м. вод. ст.)}.$$

Определяем высоту подъёма стволов:

$$Z_{\text{ств}} = N_{\text{эт}} \cdot H_{\text{эт}}, \quad (12)$$

$$Z_{\text{ств}} = 21 \cdot 3 = 63 \text{ (м)}.$$

Определяем потери напора в рабочих линиях:

$$H_3 = n_3 \cdot S_3 \cdot Q, \quad (13)$$

где S_3 - сопротивление одного рукава диаметром 51 мм;

n_3 - количество рукавов в рабочей линии, шт;

Q - расход воды, идущей по одной рабочей линии, л/с.

$$H_3 = 2 \cdot 0,13 \cdot 3,5 = 0,91 \text{ (м. вод. ст.)}.$$

Определяем напор на насадке для создания струи 17-19 м:

$$H_{\text{ств}} = S_h \cdot q_{\text{ств}}, \quad (14)$$

где S_h - сопротивление в насадке диаметром 13 мм.

$$H_{\text{ств}} = 2,89 \cdot 3,5 = 10,2 \text{ (м. вод. ст.)}.$$

Определяем требуемый напор на насосе пожарного автомобиля:

$$H_{\text{нас}} = H_1 + H_2 + H_3 + Z_{\text{ств}} + H_{\text{ств}}, \quad (15)$$

$$H_{\text{нас}} = 14,8 + 4,9 + 0,91 + 63 + 10,2 = 93,01 \text{ (м. вод. ст.)}.$$

Следовательно, для обеспечения необходимого напора, для подачи огнетушащих веществ на 21 этаж, необходимо подавать воду через переносную мотопомпу, установленную не выше чем 48 м.

Рассмотрим вариант с применением установки пожаротушения с гидроабразивной резкой при тушении пожара на 21 этаже.

Определяем время свободного развития пожара:

$$\tau_{св} = \tau_{дс} + \tau_{сб} + \tau_{след} + \tau_{б/р} , \quad (16)$$

где $\tau_{дс}$ - время до сообщения о пожаре (6÷8 мин);

$\tau_{сб}$ - время сбора личного состава по тревоге (1 мин);

$\tau_{след}$ - время следования на пожар ($t_{след} = L \times 60 / V_{сл} = 0,9 \times 60 / 45 = 1,2$ мин);

$\tau_{б/р}$ - время боевого развертывания при использовании установки пожаротушения «Кобра» составит не более 2 минут.

$$\tau_{св} = 8 + 1 + 1,2 + 2 = 12,2 \text{ мин.}$$

Определяем путь, пройденный огнем на 12-ой минуте:

$$R_{п} = 5 \cdot V_{л} + V_{л} \cdot \tau_2, \quad (17)$$

где $\tau_2 = \tau_{св} - 10 = 12,2 - 10 = 2,2$ мин;

$V_{л} = 0,5$ м/мин (справочные данные для жилых домов 0,5÷0,8 м/мин) [35].

$$R_{п} = 5 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 2,2 = 3,6 \text{ м.}$$

Определяем площадь пожара на 12-ой минуте. На 12-ой минуте пожар принимает прямоугольную форму. Огнем охвачена комната в квартире по всему периметру, пожар развивается в одном направлении.

$$S_{\text{п}} = 2 \cdot a \cdot R_{\text{п}}, \quad (18)$$

где a – ширина комнаты.

$$S_{\text{п}} = 2 \cdot 4,2 \cdot 3,6 = 30,2 \text{ м}^2.$$

Определяем площадь тушения на 12-ой минуте. Для тушения пожара будем применять ствол-резак установки пожаротушения «Кобра» (глубина тушения ствола 7 м).

$$S_{\text{т}} = n \cdot a \cdot h_{\text{т}}, \quad (19)$$

где n – количество сторон с которых подаётся огнетушащее вещество;

a – ширина помещения, м;

$h_{\text{т}}$ – глубина тушения ствола, м.

$$S_{\text{т}} = 1 \cdot 4,2 \cdot 7 = 29,4 \text{ м}^2,$$

Определяем требуемый расход воды на тушение:

$$Q_{\text{тр}} = S_{\text{т}} \cdot I_{\text{тр}}, \quad (20)$$

где $I_{\text{тр}} = 0,06 \text{ л/м}^2 \times \text{с}$ (количество огнетушащего вещества, подаваемое за единицу времени на единицу расчетного параметра).

$$Q_{\text{тр}} = 29,4 \cdot 0,02 = 0,58 \text{ л/с.}$$

Определяем требуемое количество стволов – резаков на тушение пожара:

$$N_{\text{ств}} = \frac{Q_{\text{тр}}}{q_{\text{ств}}}, \quad (21)$$

где $q_{\text{ств}}$ – расход пожарного ствола.

$$N_{\text{ств}} = \frac{0,58}{0,93} = 1 \text{ ствол} - \text{резак.}$$

Исходя из тактических возможностей первого прибывшего подразделения, к 12-ой минуте на тушение подаётся 1 ствол-резак в отверстие в входной двери с подачей огнетушащих веществ по всей площади пожара. Определяем фактический расход воды. Подаем один ствол-резак на тушение очага возгорания, второй ствол-резак на защиту верхнего этажа.

$$Q_{\phi} = Q_{\text{тств}} \cdot N_{\text{ств}} + Q_{\text{зств}} \cdot N_{\text{ств}}, \quad (22)$$

где $Q_{\text{тств}}$ – количество необходимых стволов на тушение пожара;

$Q_{\text{зств}}$ – количество необходимых стволов на защиту.

$$Q_{\phi} = 1 \cdot 0,93 + 1 \cdot 0,93 = 1,86 \text{ л/с.}$$

Определяем требуемую высоту рукава высокого давления от основания здания до 21 этажа. Определяем высоту подъёма стволов установки пожаротушения «Кобра»:

$$Z_{\text{ств}} = N_{\text{эт}} \cdot H_{\text{эт}}, \quad (23)$$

$$Z_{\text{ств}} = 21 \cdot 3 = 63 \text{ (м).}$$

Определяем потери напора в рукаве повышенного давления установки пожаротушения «Кобра»:

$$H_3 = n_3 \cdot S_3 \cdot Q, \quad (24)$$

где S_3 – сопротивление одной катушки рукава высокого давления;

n_3 – количество катушек рукава высокого давления, шт;

Q – расход воды, идущей по одной рабочей линии, л/с.

$$H_3 = 2 \cdot 2,59 \cdot 0,93 = 4,8 \text{ (м. вод. ст.)}.$$

Определяем требуемый напор на насосе пожарного автомобиля, так как в данном методе магистральные линии не предполагаются, потеря напора в горизонтальной и вертикальной магистральной линии равна нулю.

$$H_{\text{нас}} = H_1 + H_2 + H_3 + Z_{\text{ств}} + H_{\text{ств}}, \quad (25)$$

$$H_{\text{нас}} = 0 + 0 + 0,91 + 63 + 0 = 63,91 \text{ (м. вод. ст.)}.$$

Следовательно, насос пожарного автомобиля обеспечит бесперебойную подачу огнетушащих веществ для установки пожаротушения с гидроабразивной резкой «Кобра». Необходимость использования мотопомпы отсутствует.

Рассмотрим возможную обстановку при организации тушения пожара подразделениями пожарной охраны на примере дома, расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3 в таблице 13.

Таблица 13 – Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны на примере дома, расположенного по адресу г. Сургут ул. Крылова 53/3

Время от начала развития пожара	Возможная обстановка на пожаре	Введено приборов для тушения и защиту	Расход воды фактический Qф, (л/с)	Время от начала развития пожара	Возможная обстановка на пожаре	Введено приборов для тушения и защиту	Расход воды фактический Qф, л/с
1	2	3	4	5	6	7	8
Ч+14	Горение на 21 этаже. $S_p = 38,6 \text{ м}^2$. На место вызова прибывает подразделения ПСЧ-49 в составе двух основных АЦ и АКП. Отделение ПСЧ-49 (1) в составе звена ГДЗС проводит разведку, подают магистральную линию на 20 этаж от АЦ-49, расположенной возле подъезда, для подачи в перекачку $d=77 \text{ мм}$ от АЦ-49 (2). Отделение ПСЧ-49 (2) формируют резервное звено ГДЗС, устанавливает мотопомпу на 16 этаж, производят вскрытие входной двери мотопилой, по АКП-49 проводят эвакуацию людей.	0	0	Ч+12	Горение на 21 этаже. $S_p = 32 \text{ м}^2$. На место вызова прибывает подразделения ПСЧ-49 в составе двух основных АЦ-49 и АКП. Отделение ПСЧ-49 (1) в составе звена ГДЗС проводит разведку, подают рукавную линию на 20 этаж от АЦ-49, расположенной возле подъезда, для подачи в перекачку $d=77 \text{ мм}$ от АЦ-49 (2). Отделение ПСЧ-49 (2) формируют резервное звено ГДЗС, подают ствол «Кобра» через дверной проем, параллельно вскрывают дверь, по АКП-49 проводят эвакуацию людей.	1	0,97
Ч+14+5	Площадь пожара увеличивается. На место пожара прибывает отделение ПСЧ-41. Отделение ПСЧ-49 (2) подают ствол РСК-50 на тушение. Отделение ПСЧ-41 формирует звено ГДЗС взяв с собой механический инструмент, спасательную веревку, ствол и рукава в скатках, проводит	2	7	Ч+12+7	Площадь пожара уменьшается. Локализация на месте пожара. В работе один ствол «Кобра». На место пожара прибывает отделение ПСЧ-41. Отделение ПСЧ-41 формирует звено ГДЗС взяв с собой механический инструмент, спасательную веревку, ствол «Кобра», катушку	2	1,94

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8
	разведку выше расположенных этажей, подает ствол РСК-50 на защиту 22 этажа. Отделение ПСЧ-49 (1) производит дымоудаление с лестничных клеток путем разбора оконных рам				рукавов высокого давления, проводит разведку выше расположенных этажей, подает ствол «Кобра» на защиту 22 этажа. Отделение ПСЧ-49 (1) производит дымоудаление с лестничных клеток вентиляционным агрегатом		
Ч+19+5	Площадь пожара уменьшается. Локализация на месте пожара. На место пожара прибывает СПТ и отделения ПСЧ-64 в составе 2 АЦ. РТП-1 принимает на себя руководство тушением пожара. Отделение ПСЧ-64 (1) формирует звено ГДЗС для замены отделения ПСЧ-49 (1). Отделение ПСЧ-64 в составе звена ГДЗС подают ствол РСК-50 на тушение пожара	3	10,5	Ч+19+3	Ликвидация пожара. Отделение ПСЧ-49 (2) производит проливку и разбор конструкций в помещении квартиры. Отделение ПСЧ-49 (1) проводит дымоудаление в квартире	2	1,94
24+7	Ликвидация пожара. Отделение ПСЧ-49 (2) производит проливку и разбор конструкций в помещении квартиры. Отделение ПСЧ-49 (1) проводит дымоудаление в квартире. Отделение ПСЧ-64 (1) формирует звено ГДЗС для замены отделения ПСЧ-49 (1). Отделение ПСЧ-49 (2) производит замену баллонов дыхательных аппаратов. Звено ГДЗС ПСЧ-64 (1) проводит проливку в квартире	3	10,5	Ч+22+2	На место пожара прибывает СПТ и отделения ПСЧ-64 в составе 2 АЦ. РТП-2 принимает на себя руководство тушением пожара. Отделение ПСЧ-64 (1) формирует звено ГДЗС для замены отделения ПСЧ-49 (1). Отделение ПСЧ-49 (2) производит замену баллонов дыхательных аппаратов. Звено ГДЗС ПСЧ-64 (1) проводит проливку в квартире	2	1,94
Ч+31+3	Производится сбор ПТВ, укомплектование оборудования	0	0	Ч+24+3	Производится сбор ПТВ, укомплектование оборудования	0	0

С целью проведения сравнительного анализа полученных результатов исследования составим таблицу по ключевым показателям. Данные проведенных расчетов организации тушения пожара на примере выбранного объекта, представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Сводная таблица результатов расчетов

Показатели	Значения	
	Применение ручных пожарных стволов	Метод с гидроабразивной резкой «Кобра»
Время боевого развертывания, мин	4	2
Площадь тушения пожара, кв. м ²	21	29,4
Глубина тушения ствола, м	5	7
Требуемый расход воды на тушение, л/с	1,26	0,58
Фактический расход воды на тушение, л/с	10,5	1,86
Количество применяемых приборов на тушение, шт	3	2
Время локализации от начала пожара, м	24	19
Время ликвидации от начала пожара, м	31	22
Количество стволов, поданных на тушение, шт	3	2

Таким образом, из выше произведенных расчетов делаем вывод, что при тушении пожара на 21 этаже целесообразно применять метод с использованием установки с гидроабразивной резкой «Кобра», так как для локализации и ликвидации пожара затрачивается наименьшее количество времени, при минимальных затратах огнетушащих средств.

Сравнение основных показателей организации тушения пожара на примере дома повышенной этажности расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3 продемонстрированы на рисунке 13.

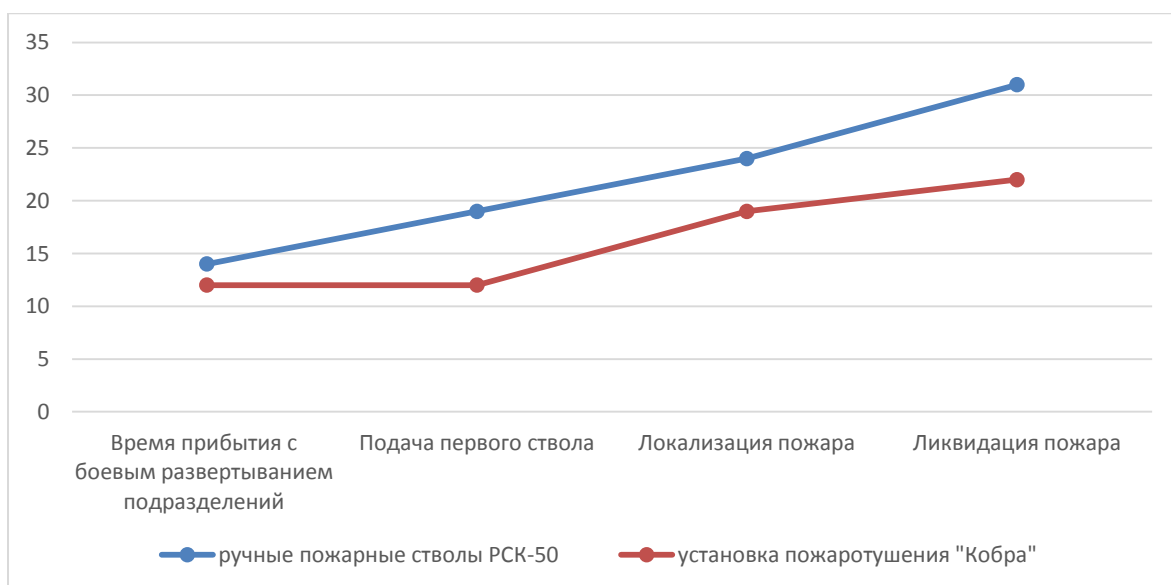


Рисунок 13 – Основные показатели организации тушения пожара на примере дома повышенной этажности расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3

Преимущества установки пожаротушения с гидроабразивной резкой по сравнению с традиционными способами тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности заключаются в следующих критериях:

- «возможность ведения боевых действий по тушению пожаров с безопасной позиции, что снижает влияние опасных факторов пожара. Снижение влияния опасных факторов на участников тушения;
- экономия времени, за счет быстрого боевого развертывания установки и действия системы тушения на ранней стадии распространения огня;
- установка пожаротушения «Кобра» обеспечивает бесперебойную работу на высотах со скоростью подачи воды от 55 до 60 литров в минуту, при этом наибольшее количество воды испаряется с взаимодействием с горячей средой пожара, что производит мгновенное охлаждение помещения» [29].

Выводы по разделу

В данном разделе «Разработка эффективных способов тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности», изучив современные способы и средства тушения пожаров, предложен метод с использованием установки пожаротушения с гидроабразивной резкой «Кобра».

Конечными показателями, характеризующие эффективность выбранного метода являются:

- время тушения пожаров;
- площадь пожара;
- удельный расход огнетушащих.

Для изучения оценки эффективности проведен расчет сил и средств на примере моделирования ситуации загорания электрического радиатора отопления в жилой квартире на 21 этаже дома повышенной этажности, расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д.53/3.

По результатам произведенных расчетов, можно сделать вывод, что при тушении пожара на 21 этаже целесообразно применять метод с использованием установки с гидроабразивной резкой «Кобра», так как для локализации и ликвидации пожара затрачивается наименьшее количество времени при минимальных затратах огнетушащих средств.

Учитывая ТТХ предлагаемого метода, тушение очага возгорания возможно провести эффективнее за счет высокого рабочего давления при активном использовании устройства, длины рукавной катушки и быстроразъемных соединений, функции резки абразивным составом. Данные способности устройства существенно сократят затрату сил и средств для ликвидации огня.

По результатам произведенных расчетов процесса пожаротушения при традиционном методе и методе с использованием установки «Кобра» получены данные, на основании которых проведен сравнительный анализ.

Итоги показали, что при применении предлагаемого метода время боевого развертывания подразделений пожарной охраны меньше на 2 минуты, чем при прокладке магистральной линии напорных пожарных рукавов. Исходя из экономии времени на развертывание уменьшается вероятность увеличения площади пожара. Кроме того, требуемый и фактический расход воды также в разы меньше, что немаловажный признак при тушении пожаров в домах выше 16 этажа. Перечисленные преимущества над традиционным методом достаточно значимые при проведении мероприятий по тушению пожара и аварийно-спасательных работ. Главным преимуществом данного метода является важный факт по сокращению времени на локализацию и ликвидацию пожара.

Применение предлагаемого метода при тушении вероятного пожара в жилом доме повышенной этажности (на примере дома расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3) является наиболее эффективным, потому что значительно уменьшает затраты сил и средств подразделений пожарной охраны.

Заключение

В первом разделе при изучении нормативных документов и профильной литературы, выявлены основные проблемы организации тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности. Рассмотрена специфика организации тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности, определены проблемы в обеспечении пожарной безопасности подразделениями пожарной охраны. Переоснащение подразделений пожарной охраны специальной современной техникой является нецелесообразным для обеспечения пожарной безопасности и решения проблем пожаротушения, поэтому необходимо на этапе проектирования объектов планировать размещение профильных СОУЭ, в дальнейшем вести систематические проверки их технического состояния.

Подготовка личного состава пожарных подразделений осуществляется согласно приказа МЧС России от 26.10.2017 г. № 472 «Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны» [27]. Систематически проводятся теоретические занятия, учебно-воспитательная работа, физические тренировки, пожарно-тактические учения и выезды отделений на изучение района и отработка карточек тушения пожаров. Исходя из многолетнего опыта, теоретических знаний по вопросам пожаротушения недостаточно для качественного выполнения боевых задач по ликвидации и локализации пожара. Именно поэтому в местном Сургутском спасательном гарнизоне пожарной охраны служба участников тушения пожара сконцентрирована на регулярном проведении дополнительных мероприятий по отработке умений и навыков, так как практические занятия на специальных учебных полигонах, изучение района выезда и поддержание физической формы положительно воздействуют на успешную и слаженную работу подразделения при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.

Правила охраны труда в подразделениях ФПС ГПС определяются приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 23.12.2014 «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы» [28]. Анализ охраны труда показал, что основной причиной гибели и травматизма сотрудников ФПС является нарушение техники безопасности и охраны труда при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ. С сотрудниками местного Сургутского гарнизона в целях сохранения жизни и здоровья личного состава, проводится необходимый комплекс мероприятий, направленный на профилактику и соблюдение правил охраны труда не только на пожаре, но и на учебных полигонах, во время нахождения на дежурной смене. Систематически ведется контроль знаний правил охраны труда участниками тушения пожара соответственно занимаемой должности и выполнения функций в дежурном карауле. Учитывая, что в городе Сургуте уже несколько лет активно строятся жилые комплексы с многоквартирными домами повышенной этажности, на особом контроле у руководителей подразделений пожарной охраны находятся знание и соблюдение личным составом правил охраны труда на высоте.

Для того, чтобы минимизировать риски и повысить уровень профессионализма дежурных смен, кроме изучения района выезда, необходимо индивидуальное ознакомление с каждым объектом повышенной этажности, знание его конструктивных, технических параметров и всех особенностей по расположению пожарных гидрантов, существующей системы противопожарной защиты данного дома, также важно составление точных карточек тушения пожаров и корректировка их при необходимости. Исследуемый объект, расположенный по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3, имеет II степень огнестойкости, что свидетельствует о применении огнезащищенных несущих конструкций и в последствии способствует менее интенсивному распространению пламени.

Во втором разделе проведен анализ специальной техники и пожарного оборудования, находящегося на балансе местного Сургутского гарнизона и выявлено следующее.

Существующие АЛ и АКП по своим ТТХ не соответствуют конструктивным параметрам исследуемого объекта по ряду причин.

Подъем стрелы АКП возможен только ориентировочно до 16 этажа, а выбранный для исследования дом имеет 25 этажей, следовательно, спасение людей и подъем ПТВ для ликвидации огня выше 16 этажа, возможно только по внутренним лестничным маршам. Использование пневматического прыжкового спасательного оборудования возможно только в крайних случаях по указаниям РТП, потому что в случае неправильного группирования спасающегося при приземлении существует высокая вероятность травматизма.

Рассмотрев инновационные способы и методы тушения пожаров в жилых домах повышенной этажности делаем вывод, что для таких объектов они находятся еще в стадии доработки и развития. Часть спецсредств, которая эффективна при использовании тушения пожаров в зданиях повышенной этажности, например, вертолеты, достаточно дорогостоящие в обслуживании и применении, что не позволяет укомплектовать этими средствами гарнизоны пожарной охраны. Учитывая специфику территориального расположения местного спасательного гарнизона в северном районе Российской Федерации использование вертолетов может быть не целесообразно.

Беспилотные летательные аппараты в перспективе являются эффективными при использовании для тушения пожаров домов повышенной этажности, но на сегодняшний день их разработка и применение находятся на стадии развития, а их эксплуатация в особенности зависит от климатических условий, что не всегда позволит применить данную технику на исследуемом объекте.

В третьем разделе доказана эффективность применения предлагаемого метода с использованием установки пожаротушения с гидроабразивной резкой «Кобра» в целях тушения возможного пожара в доме повышенной этажности, расположенного по адресу: г. Сургут, ул. Крылова, д. 53/3.

Учитывая ТТХ предлагаемого метода, тушение очага возгорания возможно провести эффективнее за счет высокого рабочего давления при активном использовании устройства, длины рукавной катушки и быстроразъемных соединений, функции резки абразивным составом. Данные способности устройства существенно сократят затраты сил и средств для ликвидации огня.

По результатам произведенных расчетов процесса пожаротушения при традиционном методе и методе с использованием установки «Кобра» получены данные, на основании которых проведен сравнительный анализ.

Итоги показали, что при применении предлагаемого метода время боевого развертывания подразделений пожарной охраны меньше на 2 минуты чем при прокладке магистральной линии напорных пожарных рукавов, исходя из экономии времени на развертывание уменьшается вероятность увеличения площади пожара. Кроме того, требуемый и фактический расход воды также в разы меньше, что немаловажный признак при тушении пожаров в домах выше 16 этажа. Перечисленные преимущества над традиционным методом достаточно значимые при проведении мероприятий по тушению пожара и аварийно-спасательных работ. Главным преимуществом данного метода является важный факт по сокращению времени на локализацию и ликвидацию пожара. Применение предлагаемого метода при тушении вероятного пожара в жилом доме повышенной этажности является наиболее эффективным, потому что позволяет значительно сократить затраты сил и средств подразделений пожарной охраны.

Подводя итоги исследования, в выпускной квалификационной работе аргументирована актуальность выбранной темы, обозначены все ключевые

теоретические и нормативно-правовые аспекты, проанализирован выбранный объект и разработаны перспективы и рекомендации на выявленные проблемы.

Список используемых источников

1. Автолестницы пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 52284-2004. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200038806> (дата обращения: 10.10.2020).
2. Безбородько М.Д., Цариченко С.Г., Роевко В.В., Ульянов Н.И., Алешков М.В., Рожков А.В., Плосконосов А.В., Шкунов С.А., Климовцов В.М., Храмцов С.П. Пожарная и аварийно-спасательная техника : учебник для высших образовательных учреждений МЧС России, 2012. 86 с.
3. Верзилин М.М., Повзик Я.С. Пожарная тактика. Переработанное дополнительное издание: М. : ЗАО «Спецтехника НПО», 2017. С. 144-150 URL: <http://www.norm-load.ru/SNiP/raznoe/knigi/knigi/ТАКТИКА/1-5.htm> (дата обращения: 20.09.2020).
4. Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 29.12.2004 № 190 (ред. от 31.07.2019). URL: <https://base.garant.ru/12138258/> (дата обращения: 20.09.2020).
5. Журнал «Пожарное дело» [Электронный ресурс]. – URL: <http://pojdelo.mchsmmedia.ru>. (дата обращения: 10.09.2020).
6. Забегаев А.В., Ройтман В.М. Новое в законодательстве по инженерной безопасности и противопожарным нормам. М. : ЗАО «Логос-Развитие», 2012. 124 с.
7. Здания и комплексы высотные. Правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 267.1325800.2016 от 01.07.2017. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456044284> (дата обращения: 19.10.2020).
8. Изерушев Д. Е., Хабиров В. Г. Проблемы тушения пожара в высотных зданиях и зданиях повышенной этажности // Молодежный вестник УГАТУ. 2019. №1. С.75-80.
9. Кирюханцев Е.Е., Иванов В.Н. О повышении эффективности тушения пожаров в высотных зданиях [Электронный ресурс] : Интернет-

журнал «Технологии техносферной безопасности» Выпуск № 5 (51), 2013 г.
URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (дата обращения 10.10.2020).

10. Комплекс спасательного снаряжения «Слип эвакуатор» модель качели «Качели» [Электронный ресурс] : Паспорт. Техническое описание. Руководство по эксплуатации. URL: https://pozhprouekt.ru/nsis/KatalogPTP/Special/Parts/Raz_3/Pasport_3/kacheli.htm (дата обращения: 10.10.2020).

11. Лестницы пожарные наружные стационарные и ограждения крыш. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс] : НПБ 245-2001 от 01.04.2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200029081> (дата обращения 15.11.2020).

12. Лестницы ручные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс] : НПБ 171-98* от 01.10.1998. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200025094> (дата обращения 15.11.2020).

13. Материалы 6-й международной научно-практической конференции 20–21 марта 2018 года. Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2018.

14. Международный научный журнал «Инновационная наука [Электронный ресурс] : <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-rozharotusheniya-kobra> (дата обращения: 17.11.2020).

15. Методические рекомендации по составлению планов тушения пожаров и карточек тушения пожаров [Электронный ресурс] : Письмо МЧС России от 01.03.2013 года № 43-956-18 URL: <http://docs.cntd.ru/document/499028650> (дата обращения 10.09.2020).

16. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ. URL: <http://mobileonline.garant.ru/> (дата обращения: 10.09.2020).

17. Официальный сайт МВД России [Электронный ресурс] URL: <https://мвд.рф/наши-герои/item/10682825> (дата обращения: 17.05.2020).

18. Официальный сайт главного управления МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре [Электронный ресурс] : – URL: <http://86.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 10.09.2020).

19. Официальный сайт МЧС Медиа [Электронный ресурс] : Насосно-рукавный комплекс «Шквал» URL: <https://www.mchsmedia.ru/focus/item/5050573/5462766> (дата обращения: 17.10.2020).

20. Официальный сайт МЧС России [Электронный ресурс] : Пожарная автотехника URL: <https://62.mchs.gov.ru/glavnoe-upravlenie/sily-i-sredstva/tehnika-i-oborudovanie/pozharnaya-avtotehnika> (дата обращения: 10.10.2020).

21. Пат. 109095 Система горизонтального, вертикального и бокового пожаротушения на базе вертолета КА-32А11ВС / А.И. Шишкин, Ю. И. Бродников, К. В. Святенко. Заявитель и патентообладатель: А.И. Шишкин, заявл. 20.06.2011; опубл. 10.10.2011. –Бюл. № 28.

22. Пат. 2711267 Устройство и способ тушения пожаров высотных зданий и пожаровзрывоопасных технологических установок. / Н. Н. Красногорская, В. В. Ахмеров, Г.А. Кадырова, А. А. Никифорова, А. Р. Идрисов. Заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет». - № 2019119054; заявл. 18.06.2019; опубл. 16.01.2020. –Бюл. № 2.

23. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации [Электронный ресурс] : НПБ 110-03 от 18.06.2003. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901866575> (дата обращения 01.11.2020).

24. Повзик, Я.С. Справочник руководителя тушения пожаров. М.: ЗАО «Спецтехника», 2004. 361 с.

25. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Электронный ресурс] : СНиП 21-01-97 от 01.01.1998. URL: <http://docs.cntd.ru/document/871001022> (дата обращения: 19.10.2020).

26. Положение о пожарно-спасательных гарнизонах [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 25.10.2017 № 467 URL: <https://base.garant.ru/71833064/> (дата обращения: 11.10.2020).

27. Порядок подготовки личного состава пожарной охраны [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 26.10.2017 г. № 472 URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71733062/> (дата обращения: 11.10.2020).

28. Правила по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы [Электронный ресурс] : Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 23.12.2014 № 1100н URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70918304/> (дата обращения: 19.11.2020).

29. Система пожаротушения с гидроабразивной резкой «Кобра» К360ГС на АЦ 3,2-40/4 Камаз43253/ Руководство по эксплуатации МК-008.09.15РЭ. –32 с.

30. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях [Электронный ресурс] НПБ 104-03 от 20.06.2003. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901866573> (дата обращения 01.11.2020).

31. Системы противопожарной защиты: обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс] : СП 2.13130.2012 от 01.12.2012. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200096437> (дата обращения: 23.09.2020).

32. Стратегия «Казахстан - 2050»: совершенствование системы защиты от чрезвычайных ситуаций, развитие научных исследований в сфере безопасности и жизнедеятельности населения. Материалы II научнопрактической конференции курсантов и студентов. 14 марта 2014 г. –

Кокшетау: КТИ МЧС РК, 2014 [Электронный ресурс] URL: http://kti-tjm.kz/public/uploads/OBNOVLENIE_SAITA_2015/SEMINAR/Sbornik_kurs_konf_2014.pdf (дата обращения: 17.05.2020).

33. Терехнев В.В. Пожаротушение в зданиях повышенной этажности: учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей образовательных учреждений МЧС России. М. : Академия ГПС МЧС РФ, 2009. 10 с.

34. Терехнев В.В., Подгрушный А.В. Пожарная безопасность. Энциклопедия. М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2007. 103 с.

35. Техника пожарная. Автоподъемники пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 53329-2009. URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200073274> (дата обращения: 11.10.2020).

36. Техника пожарная. Лестницы навесные спасательные пожарные. Общие технические требования [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 53276-2009 от 01.05.2009. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200072086> (дата обращения: 23.09.2020).

37. Техника пожарная. Рукава спасательные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 53271-2009 от 01.01.2010. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200072086> (дата обращения: 23.09.2020).

38. Техника пожарная. Трапы спасательные пожарные. Общие технические требования [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 53274-2009 от 01.01.2010. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071923> (дата обращения: 23.09.2020).

39. Техника пожарная. Устройства канатно-спускные пожарные. Общие технические требования [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 53272-2009 от 01.01.2010. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071943> (дата обращения: 23.09.2020).

40. Техника пожарная. Устройства спасательные прыжковые пожарные. Общие технические требования [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 53273-2009 от 01.01.2010. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071921> (дата обращения: 17.05.2020).

41. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 года № 123-ФЗ. URL: <http://base.garant.ru/12161584/> (дата обращения: 10.09.2020).

42. Устройства пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования. [Электронный ресурс] : НПБ 88-2001* от 01.01.2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200016069> (дата обращения 15.11.2020).

43. Устройства спасательные рукавные пожарные. Общие технические требования [Электронный ресурс] : НПБ 187-99 от 01.02.2000. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200022363> (дата обращения: 17.05.2020).

44. Чуприян А.П. Профилактика и тушение пожаров в высотных зданиях и зданиях повышенной этажности с вентилируемыми фасадам : учебное пособие. Под общей редакцией канд. техн. наук, 2016. 18 с.

45. Aluthwala A.D. Fire Safety in High Rise Buildings // Conference Paper (PDF Available), January 2017.

46. Degaev E. Operational safety of high-rise buildings // E3S Web of Conferences 135, 2019.

47. EHang Launches Intelligent Aerial Firefighting Solution [Электронный ресурс] URL: <https://www.ehang.com/news/670.html> (дата обращения 25.11.2020)

48. Gsell, J., Assessment of fire suppression capabilities of water mist - Fighting Compartment Fires with the Cutting Extinguisher, University of Ullster, 2010, 138 p.;

49. Cutting extinguisher concept - practical and operational use, SodraAlvsborg Fire & Rescue Services with SP Technical Research Institute of Sweden, Boras, 2010.