

3. Факторы, определяющие емкость танталового оксидного конденсатора на стадии изготовления анода / В. А. Кузнецова, П. Л. Кузнецов, А. А. Масалев, В. В. Муравьев // Тр. II Междунар. конф. «Влияние высокоэнергетических воздействий на структуру и свойства конструкционных материалов» (23–30 сентября 2013 г.). – В 2 т. – Т. 1. / под ред. В. Е. Громова. – Новокузнецк : Изд-во СибГИУ, 2013. – С. 233–239. – Серия «Фундаментальные проблемы современного материаловедения».

4. Кузнецова В. А., Кузнецов П. Л., Муравьев В. В. Исследование надежности танталовых оксидно-полупроводниковых чип-конденсаторов на основе экспериментальных данных // Вестник ИжГТУ. – 2013. – № 3(59). – С. 88–91.

5. ОСТ 11026–84. Конденсаторы постоянной емкости объемно-пористые танталовые. Общие технические условия.

*P. L. Kuznetsov*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
*V. A. Kuznetsova*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
*G. V. Lomaev*, DSc in Engineering, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

### **Research of Influence of Characteristics of Manufacturing Process on Changes of Operational Characteristics of Tantalum Wet Capacitors in Time**

*Investigations of influence of manufacturing operations on change of field-performance data of tantalum wet capacitors were carried out by means of statistical methods.*

**Key words:** tantalum wet capacitors, field-performance data of production process.

УДК 629.341

**Б. Я. Бендерский**, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Р. А. Петров**, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНЫХ И ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ВЕНТИЛЯЦИИ САЛОНА АВТОБУСА**

*Рассматривается численное моделирование процесса вентиляции салона автобуса. Приводятся результаты расчетов скоростных и температурных показателей в салоне, влияние на них скорости движения автобуса и количества открытых окон. Проведено сравнение полученных результатов с требованиями нормативных документов.*

**Ключевые слова:** автобус, салон, вентиляция, структура потока, скорость, температура.

**И**сследования процессов вентиляции салонов транспортных средств в настоящее время основываются на проведении дорожных испытаний и экспериментов.

Существуют интегральные методы расчета, использующие закономерности струйных течений и эмпирические или полуэмпирические схемы циркуляции воздушных потоков. Они позволяют определять лишь осредненные параметры потока, но не дают полного представления о структуре потока и его гидродинамических параметрах [1, 2].

Аналитические расчеты вентиляции являются исключительно сложными, поскольку процессы вентиляции салона представляют собой процессы трехмерного турбулентного течения и теплообмена.

В таких условиях численное моделирование процессов вентиляции салонов транспортных средств с использованием систем инженерного анализа является актуальным методом исследования. С его помощью автопроизводители могут получить сведения о гидродинамических параметрах в салоне еще на стадии проектирования, и на их основе вносить из-

менения в проектируемые конструкции салонов транспортных средств.

Объектом исследования был выбран салон автобуса модели ПАЗ-3205. На основе имевшихся чертежей разработана твердотельная модель автобуса, в которой, в силу сложности создания точной геометрии, принят ряд упрощений:

- отсутствуют пассажиры;
- сиденья выполнены схематично, отсутствуют поручни;
- в геометрии деталей отсутствует большинство скруглений.

В задаче о вентиляции необходимо рассматривать совместно внешнюю и внутреннюю аэродинамику автобуса. В силу значительной ресурсоемкости такой постановки задачи на предварительных этапах исследования было принято решение от нее отказаться.

На основании предварительного анализа выполнена упрощенная расчетная область, в которой реализуется неполное обтекание автобуса воздушным потоком. Расчетная область представлена на рис. 1.

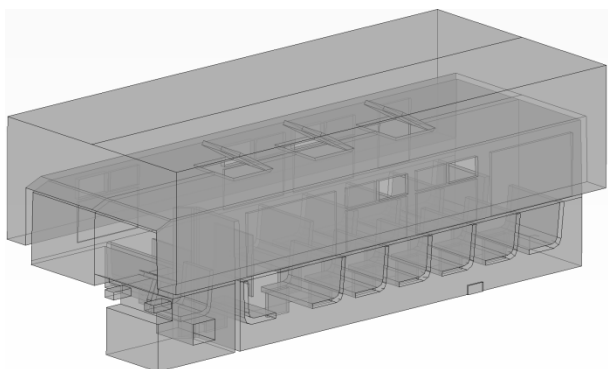


Рис. 1. Расчетная область

Воздух, обтекая корпус автобуса, попадает в салон через люки, окна и дефлекторы на приборной панели. Рассматривается эксплуатация автобуса в теплое время года. Температура окружающего воздуха 20 °С. Начальная температура в пассажирском салоне 27 °С. Это значение учитывает тепловыделение пассажиров и тепловое воздействие работающего двигателя, который в данной модели автобуса расположен внутри салона.

При решении задачи приняты следующие допущения:

- задача решается в стационарной постановке;
- течение является однофазным;
- теплообмен стенок с внешней средой отсутствует;
- движение воздуха рассматривается как турбулентное движение несжимаемой среды.

Для расчета турбулентных пространственных потоков использованы уравнения Навье – Стокса осредненные по Рейнольдсу. Для замыкания системы уравнений используется модель турбулентности SST [3].

Расчеты проведены при трех различных скоростях движения (20 км/ч, 40 км/ч, 60 км/ч) и для трех конфигураций вентиляционных проемов (окна закрыты, открыто 2 окна, открыты все 5 окон). Люки на крыше автобуса во всех случаях оставлены открытыми.

Поток воздуха проникает в салон через люки, движется вдоль крыши до заднего стекла, постепенно замедляясь, растекается и движется вдоль пола в обратном направлении. Поток частично покидает салон через вентиляционное отверстие на задней стенке.

Воздушный поток в салоне на различных скоростях движения автобуса имеет схожую структуру, влияние на нее оказывает открытие/закрытие окон. Окна, если они открыты, работают как вытяжные проемы. Это обусловлено тем, что в наружной области устанавливается давление ниже, чем в салоне.

Наибольшие значения скорости воздушного потока отмечены в случае движения на скорости 60 км/ч с пятью открытыми окнами. В задней части салона наблюдаются значения скорости 8-9 м/с.

Наименьшая подвижность воздуха наблюдается в передней части автобуса. Это обусловлено геомет-

рией салона. Минимальная скорость 0,114 м/с отмечена при движении со скоростью 20 км/ч и закрытыми окнами.

При движении вдоль пола воздуха с более низкой температурой, поступившего в салон через люки, поток встречается с препятствиями в виде спинок сидений, и, обтекая их, охлаждает сидящих пассажиров. В передней левой части салона (рис. 2) два сиденья расположены напротив друг друга, поток не встречает препятствия в виде спинки сиденья и не поступает к пассажирам, возникает локальная застойная зона.

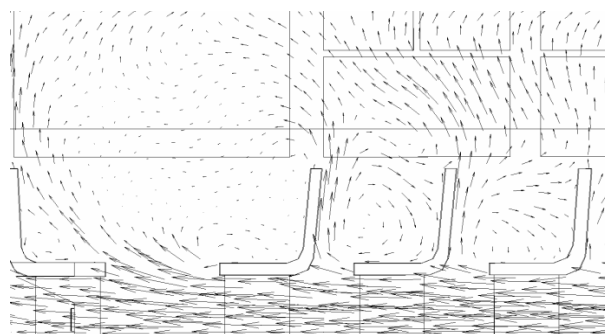


Рис. 2. Структура потока в области передних сидений в левой части салона

Также затруднено поступление воздуха пассажирам, сидящим около перегородки входной двери (рис. 3). Поток, сталкиваясь с препятствием в виде перегородки, поднимается и движется в обратном направлении.

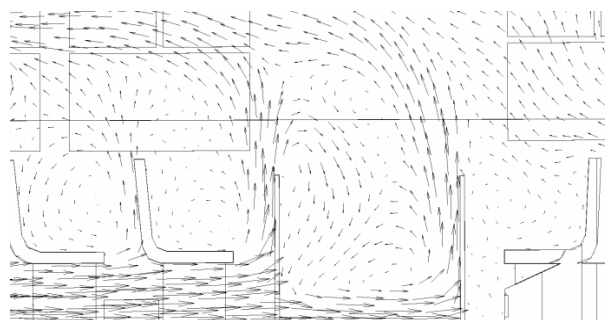


Рис. 3. Структура потока в области перегородки входной двери

Возникновение застойных зон в вышеуказанных частях салона приводит к тому, что в них наблюдаются локальные зоны повышенной температуры, что видно из поля температур, представленного на рис. 4.

Особое внимание нужно уделить скоростным и температурным показателям на высоте, соответствующей уровню головы и шеи сидящих пассажиров. Это делается из-за того, что голова и шея – наиболее чувствительные к охлаждению области человеческого тела.

Скоростные и температурные показатели, полученные в результате расчетов, представлены в табл. 1 и 2.

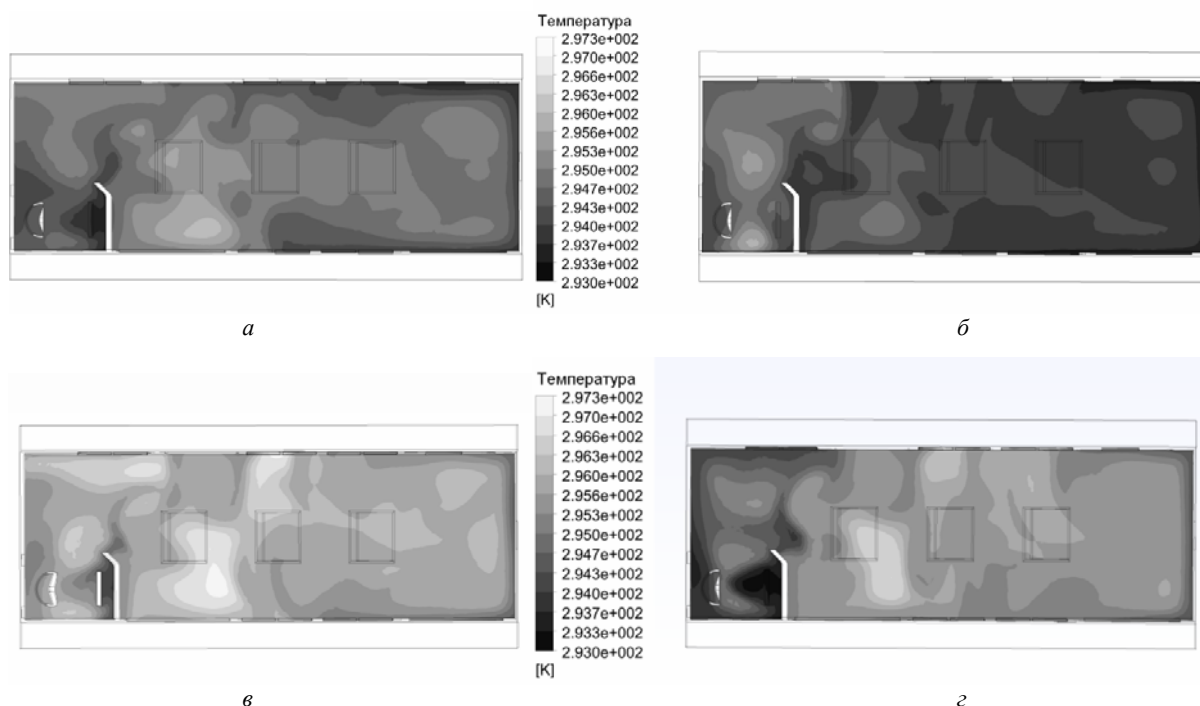


Рис. 4. Поля температур на уровне головы пассажиров при разных режимах движения автобуса: а – 20 км/ч, окна открыты; б – 60 км/ч, окна открыты; в – 20 км/ч, окна закрыты; г – 60 км/ч, окна закрыты

Таблица 1. Минимальные и максимальные значения скорости воздушного потока в салоне автобуса

Скорость движения автобуса, км/ч	Скорость воздушного потока на уровне головы пассажиров, м/с					
	При 5 открытых окнах		При 2 открытых окнах		При закрытых окнах	
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
20	0,17	3,79	0,15	3,51	0,12	3,08
40	0,17	5,64	0,16	5,21	0,14	4,98
60	0,19	8,84	0,19	8,62	0,17	8,36

Таблица 2. Минимальные и максимальные значения температуры в салоне автобуса

Скорость движения автобуса, км/ч	Температура в салоне, °С					
	При 5 открытых окнах		При 2 открытых окнах		При закрытых окнах	
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
20	21,1	23,2	21,3	23,6	21,8	24,3
40	20,7	23,1	20,9	23,3	21,2	23,7
60	20,2	22,9	20,2	23,1	20,3	23,4

Стоит отметить, что, как видно из полученных значений скоростей и температур в салоне, по мере увеличения скорости движения автобуса влияние этого гидродинамического параметра на вентиляционный процесс и температуру в салоне усиливается. Воздействие геометрического параметра – открытия окон – ослабевает.

На основании полученных результатов проведения оценка микроклиматических условий в салоне автобуса на соответствие требованиям нормативных документов (ГОСТ). Показатели микроклимата в салонах транспортных средств регламентируются ГОСТ Р 50993–96 и ГОСТ 12.1.005–88 [4, 5]. Сравнение полученных результатов с требованиями нормативных документов приведено в табл. 3.

Требования стандартов по температурным значениям выполняются. Нормативы по скоростным показателям не выполняются. В передней части салона недостаточная подвижность воздуха, в задней части

салона – значительное превышение регламентируемых значений скорости воздушного потока.

Таблица 3. Сравнение результатов расчетов с требованиями ГОСТ

Регламентируемый параметр	ГОСТ	Расчеты
Перепад между температурами в салоне и снаружи, °С	0,5–1,5	0,114–9,17
Перепад между температурами в салоне и снаружи, °С	до 5	до 4,3
Допустимая температура в салоне в теплое время года, °С	18–25	20,2–24,3

Для устранения выявленных недостатков рекомендуется выполнить перегородку входной двери в виде перил, а не цельной пластины, а также изменить расположение сидений в передней левой части салона так, чтобы все сиденья были направлены в одну сторону. Кроме того, для обеспечения равно-

мерного движения воздуха по салону с регламентированными стандартами скоростями следует использовать комбинированную или принудительную систему вентиляции.

#### Библиографические ссылки

1. *Евграфов А. Н.* Аэродинамика автомобиля : учеб. пособие. – М. : МГИУ, 2010. – 356 с.
2. *Михайловский Е. В.* Аэродинамика автомобиля. – М. : Машиностроение, 1973. – 224 с.

3. *Юн А. А.* Теория и практика моделирования турбулентных течений : монография. – М. : Либроком, 2009. – 272 с.

4. ГОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [введ. 1989–01–01]. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 48 с.

5. ГОСТ Р 50993–96. Автотранспортные средства. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Требования к эффективности и безопасности [введ. 1996–09–12]. – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 11 с.

*B. Ya. Benderskiy*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
*R. A. Petrov*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### Investigation of Velocity and Temperature Indicators During Ventilation of Bus Cabin

*The article deals with modeling of bus interior ventilation. The results of calculating the velocity and temperature, the influence of the bus speed and the number of open windows are described. The estimation of hydrodynamic flow parameters for compliance to standards is given.*

**Key words:** bus, cabin, ventilation, flow structure, velocity, temperature.

УДК 621.7.06

**И. С. Алечников**, кандидат технических наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**А. Э. Пушкарев**, доктор технических наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Л. А. Пушкарева**, кандидат педагогических наук, доцент, Камский институт гуманитарных и инженерных технологий, Ижевск

## КЛАССИФИКАЦИЯ И СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ СЪЕМА РОТОРНОЙ ЛИНИИ

*Установлены классификационные признаки и создана классификация механизмов съема автоматической роторной линии. Предложены наиболее перспективные схемы механизмов съема. Установлено, что наиболее рациональным является рычажный электромеханический съемник. Определены параметры синтезированного механизма.*

**Ключевые слова:** классификация, синтез механизмов, роторная линия.

**А**втоматические роторные линии широко применяются в современной промышленности для производства различных изделий. В последнее время появились новые задачи проектирования роторных линий и их механизмов, связанные с модернизацией существующих роторных линий. Одним из направлений уменьшения затрат времени на контроль изделий и технического состояния инструмента и оборудования роторной линии между операциями обработки или сборки на транспортных роторах или передающих устройствах является применение автоматических механизмов выборочного контроля. Контрольные механизмы как материальный элемент, входящий в состав роторной линии, вносят значительный вклад в фактическую производительности роторной линии (до 10 %) и отвечают за 40 % внецикловых потерь времени.

Особенно актуальна в последнее время проблема создания методов анализа и синтеза структурных схем и параметров съемных механизмов, работающих в зонах смены уровня русла, имеющих повы-

шенное быстродействие и исключающих повреждение деталей и заготовок.

Механизмы съема классифицируются по следующим основаниям: по наличию или отсутствию связи с роторной линией, уровню автоматизации (автоматический или неавтоматический механизм), виду механизма (с низшими или высшими кинематическими парами: рычажный, кулачковый, зубчатый, фрикционный; без трансмиссии), расположению механизма съема относительно русла роторной линии (радиальный, тангенциальный, осевой). Классификация съемных механизмов роторной линии представлена в табл. 1.

Методика синтеза структурных схем съемных механизмов роторной линии, основанная на их функционально-структурной модели [1, 2] и их классификации, состоит из следующих этапов.

1. На первом этапе на основе функционально-структурной модели и классификации механизмов съема синтезируется ряд новых структурных схем. Данный этап проходит в три шага.