



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1627723

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее свидетельство на изобретение:

"Способ регулирования теплового режима железнодорожных тоннелей в зимний период"

Заявитель: ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ ИМ. Г. В. ПЛЕХАНОВА
И ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
"ЛЕНМЕТРОГИПРОТРАНС"

Автор (авторы): Гендлер Семен Григорьевич, Беспалов
Станислав Евгеньевич, Горшков Юрий Максимович, Соколов
Валерий Анатольевич и Куковский Эдуард Михайлович

Заявка №

4656091

Приоритет изобретения

27 февраля 1989 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Союза ССР

15 октября 1990 г.

Председатель Комитета

Начальник отдела

Ю. В. Семен
Зинин



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1627723** **A1**

(51)5 E 21 F 3/00, 1/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- 1
- (21) 4656091/03
(22) 27.02.89
(46) 15.02.91. Бюл. № 6
(71) Ленинградский горный институт им. Г.В.Плеханова и Ленинградский государственный проектно-изыскательский институт транспортного строительства "Ленметрогипротранс"
(72) С.Г.Гендлер, С.Е.Беспалов, Ю.М.Горшков, В.А.Соколов и Э.М.Юшковский
(53) 622.445 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1141204, кл. E 21 F 1/00, 1983.
Авторское свидетельство СССР № 1090886, кл. E 21 F 3/00, 1982.
(54) СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД
(57) Изобретение относится к горному делу и предназначено для проветривания железнодорожных тоннелей (ЖТ) в условиях сурового климата. Цель изобретения - сокращение энергетических затрат на подогрев воздуха. Под действием поршневого эффекта от движущих-

2

ся поездов и под действием естественной тяги в ЖТ подают наружный воздух. К одному из порталов (П) ЖТ при отсутствии движения поездов подают подогретый до положительной т-ры воздух и отводят его наружу через другой П. При этом до подачи подогретого воздуха определяют направление движения воздуха по ЖТ под действием естественной тяги. Часть воздуха из сечения ЖТ с положительной т-рой забирают из ЖТ и подают к П, через который осуществляется подача наружного воздуха в ЖТ. Затем эту часть воздуха подогревают, подают в ЖТ и смешивают с наружным воздухом, поступившим в ЖТ. Расстояние $l_{сб}$ от П, к которому подают подогретый воздух, до места забора воздуха из ЖТ определяют по приведенной в описании зависимости. Величина $l_{сб}$ увеличивается с понижением т-ры воздуха, подаваемого в ЖТ поездом при поршневом эффекте т.е, что определяет необходимость ее изменения при различных т-рах наружного воздуха. 1 з.п.ф-лы, 1 ил.

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано для проветривания железнодорожных тоннелей в условиях сурового климата.

Цель изобретения - сокращение энергетических затрат на подогрев воздуха.

На чертеже изображена схема, реализующая способ.

Способ регулирования теплового режима железнодорожных тоннелей в зимний период включает подачу наружного воздуха в тоннель под действием поршневого эффекта от движущихся поездов и под действием естественной тяги, подачу нагретого до положительной температуры воздуха к одному из порталов тоннелей при отсутствии движения по-

(19) **SU** (11) **1627723** **A1**

ездов в тоннеле и отвод загрязненного воздуха через другой портал тоннеля. При этом перед подачей подогретого до положительной температуры воздуха к одному из порталов определяют направление движения воздуха по тоннелю под действием естественной тяги. Затем часть воздуха из сечения тоннеля с положительной температурой воздуха

забирают из тоннеля и подают к порталу, через который осуществляется подача наружного воздуха в тоннель. Затем подогревают эту часть воздуха и подают ее в тоннель. Причем расстояние от портала, к которому подают подогретый воздух, до места забора воздуха из тоннеля определяют из следующего выражения:

$$l_{сб} = \frac{860 \cdot C_b \cdot P_b Q}{\alpha U} \ln^{0,8} \left(1 - \frac{t_H}{T_H} \right), \quad (1)$$

где Q - количество воздуха, поступающее в тоннель при поршневом действии поезда, $\text{м}^3/\text{с}$;

U - периметр тоннеля, м ;

α - коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

ρ_B - плотность воздуха, определяемая при температуре $0,5 t_H$, $\text{кг}/\text{м}^3$;

t_H - температура воздуха, подаваемого в тоннель поездом при поршневом эффекте, $^\circ\text{C}$;

T_H - средняя температура обделки тоннеля на момент захода поезда в тоннель, $^\circ\text{C}$;

C_b - эффективная теплоемкость воздуха, $\text{кДж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$;

$C_b = 1 + 2,5 \varphi (0,004 t_H + 0,25) \frac{0,101}{P_b}$;

φ - влажность воздуха, доли ед;

P_b - барометрическое давление, МПа .

Кроме того, воздух из сечения тоннеля с положительной температурой воздуха подают к порталу, имеющему по сравнению с другим порталом меньшую высотную отметку относительно уровня моря.

Величина $l_{сб}$ увеличивается с понижением температуры t_H , что определяет необходимость ее изменения при различных температурах наружного воздуха.

Схема вентиляции включает железнодорожный тоннель 1, портал 2, имеющий минимальную высотную отметку относительно уровня моря, портал 3, штольню 4, сбойки, расположенные вблизи порталов 5, сбойки 6, ствол 7, подходную 8, вентиляторы ВМ-12 9, калориферы 10, вентилятор ВОМД-24 11, эжекционные устройства 12, регулирующие заслонки 13, дополнительный калорифер 14, вентиляционную дверь 15.

В зимний период воздух под действием естественных факторов перемеща-

ется по железнодорожному тоннелю от одного портала к другому. Если при этом преобладающее влияние оказывает гравитационная составляющая естественной тяги, то движение воздуха происходит от нижнего к более высокому portalу, т.е. от портала 2 к portalу 3. На естественное движение воздуха в железнодорожном тоннеле накладывается поршневое действие подвижных средств, при котором также происходит подача наружного воздуха в тоннель, приводящая к многократному увеличению воздухообмена, что усиливает процесс охлаждения пород вокруг тоннеля. С помощью вентиляторов 9 на участке длиной $l_{сб}$, определяемой по формуле (1), осуществляется рециркуляционное движение воздуха. Для этого регулирующая заслонка 13 в сбойке 6, отстоящей на расстояние не меньшее, чем $l_{сб}$ от портала, открывается, сдвигается.

Воздух из сечения тоннеля с положительной температурой воздушной среды подается вентилятором 9 в штольню 4, а затем в сбойку 5 у портала 2 тоннеля 1, где в калорифере 10 осуществляется его подогрев до температуры, обеспечивающей после смешивания этой части воздуха с наружным воздухом положительную температуру вентиляционного потока. В этом случае включенное эжекционное устройство 12 у портала 3 работает в направлении, противоположном движению воздуха по тоннелю 1, снижая тем самым его общее количество. Регулирующие заслонки 13 во всех остальных сбойках 6 закрыты. Также закрыта вентиляционная дверь 15, а вентилятор 11 выключен. Регулирующая заслонка 13 в сбойке 5 у портала 3 открыта настолько, чтобы обеспечить за счет действия гравитацион-

ного портала проветривание левого крыла штольни.

При изменении направления действия естественной тяги, например, от портала 3 к portalу 2, рециркуляция воздуха осуществляется через одну из сбоек 6 и сбойку 5 у портала 3 с помощью установленного в ней вентилятора 9. Подогрев организуется калорифером 10, расположенным в этой сбойке 5. В этом случае работает эжекционная установка 12 на портале 2.

Величины расстояний $l_{сб}$ от портала до сбоек 6, через которые воздух подают в штольню 4, зависят от температуры наружного воздуха. В случае, если понижение температуры столь значительно, что $l_{сб}$ оказывается больше, чем длина тоннеля, то подогрев воздуха, поступающего в штольню 4, осуществляется с помощью дополнительного калорифера 14, установленного в сбойке 6.

Если выполненные измерения свидетельствуют об отсутствии естественной тяги, то с помощью вентилятора 9 воздух из тоннеля 1 необходимо направлять к нижнему portalу 2, где в калорифере 10 осуществляется его подогрев. Это способствует развитию гравитационной составляющей естественной тяги и приводит к движению воздушных масс от портала 2 к portalу 3.

В летний период проветривание тоннеля 1 осуществляется через ствол 7 и подходную 8 с помощью вентилятора 11. При этом вентиляционная дверь 15 открыта, а регулирующие заслонки 13 во всех сбойках 6 закрыты, а в сбойках 5 открыты настолько, чтобы обеспечить минимально необходимый воздухообмен в штольне 4. Эжекционные установки 12 на порталах 2 и 3 тоннеля

1 используются для перераспределения воздуха по крыльям тоннеля.

Пример. Определяют температуру подогрева воздуха, забираемого из тоннеля и подаваемого к одному из порталов, и расстояние от портала до места забора воздуха из тоннеля при температурах наружного воздуха $t_o = -15$ и -30°C . Установлено, что количество воздуха, движущееся по тоннелю за счет действия естественной тяги $Q_o' = 80 \text{ м}^3/\text{с}$, а при влиянии поршневого эффекта $Q_o'' = 250 \text{ м}^3/\text{с}$. Периметр тоннеля 21 с, его длина 7 км. Принято, что коэффициент теплоотдачи составляет $15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, барометрическое давление $0,093 \text{ МПа}$, влажность воздуха $0,8$. Количество воздуха, забираемое из тоннеля, составляет $Q_p = 60 \text{ м}^3/\text{с}$, а необходимая температура тоннельного воздуха после смешения подогретого и наружного воздуха должна быть равна 5°C .

Решение. Определяют температуру подогрева воздуха, забираемого из тоннеля $t_{рец}$. Из формулы имеют

$$t_{рец} = t_n + \frac{Q_o}{Q_p} (t_n - t_o);$$

$$t_{рец} = 5 + \frac{80}{60} (5 + 15) = 32^\circ\text{C};$$

$$t_{рец} = 5 + \frac{80}{60} (5 + 30) = 52^\circ\text{C}.$$

Вычисляют длину. Находят температуру воздуха

$$a) t_n = \frac{32 \cdot 60 - 15 \cdot 250}{310} = -6^\circ\text{C};$$

$$40 \quad б) t_n = \frac{52 \cdot 60 - 30 \cdot 250}{310} = -14^\circ\text{C}.$$

При значениях $t_n = -6$ и -14°C определяют ρ_v и C_v

$$45 \quad a) \rho_v = 1,22 \text{ кг}/\text{м}^3;$$

$$C_v = 1 + 2,5 \cdot 0,8 (-0,004 \cdot 6 + 0,25) \frac{0,101}{0,093} = 1,49 \text{ кДж}/\text{кг } ^\circ\text{C};$$

$$б) \rho_v = 1,34 \text{ кг}/\text{м}^3;$$

$$C_v = 1 + 2,5 \cdot 0,8 (-0,004 \cdot 14 + 0,25) \frac{0,101}{0,093} = 1,42 \text{ кДж}/\text{кг } ^\circ\text{C}.$$

По формуле получают

$$a) l_{сб} = \frac{860 \cdot 1,49 \cdot 1,22 \cdot 250}{15 \cdot 21} \ln^{0,8} \left(1 + \frac{6}{10} \right) = 680 \text{ м};$$

$$б) l_{сб} = \frac{860 \cdot 1,42 \cdot 1,34 \cdot 350}{15 \cdot 21} \ln^{0,8} \left(1 + \frac{14}{10} \right) = 1170 \text{ м}.$$

Применение способа проветривания железнодорожных тоннелей обеспечивает по сравнению с известными способами следующие преимущества: возможность предотвращения обмерзания обделки тоннеля и развития процессов наледообразования; гибкую схему вентиляции при максимальном использовании для проветривания естественных факторов; снижение энергетических затрат на вентиляцию и подогрев воздуха; отсутствие туманообразования в припортальных частях тоннеля.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ регулирования теплового режима железнодорожных тоннелей в зимний период, включающий подачу наружного воздуха в тоннель под действием поршневого эффекта от движущихся поездов и под действием естественной тяги, подачу нагретого до положительной температуры воздуха к одному из порталов тоннеля при отсутствии движения поездов и отвод его наружу через другой портал тоннеля, отличающийся тем, что, с целью сокращения энергетических затрат на подогрев воздуха, перед подачей подогреваемого до положительной температуры воздуха к одному из порталов определяют направление движения воздуха по тоннелю под действием естественной тяги, затем часть воздуха из сечения тоннеля с положительной температурой воздуха забирают из тоннеля и подают к порталу, через который осуществляется подача наружного воздуха в тоннель, затем подогревают эту часть воздуха, подают ее в тоннель и смешивают с наружным воздухом, поступившим в тоннель, причем расстояние

от портала, к которому подают подогреваемый воздух, до места забора воздуха из тоннеля определяют из следующего математического выражения

$$l_{сб} = \frac{860 \cdot C_v \cdot \rho_v Q}{\alpha \cdot U} - l_n^{0,8} \left(1 - \frac{t_n}{T_n}\right),$$

где C_v - эффективная теплоемкость воздуха, кДж/кг °С,

$$C_\theta = 1 + 2,5\varphi (0,004 t_n + 0,25) \frac{0,101}{P_\theta},$$

φ - влажность воздуха, доли ед;

P_θ - барометрическое давление, МПа;

ρ_v - плотность воздуха, определяемая при температуре $0,5 t_n$, кг/м³;

Q - количество воздуха, поступающее в тоннель при поршневом действии поезда, м³/с;

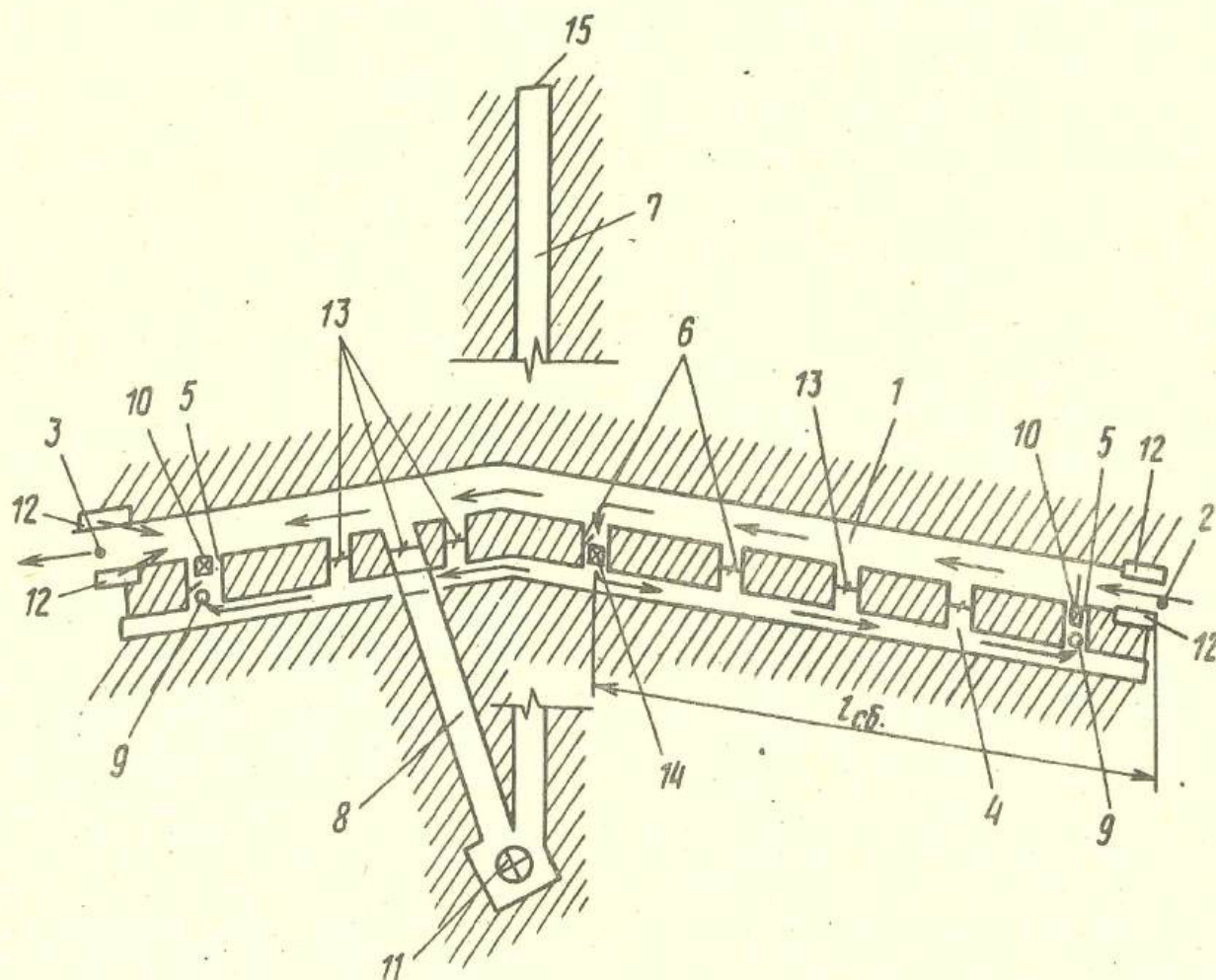
α - коэффициент теплоотдачи, Вт/м²°С;

U - периметр тоннеля, м;

t_n - температура воздуха, подаваемого в тоннель поездом при поршневом эффекте, °С;

T_n - средняя температура обделки тоннеля на момент захода поезда в тоннель, °С.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что, воздух из сечения тоннеля с положительной температурой воздуха подают к порталу, имеющему по сравнению с другим порталом меньшую высотную отметку относительно уровня моря.



Редактор И. Касарда

Составитель Л. Серова
Техред Л. Олийник

Корректор Н. Ревская

Заказ 325

Тираж 278

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101