

АВАРИЙНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТОННЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ БАЙКАЛЬСКОГО ТОННЕЛЯ

Елена Леонидовна Алферова

Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный пр., 54, младший научный сотрудник, тел. (383)205-30-30, доб. 179, e-mail: alferova_el@mail.ru

Рассмотрены аварийные режимы работы системы вентиляции Байкальского тоннеля при горении поезда в тоннеле. Определена величина пожарно-тепловой депрессии при различном положении поезда в тоннеле. Проведен расчет воздухораспределения при взаимодействии пожарно-тепловой депрессии и механической вентиляции. Определены параметры системы вентиляции, необходимые для выполнения нормативных требований в аварийных ситуациях.

Ключевые слова: воздухораспределение, пожарно-тепловая депрессия, аварийный режим работы вентиляции, тоннель.

EMERGENCY MODES OF BAIKAL TUNNEL VENTILATION SYSTEM

Elena L. Alferova

Chinakal Institute of Mining SB RAS, 54, Krasny Prospect St., Novosibirsk, 630091, Russia, Junior Researcher, phone: (383)205-30-30, extension 179, e-mail: alferova_el@mail.ru

The article considers emergency modes of Baikal tunnel ventilation system in case of train fire in the tunnel. The value of fire thermal depression at different train positions in the tunnel is determined. Air distribution in the interaction of fire thermal depression and mechanical ventilation is calculated. The parameters of ventilation system necessary to meet the regulatory requirements in emergency situations are found.

Key words: air distribution, fire thermal depression, emergency mode of ventilation, tunnel.

Обеспечение безопасной эвакуации пассажиров и персонала состава при пожарах в железнодорожных тоннелях БАМ имеет большую значимость. Она обусловлена ростом пассажиро- и грузоперевозок [1], а также протяженностью тоннелей. Рассматриваемый Байкальский тоннель 6.7 км в длину, имеет один вентиляционный ствол, параллельную тоннелю штольню, соединенную с тоннелем четырнадцатью эвакуационными сбойками, схема тоннеля показана на рис. 1.

Нормативный документ [2] предъявляет к вентиляции следующие требования при возникновении аварийной ситуации в железнодорожном тоннеле:

– скорость на путях эвакуации должна быть не меньше требуемой, определяемой по [3];

– защиту от дыма путей эвакуации (эвакуационных сбоек и сервисного тоннеля) следует осуществлять созданием при пожаре подпора воздуха в тамбур-шлюзах (сбойках) с использованием вентиляционных установок

подпора. Вентиляционная установка, подающая воздух в объем сбойки, должна обеспечивать подпор воздуха не менее 20 Па (при закрытых дверях эвакуационных выходов). Величина подпора воздуха не должна превышать 150 Па. При открытой в тоннель двери скорость воздуха в проеме должна быть не менее 1.3 м/с.

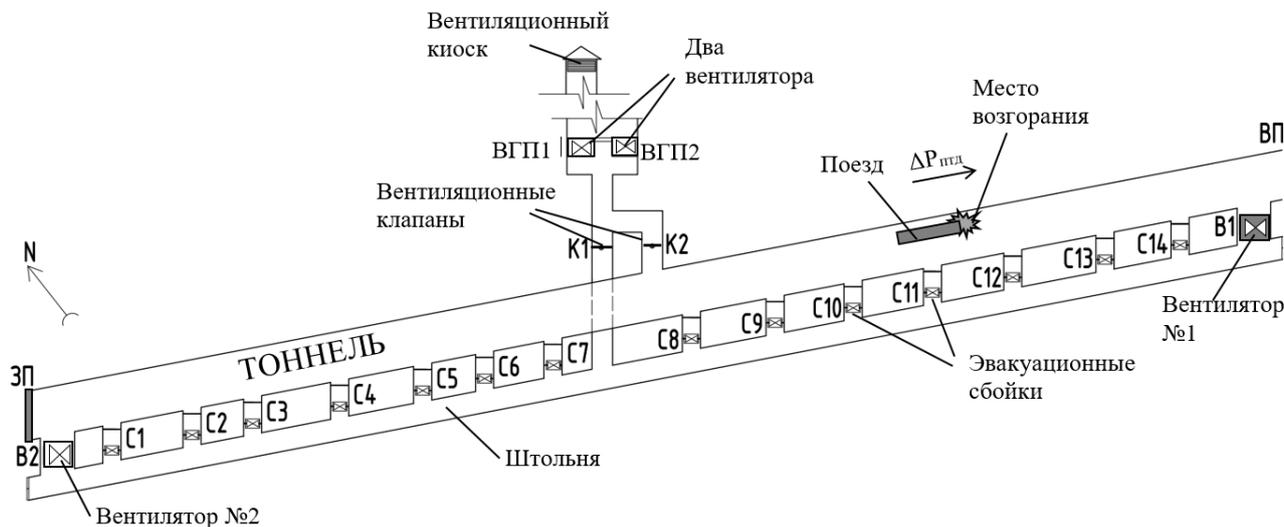


Рис. 1. Схема Байкальского тоннеля:

ЗП, ВП – западный и восточный порталы; С1 – С14 – эвакуационные сбойки № 14; ВГП1, ВГП2 – вентиляторы главного проветривания № 1 и № 2

Схема аварийной работы тоннельной вентиляции зависит от ситуации при возникновении пожара, например, при возгорании первого вагона пассажирского поезда в восточном плече тоннеля (как на рис. 1), эвакуация пассажиров и персонала должна производиться от места возгорания к ближайшим эвакуационным сбойкам против движения поезда (в сбойки С10 и С11 на рис. 1). Подача чистого воздуха навстречу эвакуирующимся будет производиться через вентиляционный ствол вентиляторами главного проветривания. Задымленный воздух будет удаляться через открытый восточный портал, а подпор воздуха в вентиляционные сбойки будет обеспечивать вентилятор № 2 в западной припортальной вентиляционной камере. Всего таких ситуаций (и схем аварийной работы вентиляции) будет десять в зависимости от типа поезда (пассажирский, грузовой), его положения в тоннеле и места возгорания состава (первый, средний или последний вагон) (табл. 1).

В каждой ситуации будет свое значение пожарно-тепловой депрессии (ПТД), ее величина должна учитываться при расчете воздухораспределения, потому что она влияет на направление распространения опасных факторов пожара. На рис. 2 показаны значения ПТД в различных ситуациях. ПТД определялась исходя из времени эвакуации людей от места возгорания в безопасное место и развития пожара при различных условиях и [4-12].

Перечень возможных аварийных ситуаций

№ ситуации	Описание аварийной ситуации	Удаление задымленного воздуха	Подача чистого воздуха навстречу эвакуирующимся
Пассажирский поезд			
1	Возгорание последнего вагона в восточном плече тоннеля*	Через восточный портал	Через вентиляционный ствол в тоннель, по штольне в эвакуационные сбойки
2	Возгорание среднего вагона в восточном плече тоннеля	Не производится на время эвакуации	Через вентиляционный ствол в штольню, из штольни в эвакуационные сбойки
3	Возгорание первого вагона в восточном плече тоннеля	Через вентиляционный ствол	Через восточный портал в тоннель, по штольне в эвакуационные сбойки
4	Возгорание последнего вагона в западном плече тоннеля*	Через вентиляционный ствол	Через западный портал в тоннель, по штольне в эвакуационные сбойки
5	Возгорание среднего вагона в западном плече тоннеля	Не производится на время эвакуации	Через вентиляционный ствол в штольню, из штольни в эвакуационные сбойки
6	Возгорание первого вагона в западном плече тоннеля	Через западный портал	Через вентиляционный ствол в тоннель, по штольне в эвакуационные сбойки
7	Возгорание в восточном плече тоннеля второго вагона поезда, последний вагон которого находится в восточном портале	Не производится на время эвакуации	Через штольню в эвакуационные сбойки
8	Возгорание в западном плече тоннеля первого вагона поезда, остановившегося в западном портале		
Грузовой поезд			
9	Возгорание любого вагона в восточном плече тоннеля	Через восточный портал	Через вентиляционный ствол в тоннель, по штольне в эвакуационные сбойки
10	Возгорание любого вагона в западном плече тоннеля	Через вентиляционный ствол	Через западный портал, по штольне в эвакуационные сбойки

В табл. 2 приведены требования к вентиляционному оборудованию (производительность Q , м³/с, и напор P_{sv} , Па, вентиляторов) в различных ситуациях для обеспечения нормативных требований.

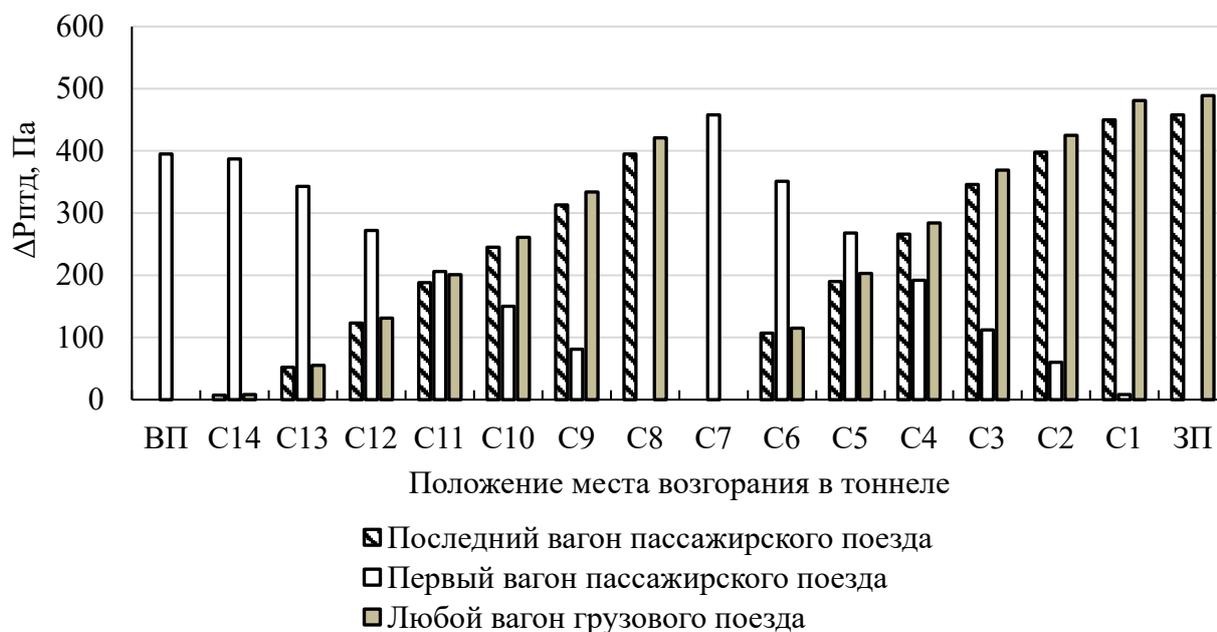


Рис. 2. Величина ПТД, Па, при различных условиях

Таблица 2

Сводные требования к вентиляторам

Ситуация №	Аварийные режимы			
	ВГП1	ВГП2	В1	В2
1	$Q=81.3 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=297 \text{ Па}$	$Q=81.3 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=297 \text{ Па}$	Выкл., шибер закр.	$Q=20 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=37 \text{ Па}$
2	$Q=40 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=330 \text{ Па}$	$Q=40 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=330 \text{ Па}$	$Q=29.9 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=155 \text{ Па}$	Выкл., шибер закр.
3	$Q=89.3 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=1297 \text{ Па}$	$Q=89.8 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=1297 \text{ Па}$	Выкл., шибер закр.	$Q=26 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=420 \text{ Па}$
4	$Q=73.5 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=444 \text{ Па}$	$Q=73.5 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=444 \text{ Па}$	$Q=38.2 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=460 \text{ Па}$	$Q=57 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=195 \text{ Па}$
5	$Q=77.3 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=720 \text{ Па}$	Выкл., шибер закр.	$Q=40.2 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=321 \text{ Па}$	Выкл., шибер закр.
6	$Q=101 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=1222 \text{ Па}$	$Q=101 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=1222 \text{ Па}$	$Q=30.8 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=112 \text{ Па}$	Выкл., шибер закр.
7	Выкл., шибер закр.	Выкл., шибер закр.	Выкл., шибер закр.	$Q=23.4 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=22 \text{ Па}$
8	$Q=54 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=463 \text{ Па}$	Выкл., шибер закр.	Выкл., шибер закр.	Выкл., шибер закр.
9	$Q=113 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=559 \text{ Па}$	Выкл., шибер закр.	Выкл., шибер закр.	$Q=16.9 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=74 \text{ Па}$
10	$Q=132.9 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=1042 \text{ Па}$	Выкл., шибер закр.	$Q=35.3 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=458 \text{ Па}$	$Q=21.4 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{sv}=146 \text{ Па}$

Работа выполнена в рамках научного проекта ФНИ № гос. регистрации АААА-А17-117091320027-5.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В РЖД опровергли слова Ходорковского о низкой скорости грузоперевозок в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gazeta.ru/business/news/2015/06/22/n_7312041.shtml.
2. СП 122.13330.2.12. Тоннели железнодорожные и автодорожные. Актуализированная редакция СНиП 32-04-97 (с Изменением N 1). Введ. 01.01.2013.
3. СП 298.1325800.2017. Системы вентиляции тоннелей автодорожных. Правила проектирования. – Введ. 11.01.2018.
4. ГОСТ 33381-2015 Моторвагонный подвижной состав и вагоны пассажирские локомотивной тяги. Правила расчета и проверки времени эвакуации пассажиров. – Введ. 01.08.2016.
5. Приложение № 18 к Протоколу 60 заседания Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества. Правила технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава. – Введ. 07.05.2014.
6. Приложение № 2 к заданию на проектирование «Предложения Восточно-Сибирской железной дороги и размещенных на ее территории региональных подразделений и центральных дирекций для предпроектных проработок по объекту «Байкальский тоннель на 1007 км перегона Дельбичинда-Дабан Восточно-Сибирской железной дороги». Утв. 24.12.2018 Главным инженером Восточно-Сибирской железной дороги – филиал ОАО «РЖД» Н. Г. Скосырским.
7. Данилов А.И., Сиваков И.А., Пилипенко Н. В., Петров А. В., Костерева П. А. Моделирование пожара пассажирского поезда в железнодорожном тоннеле // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – Том 17.– № 2. – 2017. С. 340–347.
8. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1). – Введ. 01.07.1992.
9. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. Приложение к приказу МЧС России от 30.06.2009 № 382.
10. Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий: Методические рекомендации к СП 7.13130.2013. – Введ. 05.11.2013.
11. Design manual for roads and bridges. Volume 2 – Highway structures design (substructures and special structures) materials. Section 2 – Special structures. Part 9. BD 78/99. Design of road tunnels.
12. Рекомендации по тушению пожаров в железнодорожных тоннелях. Утверждены начальником управления военизированной охраны МПС РФ В.В. Тройниным 26 октября 1994 г. № ЦУОП-1/73.

© Е. Л. Алферова, 2020