п. 2995

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ

ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1716164

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

"Способ регулирования теплового режима железнодорожных тоннелей"

Заявитель: ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ ИМ.Г.В.ПЛЕХАНОВА

Автор (авторы): Гендлер Семен Григорьевич, Беспалов Станислав Евгеньевич, Нам Лариса Адольфовна и Соколов Валерий Анатольевич

Заявка № 4704258 Приоритет изобретения 14 июня 1989г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Союза ССР

1 ноября 1991г.

Председатель Комитета Ю.Соколов

Начальник отдела

вх. 27/193

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1716164 A1

(51)5 E 21 F 3/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4704258/03
(22) 14.06.89
(46) 29.02.92. Бюл. № 8
(71) Ленинградский горный институт им. Г.В.Плеханова
(72) С.Г.Гендлер, С.Е.Беспалов, Л.А.Нам и В.А.Соколов
(53) 622.413.4 (088.8)
(56) Цодиков В.Я. Вентиляция и теплоснабжение метрополитенов. М.: Недра, 1975, с. 375.

Авторское свидетельство СССР № 1090886, кл. E 21 F 3/00, 1984.

(54) СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

(57) Изобретение относится к горному делу и может быть использовано для проветривания железнодорожных тоннелей в условиях сурового климата. Цель изобретения – снижение затрат на защиту тоннеля от образования наледей. Это достигается тем, что при отрицательной температуре в весенний период и положительной в осенний прекращают поступление в тоннель наружного воздуха за счет действия естественной тяги, а при положительной температуре наружного воздуха весной и отрицательной осенью осуществляют попеременную подачу воздуха вентиляторами через один или другой портал, причем количество воздуха, подаваемого в тоннель вентиляторами, определяют из математического выражения

$$G=\frac{G_п\,\tau_п}{\tau_1-K\,\tau_п}\left[\left(1+\frac{\tau_1}{\tau_2}\right)\frac{t_ц-t_н}{t'_н-t'_ц}+\frac{\tau_1}{\tau_2}\right]^{-1}-$$

$$-\frac{G_п\,\tau_п}{\tau_2-K\,\tau_п},$$

где $G_п$ – количество воздуха, перемещаемое по тоннелю под действием движущихся поездов, $м^3/с$; $\tau_п$ – длительность поршневого эффекта, создаваемая одним поездом, с; τ_1 и τ_2 – соответственно периоды времени, в течение которых температура наружного воздуха отрицательная весной или положительная весной, с; K – среднее количество поездов, проходящих по тоннелю в обоих направлениях за периоды τ_1 и τ_2; $t'_н$ и $t'_ц$ и $t_н$; $t_ц$ – средние температуры наружного воздуха и воздуха в центральной части тоннеля соответственно за периоды времени τ_1 и $(\tau_1+\tau_2)$, °С. 1 ил.

2

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано для управления тепловым режимом железнодорожных тоннелей в районах с суровыми климатическими условиями.

Известен способ вентиляции железнодорожных тоннелей, основанный на подаче воздуха в один из порталов через щель, обращенную в сторону другого портала, вентиляторами, расположенными в верхней части портала или сбоку от него, и удалении его через другой портал.

К недостаткам этого способа следует отнести значительную сложность предотвращения проникновения в тоннель воздуха с отрицательной температурой в весеннее время и с положительной – осенью, а также невозможность организации эффективной борьбы с образованием наледей в период перепада температур; невозможность гибкого управления теплообменными процес

(19) SU (11) 1716164 A1

сами, протекающими в тоннеле, что создает благоприятные условия для развития процессов наледеобразования.

Известен способ регулирования теплового режима железнодорожных тоннелей, включающий подачу нагретого до положительной температуры воздуха в тоннель по шахтному стволу и отвод его через порталы тоннеля.

Недостатком данного способа является то, что он не обеспечивает безаварийную эксплуатацию тоннелей, так как приводит к созданию условий, благоприятных для роста наледей, а кроме того, связан со значительными затратами энергии.

Наиболее близким к предлагаемому является способ регулирования теплового режима железнодорожных тоннелей, включающий периодическую подачу в тоннель в периоды отсутствия поездов подогретого до положительной температуры воздуха и прекращение его подачи во время нахождения поездов в тоннеле, причем температура и количество подаваемого воздуха определяется по полученным математическим выражениям.

К недостаткам способа следует отнести значительные энергетические затраты, связанные с подогревом холодного наружного воздуха до положительной температуры, а также сложность управления вентиляционным режимом при воздействии на него естественных факторов (разность температур и барометрических давлений воздуха в тоннеле и у его порталов, ветер и т.п.).

Цель изобретения – снижение энергетических затрат на защиту тоннелей от образования наледей.

Цель достигается тем, что согласно способу регулирования теплового режима железнодорожных тоннелей, заключающемуся в периодической подаче в тоннель наружного воздуха вентиляторами через один из порталов и удалении его из тоннеля через другой портал, прекращают поступление в тоннель за счет действия естественной тяги наружного воздуха при его отрицательной температуре в весенний период и положительной в осенний, а при положительной температуре наружного воздуха весной и отрицательной осенью проветривают тоннель то с одного, то с другого портала, причем количество воздуха, подаваемое в тоннель вентиляторами, устанавливают из следующего математического выражения:

$$G=\frac{G_п\,\tau_п}{\tau_1-K\,\tau_п}\left[\left(1+\frac{\tau_1}{\tau_2}\right)\frac{t_ц-t_н}{t'_н-t'_ц}+\frac{\tau_1}{\tau_2}\right]^{-1}-\frac{G_п\,\tau_п}{\tau_2-K\,\tau_п},\ м^3/с,$$

где $G_п$ – количество воздуха, перемещаемое по тоннелю под действием движущихся поездов (поршневого эффекта), $м^3/с$;

K – среднее количество поездов, проходящих по тоннелю в обоих направлениях за периоды времени τ_1 и τ_2;

τ_1, τ_2 – соответственно периоды времени, в течение которых температура наружного воздуха отрицательна весной или положительна осенью и отрицательная осенью или положительная весной, °С;

$\tau_п$ – длительность поршневого эффекта, создаваемого одним поездом, с;

$t'_н$, $t'_ц$ и $t_н$, $t_ц$ – средние температуры наружного воздуха и воздуха в центральной части тоннеля соответственно за периоды времени τ_1 и $(\tau_1+\tau_2)$, °С.

Применение предлагаемого технического решения обеспечит по сравнению с прототипом снижение энергетических затрат на защиту тоннеля от образования наледей.

На чертеже показана принципиальная схема реализации предлагаемого способа. Схема включает тоннель 1, вентиляторы 2, вентиляционные каналы 3 и 4, вентиляционные заслонки 5.

Пример. При положительной температуре наружного воздуха в направлении естественной тяги от портала 1 к порталу 2 вентиляционные каналы 4 на портале 1 открыты, а на портале 2 закрыты вентиляционными заслонками 5. Вентиляционный канал 3 на портале 1 закрыт, а на портале 2 открыт. Вентиляторы 2 включены. Таким образом вентиляционная установка на портале 1 работает в режиме воздушной завесы, а на портале 2 – в режиме вентиляции с подачей воздуха в направлении, противоположном действию естественной тяги. При смене направления естественной тяги вентиляционная установка на портале 1 работает в вентиляционном режиме, а на портале 2 – в режиме завесы. Благодаря этому в период отсутствия поездов предотвращают попадание в тоннель наружного воздуха.

При отрицательной температуре наружного воздуха вентиляционные каналы 4 на обоих порталах закрыты, а вентиляционные каналы 3 открыты. Вентиляторы 2 попеременно включают то на одном, то на другом портале, что обеспечивает подачу наружного воздуха в тоннель, и следовательно, его

интенсивное проветривание и охлаждение обделки.

Количество воздуха G, которое необходимо подавать в тоннель при его отрицательной температуре (период τ_2), должно быть достаточно для компенсации теплоты, вносимой в тоннель в период с положительной температурой (τ_1) поездами ($G_{п1}$).

$$G_{п1} = G_{ср1}\, C_в\, \rho_в\, (t'_н - t'_ц)\, \tau_1, \qquad (1)$$

где $G_{ср1}$ – среднее количество воздуха в тоннеле за период τ_1, м^3/с;

$C_в$ – удельная теплоемкость воздуха, Дж/кг·°С;

$\rho_в$ – плотность воздуха, кг/м^3.

$$G_{ср1} = \frac{G_{пср}\, \tau'_п}{\tau_1}, \qquad (2)$$

где $G_{пср}$ – среднее количество воздуха, перемещаемое по тоннелю под действием одного движущегося поезда, м^3/с;

$\tau'_п$ – длительность поршневого эффекта в период τ_1, с;

$t'_н$, $t'_ц$ – средние температуры наружного воздуха и воздуха в центре тоннеля, в период τ_1, °С.

Количество холода, вносимое в тоннель за период времени τ_2, составляет

$$Q_2 = G_{ср2}\, C_в\, \rho_в\, (t''_ц - t''_н), \qquad (3)$$

где $G_{ср2}$ – среднее количество воздуха в тоннеле за период τ_2, м^3/с;

$t''_н$ и $t''_ц$ – средние температуры наружного воздуха и воздуха в центре тоннеля в период τ_2, °С.

$$G_{ср2} = \frac{G_{пср}\, \tau''_п + G\,(\tau_2 - \tau''_п)}{\tau_2}, \qquad (4)$$

где $\tau''_п$ – длительность поршневого эффекта в период τ_2, с.

Средние температуры наружного воздуха (у порталов тоннеля) и температура в центре тоннеля будут равны

$$t_н = \frac{t'_н\, \tau_1 + t''_н\, \tau_2}{\tau_1 + \tau_2}, \qquad (5)$$

$$t_ц = \frac{t'_ц\, \tau_1 + t''_ц\, \tau_2}{\tau_1 + \tau_2}. \qquad (6)$$

Выразив из равенства (5), (6) температуры воздуха $t''_н$ и $t''_ц$ и подставим их в уравнение (3), получим

$$Q_2 = G_{ср2}\, \rho_в\, C_в[(1 + \tau_1/\tau_2)(t_ц - t_н) - \tau_1/\tau_2\,(t'_ц - t'_н)] \cdot \tau_2 \qquad (7)$$

Приравняв соотношения (1) и (7), найдем величину G

$$G = \frac{G_{пср}\, \tau'_п}{\tau_2 - \tau''_п}\left[\left(1 + \frac{\tau_1}{\tau_2}\right)\frac{t_ц - t_н}{t'_н - t'_ц} + \frac{\tau_1}{\tau_2}\right]^{-1} - \frac{G_{пср}\, \tau''_п}{\tau_2 - \tau''_п}, \qquad (8)$$

Выразив $\tau'_п$ и $\tau''_п$ через длительность поршневого эффекта, создаваемого одним поездом $\tau_п$ и среднее количество поездов K, следующих за периоды τ_1 и τ_2 по тоннелю в обоих направлениях, получим:

$$G = \frac{G_п\, \tau_п}{\tau_2 - K\, \tau_п}\left[\left(1 + \frac{\tau_1}{\tau_2}\right)\frac{t_ц - t_н}{t'_н - t'_ц} + \frac{\tau_1}{\tau_2}\right]^{-1} - \frac{G_п\, \tau_п}{\tau_2 - K\, \tau_п}, \qquad (9)$$

где $G_п$ – среднее количество воздуха, перемещаемое по тоннелю под действием движущихся поездов (интенсивность поршневого эффекта) ($G_п = KG_{п.ср}$).

Аналогичным образом определяется и количество воздуха, которое необходимо подавать вентиляторами в тоннель весной при его положительной температуре.

Например, для организации эффективной борьбы с наледеобразованием осенью при температурах наружного воздуха и в центре тоннеля в теплый период (τ_1 = 10 суток = 8,6 · 10^{5}С) $t'_н$ = + 3°С, $t'_ц$ = + 1°С количество воздуха, перемещаемого по тоннелю под действием движущихся поездов (K = 400, $G_{п.ср}$ = 80 м^3/с $G_п$ = 32000 м^3/с), длительности поршневого эффекта от одного поезда $\tau_п$ = 1200 с, в холодный период (τ_2 = 6 суток = 5,2 · 10^5 с) при $t''_н$ = −3°С (для $t''_ц$ = −2°С) в тоннель необходимо обеспечить подачу 80 м^3/с воздуха.

При тех же исходных данных, но относящихся соответственно к холодному и теплому периодам весной, для обеспечения $t''_ц$ = 2°С ($t''_н$ = 4°С) при $t'_н$ = −4°С и $t'_ц$ = −1°С в тоннель необходимо обеспечить подачу 40 м^3/с воздуха.

Использование предлагаемого способа позволяет предотвратить развитие процессов наледеобразования в осенний и весенний периоды, исключить применение теплотехнических средств для нормализации теплового режима и снизить энергетические затраты на регулирование теплового режима.

Формула изобретения

Способ регулирования теплового режима железнодорожных тоннелей, включающий периодическую подачу в тоннель наружного воздуха вентиляторами через один из порталов, удаление его из тоннеля через другой портал и подачу воздуха в тоннель под действием естественной тяги, отличающийся тем, что, с целью снижения затрат на защиту тоннеля от образования наледей, прекращают поступление в тоннель за счет действия есте-

ственной тяги наружного воздуха при его отрицательной температуре в весенний период и положительной в осенний, а при положительной температуре наружного воздуха весной и отрицательной – осенью осуществляют попеременную подачу воздуха вентиляторами, через один или другой порталы, причем количество воздуха, подаваемого в тоннель вентиляторами, определяют из следующего математического выражения:

$$G=\frac{G_п\,\tau_п}{\tau_1-K\,\tau_п}\left[\left(1+\frac{\tau_1}{\tau_2}\right)\frac{t_ц-t_н}{t'_н-t'_ц}+\frac{\tau_1}{\tau_2}\right]^{-1}-$$

$$-\frac{G_п\,\tau_п}{\tau_2-K\,\tau_п},$$

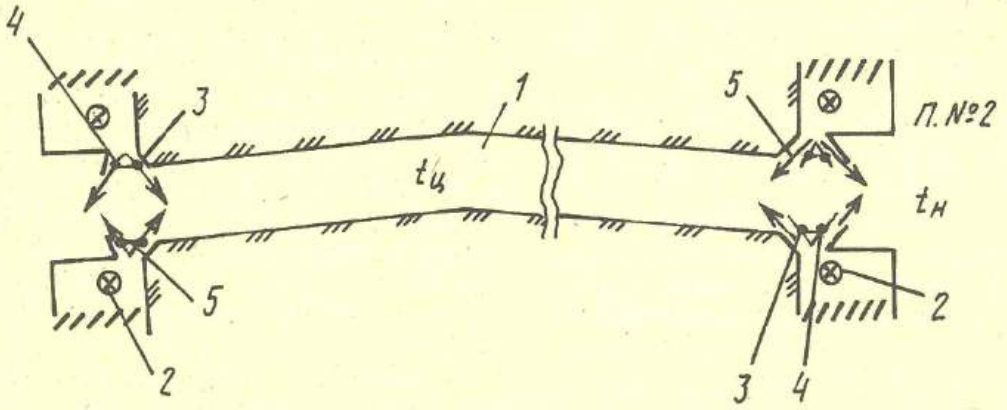
где $G_п$ – количество воздуха, перемещаемое по тоннелю под действием поршневого эффекта движущихся поездов, $м^3/с$;

$\tau_п$ – длительность поршневого эффекта, создаваемая одним поездом, с;

τ_1, τ_2 – соответственно периоды времени, в течение которых температура наружного воздуха отрицательная весной или положительная осенью и отрицательная или положительная весной, с;

K – среднее количество поездов, проходящих по тоннелю в обоих направлениях, за периоды τ_1 и τ_2;

$t'_н$, $t'_ц$ и $t_н$, $t_ц$ – средние температуры наружного воздуха и воздуха в центральной части тоннеля соответственно за периоды времени τ_1 и $(\tau_1+\tau_2)$, °С.



Составитель Л. Серова
Редактор А. Долинич Техред М.Моргентал Корректор Л. Бескид

Заказ 596 Тираж Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

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