

УДК 614.841.48

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЛЮДЕЙ

Артемьев В.П., Боровой Ю.П.

Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь

e-mail: mail@kii.gov.by

Проведен анализ пожарной опасности автобуса модели MAZ-103 производства Минского автомобильного завода. Выполнена проверка условий безопасной эвакуации людей. Представлены рекомендации и технические решения с целью повышения уровня пожарной безопасности людей в городском автомобильном транспорте.

The fire hazard analysis of the bus models MAZ-103 is performed. This model is produced at the Minsk Automobile Plant. The checking of conditions for safe evacuation of people is carried. Recommendations and technical decisions are presented for raising the level of fire safety of people in city passenger transport.

(Поступила в редакцию 16 июля 2013 г.)

В последнее время автомобильный парк нашей страны постоянно увеличивается. Так, согласно статистике Национального статистического комитета Республики Беларусь в период с 2008 по 2012 гг. количество автотранспортных средств увеличилось более чем на 500 тыс. единиц (рис. 1).

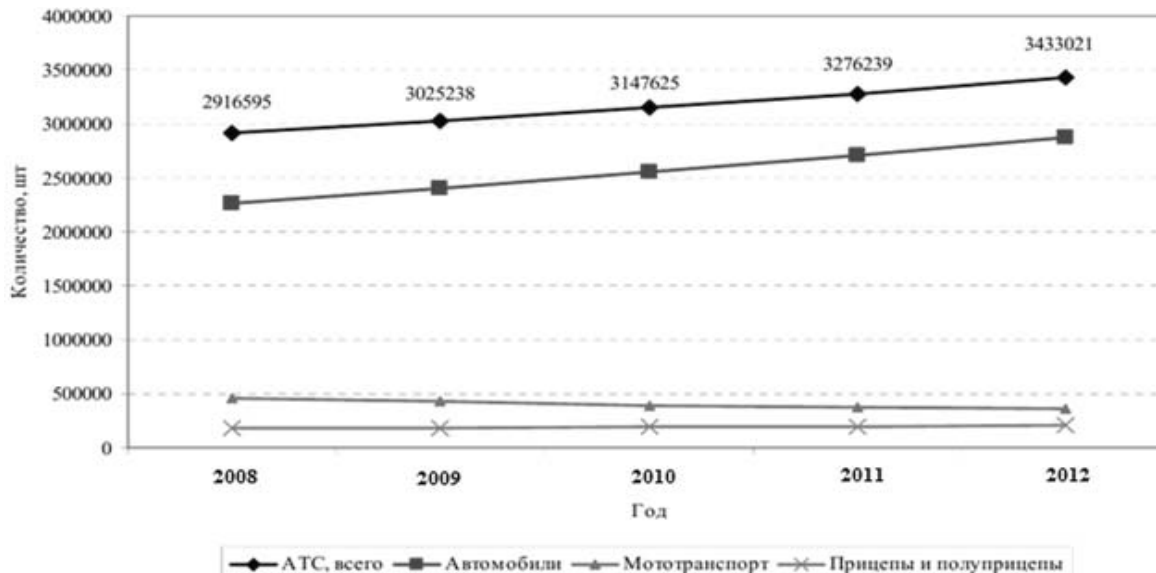


Рисунок 1 – Изменение количества автотранспортных средств за период 2008-2012 гг.

Наиболее распространенным транспортным средством для перевозки людей является автобус. Согласно статистике Национального статистического комитета Республики Беларусь за 2012 год в республике автобусами перевезено 1450,0 миллиона человек (всего всеми видами транспорта 2430,1 млн. чел.), пассажирооборот составил 9923,1 миллиона пассажиро-километров. Автобусами перевозилось ежедневно около 3,9 миллиона пассажиров или 41 % населения республики.

Большая часть автобусов, эксплуатируемых на дорогах Республики Беларусь, производится на Минском автомобильном заводе. Из всех модификаций, выпускаемых предприятием, наиболее применим автобус модели МАЗ-103 (рис. 2), которых в г. Минске эксплуатируется более 600 единиц (таблица 1).



Рисунок 2 – Автобус модели МАЗ-103

Таблица 1 – Количество автобусов, эксплуатируемых в городе Минске по видам

Модель автобуса	Количество
МАЗ-103	617
МАЗ-104	15
МАЗ-152	60
МАЗ-203	150
МАЗ-251	16
МАЗ-206	13
МАЗ-105	422
МАЗ-107	90
МАЗ-256	5

Анализ пожарной опасности автобуса модели МАЗ-103 проводился с применением [1] и включал анализ горючей среды, источников зажигания и распространения пожара.

Горючая среда в автобусе анализировалась при нормальных условиях и при авариях.

При нормальных условиях в автобусе горючую среду будут составлять: горючие материалы, применяемые при изготовлении отделки салона; топливо, трансмиссионное масло, моторное масло; изоляция электропроводников; покрышки колес.

Данные о пожарной нагрузке в салоне автобуса МАЗ-103 согласно [2] представлены в таблице 2.

Воспламенение в автобусе возможно вследствие наличия нагретых поверхностей, трения, больших переходных сопротивлений и короткого замыкания в цепях электрического тока. Развитию пожара будут способствовать пиролиз твердых материалов отделки салона, оконных и дверных проемов, горючих жидкостей трубопроводов систем питания и управления, а также горение и взрыв топливовоздушных смесей.

Динамика развития пожара в салоне автобуса во времени, согласно [3], представлена в таблице 3.

Из результатов анализа можно сделать вывод – в автобусе модели МАЗ-103 присутствуют все составляющие пожарной опасности, в нем возможно возникновение и развитие пожара.

Таблица 2 – Данные о пожарной нагрузке в салоне автобуса МАЗ-103

Материал	Масса, кг
Фанера ФБС	733
Дорожка резиновая	455
Изоляция ПВХ	263
Пенополиуретан эластичный	50
Винилискожа-Г	25
Брусоч сосновый	150
Текстолит	167
Резина уплотнительная	218
Пластик ДБСП-БМО-91	276
Всего:	2 337

Таблица 3 – Динамика развития пожара в салоне автобуса

Время, мин.	Характерные фазы процесса
0	Воспламенение пожарной нагрузки
1,0	Формирование дымовых зон в подпотолочных областях салона
3,5	Задымление салона до уровня нижней кромки окон
5,0	Полное задымление салона
5,5	Вскрытие оконных проемов, горение в подпотолочной зоне
7,0	Возгорание наружной окраски
10,0	Интенсификация горения в салоне
46,0	Полное выгорание автобуса

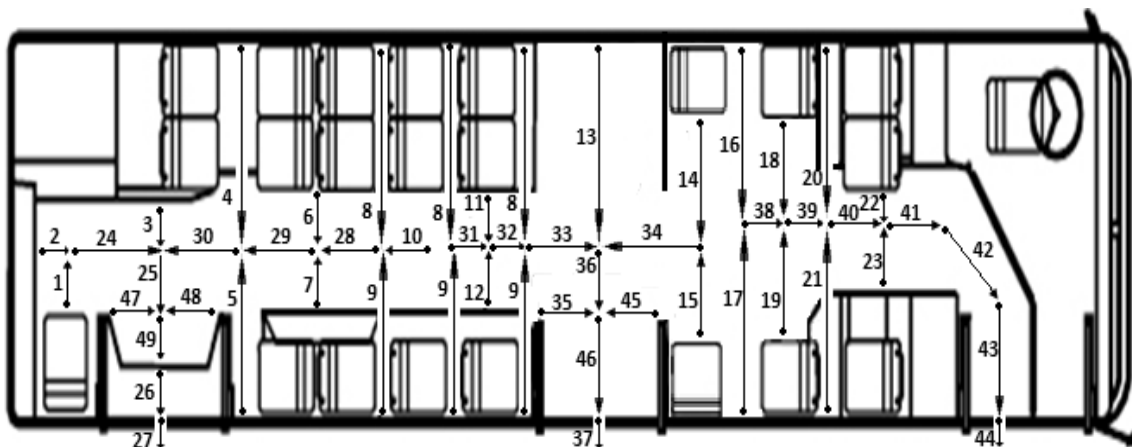


Рисунок 3 – Схема эвакуации людей из салона автобуса через три двери

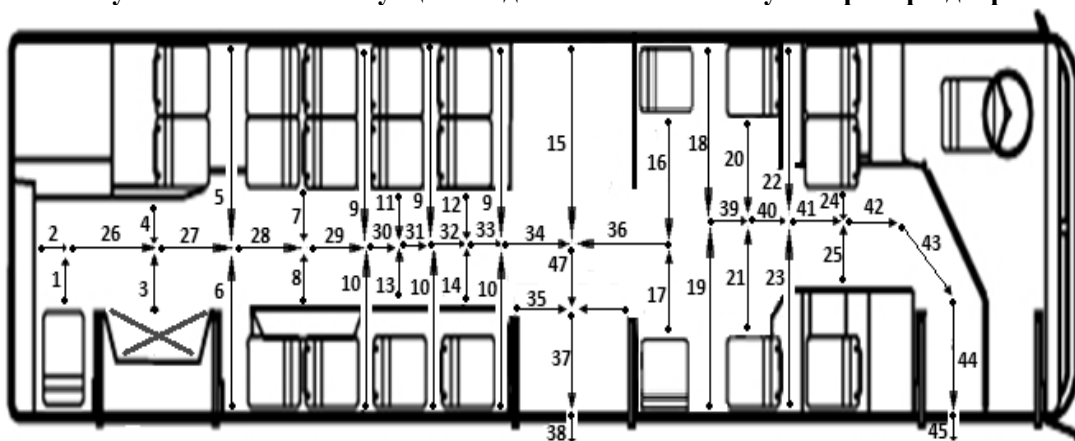


Рисунок 4 – Схема эвакуации людей из салона автобуса через две двери

Расчетным путем, согласно методике, изложенной в [1], было проверено выполнение условия безопасной эвакуации людей при пожаре:

$$t_p \leq t_{нб},$$

где t_p – расчетное время эвакуации людей, мин.,

$t_{нб}$ – время наступления опасного фактора пожара, мин.

Для определения времени эвакуации людей были составлены расчетные схемы движения людских потоков в салоне автобуса (рис. 3, 4).

Результаты расчета, приведенные в таблица 4, показывают, что при принятой планировке салона условие безопасности не выполняется.

Таблица 4 – Результаты расчетов времени эвакуации

Сценарий эвакуации (количество эвакуационных выходов)	Расчетное время эвакуации, мин.	Необходимое время эвакуации, мин.
сценарий 1 (3)	0,82	0,69
сценарий 2 (2)	2,36	

Для определения фактического времени эвакуации людей из автобуса и подтверждения полученных расчетным путем данных, был проведен эксперимент. В основу методики экспериментальных исследований были положены основные положения ГОСТ 12.1.004-91 [1]. Использовалось натурное имитационное моделирование процесса эвакуации людей, что фиксировалось с помощью видеосъемки. Предварительно проведена количественная оценка параметров эвакуационных участков путем измерения их ширины и длины, а также проанализированы объемно-планировочные и конструктивные решения автобуса. Рассмотрено движение людских потоков, в ходе которого определено время выхода объектов контроля из салона автобуса наружу. В результате проведения натурального эксперимента подтверждено, что условие безопасной эвакуации людей при пожаре в автобусе МАЗ-103 не выполняется: при максимальной загрузке салона пассажиры не успевают эвакуироваться до наступления критических значений опасных факторов пожара.

Сравнительный анализ расчетов и экспериментальных исследований времени эвакуации представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнительный анализ расчетов и экспериментальных исследований времени эвакуации

Сценарий эвакуации (количество эвакуационных выходов)	Экспериментальное время эвакуации, мин.	Расчетное время эвакуации, мин.	Необходимое время эвакуации, мин.
сценарий 1 (3)	0,78±0,02	0,82	0,69
сценарий 2 (2)	2,25±0,02	2,36	

Приведенные результаты расчетов и экспериментальные данные позволяют предложить следующие технические решения по совершенствованию системы пожарной безопасности автобуса модели МАЗ-103:

1) Выполнить перепланировку салона автобуса; предлагаемая перепланировка, приведенная на рис. 5, позволит обеспечить выполнение условия безопасной эвакуации людей:

$$t_{нб} = 0,69 \text{ мин} > t_p = 0,67 \text{ мин}.$$

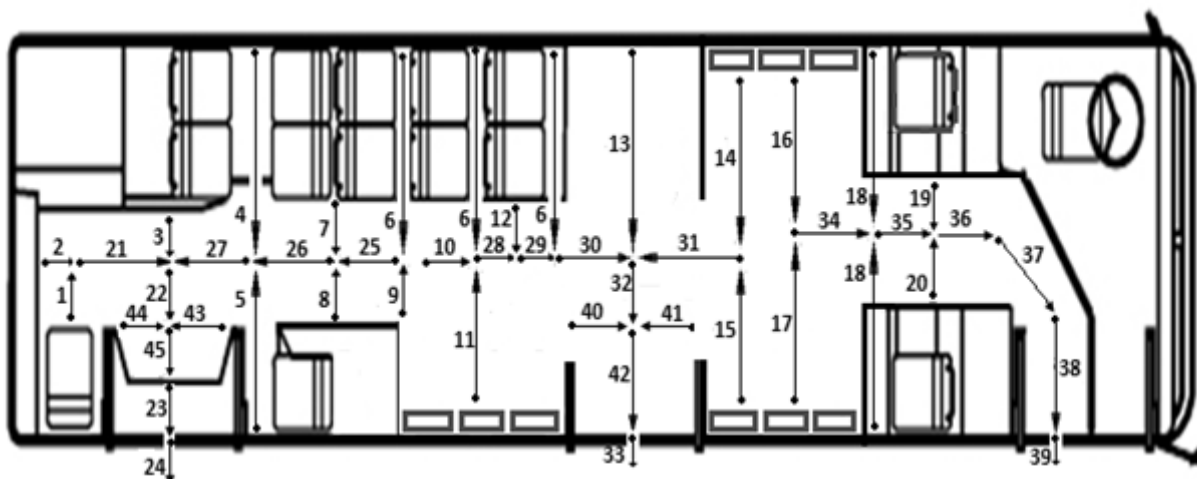


Рисунок 5 – Предлагаемая перепланировка салона автобуса модели МАЗ-103

2) Обозначить выходы знаком «Эвакуационный выход», согласно [4], обеспечив подсветкой, которая должна работать как минимум в течение 15 минут в случае аварии ночью или в условиях плохой видимости.

3) Оборудовать автобус дополнительным автономным источником питания, обеспечивающим работу аварийного освещения эвакуационных путей и выходов, в случае выхода из строя или повреждения основного источника питания. Переключение с основного на дополнительный источник питания предусмотреть автоматическое и ручное.

4) Предусмотреть в автобусе открывание всех дверей и аварийных окон одним типом ключа. Ключи разместить вблизи эвакуационных выходов.

5) Оборудовать автобус системой оповещения людей о пожаре.

6) Пересмотреть нормы обеспечения и места размещения в автобусе первичных средств пожаротушения.

7) Предусмотреть техническое устройство, исключающее наполнение автобуса людьми сверх нормы, установленной заводом-изготовителем. Устройство должно блокировать движение автобуса и выдавать звуковое оповещение о перегрузке.

8) Для отделки салона применять максимально негорючие и трудногорючие отделочные и конструктивные материалы.

9) Электрическую проводку выполнять только с наружным покровным слоем, не распространяющим горение.

10) Максимально герметизировать моторный отсек применением жаропрочных и дымо непроницаемых перегородок и чехлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
2. Исаков, Х.И. Пожарная безопасность автомобиля / Х.И. Исаков, А.В. Пахомов, Я.Н. Каминский. – М.: Транспорт, 1987. – 87 с.
3. Правила охраны труда на автомобильном транспорте, утвержденные Постановлением Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 01.03.2002, № 5/20.
4. СТБ 1392-2003. Цвета сигнальные. Знаки пожарной безопасности. Общие технические требования. Методы испытаний.