

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **17202**

(13) **С1**

(46) **2013.06.30**

(51) МПК

E 21F 1/00 (2006.01)

E 21F 3/00 (2006.01)

(54) **СПОСОБ РЕВЕРСИВНОЙ ТОННЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ
МЕТРОПОЛИТЕНОВ С ЧАСТИЧНОЙ РЕЦИРКУЛЯЦИЕЙ
ВОЗДУХА**

(21) Номер заявки: а 20110115

(22) 2011.01.28

(43) 2012.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Кашеев Владимир Петрович; Жидович Иван Станиславович; Кашеева Ольга Владимировна; Сорокин Владимир Николаевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) SU 1090884 А, 1984.

SU 1093822 А, 1984.

SU 1588874 А1, 1990.

SU 1335712 А1, 1987.

SU 605983, 1978.

SU 711300, 1980.

(57)

1. Способ реверсивной тоннельной вентиляции метрополитена с частичной рециркуляцией воздуха, при котором подают наружный приточный воздух в перегонные тоннели метрополитена через перегонные вентиляционные шахты, вентиляционные камеры и нижние вентиляционные тоннели посредством вентиляторов перегонных вентиляционных установок, после чего осуществляют последующую принудительную вытяжку отработанного воздуха на поверхность вентиляторами станционных вентиляционных установок, при этом часть отработанного воздуха охлаждают в испарительной зоне теплового насоса до выделения конденсата, разделяют на жидкую и газообразную фракции, газовую фракцию очищают, смешивают с наружным приточным воздухом и затем подают в перегонные тоннели метрополитена, а жидкую фракцию удаляют.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что указанная часть отработанного воздуха составляет от 7 до 20 % от общего количества удаляемого воздуха.

3. Способ по п. 1 или 2, **отличающийся** тем, что указанную часть отработанного воздуха охлаждают до температуры 5-7 °С.

Изобретение относится к вентиляции тоннельных сооружений, к созданию нормальных условий для пассажиров и обслуживающего персонала метрополитена.

Опыт эксплуатации метрополитенов показывает, что на самочувствие пассажиров и работоспособность обслуживающего персонала существенно влияют гигиенические условия, а также состояние воздушной среды и микроклимата в тоннелях и сооружениях метрополитена. Установлено, что основными вредностями в метрополитене являются тепло, влага и двуокись углерода, выделяющиеся в тоннелях от трансформации энергии, затрачиваемой на движение поездов и работу оборудования, от жизнедеятельности пассажиров и обслуживающего персонала, а также различные газы, которые могут попасть в тоннель с наружным воздухом, из грунтов, коммуникаций, пересекающих тоннели и рядом с ними расположенных. Кроме того, вредностями метрополитена является пыль, образующаяся в

ВУ 17202 С1 2013.06.30

тоннелях и поступающая туда с вентиляционным воздухом, масляный туман и микробиологическая обсемененность воздуха. Как правило, наружный воздух, подаваемый в тоннели, не обрабатывается (из-за больших затрат на этот процесс). Температура и влажность воздуха влияют на сохранность и безаварийность работы технологического оборудования метрополитена. Относительная влажность воздуха более 75 % и его температура выше 35 °С неблагоприятно сказываются на сохранности и надежности работы электротехнического оборудования. В летний период при большой влажности и высокой температуре наружного воздуха во избежание появления конденсата на внутренних поверхностях тоннелей и станций может появиться необходимость в осушении наружного воздуха и в устройстве местных подогревов электротехнического оборудования [1].

Известен способ обогрева ствола шахты для предотвращения обмерзания ствола шахты в зимнее время [2]. Для этого подаваемый в ствол шахты атмосферный воздух пропускают через калорифер, где воздух нагревается отработанным воздухом, выходящим из шахты.

Недостатками способа являются большие затраты электроэнергии и невозможность регулирования состава подаваемого в тоннели воздуха и его влажности.

Известен способ работы (и устройство для его реализации) шахтной холодильной установки [3], включающей компрессор, конденсатор, дроссельное устройство, испаритель, канал подачи наружного воздуха, систему подачи холодоносителя и воздухоохладительные аппараты, размещенные в глубоких горизонтах шахты. Тепло, удаляемое из шахты, сбрасывается в окружающую среду. Сейчас подобная теплообменная установка носит название "тепловой насос".

Недостатками способа являются большие затраты электроэнергии и невозможность регулирования состава подаваемого в тоннели воздуха и его влажности.

Известен способ работы (и устройство для его реализации) шахтной холодильной установки [4], включающей компрессор, конденсатор, дроссельное устройство, испаритель, канал подачи наружного воздуха, систему подачи холодоносителя и воздухоохладительные аппараты, размещенные в глубоких горизонтах шахты. В зимний период для предотвращения обмерзания ствола шахты наружный воздух на входе подогревают в конденсаторе теплового насоса.

Недостатками способа являются большие затраты электроэнергии и невозможность регулирования состава подаваемого в тоннели воздуха и его влажности.

Известен способ регулирования теплового режима тоннелей метрополитена [5]. В нем свежий воздух с поверхности нагнетают в районе центральной сбойки в тоннели перегона метрополитена. Боковыми сбойками и станциями тоннели метрополитена разбиваются на отдельные контуры с равным тепловыделением, где циркуляционный воздух воспринимает теплоту, выделившуюся поездами и другими источниками. В боковых сбойках в холодильных установках циркуляционный воздух охлаждают до температуры, с которой он попал в данный циркуляционный контур. Смешиваясь с приточным воздухом, он охлаждает его, приводя тем самым к нормализации климатических условий. Исходящий воздух отсасывают через подплатформенное пространство станций и подходные тоннели и по шахтам выводят на поверхность.

Недостатком способа является невозможность регулирования состава подаваемого в тоннели воздуха. Кроме вредных веществ из наружного воздуха, геологические породы тоннелей могут "дышать" - выделять какие-то газы, которые остаются в циркуляционном контуре.

Известен способ реверсивной тоннельной вентиляции метрополитенов с частичной рециркуляцией воздуха [6] (прототип), заключающийся в подаче наружного приточного воздуха в тоннели метрополитена через перегонные вентиляционные шахты, вентиляционные камеры и нижние вентиляционные тоннели посредством вентиляторов перегонных вентиляционных установок с последующей принудительной вытяжкой отработанного воздуха на поверхность вентиляторами станционных вентиляционных установок, при

этом часть отработанного воздуха через дополнительные вентиляционные тоннели подают в перегонную вентиляционную шахту, смешивают с наружным приточным воздухом и вновь подают в перегонные тоннели.

Способ реверсивной тоннельной вентиляции состоит в том, что в теплый период года наружный воздух для вентиляции метрополитена забирается стационарными вентиляционными установками через станционные шахты или каналы, расположенные в лотковой части наклонных эскалаторных тоннелей, и подается на станцию. Со станции воздух поступает в перегонные тоннели, поглощая выделяющееся там тепло. При этом воздухом поглощаются избытки влаги и газовыделения. Нагретый воздух перегонными вентиляционными установками через перегонные вентиляционные шахты выбрасывается наружу. В холодный период года систему вентиляции реверсируют и наружный воздух для вентиляции метрополитена забирают с поверхности перегонными вентиляционными установками, через перегонные стволы шахт подают в перегонные тоннели, а затем на станции, тем самым охлаждают грунты, окружающие тоннели, нагревают воздух отработанным теплом и стационарными вентиляционными установками выбрасывают его на поверхность.

Недостатком прототипа является недостаточно стабильный температурный и влажностный режим воздуха в тоннелях и на станциях метрополитена, вызванный резкими изменениями температуры и влажности наружного воздуха в течение года и суток.

Задачей изобретения является стабилизация температурного и влажностного режимов атмосферы метрополитена при его работе, создание комфортных условий для пассажиров и обслуживающего персонала, уменьшение влияния вредных веществ, вносимых наружным воздухом, уменьшение энергетических затрат на обслуживание помещений метрополитена.

Задача достигается в способе реверсивной тоннельной вентиляции метрополитена с частичной рециркуляцией воздуха, при котором подают наружный приточный воздух в перегонные тоннели метрополитена через перегонные вентиляционные шахты, вентиляционные камеры и нижние вентиляционные тоннели посредством вентиляторов перегонных вентиляционных установок, после чего осуществляют последующую принудительную вытяжку отработанного воздуха на поверхность вентиляторами станционных вентиляционных установок, при этом часть отработанного воздуха охлаждают в испарительной зоне теплового насоса до выделения конденсата, разделяют на жидкую и газообразную фракции, газовую фракцию очищают, смешивают с наружным приточным воздухом и затем подают в перегонные тоннели метрополитена, а жидкую фракцию удаляют. Причем указанная часть отработанного воздуха составляет от 7 до 20 % от общего количества удаляемого воздуха и ее (указанную часть отработанного воздуха) охлаждают до температуры 5-7 °С.

Отбираемое тепло после повышения его температурного уровня в испарительной зоне теплового насоса используется для отопления, горячего водоснабжения и вентиляции сооружений и оборудования метрополитена, в холодный период часть тепла используется для создания тепловой завесы входных устройств метрополитена, в зимний период часть тепла подают в приточные вентиляционные шахты и в порталы, соединяющие закрытую трассу метрополитена с открытой, в зимний период отбирается максимальное количество воздуха, а в летний - минимальное.

Исследования показали, что если охладить воздух до точки росы, то есть до той температуры, когда вода переходит в жидкую фазу, то основные вредные вещества, содержащиеся в воздухе, переходят в конденсат. Таким образом, часть воздуха, которую смешивают с поступающим в метрополитен атмосферным воздухом, не содержит основных вредных веществ метрополитена - тепла и влаги, наружный же воздух кроме них может дополнительно содержать еще и пыль, масляный туман, жидкие и твердые продукты промышленных выбросов, выхлопные газы автомобильного транспорта. Поэтому добавление в атмосферный воздух, поступающий в метрополитен, части очищенного воздуха со стабильными температурой и влажностью, приводит к уменьшению колебаний этих параметров во времени, к созданию комфортных условий для пассажиров, обслуживающего персонала и работы

ВУ 17202 С1 2013.06.30

оборудования. Если часть отбираемого воздуха составляет меньше 7 %, то эффект от этого приема становится незначительным. При отбираемой и возвращаемой части, большей 20 %, на самочувствии пассажиров и обслуживающего персонала начинает сказываться уменьшение концентрации в воздухе метрополитена кислорода и увеличение количества углекислоты. Возвращаемую в систему вентиляции часть удаляемого отработанного воздуха (рециркулирующий воздух) охлаждают до 5-7 °С с целью перевода вредных примесей в конденсат. При охлаждении до более низкой температуры при переменных режимах возможно образование твердой фазы, что ухудшает процесс работы теплового насоса и нейтрализацию вредных примесей с последующей транспортировкой нейтрализованных продуктов в канализацию. При охлаждении использованного воздуха до температуры, большей 7 °С, часть вредных примесей остается в газообразном состоянии и поступает в свежий приточный воздух, что нежелательно. Так как тепло у части рециркулирующего воздуха отбирают в испарительной зоне теплового насоса, то потенциал тепла повышается до нужного уровня и это тепло может быть использовано для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения сооружений и оборудования метрополитена. Благодаря этому экономится энергия, которую надо было затратить для этих целей. В холодный период часть этого тепла может быть использована для создания тепловой завесы входных устройств метрополитена. Для предотвращения обледенения в зимний период часть этого тепла может быть подана в приточные вентиляционные шахты и в порталы, соединяющие закрытую трассу метрополитена с открытой. Это уменьшает энергозатраты метрополитена. В связи с тем что в зимний период возрастает требуемое количество теплоты, в этот период отбирается максимальное количество воздуха, а в летний - минимальное.

Таким образом, задача изобретения - стабилизация температурного и влажностного режимов атмосферы метрополитена при его работе, создание комфортных условий для пассажиров и обслуживающего персонала, уменьшение влияния вредных веществ, вносимых наружным воздухом, уменьшение энергетических затрат на обслуживание помещений метрополитена достигнута.

Источники информации:

1. Цодиков В.Я. Вентиляция и теплоснабжение метрополитенов. - М.: Недра, 1975. - С. 29-30.
- 2 А.с. СССР 64099, МПК Е 21F 3/00, 1944.
3. Щербань А.М. и Ягельский А.Н. Кондиционирование рудничного воздуха. - Углетехиздат, 1956. - С. 171-172.
4. А.с. СССР 592991, МПК Е 21F 3/00, 1978.
5. А.с. СССР 1567793, МПК Е 21F 3/00, 1990.
6. А.с. СССР 1090884, МПК Е 21F 1/00, 1984.