



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21F 1/00 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020117313, 14.05.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.05.2020

Дата регистрации:
05.02.2021

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 14.05.2020

(45) Опубликовано: 05.02.2021 Бюл. № 4

Адрес для переписки:
191002, Санкт-Петербург, ул. Большая
Московская, 2, ОАО "НИПИИ
"Ленметрогипротранс", Лебедеву М.О.

(72) Автор(ы):
Данилов Андрей Игоревич (RU),
Сиваков Иван Анатольевич (RU),
Чижигов Владимир Петрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Открытое акционерное общество
"Научно-исследовательский,
проектно-изыскательский институт
"Ленметрогипротранс" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2471074 C2, 27.12.2012. RU
2332574 C1, 27.08.2008. RU 2594025 C1,
10.08.2016. RU 2645042 C1, 15.02.2018. RU
2648137 C1, 22.03.2018. EA 24966 B1, 30.11.2016.
SE 467791 B, 14.09.1992.

(54) Способ удаления дыма при пожаре в двухпутном перегонном тоннеле метрополитена

(57) Реферат:

Изобретение относится к строительству объектов метрополитена, а более конкретно к системам противодымной защиты при пожарах в двухпутных перегонных тоннелях метрополитена. Достижимый технический результат - исключение возможности обтекания и затекания дымовых газов за открытые клапаны дымоудаления и их распространение по транспортному тоннелю метрополитена при различной мощности очагов пожара и уклона тоннеля. Способ включает в себя обнаружение очага пожара в тоннеле с помощью автоматической системы сигнализации, автоматическое открывание клапанов дымоудаления вентиляционного канала, включение в работу вентиляторов дымоудаления для продуктов горения из тоннеля наружу через вентиляционный канал. При этом клапаны дымоудаления размещены в перекрытии,

разделяющем тоннель на вентиляционный канал и транспортный отсек. Клапаны дымоудаления выполняются поперечными, имеющими длину, равную ширине вентиляционного канала, а расстояние между соседними клапанами дымоудаления выбираются на основе предварительно установленных корреляционных зависимостей, полученных путем обработки данных численного эксперимента, в зависимости от прогнозируемой мощности пожара и расхода дымоудаления на один клапан при условии ограничения зоны задымления расстоянием между клапанами. При этом при возникновении очага пожара автоматически открываются только два клапана дымоудаления вентиляционного канала, положение которых определяется в зависимости от значения уклона участка двухпутного перегонного тоннеля, на котором возник пожар. 2 з.п. ф-лы, 2 ил.

RU 2 742 390 C1

RU 2 742 390 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E21F 1/00 (2020.08)

(21)(22) Application: **2020117313, 14.05.2020**

(24) Effective date for property rights:
14.05.2020

Registration date:
05.02.2021

Priority:

(22) Date of filing: **14.05.2020**

(45) Date of publication: **05.02.2021** Bull. № 4

Mail address:

**191002, Sankt-Peterburg, ul. Bolshaya
Moskovskaya, 2, OAO "NIPII
"Lenmetrogiprotrans", Lebedevu M.O.**

(72) Inventor(s):

**Danilov Andrej Igorevich (RU),
Sivakov Ivan Anatolevich (RU),
Chizhikov Vladimir Petrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Nauchno-issledovatel'skij, proektno-izyskatel'skij
institut "Lenmetrogiprotrans" (RU)**

(54) **SMOKE REMOVAL METHOD IN CASE OF FIRE IN DOUBLE-TRACK SUBWAY TUNNEL**

(57) Abstract:

FIELD: construction.

SUBSTANCE: invention relates to construction of underground facilities, and more specifically to smoke protection systems in case of fires in metro double-track subway tunnels. Proposed method comprises detection of fire area in tunnel by means of automatic alarm system, automatic opening of vent channel smoke removal valves, smoke exhaust fans activation for combustion products from tunnel to outside through ventilation channel. At the same time smoke removal valves are installed in the ceiling, dividing the tunnel into the ventilation channel and transport compartment. Smoke removal valves are made transverse, having length equal to width of ventilation channel, and the distance between the adjacent smoke removal valves is selected based on the previously established

correlation relationships obtained by processing the numerical experiment data, depending on the predicted power of fire and the smoke removal rate per one valve subject to the smoke area restriction by the distance between the valves. At that, in case of fire centre, only two ventilation flue vent valves are automatically opened, the position of which is determined depending on the slope value of the section of double-track ferry tunnel on which a fire occurred.

EFFECT: technical result is elimination of the possibility of flue gas flowing over and flowing past the open smoke exhaust valves and their spreading along the transport tunnel of the subway at different capacity of the fire centres and the tunnel slope.

3 cl, 2 dwg

Изобретение относится к строительству объектов метрополитена, а более конкретно к системам противодымной защиты при пожарах в двухпутных перегонных тоннелях метрополитена.

5 Одним из основных требований при строительстве тоннелей метрополитена является обеспечение условий безопасной эвакуации пассажиров и персонала при возникновении пожара в двухпутном перегонном тоннеле.

Известен способ дымоудаления для автодорожных тоннелей, при котором в случае возникновения пожара в тоннеле автоматически закрываются клапаны и отключаются вентиляторы с целью прекращения подачи свежего воздуха к очагу возгорания, а для 10 удаления образующихся при пожаре продуктов горения открываются клапаны канала дымоудаления и включаются вентиляторы дымоудаления, работающие в режиме вытяжки дыма из тоннелей.. При этом дым из тоннеля поступает в два, присоединенных к основному, канала в которых расположены очистные установки с последующим выбросом в атмосферу (Патент РФ №2225511, опубл. от 10.03.2004, Бюл. №7).

15 Известна полупоперечная схема дымоудаления автодорожных тоннелей, включающая систему обнаружения зоны пожара, клапаны дымоудаления, автоматически открывающиеся в зоне пожара, и струйные вентиляторы, создающие воздушные потоки в направлении очага пожара с предотвращения распространения дыма по тоннелю (Guidelines for Emergency Ventilation Smoke Control in Roadway Tunnels. Jacobs Engineering, 20 New York, NY, 80 P. ISBN 978-0-309-44611-2, DOI 10.17226/24729).

Недостатком этого технического решения является то, что в условиях метрополитена (в особенности при двухпутных перегонных тоннелях) технически невозможна организация движения воздушных потоков пожара с необходимой скоростью в транспортном отсеке со стороны станций в направлении очага пожара.

25 Известен способ дымоудаления на станциях метрополитена с двухпутными тоннелями, когда удаление продуктов горения осуществляют через верхний вентиляционный канал, ограничивая распространение продуктов горения по объектам метрополитена, при этом вентиляционные каналы, расположенные над путями за пределами габаритов подвижного состава, с площадью сечения вентиляционного канала над платформой 30 $F=14 \text{ м}^2$ имеет равномерно расположенные вентиляционные отверстия площадью 4 м^2 (Патент РФ №2645942, опубл. от 15.02.2018, Бюл. №5).

Известен способ вентиляции двухпутных перегонных тоннелей, включающий в себя круглогодичную подачу наружного воздуха в двухпутный тоннель по приточной вентиляционной шахте, расположенной на станции, и удалении тоннельного воздуха 35 (в том числе продуктов горения при пожаре) из двухпутного тоннеля через вытяжные вентиляционные шахты, вентиляционный канал, расположенный в верхней части тоннеля, клапаны, связывающие центральную часть вентиляционного канала с тоннелем, перепускающие воздух в тоннель с возможностью организации его движения по нему в противоположенных направлениях (Патент РФ №2594025, опубл. от 10.08.2016, Бюл. 40 №22).

Недостатком этого технического решения является то, что основной его целью является обеспечение температурного режима в тоннеле и, как следствие, недостаточная эффективность удаления продуктов горения, при пожаре и тоннеле, также указанный 45 способ не учитывает особенности профиля тоннеля.

Известен способ удаления дыма из тоннелей, включающий в себя обнаружение очага пожара в тоннеле с помощью специальных датчиков, установленных вдоль рельсовых путей или на борту поезда, автоматическое открывание клапанов дымоудаления вентиляционного канал, расположенного в верхней части по всей ширине тоннеля,

вблизи от очага пожара и включение в работу вентиляторов дымоудаления для удаления дымовых газов из тоннеля наружу через вентиляционный канал, при этом клапаны дымоудаления выполнены в виде воздушных клапанов в отверстиях перекрытия, разделяющего вентиляционный канал и транспортный тоннель, и которые, будучи открытыми, соединяют внутреннюю часть вентиляционного канала с внутренней частью транспортного тоннеля (Патент РФ №2471074, опубл. от 27.12.2012, Бюл. №36).

Недостатком данного технического решения является то, что выполнение клапанов дымоудаления в виде отверстий перекрытия воздушными клапанами создает возможность обтекания и затекания дымовых газов от пожара за открытые клапаны и их распространение по транспортному тоннелю при различной мощности очагов задымления и пожара, а также отсутствие определения алгоритма открывания клапанов в зависимости от уклона тоннеля.

Технический результат, получаемый при реализации предлагаемого изобретения заключается в исключении возможности обтекания и затекания дымовых газов за открытые клапаны дымоудаления и их распространение по транспортному тоннелю метрополитена при различной мощности очагов пожара, а также уклона тоннеля, что обеспечивает ограничение зоны распространения опасных факторов пожара в течение времени необходимого для эвакуации людей из тоннеля и начала работ по локализации и тушению пожара.

Для достижения данного технического результата в предлагаемом способе удаления дыма при пожаре в двухпутном перегонном тоннеле метрополитена, включающим в себя обнаружение очага пожара в тоннеле с помощью автоматической системы сигнализации, автоматическое открывание клапанов дымоудаления вентиляционного канала, включение в работу вентиляторов дымоудаления для продуктов горения из тоннеля наружу через вентиляционный канал, при этом клапаны дымоудаления размещены в перекрытии, разделяющим тоннель на вентиляционный канал и транспортный отсек, согласно изобретения, клапаны дымоудаления выполняются поперечными, имеющими длину равную ширине вентиляционного канала, а расстояние между соседними клапанами дымоудаления выбираются на основе предварительно установленных корреляционных зависимостей, полученных путем обработки данных численного эксперимента, в зависимости от прогнозируемой мощности пожара и расхода дымоудаления на один клапан при условии ограничения зоны задымления расстоянием между клапанами, при этом при возникновении очага пожара автоматически открываются только два клапана дымоудаления вентиляционного канала, положение которых определяется в зависимости от значения уклона участка двухпутного перегонного тоннеля, на котором возник пожар.

Корреляционная зависимость для определения расстояния между соседними клапанами дымоудаления в диапазоне изменения мощности пожара от 4 до 12 МВт и диапазоне изменения расхода дымоудаления для одного клапана от 15 до 45 м³×с⁻¹ имеет следующее выражение:

$$L = -357,54 + 7,405636 \times Q^2 + 0,191798 \times V^2 + 60,43008 \times Q + 17,2177 \times V - 4,7301671 \times Q \times V,$$

где L - расстояние между клапанами дымоудаления, м; Q - мощность пожара, МВт;

V - расход дымоудаления для одного клапана, м³×с⁻¹.

Клапаны дымоудаления вентиляционного канала, автоматически открывающиеся в зависимости от значения уклона участка двухпутного перегонного тоннеля, включаются в работу при возникновении пожара по следующему алгоритму, при расположении очага пожара на участке с уклоном 0,5% открываются два клапана,

между которыми расположен очаг пожара, а при расположении очага пожара на участке с уклоном более 0,5% открываются два клапана вверх по уклону от очага пожара.

Введение в предлагаемый способ удаления дыма при пожаре в двухпутном перегонном тоннеле метрополитена клапанов дымоудаления, выполненных поперечными и имеющих длину равную ширине вентиляционного канала, расстояние между которыми выбираются на основе предварительно установленных корреляционных зависимостей, полученных путем обработки данных численного эксперимента, в зависимости от прогнозируемой мощности пожара и расхода дымоудаления на один клапан при условии ограничения зоны задымления расстоянием между клапанами, при этом при возникновении очага пожара автоматически открываются только два клапана дымоудаления вентиляционного канала, положение которых определяется в зависимости от значения уклона участка двухпутного перегонного тоннеля, на котором возник пожар, позволяет получить новое свойство, заключающееся в исключении возможности прохождения фронта дымового слоя за пределы зоны открытых клапанов дымоудаления вне зависимости от мощности пожара и уклона тоннеля за счет того, что, во-первых, поперечные клапаны дымоудаления имеют длину равную ширине вентиляционного канала, соответственно, и ширине двухпутного тоннеля, что при заданной мощности пожара и принятом расходе дымоудаления на один клапан обеспечивает условия удаления в зоне ограниченной расстоянием между клапанами, и, во-вторых, клапана дымоудаления вентиляционного канала включаются в работу при возникновении пожара по следующему алгоритму: при расположении очага пожара на участке с уклоном до 0,5% открываются два клапана, между которыми расположен очаг пожара; при расположении очага пожара на участке с уклоном более 0,5% открываются два клапана вверх по уклону от очага пожара, что в итоге, ограничивает зону распространения опасных факторов пожара в течение времени, необходимого для эвакуации людей из тоннеля и начала работ по тушению пожара.

Предлагаемый способ удаления дыма при пожаре в двухпутном перегонном тоннеле метрополитена может быть осуществлен в описываемом ниже устройстве, которое поясняются чертежами фиг. 1 (схема задымления двухпутного перегонного тоннеля с поперечным расположением клапанов дымоудаления с различными углами уклона, соответственно а) и б)), фиг. 2 (поперечное сечение двухпутного перегонного тоннеля), где:

- 1 - двухпутный перегонный тоннель;
- 2 - транспортный отсек двухпутного перегонного тоннеля;
- 3 - вентиляционный канал;
- 4 - открытые клапаны дымоудаления;
- 5 - закрытые клапаны дымоудаления;
- 6 - плита перекрытия, разделяющего тоннель на вентиляционный канал и транспортный тоннель;
- 7 - очаг пожара;
- 8 - первый рельсовый путь;
- 9 - второй рельсовый путь;
- 10 - клапан дымоудаления.

Предлагаемый способ удаления дыма при пожаре в двухпутном перегонном тоннеле метрополитена осуществляют в указанном устройстве следующим образом.

Двухпутный перегонный тоннель метрополитена 1 содержит транспортный отсек 2

и вентиляционный канал 3, которые разделяет плита перекрытия 6.

В перекрытии 6 установлены клапаны дымоудаления, 10 (фиг. 2), которые в открытом состоянии соединяют внутреннюю часть вентиляционного канала 3 с внутренней частью транспортного отсека 2 и которые в закрытом состоянии отделяют внутреннюю часть вентиляционного канала 3 и внутреннюю часть транспортного отсека 2 с помощью открывающих/закрывающих устройств. Клапаны дымоудаления 10 выполнены в поперечном исполнении и имеют длину равную ширине вентиляционного канала 3. Частным случаем клапанов дымоудаления 10 являются открытые клапаны дымоудаления 4 и закрытые клапаны дымоудаления 5.

При обнаружении очага пожара 7 системой обнаружения пожара (не изображено) закрываются все клапаны вентиляционного канала, определяется зона возникновения пожара и автоматически открываются клапаны дымоудаления в соответствии со следующим алгоритмом: при расположении очага пожара на участке с уклоном до 0,5% открываются два клапана 10 (открытые клапаны 4) между которыми расположен очаг пожара 7 (фиг. 1, а); при расположении очага пожара на участке с уклоном более 0,5% открываются два клапана 10 (открытые клапана 4) вверх по уклону от очага пожара 7 (фиг. 1, б). Остальные клапаны дымоудаления 10 находятся в закрытом состоянии (закрытые клапана 5). Таким образом, продукты горения удаляются из транспортного отсека 2 через открытые клапаны дымоудаления 4, поступают в вентиляционный канал 3 и далее по вентиляционному тракту дымоудаления (наружу).

Расстояние между поперечными клапанами дымоудаления 10 выбирается по предварительно установленным корреляционным зависимостям, которые гарантируют то, что в заданных пределах прогнозируемой мощности пожара и расхода дымоудаления на один клапан будет достигнуто условие ограничения зоны задымления расстоянием между клапанами (при уклоне участка тоннеля до 0,5%) и расстоянием от очага пожара до второго включенного клапана (при уклоне участка тоннеля более 0,5%). В частном случае, зависимость расчета расстояния между поперечными клапанами дымоудаления 10 от мощности и пожара и расхода дымоудаления на один клапан при условии ограничения зоны задымления имеет следующее выражение:

$$L = -357,54 + 7,405636 \times Q^2 + 0,191798 \times V^1 + 60,43008 \times Q + 17,2177 \times V - 4,7301671 \times Q \times V,$$

где L - расстояние между клапанами дымоудаления, м;

Q - мощность пожара, МВт;

V - расход дымоудаления для одного клапана, м³×с⁻¹.

Приведенное выражение для расчета расстояния между поперечными клапанами дымоудаления 10 справедливо, если:

- диапазон изменения мощности пожара Q=4...12 МВт определяется минимальным значением для сценария пожара стационарного источника (кабели, оборудование) и максимальным значением при пожаре электровоза (вагона поезда);

- диапазон изменения расхода дымоудаления для одного клапана V=15..45 м³×с⁻¹ выбран исходя из реальных возможностей существующего вентиляционного оборудования.

Приведенная выше формула является результатом обработки данных численного эксперимента и применима только в указанном диапазоне значений параметров.

Источники информации

1. Патент РФ №2225511, опубл. от 10.03.2004, Бюл, №7.

2. Guidelines for Emergency Ventilation Smoke Control in Roadway Tunnels. Jacobs Engineering, New York, NY, 80 P. ISBN 978-0-309-44611-2, DOI 10.17226/24729.

3. Патент РФ №2645942, опубл. от 15.02.2018, Бюл. №5.
4. Патент РФ №2594025, опубл. от 10.08.2016, Бюл. №22.
5. Патент РФ №2471074, опубл. от 27.12.2012, Бюл. №36 - прототип.

(57) Формула изобретения

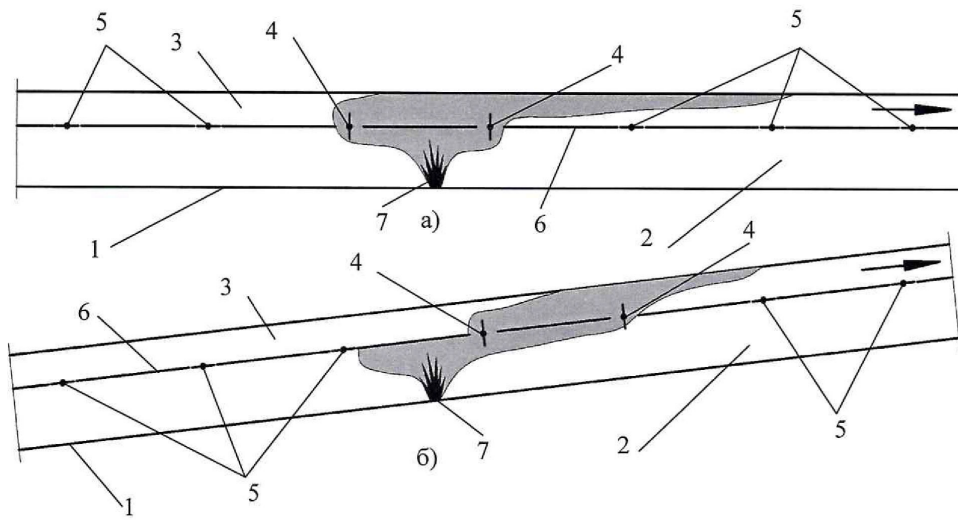
1. Способ удаления дыма при пожаре в двухпутном перегонном тоннеле метрополитена, включающий в себя обнаружение очага пожара в тоннеле с помощью автоматической системы сигнализации, автоматическое открывание клапанов дымоудаления вентиляционного канала, включение в работу вентиляторов дымоудаления для продуктов горения из тоннеля наружу через вентиляционный канал, при этом клапаны дымоудаления размещены в перекрытии, разделяющем тоннель на вентиляционный канал и транспортный отсек, отличающийся тем, что клапаны дымоудаления выполняются поперечными, имеющими длину, равную ширине вентиляционного канала, а расстояние между соседними клапанами дымоудаления выбираются на основе предварительно установленных корреляционных зависимостей, полученных путем обработки данных численного эксперимента, в зависимости от прогнозируемой мощности пожара и расхода дымоудаления на один клапан при условии ограничения зоны задымления расстоянием между клапанами, при этом при возникновении очага пожара автоматически открываются только два клапана дымоудаления вентиляционного канала, положение которых определяется в зависимости от значения уклона участка двухпутного перегонного тоннеля, на котором возник пожар.

2. Способ удаления дыма при пожаре в двухпутном перегонном тоннеле метрополитена по п. 1, отличающийся тем, что корреляционная зависимость для определения расстояния между соседними клапанами дымоудаления в диапазоне изменения мощности пожара от 4 до 12 МВт и диапазоне изменения расхода дымоудаления для одного клапана от 15 до 45 м³×с⁻¹ имеет следующее выражение:

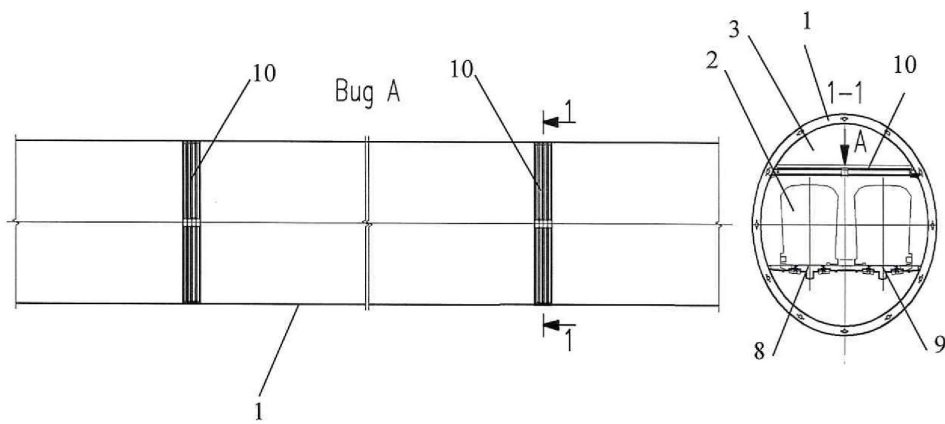
$$L = -357,54 + 7,405636 \times Q^2 + 0,191798 \times V^2 + 60,43008 \times Q + 17,2177 \times V - 4,7301671 \times Q \times V,$$

где L - расстояние между клапанами дымоудаления, м; Q - мощность пожара, МВт; V - расход дымоудаления для одного клапана, м³×с⁻¹.

3. Способ удаления дыма при пожаре в двухпутном перегонном тоннеле метрополитена по п. 1, отличающийся тем, что клапаны дымоудаления вентиляционного канала, автоматически открывающиеся в зависимости от значения уклона участка двухпутного перегонного тоннеля, включаются в работу при возникновении пожара по следующему алгоритму: при расположении очага пожара на участке с уклоном до 0,5% открываются два клапана, между которыми расположен очаг пожара, а при расположении очага пожара на участке с уклоном более 0,5% открываются два клапана вверх по уклону от очага пожара.



Фиг.1



Фиг.2.