

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046953**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.05.15

(21) Номер заявки
202490184

(22) Дата подачи заявки
2021.12.08

(51) Int. Cl. *A62C 37/00* (2006.01)
A62C 3/00 (2006.01)
A62C 35/58 (2006.01)
A62C 99/00 (2010.01)

(54) **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ
ПОЖАРОТУШЕНИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

(31) 2021124355

(32) 2021.08.17

(33) RU

(43) 2024.03.06

(86) PCT/RU2021/000547

(87) WO 2023/022618 2023.02.23

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"РОССИЙСКИЙ КОНЦЕРН
ПО ПРОИЗВОДСТВУ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОЙ
ЭНЕРГИИ НА АТОМНЫХ
СТАНЦИЯХ" (АО "КОНЦЕРН
РОСЭНЕРГОАТОМ");
ЧАСТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
НАУЧНОГО РАЗВИТИЯ
АТОМНОЙ ОТРАСЛИ "НАУКА
И ИННОВАЦИИ" (ЧАСТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "НАУКА И
ИННОВАЦИИ"); ОБЩЕСТВО
С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"ПТО-ПТС"; ОБЩЕСТВО**

**С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"ИНЖЕНЕРНЫЙ
ЦЕНТР ПОЖАРНОЙ
РОБОТОТЕХНИКИ "ЭФЭР";
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ПОЖГИДРАВЛИКА" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Бурдин Александр Михайлович,
Харевский Валерий Андреевич,
Горбань Юрий Иванович, Немчинов
Сергей Георгиевич, Гайнанов
Валерий Феликсович (RU)**

(74) Представитель:
Снегов К.Г. (RU)

(56) RU-C1-2424837
RU-C2-2319530
CN-Y-201366202
RU-C1-2739390
RU-U1-93284
EP-B1-2599525
WO-A2-2007107988
FR-A1-2947732
US-A1-20040163827
CN-A-113198130

(57) Робототехнический комплекс мониторинга, обнаружения и управления пожаротушением содержит насосную станцию, пожарный водопровод, соединенные с пожарным водопроводом две роботизированные установки пожаротушения, включающие ствол с приводами вертикального и горизонтального наведения, насадок с приводом изменения угла распыливания струи. На входе перед стволом установлен дисковый затвор с приводом, на выходе ствола перед насадком установлены датчик давления и переносной пульт управления, соединенные с блоком коммутации на входе, на выходе через сетевой контроллер с устройством управления. На стволе установлено устройство обнаружения загорания и теленаблюдения, соединенное с устройством обработки сигнала, соединенным с видеоконтрольным устройством и системой процессного управления, соединенными с устройством управления, соединенным через приемно-контрольное устройство с извещателями. Пенногенерирующая установка соединена с установками пожаротушения пенным трубопроводом, резервными трубопроводами подачи воды и компрессионной пены, соединенными с роботизированными установками пожаротушения, на пенном трубопроводе дополнительным управляемым дисковым затвором и приводом, соединенным с блоком коммутации. Насадок выполнен с возможностью подачи воды и компрессионной пены с регулируемой концентрацией и расходом.

046953 B1

046953 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к устройствам пожарной защиты и пожаротушения, а именно к роботизированным установкам пожаротушения, и может быть использовано для предотвращения и предупреждения пожароопасных ситуаций любых производственных помещений, а также на внутренних площадях сооружений АЭС (атомных электростанций), в том числе машинных залов АЭС.

Сведения о предшествующем уровне техники

Известны роботизированные установки пожаротушения, например, роботизированный пожарный комплекс по патенту № 2319530. Их недостатком является использование большого объема огнетушащих веществ (далее - ОТВ), несоизмеренного с очагом возгорания при тушении полным расходом с установленным временем подачи.

Наиболее близким по технической сущности является роботизированный пожарный комплекс с полнопроцессной системой управления по патенту RU 2424837.

Известный роботизированный пожарный комплекс содержит две и более роботизированные установки пожаротушения, включающие лафетный ствол с приводами вертикального и горизонтального наведения, насадок с приводом изменения угла распыливания струи, дисковый затвор с приводом, датчик давления и переносной пульт управления, соединенные на входе с блоком коммутации, на выходе с устройством управления через сетевой контроллер, а также устройство обнаружения загорания и теленаблюдения, установленное на стволе, соединенное с устройством цифровой обработки сигнала, которое в свою очередь соединено с видеоконтрольным устройством и системой процессного управления, соединенной с устройством управления, которое через приемно-контрольное устройство сопряжено с пожарными извещателями.

Недостатком данного роботизированного пожарного комплекса является узкая область его применения, ограниченная техническими и функциональными возможностями устройства, а также применяемых в его работе ОТВ, и, соответственно, кругом решаемых задач по защите объектов от пожаров. Использование воды в качестве огнетушащего вещества не позволяет осуществлять тушение воспламенения электрооборудования. Кроме того, для тушения пожара происходит большое расходование воды, что приводит к заливу помещений и оборудования. При большом очаге возгорания возможно обрушение конструкций здания. Также в известном техническом решении отсутствует система мониторинга потенциальных очагов возгорания, таких как подшипниковые узлы, локальные участки электропроводных сетей, места утечки легковоспламеняющихся и взрывоопасных жидкостей и газов. Еще одним недостатком известного технического решения также является отсутствие функции предупреждения пожаро- и взрывоопасных ситуаций.

Сущность изобретения

Задачей настоящего изобретения является предотвращение обрушения производственных помещений, и, следовательно, тяжелых аварий, обеспечение противопожарной защиты производственных помещений в зависимости от источника возгорания за счет использования различных огнетушащих веществ, таких как воздушно-механическая пена, получаемая компрессионным способом (далее - компрессионная пена), вода, азотно-водяные составы, а также использование в качестве устройств обнаружения загорания и теленаблюдения ИК-камер и/или тепловизионных камер.

Техническим результатом настоящего изобретения является расширение функциональных возможностей роботизированного пожарного комплекса, в том числе по предотвращению возникновения пожароопасных и взрывоопасных ситуаций на производственных площадях, снижению или исключению аварийных ситуаций, предотвращению обрушений, мониторинга потенциально опасных зон возникновения возгорания и контроля пожаротушения.

В зависимости от источника возгорания, его места расположения и интенсивности его горения с использованием предлагаемого изобретения осуществляется возможность применять не только роботизированные установки пожаротушения, но и компактные распылители, точечные оросители, малогабаритные роботизированные установки, малогабаритные мобильные роботизированные установки и внутренние пожарные краны.

Так же, к техническому результату заявляемого изобретения относится сокращение времени устранения возгорания с момента обнаружения, не допущение повторного возгорания или воспламенения, снижение расхода огнетушащих средств и, следовательно, снижение причиненного ущерба вследствие пожаротушения и устранения очагов возгорания.

Технический результат достигается за счет того, что многофункциональный робототехнический комплекс предупредительного мониторинга, обнаружения возгораний и управления пожаротушением производственных объектов, содержащий насосную станцию, подключенный к ней пожарный водопровод, соединенные с пожарным водопроводом по крайней мере две роботизированные установки пожаротушения, включающие лафетный ствол с приводами вертикального и горизонтального наведения, пожарный насадок с приводом изменения угла распыливания струи, установленный на входе перед лафетным стволом управляемый дисковый затвор с приводом, установленный на выходе лафетного ствола перед насадком датчик давления и переносной пульт управления, соединенные с блоком коммутации на входе, а на его выходе через сетевой контроллер с устройством управления, установленное на лафетном

стволе устройство обнаружения загорания и теленаблюдения, соединенное с устройством цифровой обработки сигнала, выход которого соединен с видеоконтрольным устройством и системой процессного управления, соединенными, в свою очередь, с устройством управления, которое соединено через приемно-контрольное устройство с пожарными извещателями, согласно настоящему изобретению снабжен пеногенерирующей установкой, соединенной с роботизированными установками пожаротушения пенным трубопроводом, дополнительными резервными трубопроводами для подачи воды и компрессионной пены, соединенными с роботизированными установками пожаротушения, установленным на пенном трубопроводе перед входом в лафетный ствол дополнительным управляемым дисковым затвором с дополнительным приводом, соединенным с блоком коммутации, а пожарный насадок выполнен с возможностью осуществления подачи воды и компрессионной пены с регулируемой концентрацией и расходом.

Многофункциональный комплекс преимущественно снабжен датчиками положения управляемых дисковых затворов, установленных на водопроводе и пенном трубопроводе.

Многофункциональный комплекс может быть снабжен по крайней мере одной подключенной к водопроводу и пенному трубопроводу и соединенной с устройством управления малогабаритной роботизированной установкой пожаротушения, установленной в проходе и/или в зоне, не охватываемой роботизированными установками пожаротушения.

Также комплекс может быть дополнительно снабжен по крайней мере одной подключенной к пенному трубопроводу малогабаритной мобильной роботизированной установкой пожаротушения, включающей автономную систему управления и телескопический манипулятор, стыкующий пожарный рукав с соединительной головкой с водозапорными клапанами с подвижным седлом.

Многофункциональный робототехнический комплекс может быть дополнительно снабжен подключенными к пенному трубопроводу пожарными кранами с ручными стволами и управляемыми задвижками, оборудованными датчиками положения.

Также комплекс преимущественно снабжен автоматической системой водяного или пенного пожаротушения, оборудованной распылителями с принудительным пуском и связанной с устройством управления распылителями и устройством обнаружения загорания и теленаблюдения.

Кроме того, дополнительно комплекс может быть снабжен подключаемыми пожарными рукавами к пожарному водопроводу переносными азотно-водяными установками пожаротушения, включающими эжектор жидкого азота, соединенный вакуумным трубопроводом с емкостью, содержащей жидкий азот.

Преимущественно многофункциональный комплекс снабжен блоком управления подачей струи, соединенным с системой процессного управления.

Комплекс может быть снабжен подсистемой орошения перекрытий производственных помещений с учетом температуры нагрева несущих конструкций, соединенной с системой процессного управления, а также блоком оптимизации параметров пеногенерирующей установки, соединенным с устройством управления и датчиками положения управляемых дисковых затворов и управляемых задвижек.

Многофункциональный комплекс преимущественно снабжен системой предупредительного мониторинга и системой блиц-мониторинга, соединенными с устройством цифровой обработки сигнала, а также системой удаленного доступа диагностики неисправностей, корректировки базы данных и регистрации событий, соединенной с устройством управления.

Также многофункциональный комплекс может быть снабжен блоком адаптивного управления пожаротушения, соединенным с системой процессного управления, а также системой контроля концентрации газов, соединенной через сетевой контроллер с устройством управления, к которой подключены газоанализаторы.

Одной из отличительных возможностей многофункционального робототехнического комплекса является то, что он имеет возможность подключения малогабаритной мобильной роботизированной установкой пожаротушения, включающей автономную систему управления и телескопический манипулятор, стыкующий пожарный рукав с соединительной головкой с водозапорными клапанами с подвижным седлом. Данная мобильная установка может использоваться для проведения разведки в зоне пожара (аварии), для корректировки применения роботизированных установок пожаротушения и поиска пострадавших, тушения локальных очагов и защиты технологического оборудования в зонах, недоступных для роботизированных установок, а также замера уровня радиационного заражения в зоне работ с передачей оперативной информации оператору.

Для тушения небольших, локальных очагов возгорания, многофункциональный робототехнический комплекс содержит автоматическую систему водяного или пенного пожаротушения, оборудованную распылителями с принудительным пуском и связанную с устройством управления распылителями и устройством обнаружения загорания и теленаблюдения.

Снабжение многофункционального робототехнического комплекса блоком управления подачей струи и подсистемой орошения перекрытий производственных помещений с учетом температуры нагрева несущих конструкций, соединенными с системой процессного управления, позволяют иметь роботизированным установкам пожаротушения дополнительную функцию, которая дает возможность работать в режиме тушения струями с оптимизацией и контролем параметров тушения и в режиме орошения направленного действия. Данная функция применяется для охлаждения несущих конструкций,

для исключения их обрушения, а также для снижения концентрации и разбавления взрыво- и пожароопасных газов за счет распыленных мелкодисперсных капель воды.

Блок оптимизации параметров пеногенерирующей установки, соединенный с устройством управления и датчиками положения управляемых дисковых затворов и управляемых задвижек, позволяет изменять концентрацию компрессионной пены (низкой и средней кратности), в зависимости от задачи пожаротушения.

Компрессионная пена имеет однородную структуру без остаточной жидкой фазы водного раствора пенообразователя и производится путем смешивания воды с пенообразователем, а в качестве наполнителя может использоваться воздух, азот или углекислый газ, подаваемые под давлением.

Многофункциональный робототехнический комплекс снабжен устройствами обнаружения загорания и теленаблюдения, например, ИК-камерами и/или тепловизионными камерами, соединенными с системой предупредительного мониторинга и системой блиц-мониторинга, соединенными, в свою очередь, с устройством цифровой обработки сигнала. Такое решение позволяет осуществлять мониторинг и блицмониторинг для обнаружения в охраняемой зоне источников воспламенения (тепловыделения) и очагов открытого горения с использованием пожарных извещателей, передающих информацию оператору на автоматизированное рабочее место.

Снабжение многофункционального робототехнического комплекса системой контроля концентрации газов, соединенной через сетевой контроллер с устройством управления, к которой подключены газоанализаторы, позволяет осуществлять предупредительный мониторинг противопожарной (противоаварийной) обстановки в охраняемой зоне с контролем заданных параметров наличия и концентрации в воздушной среде взрывоопасных и токсичных газов (водорода, метана, сероводорода и др.) с передачей информации оператору на автоматизированное рабочее место. В случае повышенной концентрации взрывоопасных и токсичных газов и срабатывании по месту расположения газоанализатора, в эту зону, для разрядки концентрации газов, подается распыленная вода, причем подача может осуществляться как в автоматическом, так и в дистанционном режиме.

Применение многофункционального робототехнического комплекса на объектах защиты, в том числе в производственных помещениях и машинных залах АЭС, предназначено для минимизации возможных угроз для жизни и здоровья пожарных и персонала, привлекаемых к ликвидации пожаров и аварий, где вероятно воздействие не только опасных факторов пожара (пламя, искры, высоких температуры, токсичные продукты горения и дым), но и ионизирующих излучений в условиях радиационных аварий.

Осуществление тушения обнаруженного очага пожара может производиться в автоматическом, дистанционном и/или местном режиме управления с использованием в качестве средств пожаротушения роботизированных установок пожаротушения, малогабаритных роботизированных установок пожаротушения, распылителей с принудительным пуском, оросителей направленного действия, малогабаритной мобильной роботизированной установки пожаротушения, переносных азотно-водяных установок пожаротушения и внутренних пожарных кранов, а в качестве ОТВ может применяться компрессионная пена, азотно-водяные составы или вода.

Внедрение многофункционального робототехнического комплекса возможно не только на проектируемых и строящихся объектах защиты, но и интеграции его компонентов в существующую систему противопожарного водоснабжения на действующих объектах, что является безусловным преимуществом комплекса.

В этой связи с учетом возможности использования тактикотехнических характеристик, как всех, так и отдельных элементов систем и средств, заложенных в многофункциональный робототехнический комплекс, позволяют существенно расширить область его эффективного применения не только в машинных залах АЭС, но и машинных залах объектов традиционной энергетики, а также иных объектах использования атомной энергии и оборонной промышленности, сборочных цехах судостроительной, авиационной, космической отрасли, на мусороперерабатывающих заводах, складах газо-нефтехимии и других уникальных объектах.

Предлагаемое техническое решение - многофункциональный робототехнический комплекс предупредительного мониторинга, обнаружения возгораний и управления пожаротушением производственных объектов, поясняется примером конкретного выполнения, описанным ниже. Приведенный пример не является единственно возможным, но наглядно демонстрирует возможность достижения данной совокупностью существенных признаков заявленного технического результата.

Перечень фигур, чертежей и иных материалов

Сущность настоящего изобретения поясняется чертежом, на котором представлена схема многофункционального робототехнического комплекса предупредительного мониторинга, обнаружения возгораний и управления пожаротушением производственных объектов на примере его размещения в машинном зале АЭС.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Многофункциональный робототехнический комплекс предупредительного мониторинга, обнаружения возгораний и управления пожаротушением производственных объектов, содержит насосную станцию, к которой подключен пожарный водопровод 1, соединенные с пожарным водопроводом 1 по

крайней мере две роботизированные установки 2 пожаротушения, включающие лафетный ствол 3 с приводом 4 вертикального и приводом 5 горизонтального наведения, пожарный насадок 6 с приводом изменения угла распыливания струи, управляемый дисковый затвор 7 с приводом, установленный на входе перед лафетным стволом 3, датчик 8 давления, установленный на выходе лафетного ствола 3 перед насадком 6, переносной пульт 9 управления.

Все эти элементы, соединенные с блоком 10 коммутации на входе, а на его выходе через сетевой контроллер 11 с устройством 12 управления многофункциональным робототехническим комплексом.

На лафетном стволе 3 установлено устройство 13 обнаружения загорания и теленаблюдения, соединенное с устройством 14 цифровой обработки сигнала, выход которого соединен с видеоконтрольным устройством 15 и системой 16 процессного управления, соединенными, в свою очередь, с устройством 12 управления многофункциональным робототехническим комплексом.

В свою очередь устройство 12 управления многофункциональным робототехническим комплексом соединено через приемно-контрольное устройство 17 с пожарными извещателями 18.

Дополнительно многофункциональный робототехнический комплекс снабжен пеногенерирующей установкой 19 компрессионной пены, соединенной с роботизированными установками 2 пожаротушения, пенным трубопроводом 20, дополнительными резервными трубопроводами для подачи воды и компрессионной пены, соединенными с роботизированными установками 2 пожаротушения, а также дополнительным управляемым дисковым затвором 21 с дополнительным приводом и датчиками положения, установленными на пенном трубопроводе 20 перед входом в лафетный ствол 3, соединенными с блоком 10 коммутации. При этом пожарный насадок 6 выполнен с возможностью осуществления подачи воды и компрессионной пены с регулируемой концентрацией и расходом.

Кроме того, в состав многофункционального робототехнического комплекса могут входить:

малогабаритная роботизированная установка пожаротушения (на схеме не показана), установленная в проходе и/или в зоне, не охватываемой роботизированными установками пожаротушения и подключенная к водопроводу 1 и пенному трубопроводу 20 и соединенная с устройством 12 управления;

малогабаритная мобильная роботизированная установка 22 пожаротушения, которая подключена к пенному трубопроводу 20 с автономной системой управления и телескопическим манипулятором 23, стыкующим пожарный рукав 24 с соединительной головкой с водозапорными клапанами 25 с подвижным седлом;

подключенные к пенному трубопроводу 20 пожарные краны 26 с ручными стволами и управляемыми задвижками 27, оборудованными датчиками 28 положения;

автоматическая система водяного или пенного пожаротушения, оборудованная распылителями 29 с принудительным пуском, связанная с устройством управления распылителями 30 и устройством 13 обнаружения загорания и теленаблюдения;

подключаемые дополнительными пожарными рукавами к пожарному водопроводу 1 переносные азотно-водяные установки пожаротушения, включающие эжектор жидкого азота, соединенный вакуумным трубопроводом 31 с емкостью 32, содержащей жидкий азот.

Так же многофункциональный робототехнический комплекс может быть снабжен:

блоком 33 управления подачей струи, соединенным с системой 16 процессного управления;

подсистемой 34 орошения перекрытий производственных помещений (объектов) с учетом температуры нагрева несущих конструкций, соединенной с системой 16 процессного управления;

блоком 35 оптимизации параметров пеногенерирующей установки, соединенным с устройством 12 управления и датчиками положения управляемых дисковых затворов и управляемых задвижек 27;

системой 36 предупредительного мониторинга и системой 37 блиц-мониторинга, соединенными с устройством 14 цифровой обработки сигнала;

системой 38 удаленного доступа диагностики неисправностей, корректировки базы данных и регистрации событий, соединенной с устройством 12 управления;

блоком 39 адаптивного управления пожаротушения, соединенным с системой 16 процессного управления;

системой 40 контроля концентрации газов, соединенной через сетевой контроллер 11 с устройством 12 управления, к которой подключены газоанализаторы 41.

Многофункциональный комплекс в одном из вариантов исполнения снабжен устройством 12 управления, установленным на автоматизированном рабочем месте и соединенным с блоками 10 коммутации на роботизированных установках 2 пожаротушения по каналу 42 связи, например, RS-485, через сетевой контроллер 11 и через приемно-контрольное устройство 17 с пожарными извещателями 18, а устройство 14 цифровой обработки сигнала соединено двухканальной телевизионной связью 43 (видео-канал и ИК-канал) с устройством 13 обнаружения загорания и теленаблюдения, с видеоконтрольным устройством 15 и системой 16 процессного управления, которое соединено с устройством 12 управления. Также комплекс снабжен блоком 44 управления, участками 45 распылительной сети, оросителями 46 направленного действия. Переносные азотно-водяные установки пожаротушения содержат лафетные стволы 47 с эжектированием жидкого азота, которые доставляются к месту пожара и подключаются пожарными рукавами к ближайшему пожарному крану 48 на пожарном водопроводе 1.

Работа многофункционального робототехнического комплекса предупредительного мониторинга, обнаружения возгораний и управления пожаротушением производственных объектов осуществляется следующим образом. При появлении на объекте защиты нагретых до температуры воспламенения зон, например, в результате неисправных приборов, система 36 предупредительного мониторинга по программе распознавания зон тепловыделения с учетом заранее введенного в программу оцифрованного местоположения вероятных теплоносителей (кабельные трассы, электроприборы, выключатели, технологическое оборудование и др.), передает информацию на устройство 12 управления, которое подает команды на ближайшие роботизированные установки 2 пожаротушения по их наведению на выделенную зону тепловыделения и передает оператору круглосуточного дежурства на видеоконтрольное устройство 15 информацию об аварийном состоянии участка зоны наблюдения и вероятном источнике тепловыделения.

Устройство 12 управления через сетевой контроллер 11 соединено также с системой 40 контроля концентрации газов, к которой подключены газоанализаторы 41.

Например, водород (H_2) с молярной массой $M = 2$ г/моль, значительно легче воздуха, поэтому он будет подниматься в верхнюю часть помещения, поэтому газоанализаторы 41 должны быть установлены вблизи потолочного перекрытия. Их расстановка и количество должно соответствовать нормативам по установке сигнализаторов и газоанализаторов контроля дозврывоопасных и предельно допустимых концентраций химических веществ в воздухе производственных помещений, но не менее 1 датчика на 100 м^2 .

В этой связи объект защиты также находится под непрерывным контролем газоанализаторов 41.

Известно, что аварийные ситуации на турбогенераторах, связанные с разгерметизацией газомасляной системы и последующими значительными утечками горючего турбинного масла и водорода могут развиваться по граничным сценариям "взрыв - пожар" или "пожар - взрыв". По первому пути развития пожара, при разрушении масляного уплотнения вала генератора возникает высокотемпературный (выше 2000°C) факел горения водорода с маслом, а по второму - наиболее вероятной причиной взрыва является накопление водорода в верхней точке машинного зала при значительной его утечке.

Водород при смеси с воздухом образует взрывоопасную смесь, так называемый гремучий газ. Взрывоопасные концентрации водорода с воздухом возникают при объемном отношении от 4% - нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР). Довзрывная концентрация (ДВК) содержания водорода в воздухе рабочей зоны контролируется 2-мя порогами сигнализации: первый порог - предупредительный - 0,4 об.% (10% НКПР) и второй порог - аварийный - 0,8 об.% (20% НКПР).

При срабатывании первого предупредительного порога сигнализации информация от системы 40 контроля концентрации газов через сетевой контроллер 11 поступает в устройство 12 управления и далее передается оператору круглосуточного дежурства, который принимает меры по устранению утечки газа. При срабатывании второго аварийного порога сигнализации устройство 12 управления подает команду на ближайшие роботизированные установки 2 пожаротушения по их наведению на зону повышенной концентрации газа по месту расположения сработавшего газоанализатора 41. Роботизированные установки 2 пожаротушения подают распыленную воду сканированием по площади заданной зоны для разряжения концентрации газа.

В целях определения и контроля работоспособности всех элементов многофункционального робототехнического комплекса устройство 12 управления комплексом соединено с системой 38 удаленного доступа диагностики неисправностей.

При подготовке к работе в базу данных устройства 12 управления через систему 38 удаленного доступа диагностики неисправностей вносятся базовые параметры: конфигурация объекта с координатами местоположения роботизированных установок 2 пожаротушения, расход Q роботизированных установок 2 пожаротушения, интенсивность орошения i_n , минимальная площадь орошения $S_{\text{мин}}$. В соответствии с действующими нормами, например, см. СП 485.1311500.2020. Эти данные направляются в блок 33 управления подачей струи, в котором по расчетным формулам сравниваются текущие и нормируемые параметры, производится их регулирование, определяется шаг сканирования струи по площади в зависимости от дальности подачи ОТВ для наиболее эффективного тушения.

В дежурном режиме, защищаемый объект находится под постоянным контролем пожарных извещателей 18, и периодически контролируется устройством 13 обнаружения загорания и теленаблюдения, установленными на роботизированных установках 2 пожаротушения, перемещаемых по заданной программе. Одновременно все элементы многофункционального робототехнического комплекса тестируются по программе поиска неисправностей системой 38 удаленного доступа диагностики неисправностей. Данные токовых нагрузок, контрольных положений, давления воды и др. при отклонении параметров от установленных значений регистрируются и направляются по защищенным каналам связи на пульт оператора круглосуточного дежурства.

При возникновении очага загорания срабатывают пожарные извещатели 18, и приемно-контрольное устройство 17 подает сигнал "Тревога" на устройство 12 управления, которое включает многофункциональный робототехнический комплекс в режим поиска очага возгорания с применением роботизированных установок 2 пожаротушения и направляет управляющие сигналы по каналу 42 связи на блоки 10

коммутации роботизированных установок 2 пожаротушения для поиска очага возгорания. Приводами 4, 5 вертикального и горизонтального наведения лафетные стволы 3 перемещаются в заданных секторах защищаемой ими зоны.

Для повышения быстродействия поиска включается система 37 блиц-мониторинга. Весь защищаемый объект распределяется на зоны поиска для каждой роботизированной установки 2 пожаротушения. При таком распределении производится одновременный мониторинг по фиксированным зонам для всего защищаемого объекта. Мониторинг осуществляется перемещением роботизированных установок 2 пожаротушения в горизонтальной плоскости в заданной зоне при фиксированной установке устройства 13 обнаружения загорания и теленаблюдения в вертикальной плоскости. Для оптимизации поиска роботизированные установки пожаротушения, например, перемещаются от краев защищаемого сектора на встречу друг другу. При перемещении устройства 13 обнаружения загорания и теленаблюдения идентифицируют очаги возгорания и при их наличии после цифровой обработки информации и определения угловых координат сведения отправляются в устройство 12 управления.

По результатам мониторинга со всех роботизированных установок 2 пожаротушения устройство 12 управления определяет очаг возгорания, выбирает две роботизированные установки 2 пожаротушения, расположенные оптимально близко к очагу возгорания, и направляет их на очаг возгорания. После наведения очаг возгорания будет находиться в фокусе устройства 13 обнаружения загорания и теленаблюдения, что позволяет получить более точные координаты, которые по каналу 43 двухканальной телевизионной связи через устройство 14 цифровой обработки сигнала поступают на устройство 12 управления.

По результатам поступившей информации устройство 12 управления формирует управляющие сигналы по каналу 42 связи о координатах загорания на соответствующие блоки 10 коммутации и подает команду "запуск" в систему 16 процессного управления, а также подает технологические команды в блок 44 управления на запуск пеногенерирующей установки 19, открытие управляемого дискового затвора 21 по пене с приводом, на перевод пожарного насадка 6 в позицию пена для увеличения проходного сечения, на отключение вентиляции и др. Компрессионная пена по пенному трубопроводу 20 поступает в роботизированные установки 2 пожаротушения, которые формируют и направляет струю компрессионной пены. Могут также быть задействованы участки 45 распылительной сети и через управляемые задвижки 27 ручные пожарные стволы и оросители 46 направленного действия, пожарные краны 26, установленные на пенном трубопроводе 20. Сигналы об их открытии поступают от датчиков 28 положения в блок 35 оптимизации параметров пеногенерирующей установки, которая регулирует расход и давление компрессионной пены в зависимости от суммарного расхода потребителей и задаваемой кратности пены. Наведение струи роботизированной установкой 2 пожаротушения на очаг возгорания ведется с учетом баллистических данных струи в зависимости от угла возвышения ствола и давления в сети, в соответствии с алгоритмом наведения струи по заданным координатам по программе «Баллистика». Корректировка угла возвышения струи производится устройством 12 управления по данным датчика 8 давления на лафетном стволе 3, которые поступают через блок 10 коммутации по каналу 42 связи через сетевой контроллер 11.

Тушение пожара ведется с учетом меняющейся оперативной обстановки по информации от устройства 12 управления с применением блока 39 адаптивного управления пожаротушения. В начальной стадии до площади пожара $S_n=12 \text{ м}^2$ тушение производится в повторно-кратковременном режиме, при котором время тушения t_T не менее:

$$t_T > .\text{макс} = 60 \text{ с,}$$

по истечении которого тушение останавливается и включается режим поиска очага возгорания.

При выявлении не затушенного очага возгорания или появлении нового очага уточняются координаты очагов и производится их тушение. После повторного тушения роботизированные установки 2 пожаротушения переходят в режим поиска очага возгорания до истечения нормативного времени тушения в соответствии с группой защищаемого помещения. При обнаружении нескольких очагов тушится больший очаг по площади. Если обнаруженные очаги находятся в пределах одной площади размером 12 м^2 , то производится тушение по всей этой площади. При обнаружении нескольких очагов тушится больший очаг по площади. При тушении очага возгорания одной роботизированной установкой 2 пожаротушения с соседних ведется контроль за развитием пожара. Если очаг возгорания выходит за пределы зоны тушения, то ведется корректировка наведения роботизированной установки 2 пожаротушения по новым координатам. Если очага возгорания не обнаружено на всех устройствах 13 обнаружения загорания и теленаблюдения, то тушение останавливается и все роботизированные установки 2 пожаротушения переходят в режим мониторинга.

Если пожар возникает на участке защищаемого помещения вне зоны действия роботизированных установок 2 пожаротушения, например, в теневых (локальных) зонах, не доступных для струи роботизированных установок 2 пожаротушения, то по информации от устройств 13 обнаружения загорания и теленаблюдения, стационарно установленных в этой зоне, поступающей по двухканальной телевизионной связи 43, устройством 14 цифровой обработки сигнала идентифицирует загорание, определяет его координаты и передает информацию в устройство 12 управления. По полученным данным о координатах площади возгорания устройство 12 управления определяет соответствующий этой зоне распылитель 29

и/или малогабаритную роботизированную установку пожаротушения (на схеме не показана), и по каналу 42 связи подает команду на устройство 30 управления распылителями на принудительный пуск выбранного распылителя 29 и на включение малогабаритной роботизированной установки. При вскрытии выбранного распылителя 29 пена от пенного трубопровода 20 через участки распылительной сети 45 поступает на распылитель 29 и производит тушение очага возгорания.

Информация о возгорании на объекте передается дежурному оператору на пункт круглосуточного дежурства. На экране видеоконтрольного устройства 15 видеoinформация по двухканальной телевизионной связи 43 от устройства 13 обнаружения загорания и теленаблюдения после цифровой обработки очага загорания в устройстве 14 цифровой обработки сигнала, появляется в виде изображения очага загорания, выделенного в рамке. Дежурный, получая оперативную видеoinформацию, может взять управление на себя, перейдя в дистанционный режим.

Дополнительно для проведения объективной разведки в особо опасных аварийных местах, в том числе для поиска людей (пострадавших) в зоне воздействия опасных факторов пожара, при угрозе взрыва и обрушения конструкций, а также в условиях тушения пожаров, сопровождаемых радиационными или химическими авариями, возможно эффективно применять малогабаритную мобильную роботизированную установку 22 пожаротушения с автономной системой радио или проводного управления.

По команде оператора малогабаритная мобильная роботизированная установка 22 пожаротушения, используя систему маршрутной навигации, перемещается к ближайшему водозаборному устройству в виде водозапорного клапана с подвижным седлом 25 на пенном трубопроводе 20, расположенному в зоне загорания, паркуется к нему и телескопическим манипулятором 23 стыкует с ним пожарный рукав 24 с соединительной головкой.

После подключения к трубопроводу малогабаритная мобильная роботизированная установка 22 пожаротушения направляется непосредственно в зону пожара, где производит мониторинг с определением координат и площади возгорания и производит тушение строчным сканированием струи по площади очага или защиту (охлаждение) технологического оборудования и несущих конструкций в локальных зонах.

При необходимости малогабаритная мобильная роботизированная установка 22 пожаротушения осуществляет разведку в условиях возникновения и развития радиационных и химических аварий на объектах защиты. При этом вся работа малогабаритной мобильной роботизированной установки 22 пожаротушения может корректироваться оператором в дистанционном режиме.

Для эффективного подавления низовых пожаров возможно использовать также переносные азотно-водяные установки пожаротушения на базе лафетных стволов 47 с эжектированием жидкого азота, которые доставляются к месту пожара и подключаются пожарными рукавами к ближайшему пожарному крану 48 на пожарном водопроводе 1. При подаче воды лафетным стволом 47 с эжектированием жидкого азота струю направляют на очаг горения, при этом по вакуумному трубопроводу 31 из емкости 32 эжектируется жидкий азот, формирующий азотно-водяную смесь. В контакте с водой в результате интенсивного кипения за счет резкого испарения азота и разбрызгивания воды, образуется белый туман, стелющийся по поверхности. Его объем в 700 раз превышает объем жидкого азота. Над очагом загорания создается устойчивая обескислороженная область, изолированная на время подачи ОТВ от проникновения кислорода из окружающей среды, с высокими охлаждающими показателями от действия воды и азота, что способствует быстрому и эффективному тушению пожара.

В условиях развития пожаров в машинных залах АЭС, при горении масла на отметке обслуживания турбины, несущие конструкции ферм покрытий подвергаются интенсивному воздействию теплового излучения и тепловых потоков, с высокой динамикой нагрева конструкций.

По сигналу о пожаре при горении турбинного масла и подтверждении сигнала оператором круглосуточного дежурства, управляющий сигнал направляется на устройство 12 управления, и роботизированные установки 2 пожаротушения с использованием устройств 13 обнаружения загорания и теленаблюдения производят мониторинг ферм покрытия машинного зала в зоне обнаружения очага пожара. При появлении нагретых зон с температурой $T < 100^{\circ}\text{C}$ система 36 предупредительного мониторинга по программе распознавания зон тепловыделения с учетом заранее введенного в программу оцифрованного местоположения несущих конструкций, передает информацию на устройство 12 управления, которое подает команды на ближайшие роботизированные установки 2 пожаротушения по их наведению на выделенную зону нагрева, на подсистему 34 орошения перекрытий машинных залов с контролем температуры нагрева несущих конструкций и на запуск насосной станции. Открываются управляемые дисковые затворы 7, и вода по пожарному водопроводу 1 подается к роботизированным установкам 2 пожаротушения, которые производят охлаждение нагретых зон сканирующими струями воды.

Через установленные интервалы времени подача воды останавливается, и производится температурный контроль. При появлении в контролируемой охлаждаемой зоне несущих конструкций участков с повышенной температурой $T > 100^{\circ}\text{C}$, определяемой по месту срабатывания термокабеля, установочного на фермах перекрытия (не показано), интенсивность орошения увеличивается за счет подключения резервных роботизированных установок 2 пожаротушения. При появлении информации о приближении к критической температуре $T > 300^{\circ}\text{C}$, устройство 12 управления подает сигнал оператору круглосуточ-

ного дежурства о необходимости введения дополнительных средств для создания более высокой интенсивности орошения на аварийном участке.

Предложенный многофункциональный робототехнический комплекс предупредительного мониторинга, обнаружения возгораний и управления пожаротушением производственных объектов с применением технологии тушения компрессионной пеной, ее адресной доставкой по воздуху на очаг возгорания в любую точку защищаемого пространства в радиусе действия струи, с расширенными функциональными возможностями, основанными на цифровых программируемых системах, дополненным другими системами мониторинга и пожаротушения, интегрированными в общую систему управления защитой объекта, является эффективным автоматическим и дистанционно управляемым средством борьбы с пожарами и авариями, позволяющим предупредить о возможности возгорания или аварийной ситуации на защищаемом объекте до их возникновения, а при обнаружении пожаров в ранней стадии, направить на него мощный поток компрессионной пены, при развитии пожара предотвратить обрушение конструкции перекрытия производственных объектов.

В отличие от известных, в предложенном многофункциональном робототехническом комплексе используются технологии пожаротушения компрессионной пеной с применением роботизированных установок 2 пожаротушения. Также в многофункциональный комплекс дополнительно интегрированы:

- малогабаритные роботизированные установки пожаротушения (на схеме не показано);
- малогабаритные мобильные роботизированные установки 22;
- распылители 29 с принудительным пуском;
- оросители 46 направленного действия;
- переносные азотно-водяные установки пожаротушения;
- пожарные краны 26 с применением ручных стволов.

Кроме того функциональные возможности многофункционального робототехнического комплекса расширены за счет применения блока 35 оптимизации параметров пеногенерирующей установки по расходу и давлению, блока 33 управления подачей струи, подсистемы 34 орошения перекрытий машинных залов с учетом температуры нагрева несущих конструкций, системы 36 предупредительного мониторинга, системы 37 блиц-мониторинга и системы 38 удаленного доступа диагностики неисправностей, блок 39 адаптивного управления пожаротушения.

Эти отличительные особенности комплекса позволяют существенно повысить пожарную безопасность защищаемого объекта, обеспечить мониторинг обстановки и немедленное обнаружение возгорания, а самое главное, высвободить персонал охраняемого объекта и личный состав пожарной охраны от нахождения и работ по тушению в зонах воздействия опасных факторов пожара таких как пламя, тепловой поток, дым, химически опасные вещества, возможное поражение электротоком, воздействие ионизирующего излучения, и, как следствие, устранить или минимизировать риски для их жизни и здоровья.

В то же время многофункциональный робототехнический комплекс способен значительно повысить эффективность тушения одного или нескольких очагов пожаров, уменьшить расход и, соответственно, количество используемых ОТВ, а при развитии пожара предотвратить обрушение несущих конструкций перекрытий,кратно снизить материальный ущерб и затраты на восстановление капитальных сооружений после его тушения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Многофункциональный робототехнический комплекс предупредительного мониторинга, обнаружения возгораний и управления пожаротушением производственных объектов, содержащий насосную станцию, подключенный к ней пожарный водопровод, соединенные с пожарным водопроводом по крайней мере две роботизированные установки пожаротушения, включающие лафетный ствол с приводами вертикального и горизонтального наведения, пожарный насадок с приводом изменения угла распыливания струи, установленный на входе перед лафетным стволом управляемый дисковый затвор с приводом, установленный на выходе лафетного ствола перед насадком датчик давления и переносной пульт управления, соединенные с блоком коммутации на входе, а на его выходе через сетевой контроллер с устройством управления, установленное на лафетном стволе устройство обнаружения загорания и теленаблюдения, соединенное с устройством цифровой обработки сигнала, выход которого соединен с видеоконтрольным устройством и системой процессного управления, соединенными, в свою очередь, с устройством управления, которое соединено через приемно-контрольное устройство с пожарными извещателями, отличающийся тем, что комплекс снабжен пеногенерирующей установкой, соединенной с роботизированными установками пожаротушения пенным трубопроводом, дополнительными резервными трубопроводами для подачи воды и компрессионной пены, соединенными с роботизированными установками пожаротушения, установленным на пенном трубопроводе перед входом в лафетный ствол дополнительным управляемым дисковым затвором с дополнительным приводом, соединенным с блоком коммутации, а пожарный насадок выполнен с возможностью осуществления подачи воды и компрессионной пены с регулируемой концентрацией и расходом.

2. Многофункциональный комплекс по п.1, отличающийся тем, что он снабжен датчиками положения управляемых дисковых затворов, установленных на водопроводе и пенном трубопроводе.

3. Многофункциональный комплекс по п.1, отличающийся тем, что он дополнительно снабжен по крайней мере одной подключенной к водопроводу и пенному трубопроводу и соединенной с устройством управления малогабаритной роботизированной установкой пожаротушения, установленной в проходе и/или в зоне, не охватываемой роботизированными установками пожаротушения.

4. Многофункциональный комплекс по п.1, отличающийся тем, что он дополнительно снабжен по крайней мере одной подключенной к пенному трубопроводу малогабаритной мобильной роботизированной установкой пожаротушения, включающей автономную систему управления и телескопический манипулятор, стыкующий пожарный рукав с соединительной головкой с водозапорными клапанами с подвижным седлом.

5. Многофункциональный комплекс по п.1, отличающийся тем, что он дополнительно снабжен подключенными к пенному трубопроводу пожарными кранами с ручными стволами и управляемыми задвижками, оборудованными датчиками положения.

6. Многофункциональный комплекс по п.1, отличающийся тем, что он дополнительно снабжен автоматической системой водяного или пенного пожаротушения, оборудованной распылителями с принудительным пуском и связанной с устройством управления распылителями и устройством обнаружения загорания и теленаблюдения.

7. Многофункциональный комплекс по п.1, отличающийся тем, что он дополнительно снабжен подключаемыми дополнительными пожарными рукавами к пожарному водопроводу переносными азотноводяными установками пожаротушения, включающими эжектор жидкого азота, соединенный вакуумным трубопроводом с емкостью, содержащей жидкий азот.

8. Многофункциональный комплекс по п.1, отличающийся тем, что он дополнительно снабжен блоком управления подачей струи, соединенным с системой процессного управления.

9. Многофункциональный комплекс по п.1, отличающийся тем, что он снабжен подсистемой орошения перекрытий производственных помещений с учетом температуры нагрева несущих конструкций, соединенной с системой процессного управления.

10. Многофункциональный комплекс по п.1, отличающийся тем, что он дополнительно снабжен блоком оптимизации параметров пеногенерирующей установки, соединенным с устройством управления и датчиками положения управляемых дисковых затворов и управляемых задвижек.

11. Многофункциональный комплекс по п.1, отличающийся тем, что он снабжен системой предупредительного мониторинга и системой блиц-мониторинга, соединенными с устройством цифровой обработки сигнала.

12. Многофункциональный комплекс по п.1, отличающийся тем, что он снабжен системой удаленного доступа диагностики неисправностей, корректировки базы данных и регистрации событий, соединенной с устройством управления.

13. Многофункциональный комплекс по п.1, отличающийся тем, что он снабжен блоком адаптивного управления пожаротушения, соединенным с системой процессного управления.

14. Многофункциональный комплекс по п.1, отличающийся тем, что он снабжен системой контроля концентрации газов, соединенной через сетевой контроллер с устройством управления, к которой под-

ключены газоанализаторы.

