

УДК 504.064.2

И.С.Давыдов (6 курс, каф. МПУ), И.Б.Войнов, соиск., А.И.Боровков, к.т.н., проф.

## КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕНТИЛЯЦИИ ВОЗДУХА В САЛОНЕ МИКРОАВТОБУСА

Свежий воздух необходим для нашей жизни. Ежедневно человек вдыхает около 20 000 литров воздуха. К сожалению, предусмотренная в большинстве помещений система вентиляции не обеспечивает необходимый для нормальной жизнедеятельности воздухообмен. А при открытой форточке мы получим загазованность, пыль, шум, сквозняки и резкие перепады температуры. Кроме того, многие объекты, окружающие нас, нередко выделяют вредные для здоровой жизни вещества. И эта проблема возникает не только в жилых и рабочих помещениях, но и в местах с большим скоплением народа – таким, например, как общественный транспорт. Одним из таких транспортных средств, в сегодняшние дни являются маршрутные такси, созданные на базе микроавтобусов.

В связи с этим, возникает вопрос о наиболее эффективном и рациональном использовании системы автоматического управления климатом в салоне микроавтобуса, получив ответ на который, можно осуществлять наиболее качественное обеспечение индивидуального климат-контроля пассажиров и тем самым повысить комфортабельность микроавтобуса.

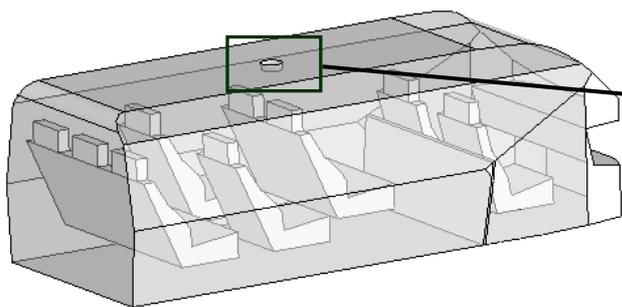
В работе представлено исследование динамического распределения воздуха в салоне микроавтобуса, вызванного работой воздухораспределителя [1], установленного под потолком автомобиля.

Для оценки эффективности работы выбранного воздухораспределителя представим воздух, находящийся в салоне, в виде двух газовых составляющих (в дальнейшем называемых компонентами смеси)  $A$  и  $B$ . Тогда для каждой компоненты смеси можно ввести понятие концентрации. Пусть  $n_A$  – концентрация компонента  $A$ , а  $n_B$  – концентрация компонента  $B$ . Будем считать, что компонент  $A$  есть воздух, который находился в автомобиле при отключенной вентиляции, а компонент  $B$  – воздух, поступающий из воздухораспределителя.

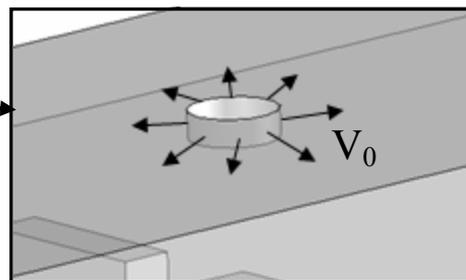
Таким образом, устанавливая границу между двумя компонентами, можно в каждый момент времени определить область распространения поступающего свежего воздуха в салон.

Для решения поставленной задачи воспользуемся моделью несжимаемой вязкой жидкости на основе нестационарных двумерных уравнений Навье-Стокса совместно с полуэмпирической дифференциальной “ $k-\varepsilon$ ” моделью турбулентности [2]. Учет многофазности потоков осуществляется на основе уравнения диффузии [3].

Геометрическая пространственная модель салона микроавтобуса, используемая в расчетах, представлена на рис. 1. На рис. 2 крупным планом показан воздухораспределитель, моделируемый в виде короткого цилиндра.



**Рис. 1. Геометрическая пространственная модель салона микроавтобуса.**



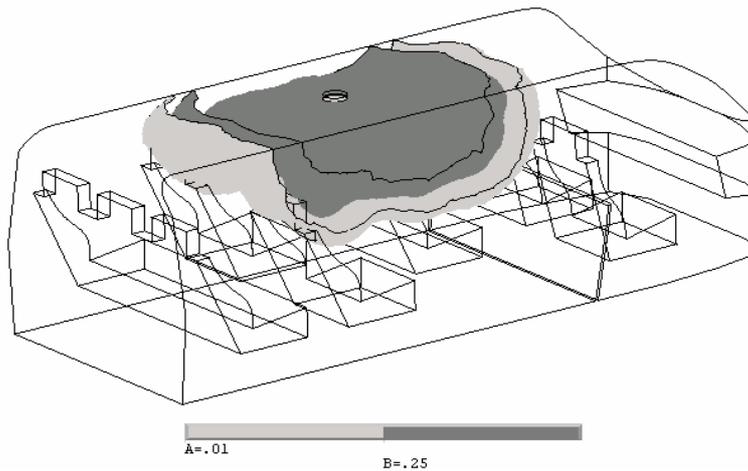
**Рис. 2. Фрагмент геометрической модели в зоне установки воздухораспределителя.**

О граничных условиях. На всех внешних поверхностях салона, а также на поверхностях сидений ставится условие прилипания (вектор скорости равен нулю  $V = 0$ ). На боковой цилиндрической поверхности воздухораспределителя ставится условие  $V \cdot n = V_0 = 1.5 \text{ м/с}$ , где  $V$  – вектор скорости,  $n$  – нормаль к поверхности. Схематически направления скорости представлены на рис. 2. Также на этой границе ставится условие на концентрацию компонентов  $A$  и  $B$   $n_A = 0$  и  $n_B = 100\%$ .

Начальные условия задают “среду, находящуюся в покое” (нулевой в каждой точке объема вектор скорости) и концентрацию компонента  $B$ ; давление полагается равным атмосферному. Начальное условие для концентрации компонента  $A$  –  $n_A = 100\%$ . Расчет выполнялся для первых 60 секунд.

Исследования проводились при помощи системы конечно-элементного моделирования *ANSYS* и подпрограммы, предназначенной для моделирования процессов течения жидкости и газа *ANSYS/FLOTRAN*. Для описания пространственного динамического поведения течения воздушных потоков было использовано  $\sim 1\,200\,000$  степеней свобод.

В качестве результата расчета приведены две изоповерхности концентрации компонента  $B$ , отвечающие 1%- и 25%-му уровню (рис. 3). Таким образом, все воздушное пространство салона можно разделить на подобласти: область, где доля чистого воздуха не превышает 1%, область, в которой доля чистого воздуха меняется от 1% до 25%, и область, где доля чистого воздуха превышает 25% уровень. Из рис. 3 видно, что уже через минуту после начала работы воздухораспределителя, граница чистого воздуха достигает местоположения подголовников сидений.



***Рис. 3. Изоповерхности концентрации свежего воздуха, выходящего из воздухораспределителя.***

ЛИТЕРАТУРА:

1. Скистад Х. Вытесняющая вентиляция в непроизводственных зданиях. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа – М.: Наука, 1987.
3. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй – М.: Наука, 1984.