

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Набережночелнинский институт

Р.Р. Басыров, А.Д. Галимянов, В.Н. Никишин

КОМФОРТАБЕЛЬНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

*Допущено УМО вузов по университетскому
политехническому образованию в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений, обучающихся по
специальности 190109 «Наземные транспортно-
технологические средства»*

Казань
2018

УДК 629.331:629.046 (075)

ББК 39.33 – 021 я 73

Б27

Басыров Р.Р.

Б27 Комфортабельность автомобилей: учеб. пособие / ***Р.Р. Басыров, А.Д. Галимянов, В.Н. Никишин.*** – Казань: Изд-во Казанского университета, 2018. – 104 с.

В учебном пособии приведены методологические основы сравнительного анализа, оценки качества воздушной среды, расчета и проектирования конструктивных элементов автомобиля, повышающих комфортность и безопасность водителя и пассажиров.

Пособие предназначено для студентов, аспирантов и преподавателей машиностроительных специальностей вузов, а также для работников научно-исследовательских, проектно-конструкторских организаций и предприятий.

ISBN 978-5-00019-377-8

© Басыров Р.Р., Галимянов А.Д., Никишин В.Н., 2018

© Издательство Казанского университета, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ	7
Пути повышения безопасности автомобиля	11
Причины снижения работоспособности водителя	15
ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМФОРТА В САЛОНЕ АВТОМОБИЛЯ	20
Климатическая комфортабельность	22
Вибрационная комфортабельность	31
Акустическая комфортабельность	41
МИКРОКЛИМАТ РАБОЧЕГО МЕСТА ВОДИТЕЛЯ	48
Микроклиматические условия воздушной среды салона автомобиля	48
Конструктивные элементы систем обеспечения комфортной среды в салоне автомобиля	51
Система вентиляции	59
Система отопления	60
Кондиционер	62
Система регулирования и поддержания уровня комфорта	68
Система рециркуляции воздуха	68
Влияние конструктивных элементов салона автомобиля на параметры систем обеспечения комфортных условий	73
ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМФОРТНОСТИ В САЛОНЕ	83
Конструкторские работы	84
Месяцы	84
Зависимости температуры в салоне автомобиля от внешних и внутренних факторов	90

Математическая модель зависимости температуры в салоне легкового автомобиля от внешних факторов	93
Алгоритм выбора конструктивных параметров системы обеспечения комфортных условий в салоне автомобиля	98
Функциональная схема системы обеспечения	100
комфортных условий	100
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	103

ВВЕДЕНИЕ

Развитие автомобильной промышленности связано с созданием новых моделей автомобилей, удовлетворяющих современным требованиям безопасности. В автомобилестроении большое внимание уделяется модернизации автомобилей с целью повышения их эксплуатационных характеристик и потребительских качеств. Безопасность движения автомобиля в значительной степени зависит от состояния микроклимата в салоне автомобиля, который обеспечивается эффективностью и уровнем автоматизации систем, от шума и вибрации, которые зависят от принятия рациональных конструктивных решений, позволяющих удовлетворить требования потребителя.

Анализ внутреннего пространства автомобилей показывает высокую степень зависимости многопараметрической функции безопасности движения от характеристик систем обеспечения комфортных условий. Дальнейшее повышение показателей качества подобных систем, без решения оптимизационных задач, приводит к неоправданным затратам, что снижает экономическую эффективность производства новых моделей автомобилей и модернизацию существующих. Учет внешних факторов, влияющих на показатели качества систем обеспечения комфортных условий, важен при проектировании, поскольку автомобиль эксплуатируется в различных климатических зонах и категориях дорог.

Повышение эффективности систем обеспечения комфортных условий в период эксплуатации автомобиля – сложная задача, поэтому велика значимость заложенного технического решения системы на этапе разработки. Несовершенство конструктивных элементов систем обеспечения комфортных условий в салоне и отсутствие систем автоматического управления объясняется недостаточной проработкой вопросов, связанных с влиянием эргономических, аэродинамических, тепло- и

звукоизоляционных характеристик применяемых материалов. Это объясняется отсутствием необходимых методик по расчёту и рекомендаций по размещению и выбора материалов, обеспечивающих необходимую вибро-акустическую и климатическую комфортабельность.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

Все возрастающая плотность транспортного потока предъявляет повышенные требования к водителю автомобиля. Современный автомобиль должен обеспечивать вокруг водителя такие условия, чтобы он в течение длительного времени мог проявить оптимальную работоспособность. Для того, чтобы получить желаемые результаты, разработчики современных автомобилей должны учесть ряд факторов, физиологически влияющих на комфорт человека. Эти факторы включают эффективную температуру, выделение и регулирование тепла в человеческом теле, потери человеческим телом тепла и влаги, движение воздуха в салоне, влияние излучения холодных и горячих поверхностей в кондиционируемом пространстве, а также расслоение воздуха.

На основе влияния внешних и внутренних факторов на безопасность движения автомобиля, проведена систематизация параметров, влияющих на комфортность в салоне. Иерархическая классификация параметров и показателей, оценивающих безопасность движения и качество воздушной среды салона автомобиля приведена в таблице 2.1.

В результате анализа влияния звеньев СОКУ на безопасность движения автомобиля, таких, как погодные условия, физико-химические условия рабочего места, конструктивные особенности автомобиля, дорога, психо-эмоциональное состояние водителя, сформулированы основные пять групп показателей: приспособленность автомобиля к погодным условиям, комфортность в салоне автомобиля, удобство и травмобезопасность рабочего места водителя и пассажиров, качество дороги, мастерство вождения.

В процессе исследования проблемы безопасности движения легкового автомобиля, на основании изученных данных приводятся практические рекомендации по повышению эффективности системы обеспечения комфортных условий, выявлены основные характеризующие параметры, зависящие от водителя, его транспортного средства, внешних и внутренних факторов, влияющих на показатели качества микроклимата салона автомобиля.

В рамках темы данного пособия рассмотрено более подробно влияние внешних и внутренних факторов на микроклимат рабочего места водителя, который определяется совокупностью температуры, влажности и подвижности воздуха, т.е. первыми двумя группами показателей из таблицы 2.1.

Комфорт в автомобиле - необходимая основа активной безопасности. По Баббу (рисунок 1.1) перед человеком в системе «человек - автомобиль» стоит задача безопасной езды в заданных условиях и взаимодействия между водителем и автомобилем. Условия окружающей среды действуют как нагрузка. Каждый водитель по-своему реагирует на нагрузку в соответствии со своими индивидуальными особенностями и чертами характера. Задача всех систем автомобиля заключается в том, чтобы ограничить воздействие внешних факторов на водителя настолько, чтобы индивидуальное напряжение большинства водителей находилось в пределах, гарантирующих достаточную активную безопасность.



Рисунок 1.1 – Приоритеты комфорта

Фангер [10] утверждает, что любой недостаток мы осознаем только тогда, когда все нижестоящие потребности удовлетворены.

При этом особое значение в комфорте придается запаху. Только если наша потребность относительно запаха удовлетворена, мы воспринимаем другие помехи, например вибрацию и шум. На втором уровне иерархии находятся вибрация и свет, на третьем микроклимат и звуки, затем следует антропометрия. Например: правильные размеры сиденья, удаленность водителя от органов управления. На вершине иерархии находится потребность в эстетике автомобильного салона. Создание искусственного климата в ограниченном объеме и есть создание микроклимата, а искусственное изменение температуры воздуха в нем - один из характерных признаков климатических систем автомобиля.

Климатическая система современного автомобиля служит для создания комфорта в автомобиле. Путем фильтрации она оказывает прямое воздействие на запахи, а путем регулирования температурного режима и распределения воздуха - на микроклимат или тепловой комфорт и косвенным образом на шум.

Пути повышения безопасности автомобиля

Одной из острейших социальных проблем является проблема снижения уровня аварийности на автомобильных дорогах, вследствие которой растёт число погибших и пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях. Можно выделить следующие основные причины аварий: по вине водителя, по вине пешехода, из-за технического состояния автомобиля, качество дорожного покрытия, влияние погодных условий.

Безопасность движения автомобиля в значительной степени зависит от состояния микроклимата в салоне, который обеспечивается эффективностью системы вентиляции и отопления и комфортным, эргономично сконструированным салоном.

Системы, обеспечивающие микроклимат в салоне автомобиля, выполняют важную функцию повышения активной безопасности автомобиля. Во-первых, в комфортных условиях повышается способность водителя к концентрации внимания на быстро изменяющиеся условия движения. Во-вторых, целенаправленное распределение воздушных потоков из системы отопления и вентиляции позволяет избежать конденсации влаги на стеклах автомобиля, и тем самым обеспечивается хорошая видимость.

Низкие температуры внешней среды ухудшают эксплуатационные свойства автомобилей и физико-химические свойства эксплуатационных и конструктивных материалов. Ухудшение пусковых характеристик двигателя, низкая надежность средств облегчения запуска или предпускового его подогрева, повышенное потребление электроэнергии вызывают необходимость работы двигателя на средних оборотах холостого хода, что ухудшает экологическую обстановку.

Сложность эксплуатации усугубляется неудовлетворительными дорожными условиями, ограничивающими видимость (сложный макропрофиль в

плане, пыле-дождевой туманный шлейф за автомобилем, белый окружающий фон и т.д.) и вызывающими повышенную вибрацию и повреждаемость элементов конструкции автомобиля.

Систематизация влияния внешних и внутренних факторов на безопасность движения автомобиля выявила необходимость проведения экспериментальных исследований аэродинамики кузова и распределения температуры воздуха в салоне. Это позволяет определить конструктивные решения элементов СОКУ, с целью оптимизации ее параметров.

Обзор существующих конструкций показал, что при оценке технического уровня автомобиля учитывается определенный набор параметров автомобиля, характеризующих его основные свойства, такие как максимальная скорость, динамика разгона, полная масса, расход топлива, габаритные размеры, соответствие требованиям безопасности, токсичности выхлопных газов.

Однако многие показатели, характеризующие комфорт, эффективность работы систем и агрегатов, экологичность и безопасность, влияют на спрос автомобиля независимо от выше перечисленных. При оценке потребительских свойств автомобиля и разработке требований к СОКУ необходимо учитывать влияние внешних факторов, таких, как сезонные изменения погодных и дорожных условий эксплуатации.

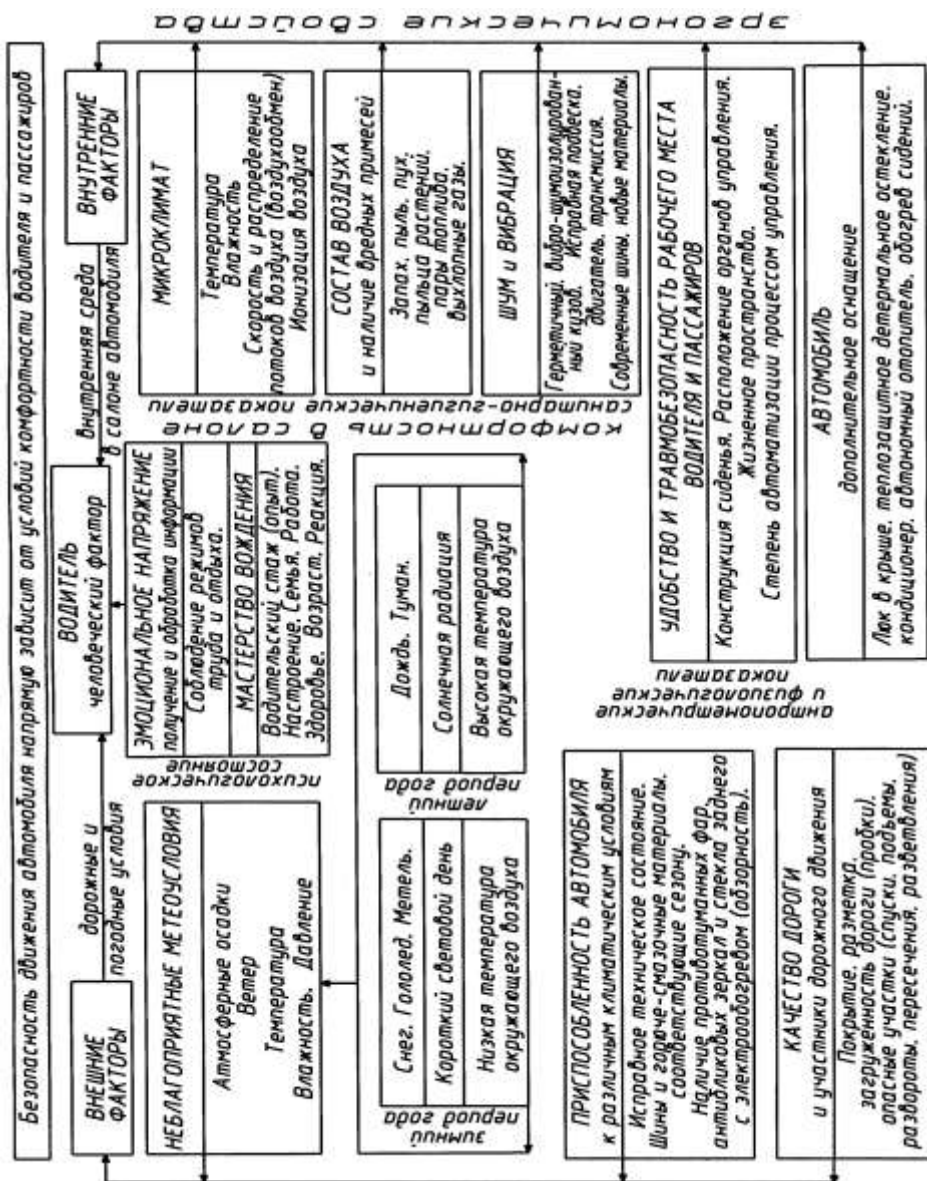
Благодаря разработкам на основе научных исследований как отечественных, так и зарубежных ученых, теоретических вопросов создания качественной среды в салонах, их практической реализации и многолетнего опыта эксплуатации автомобилей можно выделить основные факторы, влияющие на безопасность движения. Систематизация экспериментальных и информационных исследований позволила создать общую картину взаимовлияния параметров внешней среды и показателей

качества СОКУ, определяющую оценку безопасности движения (таблица 1.1).

Данная система взаимосвязи внешних и внутренних факторов и их влияния на безопасность движения позволяет определить первостепенные задачи по решению проблем безопасности. К ним относятся разработка требований к СОКУ, ее надёжности и эффективности.

Известно оптимальное соотношение между параметрами микроклимата в салонах современных автомобилей, обеспечивающих благоприятное воздействие на водителя и пассажиров [6], что приводит к повышению внимания на процесс вождения и безопасность движения.

Таблица 1.1 - Факторы, влияющие на безопасность движения автомобиля



Причины снижения работоспособности водителя

По мере того как человек выполняет ту или иную работу, в его организме происходят процессы, которые в определенный момент приводят к более или менее резкому снижению работоспособности. Такое состояние, возникшее под влиянием проделанной работы и сказывающееся на уровне работоспособности, называют утомлением.

Утомление — сложное и многообразное явление. Часто оно не прямо оказывает влияние на результативность трудовой деятельности, а проявляется по-иному. Так, например, трудовые операции, которые раньше выполнялись легко, без всякого напряжения, автоматически, через несколько часов работы требуют дополнительного усилия, известного напряжения, особого внимания. Результативность труда в этом случае может и не снизиться, но само это усилие, напряжение уже является симптомом наступления утомления.

Другим характерным признаком утомления может служить появление мелких, казалось бы незначительных ошибочных действий. В некоторых профессиях эти ошибки не играют особой роли и могут не нарушать хода производственного процесса. Однако имеются такие виды трудовой деятельности, в которых нет «маленьких» ошибок и каждое неправильное действие приводит к весьма серьезным последствиям. Это положение полностью относится к водительским профессиям.

На основании исследований, проведенных специалистами инженерной психологии, можно представить следующие фазы изменения работоспособности водителя.

Психическое и физиологическое состояние человека в период, предшествующий работе, отличается от того, которое требуется для работы. Поэтому в начальный период работы имеется некоторое «начальное рассогласование» между новыми требованиями к водителю и его состоянием в этот момент, степень которого определяет длительность

«вхождения» в работу (первая фаза — период вработываемости).

Вторая фаза — относительно устойчивая работоспособность — период, когда «вхождение» в работу закончено. Длительность этой фазы зависит от уровня подготовки водителя, а также его динамической и статической адаптации.

Третья фаза — снижение работоспособности и надежности, обусловленное утомлением. По современным представлениям утомление — это не результат растраты потенциалов, а выражение изменения функционального состояния центральной нервной системы. Оно представляет собой закономерную реакцию организма на работу. В первую очередь в результате утомления нарушаются сложные психические процессы, т. е. ухудшается индуктивная форма мышления. Водитель при этом строит вместо полной вероятностной модели дорожной ситуации упрощенную, с ограниченным числом ожидаемых событий. Если на дороге сложится ситуация, отличная от той (упрощенной), которую предполагал водитель, вероятность ДТП резко возрастает. Кроме того, ухудшается и моторное действие, выполняемое водителем, что проявляется в снижении точности, скорости и согласованности движений по управлению автомобилем (трактором).

Скорость развития утомления зависит от множества факторов: динамической и статической адаптации, зрительного комфорта, рабочей среды и др.

Утомляемость оказывает решающее влияние на способность водителя правильно, быстро и безопасно ориентироваться в дорожной обстановке. Снижение работоспособности вследствие утомляемости нельзя считать чисто физиологическим явлением. Как показали многочисленные исследования, важная роль в процессах утомления принадлежит психологическим факторам, напряжению нервной системы человека.

В практике работы водителя автомобиля (трактора) различают:

- естественное утомление, последствия которого исчезают уже на другой день;
- излишнее утомление, возникающее из-за неправильной организации труда;
- вредное утомление, последствия которого не исчезают на второй день, а незаметно накапливаются и долго остаются неосознанными, пока внезапно не проявятся.

Утомление водителей и другие отклонения во время работы вызывают следующие основные факторы:

- продолжительность непрерывного вождения автомобиля (трактора);
- психофизиологическое состояние водителя перед выездом в рейс или выходом в смену;
- вождение автомобиля (трактора) в ночное время;
- монотонность и однообразие вождения;
- условия труда на рабочем месте водителя.

Наиболее объективным доказательством утомления водителя при управлении автомобилем является число ДТП в зависимости от продолжительности движения и прочих условий, сопутствующих утомлению. Установлена явная зависимость числа ДТП и несчастных случаев от продолжительности работы. Было доказано, что после 8 ч работы увеличивается относительное число ДТП и несчастных случаев, причем сначала, до 10 ч, незначительно, а затем с 11 ч увеличение числа ДТП становится особенно интенсивным. На первом часу работы по вине водителей допускается около 12 % ДТП, а после 8 ч работы — около 26 %.

Не меньшее влияние на утомляемость водителя оказывает психофизиологическое состояние его перед выездом. Оно ухудшается от недосыпания и нагрузки водителя перед началом работы (психическое напряжение, конфликтная нервнирующая обстановка, психическая травма).

Усиление утомления водителя происходит при управлении автомобилем в ночное время. Это связано с тем, что в этом случае мозг одновременно выполняет две функции: первая — управление автомобилем и вторая, более тяжелая, — преодоление естественной склонности ко сну.

При монотонном и однообразном движении развивается особо опасный вид утомления, который вызывает заторможенное состояние высшей нервной деятельности водителя и может привести к слабости, сонливости и засыпанию за рулем. Такое состояние возникает в результате продолжительного повторения одного и того же действия.

Проведенные опыты позволили сделать вывод, что большое число ДТП, при расследовании которых не удается установить конкретной причины происшествия, происходят из-за потери внимания под влиянием езды по однообразной дороге. При этом ни моральное, ни материальное стимулирование, ни создание оптимальных гигиенических условий у некоторых водителей не могут сократить число допускаемых ошибок.

Таким образом, утомление, возникающее у водителя, следует считать комбинированным, т. е. физическим, умственным и эмоциональным, так как в его работе элементы физического труда сочетаются с элементами интенсивной умственной деятельности и выраженным эмоциональным напряжением.

Большое нервно-эмоциональное напряжение водителя обусловлено постоянной готовностью реагировать на различные, внезапно возникающие изменения дорожной обстановки, ответственностью за жизнь пассажиров и пешеходов, за сохранность материальных ценностей. Водитель современных автомобилей должен быть мастером скоростного вождения, что требует широкого распределения и быстрого переключения внимания, высокой степени эмоциональной устойчивости и проявления волевых качеств. В некоторые периоды работы водитель вынужден выполнять

необходимые операции по управлению автомобилем в очень быстром навязанном темпе, близком к пределу его психофизиологических возможностей.

Не менее важными факторами, ускоряющими утомление, являются условия труда на рабочем месте водителя (положение при работе, ритм и темп работы, перерывы в работе), микроклимат на рабочем месте водителя (температура, давление, влажность воздуха, загазованность, освещение, излучение) и уровень шума и вибраций. Эти факторы оказывают существенное влияние и на возникновение отклонений в психофизиологическом состоянии водителя.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМФОРТА В САЛОНЕ АВТОМОБИЛЯ

Конкурентная среда вынуждает производителя ориентироваться на удовлетворение требований потребителя. Неверно выбранные технико-экономические параметры новой модели автомобиля сложно скорректировать на стадии производства и эксплуатации, поэтому на стадии разработки технического задания необходимо комплексно прорабатывать технические, экономические, эксплуатационные, производственные и нормативные показатели разрабатываемой техники.

Исследование условий работы водителей свидетельствует о существенном значении параметров внутренней среды в автомобиле. Эти параметры лишь с большей или меньшей вероятностью соответствуют установленным нормам. Основными факторами, влияющими на микроклимат в салоне автомобиля, являются распределение температуры по объему салона, наличие токсичных веществ и пылевых частиц в воздухе, а так же вибрация и шум.

Изменение распределения температуры в салоне происходит за счет поглощения элементами кузова автомобиля тепловой энергии солнца и силового агрегата. На это распределение влияют внешние факторы, такие как температура наружного воздуха, его влажность, а так же скорость движения автомобиля.

Кроме того, к требованиям комфортности относят способ управления климатической системой, при которой от водителя требовался бы минимум внимания.

Одной из основных целей повышения комфортности и безопасности движения автомобиля является соответствие современным требованиям Правил ЕЭК ООН. В частности, ГОСТ 28070 «Обзорность с места водителя», ГОСТ 12.1.005 и РД 37.052.154 «Содержание вредных веществ в салоне и

кабине», Правила №51, 9, 41, 63 ЕЭК ООН «Внешний шум», ГОСТ 27438 «Внутренний шум», Правило №43 «Безопасные стекла» нормируют требования к салонам автомобилей.

Автомобили наносят существенный вред окружающей среде, поэтому должны соответствовать жестким экологическим требованиям, которые отражены в стандартах ИСО-14040 и -14043, директиве 2000/53/ЕС «О транспортных средствах, вышедших из эксплуатации». Требования по разборке, повторному использованию и рециклированию АТС и их узлов необходимо учитывать уже на этапе разработки. Для повышения степени рециклируемости автомобиля разработчики стремятся уменьшить количество уровней разборки, число элементов в сборочной единице и используемых типов материалов, избегать окрашивания поверхностей деталей, применять модульный принцип конструирования, использовать экологически чистые материалы.

При отклонении от требуемых параметров автомобиля производителю могут запретить выдачу или продление сертификата соответствия. Поэтому они вынуждены приводить выпускаемый автомобиль в соответствие с современными требованиями.

В настоящее время широкое распространение получили методы математического моделирования движения автомобиля, которые очень эффективны для сравнительных расчетов. Современные информационные технологии позволяют разрабатывать конструкторско-технологическую документацию в электронном виде. Моделируя процесс эксплуатации на компьютере, осуществляются расчеты прочности, долговечности, износостойкости, жесткости, вибро- и теплоустойчивости как конструкции в целом, так и ее элементов. Виртуальное проектирование сокращает время создания новых моделей, позволяет вести процесс разработки круглосуточно, повышая качество разработок.

Климатическая комфортабельность

Ненормальные климатические условия в кабине автомобиля вредно отражаются на здоровье водителя и являются одной из причин, способствующей возникновению ДТП. Под влиянием повышенной или пониженной температуры в кабине автомобиля у водителя притупляется внимание, снижается острота зрения, увеличивается время реакции, быстро наступает усталость, появляются ошибки и просчеты, которые могут привести к ДТП или к снижению качества выполнения технологической операции. Установлено, что наиболее приемлемой температурой в кабине автомобиля является температура 20...22°C. При снижении температуры до 13°C степень относительной опасности ДТП возрастает в 1,5 раза, а при повышении ее до 27°C — в 1,6 раза [33].

Одним из требований техники безопасности и гигиены труда является исключение возможности проникновения в кабину водителя отработавших газов, которые содержат ряд токсичных компонентов, в том числе оксид углерода. В зависимости от доли оксида углерода в воздухе и длительности работы водителя в такой атмосфере воздействие на водителя бывает различным.

Наиболее характерными признаками при незначительном отравлении являются сонливость, чувство усталости, интеллектуальная пассивность, нарушение пространственной координации движений, ошибки в определении дистанции и увеличение латентного периода при сенсомоторных реакциях. Проведенные исследования показали, что достаточно лишь незначительного количества оксида углерода, чтобы вызвать у некоторых людей ощущение угара, одурманивание, головную боль, сонливость и потерю ориентировки, т. е. такие отклонения, которые могут привести к съезду с дороги, неожиданному повороту рулевого колеса, засыпанию.

Оксид углерода засасывается в салон вместе с отработавшими газами при технических неисправностях автомобиля. Лишенный всякого запаха и цвета, оксид углерода в течение длительного времени остается совершенно незаметным. При этом работающий человек отравляется в три раза быстрее по сравнению с человеком, находящимся в состоянии покоя.

Необходимо учитывать, что оксид углерода попадает на рабочее место водителя также вместе с отработавшими газами, выбрасываемыми двигателями других автомобилей. Особенно это опасно для водителей легковых автомобилей — такси, городских автобусов и грузовых автомобилей, систематически работающих в условиях интенсивного и плотного движения транспортных средств в городах, магистрали которых заполнены отработавшими газами.

Исследования воздушной среды в кабинах водителей и в пассажирских салонах автобусов показали, что в отдельных случаях содержание оксида углерода достигает 125 мг/м^3 , что в несколько раз превышает предельно допустимую концентрацию для рабочей зоны водителя. Поэтому длительное вождение автомобиля, превышающее 8 ч, в условиях города крайне опасно из-за возможности отравления водителя оксидом углерода.

Условия, в которых человек не испытывает перегрева или переохлаждения, резкого движения воздуха и других неприятных ощущений, можно считать в тепловом отношении комфортными. Комфортные условия в зимний период несколько отличаются от этих же условий в летний период, что связано с применением человеком разной одежды. Основными факторами, определяющими тепловое состояние человека, являются температура, влажность и скорость воздуха, температура и свойства окружающих человека поверхностей. При различных сочетаниях этих факторов можно создать одинаково комфортные условия в летний и зимний периоды эксплуатации.

Ввиду многообразия особенностей теплообмена между организмом человека и внешней средой выбор единого критерия, характеризующего комфортные условия и являющегося функцией параметров среды, представляет собой трудную задачу. Поэтому комфортные условия обычно выражают совокупностью показателей, ограничивающих отдельные параметры: температуру, влажность, скорость воздуха, максимальный перепад температур воздуха в кузове и вне его, температуру окружающих поверхностей (пола, стен, потолка), уровень радиации, подачу воздуха в ограниченное помещение (кузов, кабину) на одного человека в единицу времени или кратность воздухообмена.

Комфортные значения температуры и влажности воздуха, рекомендуемые различными исследователями, несколько отличаются. Так, Институт гигиены труда и профессиональных заболеваний рекомендует для человека, выполняющего легкую работу, температуру воздуха в зимнее время 20...22 °С, в летнее 23...25°С при относительной его влажности 40...60%. Допустимой является температура воздуха 28°С при той же влажности и незначительной его скорости (около 0,1 м/с).

По результатам французских исследователей, для легких зимних работ рекомендуется температура воздуха 18...20°С при его влажности 50... 85%, а для летних 24...28°С при влажности воздуха 35...65%.

По другим зарубежным данным, водители автомобилей должны работать при более низких температурах (15...17°С в зимний период эксплуатации и 18...20°С в летний) при относительной влажности воздуха 30...60 % и скорости его движения 0,1 м/с. Кроме того, перепад температур наружного воздуха и внутри кузова в летний период не должен превышать 10°С. Разность температур внутри ограниченного объема кузова во избежание простудных заболеваний человека не должна превышать 2... 3°С.

В зависимости от условий работы для обеспечения комфортных условий температуру в зимний период можно принимать равной 21°C при легкой работе, 18,5°C при умеренной, 16°C при тяжелой.

В настоящее время в России микроклиматические условия на автомобилях и тракторах регламентированы. Так, для автомобилей температура воздуха в кабине (кузове) в летний период не должна быть выше 28°C, в зимний (при наружной температуре -20°C) — не менее 14°C. В летнее время при движении автомобиля со скоростью 30 км/ч перепад между внутренней и наружной температурой воздуха на уровне головы водителя не должен быть более 3°C при наружной температуре 28°C и более 5°C при наружной температуре 40°C. В зимнее время в зоне расположения ног, пояса и головы водителя следует обеспечить температуру не ниже 15°C при наружной температуре -25°C и не ниже 10°C при наружной температуре -40°C.

Влажность воздуха в кабине должна быть 30...70%. Подвод свежего воздуха в кабину должен быть не менее 30 м³/ч на одного человека, скорость движения воздуха в кабине и салоне автомобиля 0,5...1,5 м/с. Предельная концентрация пыли в кабине (салоне) не должна превышать 5 мг/м³.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочих зон салона и кабины автомобиля и трактора регламентируются ГОСТ Р 51206–98 для автомобилей и ГОСТ 12.2.019–86 для тракторов, в частности: оксид углерода (СО) — 20 мг/м³; оксиды азота в пересчете на 1СНО₂ — 5 мг/м³; углеводороды суммарные (С_пН_м) — 300 мг/м³; акролеин (С₂Н₃СНО) — 0,2 мг/м³.

Концентрация паров бензина в салоне и кабине автомобиля не должна быть более 100 мг/м³.

По Фангеру [10], при данном уровне активности и данной одежде на тепловой комфорт влияют три физических параметра: средняя скорость и температура окружающего воздуха, а также средняя температура всех поверхностей, с

которыми тело человека обменивается излучением тепла. То есть, при определенной деятельности (вождение) и определенной одежде (например, легкий костюм), а также при данной средней скорости перемещения воздуха и данной температуре излучения имеется некоторая температура окружающего воздуха, при которой наступает тепловой комфорт.

Если температура окружающего воздуха ниже оптимальной, то тело теряет слишком много тепла и возникает ощущение холода, а если она слишком высокая, то тело отдает мало тепла и человеку в этой среде жарко. Таким образом, если все тепло, вырабатываемое организмом, воспринимается окружающей средой, то такое состояние можно считать оптимальным, и наоборот, если в окружающую среду отводится больше тепла, чем вырабатывается, то человек ощущает холод, если же меньше, то перегрев.

Особенности теплового комфорта в салоне автомобиля обусловлены размещением окон в верхней части салона и поэтому излучение тепла с головы до ног сильно отличается.

Рекомендации к тепловому режиму вокруг определенных областей даны на рисунке 2.1.

Решающее значение имеет область 1 (голова). Конъюнктив и роговица глаза очень чувствительно реагируют на слишком высокую температуру воздуха повышенным выделением влаги и высыханием слизистой оболочки глаза. Из-за сухости конъюнктивы возникает рефлекс частого мигания и чувство усталости глаз. Чрезмерно высокая скорость обдува воздухом оказывает аналогичное действие. Таким образом, в области головы водителя температура и скорость обдува воздуха должны быть умеренными в пределах относительно узкого поля допуска.

Необходимо избегать сильного локального отвода тепла в областях 2, 4 - на тех участках тела, которые скрыты

под одеждой (бедро, руки, голени), так как это действует как сквозняк.

В противоположность этому для области 3 (кисти рук) может быть определено широкое поле допуска, поскольку руки быстро приспосабливаются к меняющимся тепловым условиям окружающей среды.

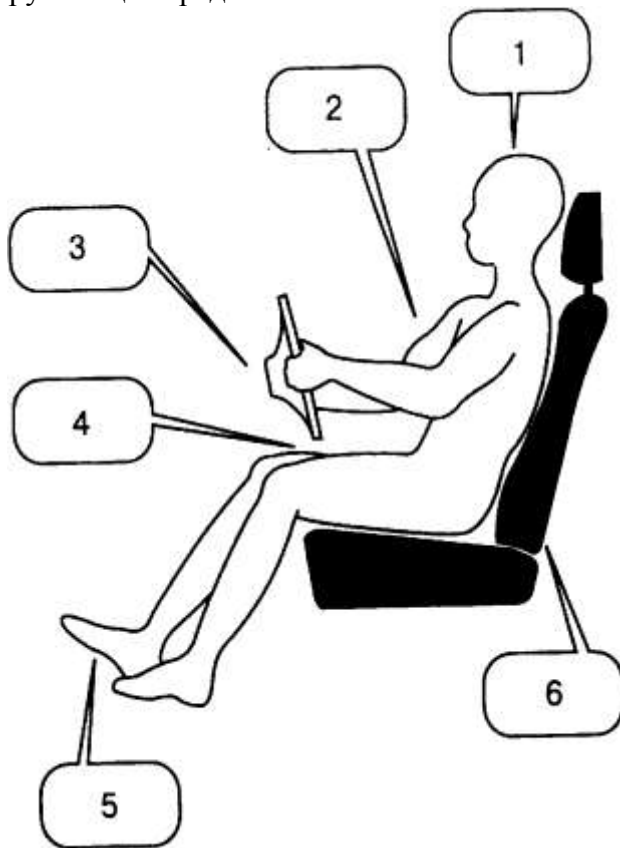


Рисунок 2.1 – Рекомендации по тепловому режиму:

1 - область, требующая более низкую температуру и скорость перемещения воздуха (на 3-5°С ниже, чем в ногах); 2, 4 - в этих областях не должно быть сквозняков; 3 - эта область не имеет решающего значения, так как руки быстро адаптируются к изменению теплового режима; 5 - область медленной адаптации (до 5 часов). Слабое

кровообращение в ногах. Малая подвижность, требующая обеспечения узкого поля допуска температур (температура выше на 3-5°C, чем у головы); 6 - область туловища, где не должен образовываться пот

Критическим является также тепловой режим воздуха в области 5 (ноги). Кровообращение в ногах является относительно слабым, а их подвижность в автомобиле весьма ограничена. В области ног должна быть повышенная температура окружающего воздуха - на 3-5°C выше, чем средняя температура окружающего воздуха.

Серьезно влияет на комфорт также область 6 (туловище), находящаяся в постоянном контакте с сиденьем (спина и бедра). Воздух здесь застаивается, а материал обивки создает высокое тепловое сопротивление отводу тепла от тела. Возможно образование пота, с чем связано значительное снижение комфорта.

Человеческий организм обладает способностью регулировать теплоотдачу. Однако возможности организма не беспредельны. Бывают условия, вызывающие ухудшение самочувствия и снижение работоспособности человека, способствующие возникновению заболеваний и даже угрожающие жизни.

Индивидуальное напряжение человека возрастает в линейной зависимости от интенсивности нагрузки и в экспоненциальной от продолжительности нагрузки. Мерой интенсивности тепловой нагрузки является разность между образованием тепла в теле человека и общим отводом тепла.

Чем больше разница, тем меньше тепловое равновесие и тем больше тепловой дискомфорт. При этом решающую роль играет фактор продолжительности нагрузок.

Основной задачей климатической системы является создание благоприятного микроклимата в салоне автомобиля - оптимальных окружающих условий для работы человека. В широком понимании микроклимат представляет собой комплекс физических факторов окружающих условий,

способных влиять на тепловое состояние организма и его терморегуляторные реакции. Факторы, которые должны регулировать климатические системы, следующие: температура, влажность, скорость движения воздуха и тепловое облучение. Более дорогие системы, разработанные для автомобилей представительского класса, обеспечивают также дезодорацию, озонирование, ионизацию и парфюмеризацию воздуха в салонах автомобилей.

Условия, в которых человек не испытывает ни перегрева, ни переохлаждения, ни сильного движения воздуха, сквозняков, ни других неприятных ощущений, принято считать в тепловом отношении комфортными. Общеизвестно, что комфортные условия для зимы несколько отличаются от летних.

Более целесообразно оперировать понятием «допустимое комфортное условие», определяющееся как совокупность показателей, ограничивающих отдельные параметры: температуру, влажность, скорость воздуха, максимальный перепад температур воздуха в салоне и вне его, температуру наружных поверхностей деталей салона, радиационный баланс поверхности тела человека, испарение пота, предельно допустимые концентрации посторонних примесей в воздухе, подачу воздуха в ограниченное помещение на 1 человека в единицу времени или кратность воздухообмена.

Вышеперечисленные параметры регламентируются требованиями санитарных норм, а также РД 37.001.018-84 и ГОСТ Р 50993-96.

Салон транспортного средства представляет собой замкнутую вентилируемую камеру с прозрачными и непрозрачными ограждениями, в которой находятся водитель и пассажиры.

Уравнение теплового баланса салона, при котором температура воздуха остается постоянной, можно представить в следующем виде:

$$\sum Q_i = Q_4 + Q_{п.о.} + Q_{нп.о.} + Q_{дв.} + Q_{тм} + Q_{гдр} + Q_{эл} + Q_{внт},$$

где Q_i - тепловой баланс салона; Q_4 - количество людей в салоне и их тепловыделения; $Q_{п.о.}$ - количество тепла, поступающего через прозрачные ограждения (главным образом, через стекла от солнечной радиации); $Q_{нп.о.}$ - количество тепла, поступающее через непрозрачные ограждения; $Q_{дв.}$ - тепловыделение от двигателя; $Q_{тм}$ - тепловыделение трансмиссии; $Q_{гдр}$ - тепловыделение находящихся в салоне узлов гидрооборудования; $Q_{эл}$ — тепловыделение находящегося в салоне электрооборудования; $Q_{внт}$ -телопоступление вместе с воздухом, подаваемым вентилятором.

Условия теплового баланса выполняются в том случае, если тепловые потоки, поступающие в кабину, равны потокам, выходящим из нее.

Наряду с обычными требованиями к климатической системе к ней предъявляется требование и по динамике создания комфорта. Состояние теплового комфорта должно создаваться настолько быстро, насколько это возможно, особенно при низкой или очень высокой температуре внешнего воздуха и в случае, когда автомобиль долго стоял.

Вибрационная комфортабельность

С точки зрения реакции на механические возбуждения человек представляет собой некоторую механическую систему. При этом различные внутренние органы и отдельные части тела человека можно рассматривать как массы, соединенные между собой упругими связями с включением параллельных сопротивлений.

Относительные перемещения частей тела человека приводят к напряжениям в связках между этими частями и взаимному соударению и надавливанию. Такая вязкоупругая механическая система обладает собственными частотами и достаточно ярко выраженными резонансными свойствами. Резонансные частоты отдельных частей тела человека следующие: голова — 12...27 Гц, горло — 6...27 Гц, грудная клетка — 2...12 Гц, ноги и руки — 2...8 Гц, поясничная часть позвоночника — 4...14 Гц, живот — 4...12 Гц. Степень вредного воздействия колебаний на организм человека зависит от частоты, продолжительности и направления действия вибрации, индивидуальных особенностей человека.

Продолжительные колебания человека с частотой 3...5 Гц вредно отражаются на вестибулярном аппарате, сердечно-сосудистой системе и вызывают синдром укачивания. Колебания с частотой 1,5...11 Гц вызывают расстройства вследствие резонансных колебаний головы, желудка, кишечника и в конечном счете всего тела. При колебаниях с частотой 11...45 Гц ухудшается зрение, возникает тошнота, рвота, нарушается нормальная деятельность других органов. Колебания с частотой более 45 Гц вызывают повреждение сосудов головного мозга, происходит расстройство циркуляции крови и высшей нервной деятельности с последующим развитием вибрационной болезни.

Поскольку вибрация при постоянном воздействии оказывает неблагоприятное влияние на организм человека, ее нормируют.

Общий подход к нормированию вибрации заключается в ограничении виброускорения или виброскорости, измеренных на рабочем месте водителя, в зависимости от направления действия вибрации, ее частоты и продолжительности.

Отметим, что плавность хода машины характеризуется общей вибрацией, передающейся через опорные поверхности на тело сидящего человека. Локальная же вибрация передается через руки человека от органов управления машиной, и ее влияние менее существенно.

Зависимость среднего квадратического значения вертикального виброускорения a_g сидящего человека от частоты f колебаний при его постоянной вибронегруженности приведена на рисунке 2.2 (кривые «равного сгущения»), из которого видно, что в диапазоне частот $f = 2 \dots 8$ Гц чувствительность организма человека к вибрации повышается. Причина этого как раз и заключается в резонансных колебаниях различных частей тела человека и его внутренних органов. Большинство кривых «равного сгущения» получены при воздействии на организм человека гармонической вибрации. При случайной вибрации кривые «равного сгущения» в различных диапазонах частот имеют общий характер, но количественно отличаются от гармонической вибрации.

Гигиеническую оценку вибрации проводят одним из трех методов: раздельно-частотным (спектральным) анализом; интегральной оценкой по частоте и «дозой вибрации».

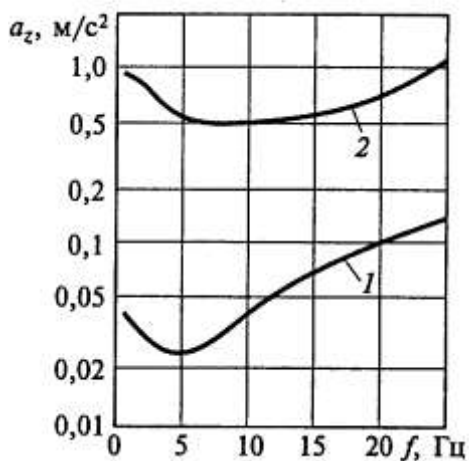


Рисунок 2.2 – Кривые «равного сгущения» при гармонической вибрации: 1 — порог ощущений; 2 — начало неприятных ощущений

При отдельно-частотном анализе нормируемыми параметрами являются средние квадратические значения виброскорости V и их логарифмические уровни L_v или виброускорения a_z для локальной вибрации в октавных полосах частот, а для общей вибрации — в октавных или третьоктавных полосах частот.

При нормировании вибрации кривые «равного сгущения» впервые стали учитываться в стандарте ИСО 2631 — 78. Стандарт устанавливает допускаемые средние квадратические значения виброускорения в третьоктавных полосах частот в диапазоне среднегеометрических частот 1...80 Гц при различной продолжительности действия вибрации. Стандарт ИСО 2631 — 78 предусматривает оценку как гармонической, так и случайной вибрации. При этом направление общей вибрации принято оценивать вдоль осей ортогональной системы координат (x — продольная, y — поперечная, z — вертикальная).

Аналогичный подход к нормированию вибрации использован в ГОСТ 12.1.012—90, положения которого являются основой определения критерия и показателей плавности хода автомобилей и тракторов.

В качестве критерия плавности хода введено понятие «безопасность», не допускающее нарушения здоровья водителя.

Показатели плавности хода обычно назначают по выходной величине, которой является вертикальное виброускорение a_z или вертикальная виброскорость V_v , определяемые на сиденье водителя. Здесь необходимо отметить, что при оценке вибрационной нагрузки на человека предпочтительной выходной величиной является виброускорение.

Среднее квадратическое значение a_z называют «контролируемым параметром», а плавность хода машины определяют при постоянной вибрации в диапазоне частот 0,7...22,4 Гц.

Значения весовых коэффициентов приведены в таблице 2.1. Согласно санитарным нормам, при длительности смены 8 ч и общей вибрации нормативное среднее квадратическое значение вертикального виброускорения составляет $0,56 \text{ м/с}^2$, а его логарифмический уровень 115 дБ.

При определении вибрационной нагрузки на человека с использованием спектра вибрации нормируемыми показателями являются среднее квадратическое значение виброускорения или его логарифмический уровень в третьоктавных и октавных полосах частот. Допускаемые значения спектральных показателей вибрационной нагрузки на человека приведены в таблице 2.1.

В случае применения интегрального и раздельно-частотного методов оценки вибрационной нагрузки на человека можно прийти к различным результатам. В качестве приоритетного рекомендуется использовать метод раздельно-частотной (спектральной) оценки вибрационной нагрузки.

Таблица 2.1

Значение весового коэффициента k_{zj} и его логарифмического уровня L_{kzj} для вертикального виброускорения при общей вибрации

Среднее геометрическое значение частоты третьоктавной и октавной полос f_{cni} , Гц	Третьоктавная полоса частот		Октавная полоса частот	
	k_{zj}	L_{kzj}	k_{zj}	L_{kzj}
0,80	0,45	-7	0,50	-6
1,00	0,50	-6		
1,25	0,56	-5		
1,60	0,63	-4	0,71	-3
2,00	0,71	-3		
2,50	0,80	-2		
3,15	0,90	-1		
4,00	1,00	0	1,00	0
5,00	1,00	0		
6,30	1,00	0		
8,00	1,00	0	1,00	0
10,00	0,80	-2		
12,50	0,63	-4		
16,00	0,50	-6	0,50	-6
20,00	0,40	-8		

В настоящее время определены и используются в практике нормативные показатели плавности хода машин, такие как виброускорения и виброскорости в вертикальной и горизонтальной плоскостях, устанавливаемые дифференцированно для различных частот колебаний. Последние группируются в семь октавных полос со средней геометрической частотой от 1 до 63 Гц (таблица 2.3).

На ряде специальных колесных и гусеничных машин, эксплуатируемых в тяжелых дорожных условиях, где амплитуды микропрофиля значительные, трудно обеспечить значения показателей плавности хода, регламентируемые для транспортной техники. Поэтому для таких машин устанавливают нормативные показатели плавности хода на более низком уровне (таблица 2.4).

Таблица 2.2

**Санитарные нормы спектральных показателей
вибрационной нагрузки
вертикального виброускорения для**

Среднее геометрическое значение частоты третьоктавной и октавной полос $f_{срj}$, Гц	Нормативное среднее квадратическое значение виброускорения a_{vj} , М/С ²		Нормативное значение логарифмического уровня виброускорения L_{kvi} дБ	
	Треть-октавная полоса частот	Октавная полоса частот	Треть-октавная полоса частот	Октавная полоса частот
0,80	0,710	1,10	117	121
1,00	0,630		116	
1,25	0,560		115	
1,60	0,500	0,79	114	118
2,00	0,450		113	
2,50	0,400		112	
3,15	0,335	0,57	111	115
4,00	0,315		110	
5,00	0,315		110	
6,30	0,315	0,60	110	116
8,00	0,315		110	
10,00	0,400		112	
12,50	0,500	1,13	114	121
16,00	0,630		116	

20,00	0,800	118
-------	-------	-----

Нормы плавности хода для грузовых автомобилей, автобусов, легковых автомобилей, прицепов и полуприцепов определены для трех типов участков автополигона НАМИ:

I — цементная динамометрическая дорога со среднеквадратическим значением высот неровностей 0,006 м;

II — булыжная мощеная дорога без выбоин со среднеквадратическими значениями неровностей 0,011 м;

III — булыжная дорога с выбоинами со среднеквадратическими значениями неровностей 0,029 м.

Нормы плавности хода автомобилей, установленные ОСТ 37.001.291 — 84, приведены в таблицах 2.5 — 2.7.

Таблица 2.3

Нормативные показатели плавности хода транспортных машин

Параметр	Средняя геометрическая частота колебаний, Гц						
	1	2	4	8	16	31,5	63
Виброскорость, м/с: вертикальная горизонтальная	0,200	0,071	0,025	0,013	0,011	0,011	0,011
	0,063	0,035	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
Виброускорение, м/с ² : вертикальное горизонтальное	1,10	0,79	0,57	0,60	1,14	2,26	4,49
	0,39	0,42	0,80	1,62	3,20	6,38	12,76

Таблица 2.4

Нормативные показатели плавности хода для машин, работающих в тяжелых дорожных условиях

Ускорения на рабочем месте водителя (оператора)	Машина	
	Транспортно-тяговая	Тяговая
Вертикальные:		

средние квадратические максимальные от эпизодических толчков	0,5 g 1,5 g	0,6 g 2,5 g
максимальные от поворотных толчков	0,7 g	1,0 g
Горизонтальные средние квадратические	0,4 g	0,4 g

Таблица 2.5

Предельные технические нормы плавности хода грузовых автомобилей

Тип дороги	Корректированные значения виброускорений на сиденьях, m/s^2 , не более			Средние квадра- тические значения
	вертикальных	горизонтальных		
		продольных	поперечных	
I	1,0	0,65	0,65	1,3
II	1,5	1,00	0,80	1,8
III	2,5	1,60	1,60	2,7

Таблица 2.6

Предельные технические нормы плавности хода автобусов

Тип дороги	Корректированные значения виброускорений на сиденьях автобусов, m/s^2 , не более		
	городских		остальных типов
	водителя	пассажиров	
			водителя пассажиров и

	верти- кальных	горизон- тальных	верти- кальных	горизон- тальных	верти- кальных	горизон- тальных
I II	0,65 0,90	0,45 0,65	0,8 1,1	0,6 0,8	0,8 1,1	0,6 0,8

Таблица 2.7

Предельные технические нормы плавности хода легковых автомобилей

Тип дороги	Корректированные значения виброускорений на сиденьях водителя и пассажиров, m/s^2 , не более	
	вертикальных	горизонтальных
I II III	0,8 2,0	0,6 0,8 1,3

Таблица 2.8

Предельные параметры вибрации в различных направлениях на сиденье водителя (оператора) трактора

Класс трактора	Средние квадратические значения ускорений, m/s^2 , в октавных полосах со среднегеометрическими частотами Гц						
	1	2	4	8	16	31,5	63
<i>В вертикальном направлении</i>							
0,6	—	1,15	0,80	0,60	1,14	—	—
0,9 ...1,4	—	1,30	0,60	0,50	0,40	—	—
2	—	1,20	0,60	0,50	0,40	—	—
3 (колесные)	—	1,30	0,45	0,35	0,40	—	—
3 и более (гусеничные)	—	0,55	0,60	0,90	1,00	1,9	—
5 и более (колесные)	—	1,30	0,40	0,25	0,25	—	—
1,4 (хлопководческие, свекловодческие)	—	0,79	0,57	0,60	1,14	—	—
Класс трактора	Средние квадратические значения ускорений, m/s^2 , в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц						

	1	2	4	8	16	31,5	63
<i>В горизонтальном направлении</i>							
Все классы	0,316	0,423	0,80	1,62	3,20	6,38	12,76

Для тракторов нормирование вибрации регламентирует ГОСТ 12.2.019 — 86. Предельные нормы вибрации на сиденье водителя (оператора) в вертикальном и горизонтальном направлениях приведены в табл. 9.8.

Для улучшения показателей плавности хода автомобилей и тракторов используют следующие мероприятия:

- выбор компоновочной схемы автомобиля или колесного трактора, обеспечивающей независимость колебаний на передней и задней подвесках подрессоренной массы машины;
- выбор оптимальной характеристики упругости подвески;
- обеспечение оптимального соотношения жесткостей передней и задней подвесок автомобиля или колесного трактора;
- уменьшение массы неподрессоренных частей;
- подрессоривание кабины и сиденья водителя (оператора) трактора, грузового автомобиля и автопоезда.

Акустическая комфортабельность

В кабине автомобиля и трактора возникают различные шумы, которые отрицательно сказываются на работоспособности водителя. Прежде всего страдает слуховая функция, но шумовые явления обладая кумулятивными свойствами (т.е. свойствами накапливаться в организме), угнетают нервную систему, при этом изменяются психофизиологические функции, значительно снижается скорость и точность движений. Шум вызывает отрицательные эмоции, по; его влиянием у водителя появляются рассеянность, апатия, нарушение памяти.

Воздействие шума на человека может быть подразделено в зависимости от интенсивности и спектра шума на следующие группы:

- очень сильный шум с уровнями 120...140 дБ и выше независимо от спектра способен вызывать механические повреждение органов слуха и быть причиной тяжелых поражений организма;

- сильный шум с уровнями 100...120 дБ на низких частотах выше 90 дБ на средних и выше 75...85 дБ на высоких частотах - вызывает необратимые изменения в органах слуха, а при длительном воздействии может быть причиной ряда заболеваний и в первую очередь — нервной системы;

- шум более низких уровней 60...75 дБ на средних и высоких частотах — оказывает вредное воздействие на нервную систему человека, занятого работой, требующей сосредоточенного внимания, к которой относится работа водителя автомобиля.

Санитарные нормы подразделяют шумы на три класса и устанавливают для них допустимый уровень:

1 класс — низкочастотные шумы (наибольшие составляющие в спектре расположены ниже частоты 350 Гц, выше которой уровни понижаются) с допустимым уровнем 90...100 дБ;

2 класс — среднечастотные шумы (наибольшие уровни в спектре расположены ниже частоты 800 Гц, выше которой уровни понижаются) с допустимым уровнем 85...90 дБ;

3 класс — высокочастотные шумы (наибольшие уровни в спектре расположены выше частоты 800 Гц) с допустимым уровнем 75...85дБ.

Таким образом, шум называют низкочастотным при частоте колебаний не более 400 Гц, среднечастотным — 400...1000 Гц, высокочастотным — более 1000 Гц. При этом по частоте спектра шум классифицируют на широкополосный, включающий почти все частоты звукового давления (уровень измеряется в дБА), и узкополосный (уровень измеряется в дБ).

Хотя частота акустических звуковых колебаний находится в пределах 20...20000 Гц, ее нормирование в дБ осуществляется в октавных полосах с частотой 63...8000 Гц постоянного шума. Характеристикой же непостоянного и широкополосного шума является эквивалентный по энергии и восприятию ухом человека уровень звука в дБА.

В табл. 9.9 приведены нормируемые параметры звука в кабинах тракторов в соответствии с ГОСТ 12.2.120—88 и ГОСТ 12.1.003—83.

Допустимые уровни внутреннего шума для автотранспортных средств по ГОСТ Р 51616 — 2000 приведены в табл. 9.10.

Следует отметить, что допустимые уровни внутреннего шума в кабине или салоне установлены безотносительно к тому, имеется ли здесь один источник шума или их несколько.

Очевидно, что если звуковая мощность, излучаемая одним источником, удовлетворяет предельно допустимому уровню звукового давления на рабочем месте, то при установке нескольких таких источников указанный предельно допустимый уровень будет превышен из-за

сложения их воздействия. В результате общий уровень шума определяется по закону энергетического суммирования.

Общий шум движущегося автомобиля или трактора складывается из шума, создаваемого двигателем, агрегатами, кузовом автомобиля и его составными частями, шумом вспомогательного оборудования и качения шин, а также шумом от потока воздуха.

Шум в конкретном источнике порождается определенными физическими явлениями, среди которых в автомобиле наиболее характерными являются: ударное взаимодействие тел; трение поверхностей; вынужденные колебания твердых тел; вибрация деталей и узлов; пульсация давления в пневматических и гидравлических системах.

В целом источники шума автомобиля (трактора) можно разделить на следующие:

- механические — двигатель внутреннего сгорания, корпусные детали, трансмиссия, подвеска, панели, шины, гусеницы, система выпуска;
- гидромеханические — гидротрансформаторы, гидромуфты, гидронасосы, гидромоторы;
- электромагнитные — генераторы, электромоторы;
- аэродинамические — система впуска и выпуска двигателя внутреннего сгорания, вентиляторы.

Шум имеет сложную структуру и складывается из шума отдельных источников. Наиболее интенсивными источниками шума являются: структурный шум двигателя (механический и шум процесса сгорания), шум впуска и его системы, шум выпуска и его системы, шум вентилятора системы охлаждения, шум трансмиссии, шум качения шин (шум шин), шум кузова.

Многолетними исследованиями установлено, что к основным источникам шумообразования в автомобиле (тракторе) следует отнести двигатель внутреннего сгорания, элементы трансмиссии, шины, аэродинамический шум. Вторичным источником шума являются панели кузова. К

дополнительным источникам относятся шумы навесных агрегатов двигателя, некоторых элементов трансмиссии, электродвигателей, отопителей, обдува стекол, хлопанье дверей и т. п.

Перечисленные источники генерируют механические и акустические колебания, разные по частоте и интенсивности. Характер спектра частот возмущений весьма сложен для анализа ввиду наложения и взаимосвязанности по частотам рабочих процессов и возмущений от элементов трансмиссии, ходовой части, аэродинамических процессов и т.д., а также ввиду того, что многие источники являются одновременно возбудителями механических и акустических колебаний. В спектрах вибрации основных агрегатов трансмиссии и шума проявляются, главным образом, гармонические составляющие от основных источников возбуждения (двигателя и трансмиссии).

Динамическое взаимодействие частей агрегатов автомобиле (трактора) порождает колебательную энергию, которая, распространяясь от источников колебаний, создает звуковое поле автомобиля, трактора, т.е. шум автомобиля, трактора.

В соответствии с этим для снижения интенсивности шума можно наметить следующие пути:

- снижение виброактивности агрегатов, т. е. уменьшение уровня колебательной энергии, генерируемой в источнике;
- принятие мер для снижения интенсивности колебаний на пути их распространения;
- воздействие на процесс излучения и передачи вибраций при соединенным деталям, т.е. уменьшение их виброакустической активности.

Уменьшение виброактивности источника достигается улучшением кинематических свойств систем автомобиля, трактора, выбором параметров механических систем таким образом, чтобы ν резонансные частоты были максимально

удалены от частотного диапазона, содержащего рабочие частоты агрегатов, а также снижением до минимума уровней колебаний в опорных точках и минимизации амплитуд вынужденных колебаний. Снижение шума может быть достигнуто созданием малошумного процесса сгорания, улучшением виброакустических характеристик корпусных деталей, агрегатов, введением в их конструкцию демпфирования, усовершенствованием конструкции и качества изготовления подвижных деталей, повышением акустической эффективности глушителей шума впуска и выпуска и т.д.

Борьба с шумом и вибрациями при их распространении в процессе излучения и передачи колебательной энергии присоединенным деталям и агрегатам может производиться «отстройкой» системы несущих элементов от резонансных состояний путем виброизоляции, вибродемпфирования и виброгашения.

Виброизоляция — выбор таких параметров механических систем, которые обеспечивают локализацию вибраций в определенной зоне автомобиля, трактора без дальнейшего ее распространения.

Вибродемпфирование — использование систем, с помощью которых осуществляется активное рассеивание энергии колебаний вибрирующих поверхностей, а также применение материалов с большим декрементом затухания.

Виброгашение — применение в агрегатах, настроенных на определенную частоту и форму колебаний, систем, действующих в противофазе.

Подавление шума в самом источнике его возникновения является активным способом шумоглушения и наиболее радикальным средством борьбы с шумами. Однако во многих случаях этот метод по тем или иным причинам не удастся применить. Тогда приходится прибегать к пассивным методам защиты от шума — это вибро-

демпфирование поверхностей, звукопоглощение, звукоизоляция.

Под звукоизоляцией понимается снижение звука (шума), поступающего к приемнику, вследствие отражения от препятствий на пути передачи. Звукоизолирующий эффект возникает всегда при прохождении звуковой волны через границу раздела двух разных сред. Чем больше энергия отраженных волн, тем меньше энергия прошедших и, следовательно, тем больше звукоизолирующая способность границы раздела сред. Чем больше звуковой энергии поглощается преградой, тем выше ее звукопоглощающая способность.

Шум, вызванный средними и высокочастотными колебаниями, передается в салон в основном по воздуху. Для уменьшения этой передачи следует особое внимание уделить герметизации салона, выявлению и устранению акустических дыр (акустических отверстий). Акустическими дырами могут быть сквозные и несквозные щели, технологические отверстия, участки с низкой звукоизоляцией, значительно ухудшающие общую звукоизоляцию конструкции.

С точки зрения особенностей передачи звуковой энергии различают большие и малые акустические отверстия. Большое акустическое отверстие характеризуется большим в сравнении с единицей отношением линейных размеров отверстия к длине падающей на отверстие звуковой волны. Практически можно считать, что звуковые волны проходят через большое акустическое отверстие по законам геометрической акустики и прошедшая через отверстие звуковая энергия пропорциональна его площади. Для каждой категории отверстий имеется один или несколько эффективных методов их устранения.

Для определения эффективных путей снижения шума необходимо знать наиболее интенсивные источники шума, провести их разделение, а также определить необходимость и величины снижения уровней каждого из них.

Имея результаты разделения источников и их уровни, можно определить очередность доводки автомобиля или трактора по шуму.

МИКРОКЛИМАТ РАБОЧЕГО МЕСТА ВОДИТЕЛЯ

Микроклиматические условия воздушной среды салона автомобиля

Современные требования к безопасности движения ставят новые задачи перед автомобильной промышленностью. Это разработка и создание экономичных, экологических и эргономичных автомобилей, удовлетворяющих запросам потребителя.

Вопросы безопасности движения автомобиля являются основополагающими при разработке новых конструкций узлов и систем, в том числе и систем, обеспечивающих требуемые параметры воздушной среды. Температура воздуха в салоне находится в прямой зависимости от температур наружного воздуха, температуры двигателя, теплоизоляции кузова и типа системы вентиляции и отопления.

Безопасность движения автомобиля в значительной степени зависит от надежной и эффективной защиты стекол от запотевания и обмерзания, что достигается их равномерным обдувом теплым воздухом, а комфорт водителя и пассажиров в значительной степени зависят от хорошо работающей и правильно скомпонованной системы вентиляции и отопления салона.

Система обеспечения комфортных условий (СОКУ) включает в себя приточную и вытяжную вентиляцию, отопитель с радиатором и вентилятором, панель приборов с распределительными воздуховодами и направляющими дефлекторами, блоком управления и дополнительным оборудованием, работающим независимо от штатной системы вентиляции и отопления (СОВ) салона автомобиля.

В соответствии с ГОСТ 121005-88 метеоусловия нормируются в зависимости от периода года (холодный со средней температурой наружного воздуха менее плюс 10°C градусов и теплый период со средней температурой более 10°C). Наиболее благоприятная температура в салоне плюс 18 - 24°C, влажность от 30 до 70%, при плюс 10°C начинается переохлаждение тела; при плюс 25°C наступает физическое утомление, замедляется реакция [33].

Под микроклиматическими условиями воздушной среды салона автомобиля понимают сочетание температуры, относительной влажности, скорости движения и запыленности воздуха. Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье [38]. Замечено, что температура воздуха в салоне автомобиля влияет на число дорожно-транспортных происшествий (рисунок 3.1) [4].

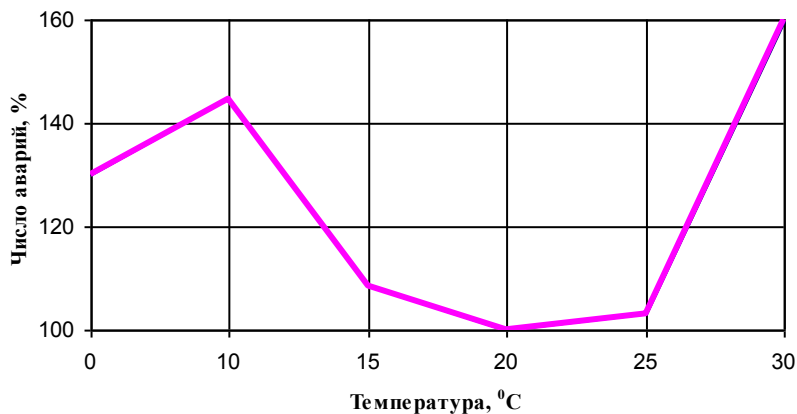


Рисунок 3.1 - Зависимость между температурой воздуха в салоне и числом аварий

Из рисунка видно, что в случае повышения или понижения температуры в салоне возрастает число аварий. Для обеспечения стабильного микроклимата в салоне

автомобиля при разных климатических условиях можно достигнуть только за счет нормально функционирующих СОВ.

СОКУ выполняет важную функцию повышения активной безопасности автомобиля. Во-первых, в комфортных условиях повышается работоспособность водителя и концентрация внимания на быстро изменяющиеся условия движения. Во-вторых, целенаправленное распределение воздушных потоков из элементов СОВ позволяет избежать конденсации влаги на стеклах автомобиля, и тем самым обеспечивается хорошая видимость [1, 8].

Существенно повышается роль надежности и эффективности работы СОКУ как характеристики безопасности движения автомобиля. Сложность эксплуатации автомобиля усугубляется неудовлетворительными дорожными условиями, что приводит к возможности ограничения видимости, повышенной вибрации и снижения надежности узлов и блоков конструкции автомобиля.

Показатели качества воздушной среды салона автомобиля напрямую зависят от вида СОВ. Повысить производительность системы в период эксплуатации довольно сложно, поэтому ответственность ложится на производителей автомобилей.

Конструктивные элементы систем обеспечения комфортной среды в салоне автомобиля

Температурные условия и подвижность воздуха в кабинах автомобилей и тракторов обеспечиваются системами отопления, вентиляции и кондиционирования.

В настоящее время существуют различные системы вентиляции и отопления кабин и салонов автомобилей и кабин тракторов, отличающиеся компоновкой и конструкцией отдельных узлов. Наиболее экономичной и широко применяемой на современных автомобилях является система отопления, использующая теплоту водяного охлаждения двигателя. Совмещение систем отопления и общеобменной вентиляции кабины позволяет повысить экономичность всего комплекса устройств обеспечения микроклимата в кабине в течение года.

Системы отопления и вентиляции отличаются в основном расположением воздухозаборника на наружной поверхности автомобиля, типом применяемого вентилятора и его расположением относительно радиатора отопителя (на входе или на выходе из радиатора), типом применяемого радиатора (трубчато-пластинчатый, трубчато-ленточный, с интенсифицированной поверхностью, матричный и др.), методом управления работой отопителя, наличием или отсутствием обводного воздушного канала, рециркуляционного канала и т.д.

Забор воздуха снаружи кабины в отопитель производится в месте минимальной запыленности воздуха и максимального динамического давления, возникающего при движении автомобиля. В грузовых автомобилях и тракторах воздухозаборник располагают на крыше кабины. В воздухозаборнике устанавливают водоотражательные перегородки, жалюзи и крышки, приводимые в действие изнутри кабины.

Для обеспечения подачи воздуха в кабину и преодоления аэродинамического сопротивления радиатора и

воздуховодов используется вентилятор осевого, радиального, диаметрального, диагонального или другого типа. В настоящее время наибольшее распространение получил двухконсольный радиальный вентилятор, так как он имеет относительно малые размеры при большой производительности.

Для привода вентилятора применяют электродвигатели постоянного тока. Частоту вращения электродвигателя и соответственно рабочего колеса вентилятора регулируют двух- или трехступенчатым переменным резистором, включенным в цепь питания электродвигателя.

От конструктивного и технологического исполнения теплопередающей поверхности радиатора зависят производительность теплоты отопителя и его аэродинамическое сопротивление. Для повышения эффективности теплоотдачи от радиатора усложняют форму его каналов, по которым движется воздух, применяют различные турбулизаторы.

Решающую роль в эффективном равномерном распределении температур и скоростей воздуха в кабине играет воздухораспределитель. Насадки воздухораспределителя выполняют различной формы: прямоугольной, круглой, овальной и т.д. Их размещают перед стеклом ветрового окна, вблизи стекол дверей, в центре панели приборов, у ног водителя и в других местах, определяемых требованиями к распределению приточных воздушных потоков в кабине.

В насадках устанавливают различные заслонки, поворотные жалюзи, управляющие пластины и т.д. Привод к заслонкам и поворотным жалюзи чаще всего располагают непосредственно в корпусе воздухораспределителя.

Воздуховоды к воздухораспределителю изготавливают из тонколистовой стали, резиновых шлангов, гофрированных пластмассовых труб и т. д. В некоторых автомобилях в

качестве воздухопроводов используют детали кабины, полость щитка приборов. Однако такое выполнение воздухопроводов является нерациональным, так как не обеспечивается герметичность и увеличивается расход воздуха.

Безопасность движения автомобиля и качество выполнения технологического процесса тракторным агрегатом в значительной степени зависят от надежной и эффективной защиты ветрового стекла от запотевания и обмерзания, что достигается равномерным его обдувом теплым воздухом и подогревом до температуры выше точки росы.

Такая защита стекла конструктивно проста, не ухудшает его оптических свойств, но требует увеличения производительности системы вентиляции и высокой теплоемкости стекла. Эффективность струйной защиты стекла от запотевания определяется температурой и скоростью воздуха на выходе из насадки, расположенной перед кромкой стекла. Чем выше скорость воздуха на выходе из насадки, тем меньше температура в зоне стекла отличается от температуры на выходе из насадки.

Компоновка системы вентиляции и отопления зависит от конструкций автомобиля (трактора), кабины, отдельных узлов и их размещения.

В отличие от автомобильных систем отопления и вентиляции в тракторах большее внимание уделяется очистке поступающего в кабину воздуха. Это связано с тем, что при выполнении тракторным агрегатом технологического процесса (обработка почвы) вокруг кабины трактора создается облако пыли. При пахоте, посеве озимых и яровых культур, культивации и бороновании около кабины сельскохозяйственных тракторов весной и осенью преобладает пыль минерального происхождения с частицами размером 1...5 мкм и с концентрацией вблизи от очага образования до 1400 мг/м³. При этом на транспортных работах запыленность воздуха около кабины трактора значительно ниже.

Экспериментальные исследования, выполненные ФГУП НАТИ на тракторе Т-150К, показали, что запыленность воздуха на уровне нижней части кабины с ее боковых сторон достигает 185 мг/м^3 , спереди — 180 мг/м^3 , а сзади — 280 мг/м^3 . Запыленность воздуха на уровне крыши кабины составляет уже 48 мг/м^3 , а на расстоянии $0,5 \text{ м}$ от верха крыши кабины 36 мг/м^3 .

В качестве расчетной при выборе и оценке эффективности работы устройства для очистки обрабатываемого воздуха от пыли в системе отопления и вентиляции кабины можно принять начальную концентрацию пыли $50 \dots 150 \text{ мг/м}^3$ при ее дисперсном составе, характеризующемся размером частиц пыли 5 мкм и менее. При этом отметим, что частицы такой высокодисперсной пыли, являясь носителями остаточных в почве вредных примесей (гербицидов, пестицидов, минеральных удобрений и др.), способны проникать глубоко в легкие человека и накапливаться в них с вытекающими отсюда негативными для него последствиями.

Другие вредные примеси в обрабатываемом воздухе, например, оксид углерода, имеют место или при неудачном расположении среза выхлопной трубы двигателя относительно воздухозаборника устройства кондиционирования воздуха и утечках выхлопных газов в тракте, или при выполнении специальных технологических операций.

Снижение концентрации оксида углерода в воздухе кабины, в первую очередь, обеспечивается известными конструктивными мерами, а для защиты от других агрессивных веществ необходимы специальные меры.

В настоящее время получили распространение кондиционеры — устройства для искусственного охлаждения воздуха, поступающего в кабину (кузов). По принципу действия кондиционеры подразделяются на компрессионные,

с воздушной холодильной машиной, термоэлектрические и испарительные.

Автоматическое управление режимом работы отопителя некоторых автомобилей (тракторов) производится изменением расхода воды или воздуха через радиатор отопителя. При автоматическом регулировании за счет изменения расхода воздуха параллельно радиатору выполняют обводной воздушный канал, в котором устанавливают заслонку с приводом от электродвигателя.

Как уже отмечалось, важное место в системе вентиляции кабины (кузова) автомобиля и особенно трактора из-за особенностей условий работы занимает очистка вентиляционного воздуха от пыли.

Самым распространенным способом является очистка вентиляционного воздуха при помощи фильтров из картона, синтетических волокнистых материалов, модифицированного пенополиуретана и др. Однако для эффективного использования таких фильтров, отличающихся небольшой пылеемкостью, с меньшим числом технических обслуживаний необходимо снижать концентрацию пыли на входе в фильтр. Для предварительной очистки воздуха на входе в фильтр устанавливают пылеотделители инерционного типа с непрерывным удалением уловленной пыли.

Основные принципы обеспыливания вентиляционного воздуха основаны на использовании одного или нескольких механизмов осаждения частиц пыли из воздуха: инерционный эффект отделения и эффекты зацепления и осаждения.

Инерционное осаждение осуществляется при криволинейном движении запыленного воздуха под действием центробежных и кориолисовых сил. На поверхность осаждения отбрасываются такие частицы, у которых масса или скорость значительны и они не могут следовать вместе с воздухом по линии потока, огибающей препятствие. Инерционное осаждение проявляется и тогда, когда препятствиями являются элементы заполнения

фильтров из волокнистых материалов, торцы плоских листов инерционных жалюзийных решеток и т.д.

При движении запыленного воздуха через пористую перегородку частицы, взвешенные в воздухе, задерживаются на ней, а воздух полностью проходит через нее. Исследования процесса фильтрации направлены на установление зависимости эффективности пылеулавливания и аэродинамического сопротивления от структурных характеристик пористых перегородок, свойств пыли и режима течения воздуха.

Процесс очистки воздуха в волокнистых фильтрах происходит в две стадии. На первой стадии частицы осаждаются в чистом фильтре без структурных изменений пористой перегородки. При этом изменения пылевого слоя по толщине и составу не существенны и ими можно пренебречь.

На второй стадии происходят непрерывные структурные изменения пылевого слоя и дальнейшее осаждение частиц в значительном количестве. При этом изменяется эффективность пылеулавливания фильтра и его аэродинамическое сопротивление, что осложняет расчет процесса фильтрации. Вторая стадия — сложная и мало изученная, в условиях эксплуатации именно она определяет эффективность работы фильтра, так как первая стадия очень кратковременная.

Из всего многообразия фильтрующих материалов, применяемых в фильтрах системы обеспыливания вентиляционного воздуха кабин, можно выделить три группы: тканые из природных, синтетических и минеральных волокон; нетканые — войлок, бумага, картон, иглопробивные материалы и др.; ячеистые — пенополиуретан, губчатая резина и др.

Для изготовления фильтров используются материалы органического происхождения и искусственные. К органическим материалам относится хлопок, шерсть. Они имеют низкую термостойкость, высокую влагоемкость.

Общим недостатком всех фильтрующих материалов органического происхождения является их подверженность гнилостным процессам и отрицательному действию влаги.

К синтетическим и минеральным материалам относятся: нитрон, имеющий высокую стойкость к воздействию температур, кислот и щелочей; хлоран, имеющий низкую термостойкость, но высокую химическую стойкость; капрон, характеризующийся высокой устойчивостью к истиранию; оксалон, имеющий высокую термостойкость; стекловолокно и асбест, отличающиеся высокой термостойкостью, и др.

Высокие показатели пышеулавливающих, прочностных и регенерационных параметров имеет фильтрующий материал из лавсана.

Широкое применение в фильтрах с импульсной продувкой воздуха при регенерации фильтра получили нетканые иглопробивные лавсановые фильтрующие материалы. Эти материалы получают уплотнением волокон с последующей прошивкой или иглопрокалыванием.

Недостатком таких фильтрующих материалов является прохождение более мелких частиц пыли через отверстия, образованные иглами.

Существенным недостатком фильтров из любого фильтрующего материала является необходимость их замены или технического обслуживания с целью регенерации (восстановления) фильтрующего материала. Частичная регенерация фильтра может быть проведена непосредственно в системе вентиляции обратной продувкой фильтрующего материала очищенным воздухом из кабины автомобиля или струйной локальной продувкой воздухом от компрессора с предварительной очисткой сжатого воздуха от паров воды и масла.

Конструкция фильтров из тканых или нетканых фильтрующих материалов для систем вентиляции кабин должна иметь максимальную поверхность фильтрации при

минимальных размерах и аэродинамическом сопротивлении. Установка фильтра в кабине и его смена должны быть удобными и обеспечивать надежную герметичность по периметру фильтра.

Климатическая система в современном автомобиле имеет в своем составе ряд систем:

а) систему вентиляции салона, содержащую устройства отделения воды, очистки воздуха (фильтр), вентилятор подачи воздуха, устройства распределения, транспортирования воздушных потоков (воздухопроводы), устройства удаления воздуха из салона (отсечные или вытяжные клапаны);

б) систему отопления салона, содержащую радиатор отопителя, размещенный в кожухах; заслонки управления отопителем, шланги подвода и отвода жидкости, устройство управления потоком охлаждающей жидкости;

в) система охлаждения (кондиционер), содержащая теплообменники, трубопроводы, компрессор и т. д.;

г) систему рециркуляции воздуха;

д) систему регулирования и поддержания уровня комфортности.

Работа этих подсистем в различных сочетаниях должна быть согласована между собой ради обеспечения оптимального, наилучшего теплового комфорта в автомобиле. На основе такого подхода формируются задачи климатической системы в целом с точки зрения обеспечения комфорта водителя и пассажиров и их решение с помощью описанных выше подсистем.

Система вентиляции

Основной задачей системы вентиляции является обеспечение требуемой кратности обмена воздуха, распределение воздуха по зонам обдува и обеспечение допустимых санитарных норм скорости движения воздуха: обеспечение перепада температуры воздуха внутри салона и наружного воздуха (не более 5°C) в режиме вентиляции; обеспечение повышенного давления воздуха в салоне над наружным во избежание попадания пыли и газов в салон через неплотности проемов дверей и окон; и для организации направленных потоков воздуха в салоне автомобиля.

Возможности вентиляции весьма ограничены, прежде всего максимально допустимой санитарными нормами скоростью воздуха внутри салона ($V_{вн} \leq 1,5$ м/с). Как правило, в салонах транспортных средств объемом 2-4 м³ это условие может быть обеспечено при подаче воздуха в салон не более 500 м³/ч.

Устройство очистки воздуха и фильтры в климатической системе служат для оптимизации качества воздуха и обеспечения безопасности, касающихся содержания в воздухе аллергенов, промышленной и бытовой пыли, продуктов выхлопа и ядовитых газов, которые могут быть незаметными для органов чувств человека и поэтому вызывать состояние дискомфорта.

Устройство распределения и транспортирования воздуха предназначено для распределения и доставки воздушных потоков в салоне по зонам вплоть до отдельного места пассажиров и отдельного обзорного стекла.

Устройство для удаления избытков внутреннего воздуха и отсечки от попадания наружного воздуха или система вытяжки предназначены для обеспечения правильной организации воздушных потоков в салоне

автомобиля, удаления избыточной влаги и продуктов выдыхания человека.

Устройство отделения воды препятствует попаданию внешних осадков (дождь, снег) и воды при мойке автомобиля через воздухопроводы системы вентиляции в салон автомобиля.

Система отопления

Система отопления современного легкового автомобиля предназначена для искусственного поддержания комфортных температурных условий в салоне в холодное время года, для устранения обледенения и обеспечения распотевания стекол с целью повышения видимости и обеспечения безопасности управления автомобилем.

По принципу действия систем отопления (отопителей) их можно разделить на использующие тепло основного двигателя машины, работа которых возможна только при работе этого двигателя, и автономные.

Наибольшее распространение получили отопители первого типа, поскольку в данной конструкции используется тепло, выбрасываемое двигателем в окружающую среду.

Лучшим решением является водяной отопитель, представляющий собой небольшой радиатор с вентилятором, подключенный параллельно системе жидкостного охлаждения двигателя (рисунок 1.4).

Поток свежего или подогретого воздуха распределяется по пяти направлениям — на ветровое стекло, на боковые стекла дверей, на ноги водителя и пассажира, на центральную часть переднего сидения и, по специальному воздухопроводу, к заднему сиденью.

Интенсивность обогрева управляется электроклапаном подачи горячей воды и воздухозаборной заслонкой перед ветровым стеклом (рисунок 1.5).

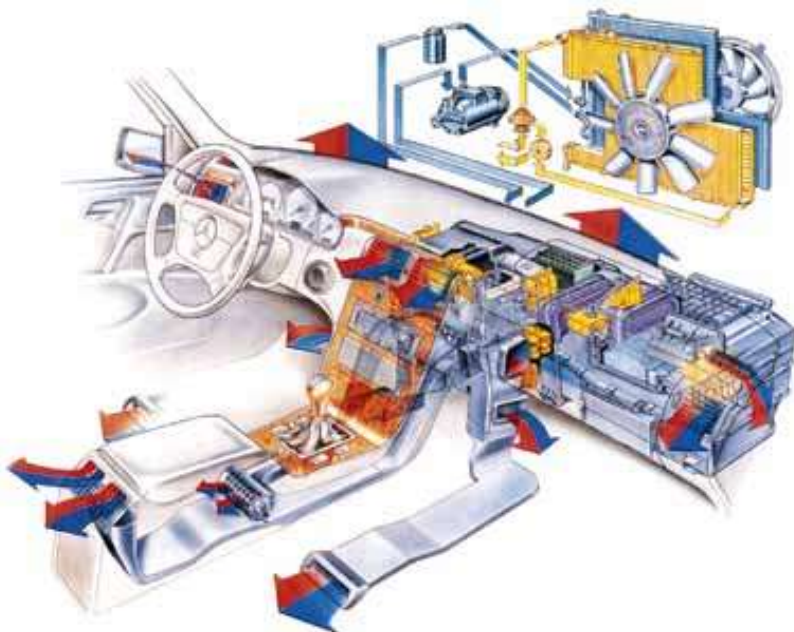


Рисунок 1.4 - Общий вид системы вентиляции и отопления автомобиля «Mercedes-Benz-190E»

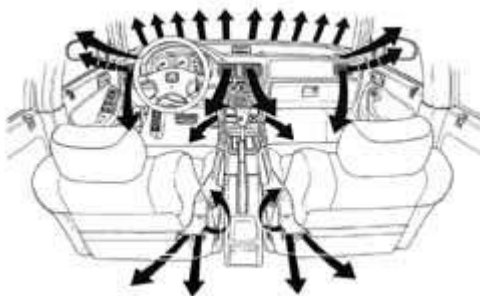


Рисунок 1.5 - Схема распределения воздушных потоков по салону автомобиля «Honda Accord»

Кондиционер

Системы для искусственного охлаждения воздуха в салоне получили общее название кондиционеров (систем кондиционирования воздуха). Здесь и далее в книге термины «кондиционер» и «система кондиционирования воздуха» употребляются как синонимы в том случае, если это не вводит в заблуждение читателя, однако между ними есть отличия.

По принципу действия кондиционеры распределяются на паровые (аммиачные и хладоновые), с воздушной холодильной машиной, термоэлектрические, испарительные.

Основной задачей кондиционера является охлаждение воздуха в салоне, но наряду с основной функцией кондиционер может обеспечивать также и осушение воздуха, т.е. он является устройством, позволяющим понижать влажность воздуха в салоне и косвенным образом очищать воздух от частиц пыли и грязи.

Для получения низких температур используют физические процессы, которые сопровождаются поглощением теплоты. К числу основных процессов относятся фазовый переход вещества, сопровождающийся поглощением теплоты извне: плавление, кипение (испарение), сублимация; адиабатическое дросселирование газа с начальной температурой, меньшей температуры внешней точки инверсии (эффект Джоуля-Томсона); адиабатическое расширение газа с отдачей полезной внешней работы; вихревой эффект (эффект Ранка); термоэлектрический эффект (эффект Пельтье).

Совокупность технических устройств, необходимых для осуществления холодильного цикла, называется в общем случае холодильной машиной. В основе принципа действия холодильных машин лежит обратный цикл Карно.

В зависимости от используемого хладагента кондиционеры делят на две группы: паровые и газовые. В испарителе парового кондиционера происходит испарение хладагента при подводе к нему теплоты от охлаждаемого объекта, а в конденсаторе при отводе теплоты от хладагента в окружающую среду (к воздуху или воде) - его конденсация. В паровых кондиционерах в качестве хладагента используются аммиак и хладон — фтористые или хлористые производные предельных углеводородов. В газовых кондиционерах в качестве хладагента используется воздух.

В зависимости от способа подачи хладагента в конденсатор различают пароконденционные, абсорбционные и парожеторные паровые кондиционеры. В паровых и газовых (воздушных) кондиционерах рабочий цикл осуществляется за счет механической работы компрессора. В абсорбционных и парожеторных кондиционерах рабочий цикл осуществляется в результате подвода теплоты.

По принципу действия кондиционеры можно разделить на следующие: с воздушной холодильной машиной, термоэлектрические, испарительные, абсорбционные, парожеторные и пароконденционные.

На зарубежных автомобилях конструкции панели приборов предусматривают установку кондиционера. Его устанавливают дополнительно к существующей СОВ, в которой имеется фильтр очистки воздуха от пыли и выхлопных газов, а также воздухораспределители, дефлекторы для подвода воздуха к стеклам [9]. За счет этого повышаются параметры микроклимата в салоне и не запотевают стекла в любое время года.

Одним из основных производителей систем климат-контроля для отечественных автомобилей является московская фирма «Алькор». Система разработана специально для российского климата. В неё входит принципиально новый блок кондиционера-отопителя, включающий в себя теплообменник, испаритель

кондиционера, вентилятор и систему управления раздачей воздуха, состоящей из двенадцати выходов. Информация о показаниях температуры снаружи и внутри автомобиля отображается на дисплее (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 - Система автоматического климат-контроля, разработанная московской фирмой «Алькор», для установки в автомобиль «Волга»

Также разработками систем микроклимата занимается калужская фирма «Автоэлектроника» и Чебоксарское научно-производственное приборостроительное предприятие «Элара». Они считаются одними из лучших в разработке современных средств электронизации автомобиля. В настоящее время ими готовится новая система управления отопителем для автомобилей семейства «Калина».

Переходной моделью управления от ручного к климат-контролю служит специально разработанная панель электронной климатической системы, которая заменяет привычные рычаги управления заслонками. Новая панель проста, информативна, удобна в использовании и идеально вписывается в интерьер салона (рисунок 1.7).

Система автоматического управления включает в себя температурные датчики, электронные блоки, и исполнительные механизмы с электроприводом (клапаны, заслонки, вентили). В блоке управления имеется также функция ручной установки оборотов вентилятора и режимов распределения потоков воздуха по салону. Компрессор,

конденсатор с вентилятором, осушитель, климатический блок с теплообменником и управляющими приборами занимают значительный объем в подкапотном пространстве автомобиля (рисунок 1.8).



Рисунок 1.7 - Блок управления климатической установкой на панели приборов: на дисплее — температура за бортом (19°C) и в салоне (22°C). Кнопки слева — три уровня подачи воздуха. Левая нижняя — автоматический режим управления. Вторая снизу кнопка в правом ряду включает рециркуляцию воздуха

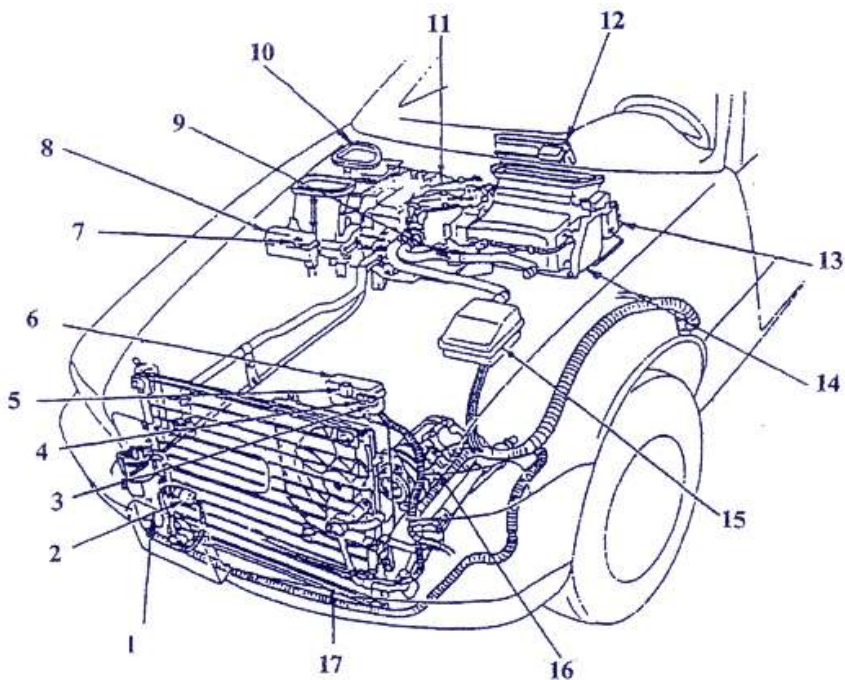


Рисунок 1.8 -Типичное расположение компонентов кондиционера в моторном отсеке автомобиля:

1 – ресивер осушитель; 2 – разъем выключателя давления конденсатора; 3 – реле вентилятора радиатора; 4 – реле вентилятора конденсатора; 5 – главное реле вентилятора радиатора; 6 – диагностический разъем «А»; 7 – реле муфты компрессора; 8 – коробка реле «С»; 9 – клапан отопителя; 10 – блок воздухораспределителя; 11 – трос клапана отопителя; 12 – панель контроля и управления системой; 13 – электродвигатель; 14 – испаритель; 15 – коробка реле и предохранителей; 16 – компрессор; 17 – конденсатор

Последние разработки отечественных моделей автомобилей оснащаются кондиционерами и автоматическим управлением параметрами микроклимата (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9 - Расположение системы вентиляции, отопления и кондиционирования с изображением, в виде стрелок, распределения потоков воздуха из панели приборов автомобиля ВАЗ-1119 «Калина» и ВАЗ-2123 «Шеви-Нива»

Система регулирования и поддержания уровня комфорта

Задачей данной системы является способность приготовления воздуха нужных кондиций в установке кондиционирования воздуха и поддержание в обслуживаемом салоне постоянства заданных величин параметров воздуха с минимальным отвлечением водителя на поддержание параметров.

Системы регулирования на современном автомобиле бывают с ручным приводом, но все чаще оснащаются управляющей автоматикой.

В такой системе электронный блок управления, ориентируясь на заданную водителем или пассажиром температуру в салоне или даже в конкретном месте салона, будет считывать показания датчиков, как вне кузова, так и внутри, и отдавать команды кранам, электромоторам, заслонкам и другим устройствам системы и тем самым постоянно поддерживать необходимый температурный режим и расходы воздуха в кабине при ее охлаждении и отоплении.

Система рециркуляции воздуха

Система служит для полной временной изоляции герметичного салона автомобиля от наружных вредных условий (в дорожных пробках, туннелях, при движении за дизельным автопоездом и т. д.), а также для обеспечения экономичной работы кондиционера.

Для выполнения большинства задач поддержания комфортных условий в салоне автомобиля необходима хорошая согласованность в работе нескольких подсистем климатической системы.

Решающую роль в эффективном распределении температур и скоростей воздуха в салоне играет воздухораспределитель. Для обеспечения подачи воздуха в салон, преодоления аэродинамического сопротивления радиатора и воздуховодов используется вентилятор (рисунок 1.2).



а)



б)

Рисунок 1.2 - Вентилятор отопителя радиального типа, с кожухом в виде «улитки» (а) и классический осевой вентилятор, встроенный в корпус отопителя (б)

Эффективность струйной защиты стекла от запотевания определяется температурой и скоростью воздуха на выходе из дефлектора, расположенного перед кромкой стекла (рисунок 1.3).

Вопросы об отоплении и вентиляции салона автомобилей остаются актуальными независимо от времени года, комфорт и свободный обзор через стекла являются важными элементами для повышения активной безопасности при движении. Систематизация требований к системе отопления, вентиляции и кондиционирования салона легкового автомобиля приведена в таблице 1.2.

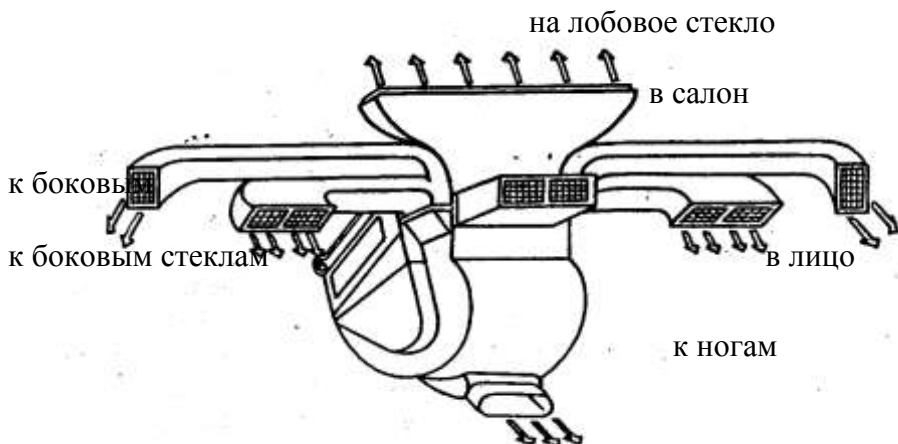


Рисунок 1.3 - Классическая схема воздухораспределителя, расположенного в панели приборов, состоящего из воздуховодов, заслонок и насадок в виде дефлекторов, равномерно распределяющий воздушный поток по салону автомобиля

Традиционно при проектировании новых автомобилей ставится и решается задача выпуска моделей, соответствующих международным стандартам. Несоответствие данным стандартам накладывает определенные трудности при экспортных поставках продукции автомобилестроения. Стремление преодолеть барьеры и выпускать конкурентоспособную технику приводит к необходимости заводам-изготовителям закладывать прогрессивные технические решения в проектируемые автомобили.

Насущной проблемой является нахождение компромисса между значениями важных, часто взаимоисключающих параметров. Всё это приводит к

решению многофакторной оптимизационной задачи, которая требует ввода новых, трудно сопоставимых с общепринятыми показателей. Однако их существование обосновано требованиями развития автомобилестроения.

Таблица 1.2 - Требования к системе отопления, вентиляции и кондиционирования салона легкового автомобиля в исполнении для умеренно-холодного климатического района (минус 40°С до плюс 45°С)

Система вентиляции	Система отопления	Система кондиционирования
1	2	3
Назначение		
Обеспечение воздухообмена в салоне и удаление избыточной тепловой энергии.	Поддержание номинальной температуры воздушного пространства в салоне автомобиля при температуре окружающей среды меньше допустимой.	Поддержание номинальной температуры воздушного пространства в салоне автомобиля при температуре окружающей среды больше допустимой.
Технические требования к системам		
Приток наружного воздуха в салон на одного человека не менее 30 м ³ /ч.	Обеспечение номинальных тепловых условий в салоне не более, чем через 30 мин после запуска двигателя при температуре внешней среды до минус 40°С.	Исключение охлаждения воздушного пространства в верхней части салона не более чем на 8°С относительно температуры внешней среды.
1	2	3
Скорость воздушных	Рабочее место водителя и пассажиров	

<p>потоков на выходе из системы вентиляции не должна превышать 12 м/с. Подвижность воздуха в зоне головы и пояса водителя 0,5-1,5 м/с. Перепад между температурой наружного воздуха и температурами в салоне, в зоне головы водителя (пассажира) при температуре окружающего воздуха 25°C не должен превышать 3°C.</p>	<p>Подвижность воздуха не более: в зоне головы 0,6 м/с; в зоне пояса 1,0 м/с. температура воздуха, не менее: в зоне головы 15°C; в зоне пояса 17°C; в зоне ног 19°C. Температура элементов салона не должна превышать 45°C. Допускается температура воздуховода и воздуха до 70°C.</p>	<p>Температура воздуха должна быть не ниже 0°C. Скорость воздуха в зоне головы водителя и пассажиров не должна превышать 0,5 м/с. Температура наружных поверхностей воздуховода для холодного воздуха должна быть не менее 15°C.</p>
--	--	--

Их количество и диапазон охвата областей влияния на комфортность и психологическое состояние водителя постоянно расширяется. Как следствие, они оказывают все большее влияние на технический уровень автомобилей и, соответственно, на покупательский спрос.

При проектировании салона автомобиля необходимо уделить особое внимание системам, отвечающим за состояние микроклимата в салоне автомобиля, что позволит улучшить комфортные условия при управлении автомобилем. При этом необходимо учитывать изменение каких характеристик и качеств наиболее предпочтительно для потребителя, какую добавочную стоимость готов он заплатить за улучшение свойств автомобиля.

В конечном счёте, это приводит к новому подходу в разработке автоматизированной системы управления микроклиматом, ориентированной на реализацию алгоритма управления элементами регулирования параметров воздушной среды с помощью микропроцессорных систем. Применение комбинированного метода использования энергии позволяет значительно расширить функциональные возможности СОКУ в салоне автомобиля и достижение оптимальных значений показателей качества для повышения безопасности движения автомобиля.

Влияние конструктивных элементов салона автомобиля на параметры систем обеспечения комфортных условий

В автомобилестроении, наряду с повышением надежности и снижением себестоимости, основное внимание уделяется повышению комфортабельных условий в салоне автомобиля. Основные параметры микроклимата, такие как влажность, температура, давление, химический состав воздушной среды салона, определяются эффективностью СОВ.

Качество воздушной среды салона автомобиля зависит от вида системы вентиляции и отопления. Повышение эффективности СОКУ в период эксплуатации автомобиля сложная задача, поэтому велика значимость заложенного технического решения системы на этапе разработки.

Разработка СОКУ проходит по двум направлениям. Первое направление – это повышение эффективности СОВ, энергозависимых от двигателя внутреннего сгорания. Второе – это применение дополнительного оборудования и автоматизация управления систем.

Анализ современных СОВ показывает, что второе направление является наиболее прогрессивным, однако, оно влечет за собой повышение экономических и энергетических затрат при снижении надежности.

При комплексном подходе в решении задач, стоящих перед разработчиками, автомобиль необходимо рассматривать как единую систему взаимодействующих, функционально зависимых звеньев, показатели качества которых, необходимо оптимизировать по единому критерию. Данный критерий должен обеспечивать максимизацию безопасности и комфортности при оптимальных материальных и временных затратах.

Добиться эффективных результатов по созданию комфортной среды в салоне невозможно только за счет

конструктивных изменений СОВ автомобиля. Многообразие решений требует внедрения систем автоматизированного управления и регулирования параметров СОКУ на базе микропроцессорных систем, так как при ручной регулировке водителю постоянно приходится корректировать работу СОКУ, что доставляет неудобства и отвлекает от управления автомобилем.

На работу системы кондиционирования оказывает влияние много факторов, таких, как скорость автомобиля, температура наружного воздуха, солнечная радиация, обороты двигателя и, соответственно, компрессора. Установка кондиционера в автомобиле, кроме удорожания, приведет к снижению мощности двигателя на 6 - 10 л.с. и увеличению расхода топлива на 5 - 10% [6].

Подбор вентилятора при проектировании системы вентиляции автомобиля производят, исходя из существующих санитарных норм: 40 - 60 м³/час воздуха на одного человека.

Так, производительность вентилятора отопителя автомобиля ВАЗ на максимальной скорости равна 360 м³/ч в режиме вентиляции салона и 325 м³/ч - в режиме отопления. Этого обычно достаточно как для вентиляции летом, так и для отопления зимой. Теоретически увеличить производительность системы вентиляции возможно, установив более мощный вентилятор, но уже сейчас при включении максимальной скорости вентилятора отопителя зимой при температурах окружающего воздуха ниже минус 15°С двигатель ВАЗ не прогревается выше температуры 70 - 75°С.

Повышение эффективности вентиляции салона в автомобиле возможно за счет применения вытяжных отверстий. Места расположения отверстий вытяжной вентиляции определяют методами аэродинамических испытаний по коэффициенту статического давления. В каналах вытяжной вентиляции в обязательном порядке

устанавливают обратные клапаны, которые препятствуют проникновению в салон автомобиля пыли, осадков и выхлопных газов.

На рисунке 1.14 показано расположение вытяжных вентиляционных отверстий в задней стойке автомобиля малого класса.



Рисунок 1.14 - Расположение блока вытяжной вентиляции в задней стойке перспективного автомобиля «ОКА-2»

Воздушные вентиляционные каналы в переднеприводных автомобилях ВАЗ расположены в дверях (рисунок 1.15 и 1.16).



Рисунок 1.15 - Расположение клапанов вытяжной вентиляции в дверях автомобиля ВАЗ-2110 (исходный конвейерный вариант)



Рисунок 1.16 - Расположение клапанов вытяжной вентиляции вытяжной вентиляции в багажнике автомобиля ВАЗ-2110

На большинстве зарубежных автомобилей вентиляционные отверстия расположены за боковинами задних бамперов (рисунок 1.17).



а)

б)

Рисунок 1.17 - Расположение вытяжных отверстий и клапанов на автомобилях «Renault-Twingo» (а), «Ford-Escort» (б)

Такой тип вытяжной вентиляции планируется к внедрению на новом семействе автомобилей ВАЗ-1118 «Калина», а в перспективе и при модернизации существующих автомобилей «ВАЗ». В практике мирового автомобилестроения в последнее время все большее распространение получает вытяжка через заднюю стойку или багажник.

Недостатком вытяжной вентиляции в дверях является нерациональное распределение и протекание воздушных потоков в салоне автомобиля. Зимой практически весь нагретый воздух, поднявшись из зоны ног вверх к потолку салона, поступает к холодному заднему стеклу. Там он охлаждается и направляется по спинке заднего сиденья и спинам задних пассажиров вниз, чтобы выйти наружу через вытяжку в задних дверях на уровне поясицы и почек пассажиров. Это явление называют «холодной волной». Оно характерно для всех переднеприводных автомобилей. Кроме того, вытяжка в дверях приводит к быстрому запотеванию стекол.

Система вытяжной вентиляции через двери не может конкурировать с более совершенными системами. Для систем

вентиляции через задние стойки и через багажник воздух из салона выходит через щель между нижней кромкой заднего стекла и задней полкой. А в летнее время это обеспечивает большее поступление свежего воздуха в зоны головы водителя и пассажиров. Вентиляция, осуществляемая через багажник, имеет и некоторые другие преимущества – это вентиляция багажника, снижение уровня шума, увеличение расходов воздуха в салоне, предотвращение запотевания стекол (рисунок 1.18).

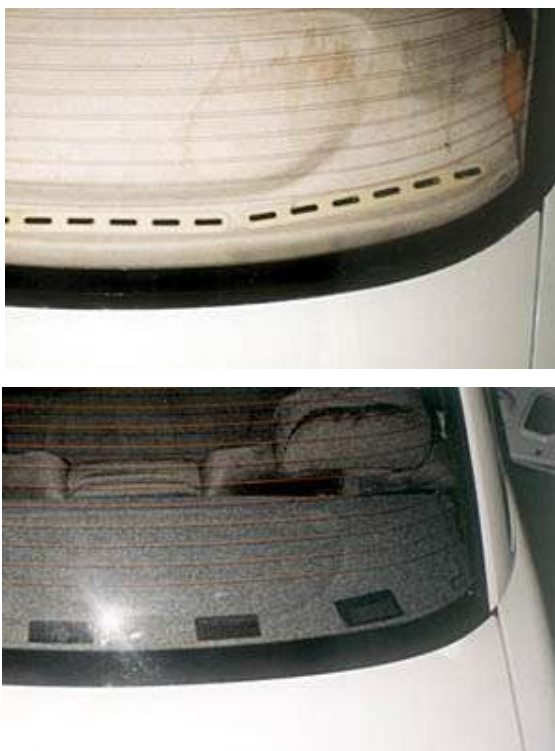


Рисунок 1.18 - Вариант расположения вытяжных отверстий на задней полке автомобиля ВАЗ-2110

Общая площадь вытяжных отверстий в багажном отделении должна быть больше, чем на задней стойке, поэтому сопротивление воздушного потока становится меньше, что обеспечивает повышение расхода воздуха при движении.

Если сравнить полученные результаты по двум системам, то новый вариант с вытяжкой в багажнике эффективнее: температура воздуха в салоне снижается на 1 - 2°C, скорости воздуха увеличиваются на 11%. Это ощущается не только субъективно, но и в зимнее время ведет к уменьшению обмерзания стекол боковых дверей.

В варианте с вытяжкой в дверях стекла задних дверей оставались замерзшими. Для обеспечения полного размораживания стекол задних дверей в обивку дверей были установлены микровентиляторы, всасывающие воздух из салона и по воздуховоду обдувающие стекла дверей (рисунок 1.19).

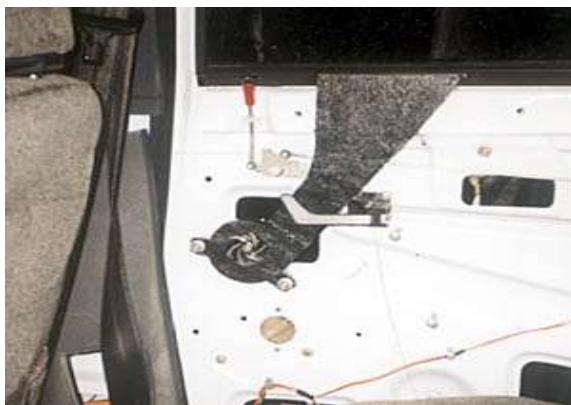


Рисунок 1.19 - Для исключения запотевания и обмерзания стекол задних дверей на автомобиле ВАЗ-2110 в обивках дверей устанавливают микровентиляторы, обдувающие заднее стекло

В начале 70-х годов появились встроенные в крышу автомобиля люки. В настоящее время данный подход в организации вентиляции получил наибольшее распространение [16]. Существуют разнообразные варианты технического решения крыш автомобилей (складные, стеклянные крыши-жалюзи и панорамные с солнечными батареями) (рисунок 1.20).



Рисунок 1.20 - Стеклянный подъёмный люк, установленный в крышу легкового автомобиля

Люк обеспечивает хорошую вентиляцию, при этом салон не только охлаждается, но и в нем усиливается циркуляция воздуха, что помогает избежать «кислородное голодание». Как показывают исследования, даже высокопроизводительный автомобильный кондиционер в жаркую погоду не справляется с задачей охлаждения, поэтому сочетание люка на крыше автомобиля с кондиционером намного эффективнее.

Поскольку транспортный поток стал намного интенсивней, резко возросла загазованность вредными

выбросами, копотью, резиновой пылью и в результате требуется фильтрация поступающего в салон воздуха.

Отработавшие газы (ОГ) автомобилей являются основными источниками газообразных загрязняющих веществ в воздухе салона по двум причинам. Во-первых, небольшая высота расположения выхлопных труб, в среднем 30 см над поверхностью дорожного полотна, за счет чего ОГ легко всасываются через систему вентиляции. Во-вторых, медленное снижение концентрации вредных веществ от центра улицы к тротуарам, т.е. в центре улицы концентрация ОГ максимальна. Все эти раздражители действуют на водителя и снижают период его реакций и чувство комфорта.

Поэтому одним из основных путей совершенствования систем отопления и вентиляции для получения комфортного температурного режима в салоне и предотвращения проникновения вредных веществ, является повышение герметичности кузова автомобиля и его тепловой изоляции.

Анализ влияния микроклимата в салоне автомобиля на водителя и пассажиров показал, что само понятие комфорта неразрывно связано с обеспечением требуемых шумовых и вибрационных параметров кузова; температуры, влажности и давления воздуха; содержания вредных химических веществ. Система обеспечения комфортности требует введения информативных параметров о состоянии микроклимата, регулирующих и исполнительных механизмов по их изменению (температуры, влажности, скорости, направления, давления воздуха и др.)

В настоящее время приоритет в создании комфортных условий салона отдается комбинированным методам использования различных видов энергии и управления ими (электрической и тепловой). Многообразие способов и устройств достижения комфортных условий приводит к необходимости внедрения автоматизированных систем управления и регулирования параметров микроклимата на базе микропроцессорных систем.

Микропроцессорная система управления СОКУ является частью общей системы управления автомобилем, в задачи которой входит управление трансмиссией, силовым агрегатом, элементами освещения и т.п. Например, система управления, разработанная германской фирмой «BOSH», является составной частью микропроцессорной системы управления инжекторного двигателя легкового автомобиля.

Она функционирует по сигналам обратной связи с датчиков (скорости автомобиля, положения дроссельной заслонки, концентрации кислорода в выхлопных газах, детонации, массового расхода воздуха, положения коленчатого вала и температуры охлаждающей жидкости ДВС). Получаемые от них электрические сигналы, несущие в себе информацию о значении необходимых параметров, через блок преобразования поступают в бортовую микропроцессорную систему (МПС). В МПС производится обработка информации по заданному алгоритму и сравнение этих сигналов с заданными значениями. Сигнал рассогласования между заданным и полученным значениями преобразуется в аналоговый вид и через блок усиления подается на соответствующий исполнительный механизм.

Водитель имеет возможность выбирать режим работы системы управления установкой режима в позицию «AUTO», либо в позицию «MAUAL» (при неисправности или сбое системы управления).

Для повышения надёжности микропроцессорных систем используют различные подходы в их разработке. Одним из вариантов является обеспечение резервирования. При выходе из строя основного контроллера, управление автоматически передается резервному, но с ограниченными функциональными возможностями. При сбое в работе СОКУ, бортовой компьютер выдает соответствующее сообщение водителю и переходит в аварийный режим работы.

ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМФОРТНОСТИ В САЛОНЕ

Несовершенство конструкций элементов СОКУ современных отечественных автомобилей объясняется недостаточной проработкой вопросов, связанных с влиянием аэродинамических, тепло- и звукоизоляционных характеристик применяемых материалов на воздушные, тепловые и звуковые потоки в салоне автомобиля; отсутствием необходимых методик расчётов, рекомендаций по организации движения воздушных потоков и т.п.

При разработке новых конструктивных элементов салона автомобиля, влияющих на систему обеспечения комфортных условий, необходимо рассматривать автомобиль как единую систему взаимодействия отдельных узлов и агрегатов, технические и экономические характеристики которых должны быть согласованы.

Процесс разработки СОКУ салона автомобиля представляет собой несколько последовательных этапов.

В результате анализа этапов разработки СОКУ салона автомобиля составлен цикл разработки системы вентиляции и отопления салона автомобиля, позволяющий конструктору или заказчику проекта, заранее предусмотреть и оценить объём предстоящих работ, скоординировать свои действия по месяцам и на основании данной схемы составить план-график с указанием предположительных сроков выполнения задания (рисунок 1.21).

Выбор оптимальной схемы и конструкции СОКУ является важной задачей проектирования систем вентиляции и отопления. Поэтому поэтапная разработка проектирования СОВ салона должна соответствовать современным требованиям Правил ЕЭК ООН.

Месяцы							
1	2	3	4	5	6	7	
Конструкторские работы							
Замысел и его осуществимость. Техническое задание.	Дизайнерская проработка (дизайн-проект интерьера автомобиля, эргономика панели приборов). Расчет, оптимизация параметров и моделирование распределения воздушных потоков по салону автомобиля.						
	Определение параметров, необходимых для расчёта	Компоновка и подбор компонентов системы в кузов. Детализовка конструкции и изготовление компоновочных чертежей.					
		Защита авторских прав. Заявка на патент. Подготовка рабочих чертежей.			Доводка, испытание, изменение конструкции и выдача КД		
				Технологический инжиниринг			
Испытания							
Испытание образцов							
	Подготовка материалов и методики испытания						
	Изготовление опытных образцов системы микроклимата						
	Получение исходных данных испытаний						
	Экспериментальное исследование параметров качества воздушной среды. Соответствие эргономическим требованиям, ремонтпригодности, удобства обслуживания системы.						
	Испытание на соответствие ГОСТу Р 50993-96						
				Сертификационные испытания системы вентиляции и отопления салона автомобиля	Эксплуатационные испытания производственных образцов		
				Опытное производство	Серийное производство		

Рисунок 1.21 - Цикл разработки системы вентиляции и отопления салона автомобиля

Параметры, определяющие качество системы обеспечения комфортных условий в салоне автомобиля, приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Параметры комфортных условий воздушной среды на рабочем месте водителя

Параметры	Зоны		
	Комфорта	Психологического дискомфорта	Физиологического дискомфорта
Температура , °С	18	15	10
Влажность, %	50-60	30-70	20-90
Скорость движения воздуха, м/с	0,15	0,30	2,0
Воздухообмен на 1 чел., м ³ /мин	0,57	0,37	0,14
Потери тепла на 1 чел., кДж/ч	0,315	1,50	3,00
Потребное кол-во тепла на 1 чел., кДж/ч	1,93	-	0,90
Объем салона, приходящийся на 1 чел., м ³	1,2	0,9	0,4

Исходя из табличных данных зона комфорта, психологического и физиологического дискомфорта в салоне автомобиля показаны на рисунке 2.1.

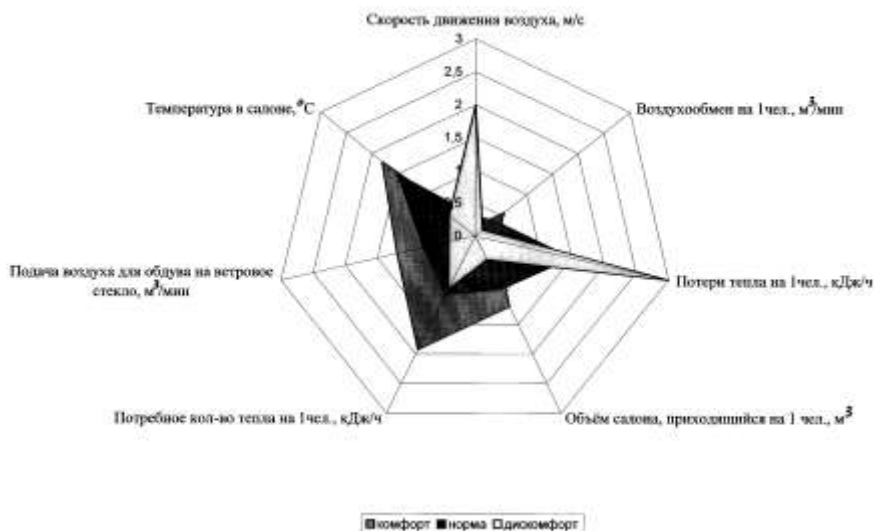


Рисунок 2.1 - Зона комфорта в салоне легкового автомобиля

Решая вопрос повышения безопасности движения автомобиля при эксплуатации в зимний период года, замечено значительное влияния внешних и внутренних факторов на условия рабочего места и психо-эмоциональное состояние водителя при длительном управлении. Наблюдается явное не соответствие комфорту показателей качества систем обеспечения комфортных условий в салоне автомобиля. Поэтому для нахождения рабочего места водителя и пассажиров в зоне комфорта необходимо акцентировать внимание на параметры воздушной среды: температуру, влажность и скорость движения воздушных потоков по салону. От выбора конструктивных элементов

системы вентиляции и отопления салона и подбора её параметров зависит эффективность работы всей системы.

Зависимости температуры в салоне автомобиля от внешних и внутренних факторов

Эффективность системы отопления салона автомобиля оценивается по величине коэффициента кратности циркуляции воздуха. Хохряков В.П. рассчитывает этот коэффициент по следующей формуле:

$$K_{ц} = \Sigma Q / V \cdot \rho_B \cdot C_B \cdot L \cdot [T_O - T_P], \quad (2.1)$$

где V - внутренний объем салона, м³;

ρ_B - плотность воздуха, кг/м³;

C_B - удельная теплоемкость воздуха, Дж/кг·°С;

L - количество воздуха, проходящего через систему отопления, м³/ч;

T_O - температура воздуха на выходе из радиатора отопителя, °С;

T_P - температура в рабочей зоне, °С;

ΣQ - теплопроизводительность системы, Вт,

определяемая по формуле:

$$\Sigma Q = \left[\sum_{i=1}^n S_i k_i + C_B G_B \right] \cdot \Delta T - Q_{\partial} - Q_{\text{Э}} - Q_{\text{ч}}, \quad (2.2)$$

где n - количество ограждающих поверхностей салона;

S_i - площадь i -ой ограждающих поверхности, м²;

k_i - коэффициент теплопередачи i -ой ограждающей поверхности, Вт/м²·°С;

ΔT - перепад температуры наружного воздуха T_n и воздуха внутри салона T_B , °C;

G_B - расход воздуха через системы отопления, кг/ч;

$Q_D, Q_Э, Q_ч$ - теплота, поступающая в салон соответственно от двигателя автомобиля через ограждение, электрооборудования в салоне и от людей, находящихся в салоне, Вт.

Чем больше коэффициент кратности циркуляции, тем выше эффективность системы отопления [96, 97]. Однако у систем отопления большинства отечественных автомобилей он не превышает 0,2 - 0,3 м⁻³. Коэффициент лучших систем отопления составляет 0,5 - 0,6 м⁻³.

Проанализировав параметры формул (2.1) и (2.2) определено, что одним из наиболее влиятельных параметров микроклимата в салоне автомобиля является температура воздуха. Поэтому в данной работе предлагается уточнить нахождение значения параметра T_P . В формуле (2.1) Хохряков В.П. называет параметр T_P , как температура в рабочей зоне. Но этот параметр является обобщенным показателем, поэтому целесообразнее назвать его, как результирующая температура.

Результирующая температура T_P количественно характеризует совместное действие на водителя и пассажиров следующих показателей микроклимата:

$$T_P = f(t_H; R_H; t_B; V_H),$$

(2.3)

где t_H - температура наружного воздуха, $^{\circ}C$;

R_H - влажность наружного воздуха, %;

t_B - время нагрева, мин;

V_H - скорость ветра, м/с.

Наличие баз данных по результатам экспериментальных исследований, носящих вероятностный характер, на основе применения методов теории вероятности и математической статистики, позволило получить зависимость результирующей температуры T_P в салоне легкового автомобиля от метеорологических факторов наружной среды. Для этих целей использовался метод многофакторного регрессионного анализа, который позволяет найти функциональную взаимосвязь между признаками и определять степень влияния каждого независимого фактора на результирующий признак.

Математическая модель зависимости температуры в салоне легкового автомобиля от внешних факторов

Рассмотрим влияние внешних и внутренних факторов на зависимую переменную:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_m).$$

Линейная модель для множественной регрессии имеет вид:

$$y^* = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots, a_mx_m. \quad (2.4)$$

По имеющимся данным экспериментальных значений всех признаков $(y_i, x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{mi}), (i = \overline{1, n})$, требуется определить:

- численные значения неизвестных параметров $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$ уравнения (2.4);
- степень влияния каждого из факторных признаков x_1, x_2, \dots, x_m на результирующий признак y ;
- тесноту взаимосвязи результирующего признака y с каждым из факторных признаков.

Первый шаг обычно предполагает обдумать, как зависимая переменная y может быть связана с каждой из

независимых переменных x_1, x_2, \dots, x_m . Нет смысла включать дополнительные переменные x , если они не дают возможности объяснения вариации Y . Задача состоит в том, чтобы объяснить вариацию Y по мере количественного изменения независимой переменной x включенной в модель [24, 30]. Необходимо рассчитать коэффициенты корреляции r для всех пар переменных $(y, x_j), (j = \overline{1, m})$ при условии независимости наблюдений друг от друга. Это даст возможность определить, связаны ли все независимые переменные X и Y линейно и независимы ли X_k и X_p между собой. Это важно в множественной регрессии. Если обнаруживается высокая корреляция, например, между x_1 и x_2 , то маловероятно, чтобы эти переменные были бы включены в окончательную модель.

Исследовать линейную связь Y можно с любой комбинацией независимых переменных. Но модель имеет силу только в том случае, если существует значимая линейная связь между Y и каждым независимым фактором X . При этом надо учитывать, чтобы каждый коэффициент a_k линии регрессии значимо отличался от нуля. В

противном случае такой фактор нужно будет исключить из модели.

Можно получить множественную регрессию не исключая последовательно независимые переменные, а расширяя их круг. В этом случае начинают с построения регрессий для каждой из независимых переменных поочередно. Выбирается лучшая из этих регрессий, т.е. с наивысшим коэффициентом корреляции, затем добавляется к этому, наиболее приемлемому значению, вторая переменная. Этот метод построения множественной регрессии называется прямым.

Обратный метод начинается с исследования модели, включающей все независимые переменные. Переменная, которая дает наименьший вклад в общую модель, исключается из рассмотрения. Для оставшихся значений определяется линейная модель. Если же и эта модель не верна, то исключается еще одна переменная, дающая наименьший вклад. И этот процесс аналогично повторяется со следующими переменными.

Описанная процедура очень сложна и без персонального компьютера практически не выполнима. Для полной реализации отбора значимых независимых факторов,

как по прямому, так и по обратному методу, проводится расчет с использованием системы Excel.

Исходя из табличных данных зона комфорта, психологического и физиологического дискомфорта в салоне автомобиля показаны на рисунке 2.1.

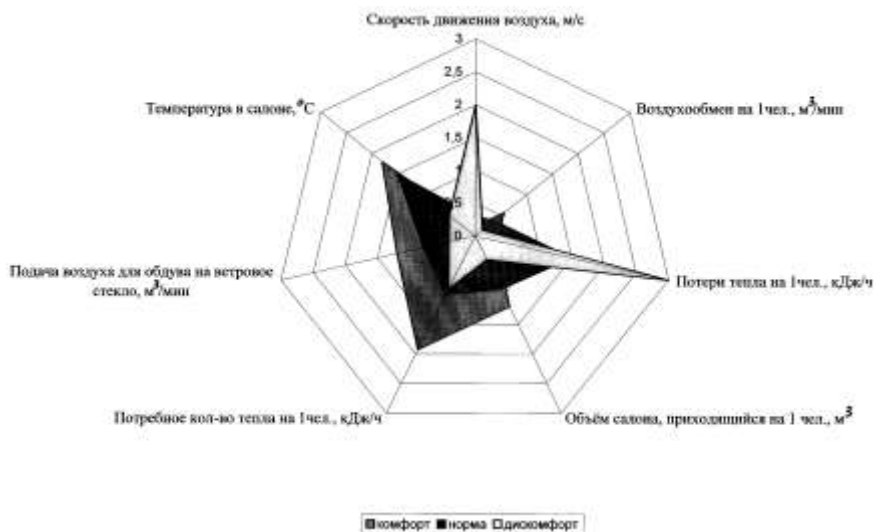


Рисунок 2.1 - Зона комфорта в салоне легкового автомобиля

Решая вопрос повышения безопасности движения автомобиля при эксплуатации в зимний период года, замечено значительное влияния внешних и внутренних факторов на условия рабочего места и психо-эмоциональное состояние водителя при длительном управлении. Наблюдается явное не соответствие комфорту показателей качества систем обеспечения комфортных

условий в салоне автомобиля. Поэтому для нахождения рабочего места водителя и пассажиров в зоне комфорта необходимо акцентировать внимание на параметры воздушной среды: температуру, влажность и скорость движения воздушных потоков по салону. От выбора конструктивных элементов системы вентиляции и отопления салона и подбора её параметров зависит эффективность работы всей системы.

Алгоритм выбора конструктивных параметров системы обеспечения комфортных условий в салоне автомобиля

Для рационального выбора и последовательного расчета конструктивных элементов СОКУ представлен 3-х ступенчатый алгоритм, в котором предварительно принятые показатели новой модели оцениваются на эффективность СОКУ по коэффициенту кратности циркуляции воздуха ($K_{Ц}$), проверяются на соответствие ГОСТ Р 509993-96 «Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Требования к эффективности и безопасности» (см. таблицу 3.6), а затем оцениваются по интегральному показателю качества воздушной среды (K_K) [19].

В основе алгоритма заложен анализ исследования существующих конструкций СОКУ конкурентных моделей автомобилей особо малого класса, выбор параметров системы вентиляции и отопления, расчет конструктивных элементов в салоне автомобиля (см. приложение 2). Данный алгоритм позволяет сравнить конструктивные решения СОКУ и определить влияние различных параметров на эффективность работы всей системы в целом [22].

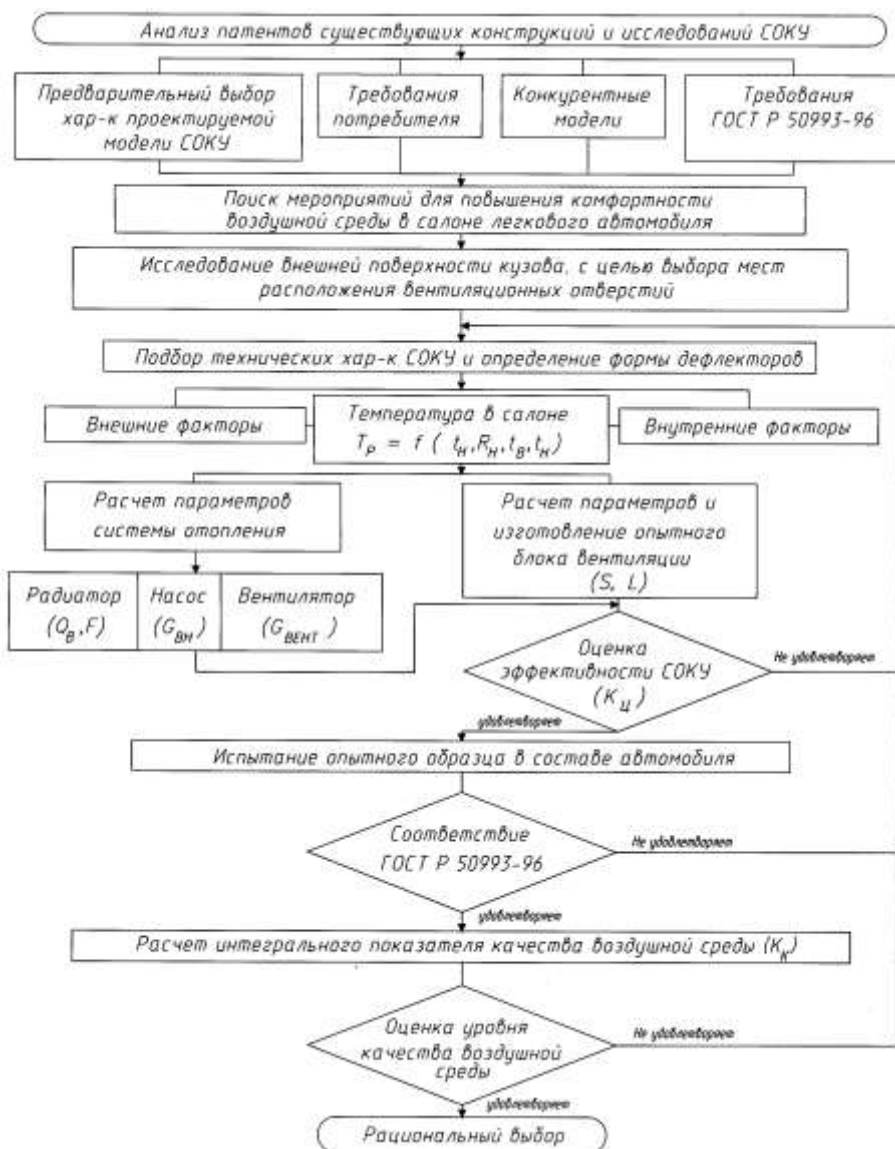


Рисунок 4.1 - Алгоритм выбора и расчета конструктивных элементов СОКУ

Процедуры алгоритма требуют минимума материальных и временных затрат, т.к. проводятся на расчетно-математических моделях системы на ЭВМ.

Функциональная схема системы обеспечения комфортных условий

К мероприятиям, обеспечивающим требуемое значение показателей качества СОКУ, относится автоматизация процесса регулирования основных параметров воздушной среды на основе их контроля в реальном времени.

Поэтому, кроме введения конструктивных изменений элементов СОКУ, с целью достижения комфортных условий в салоне автомобиля необходимо корректировать распределение воздушных потоков, применять комплексные методы обеспечения требуемых параметров путем применения как тепловой, так и электрической энергии [25, 51, 58].

На современном этапе развития СОКУ её функциональная схема состоит из измерительно-информационного блока, блока преобразования, электронного блока управления, усилительного устройства, исполнительных механизмов, устройства отображения информации и блока питания (рисунок 4.3) [50]. Измерительно-информационный блок подключается к блоку преобразования посредством шины. Он предназначен для выдачи информации о состоянии исполнительных механизмов заслонок (механизм перемещения), о скорости воздушного потока (регулятор скорости вращения вентилятора), о температуре (датчик температуры D_T) по контрольным точкам в салоне, о загазованности (датчик D_O) и др.

Аналоговые и частотные сигналы с измерительно-информационного блока поступают в блок преобразования, который приводит их к виду, необходимому для работы электронного блока управления. Задача последнего, это формирование требуемых параметров микроклимата, а также контроль величины рассогласования рассчитанного параметра регулирования и параметра, фиксируемого датчиком обратной связи. Но управляющее воздействие электронного блока представляет собой маломощный сигнал, поэтому в схеме предусмотрены усилительные устройства.

Функции по индикации режимов работы электронного блока, состояния системы автоматического управления СОКУ возложены на устройство отображения информации.

Блок питания имеет устройство стабилизации выходного напряжения, что важно для устойчивой работы всей системы при эксплуатации автомобиля.

Разработанная структурная схема системы управления микроклиматом ориентирована на реализацию алгоритма управления элементами регулирования параметров воздушной среды микропроцессорными средствами [12, 75, 94]. Применение комбинированного метода управления позволяет значительно расширить функциональные возможности СОКУ с достижением более высоких показателей качества.

Алгоритм работы автоматизированной СОКУ в салоне легкового автомобиля заключается в следующем. В начале вводятся начальные данные, т.е. температура, которая должна поддерживаться в салоне автомобиля. При внешнем воздействии, т.е. при изменении температуры в салоне, на датчике появляется сигнал. Далее сигнал усиливается и преобразуется из аналогового вида в цифровой. Затем происходит передача цифрового сигнала на устройство сопряжения с процессором. После этого идет преобразование последовательного кода передачи сигнала в параллельный. Затем происходит сравнение полученного сигнала с заданным

значением, если они равны, управляющий сигнал на регулятор отсутствует, алгоритм управления переходит на прием информационных сигналов с датчиков. Если существует рассогласование сигналов с датчиков с заданным значением, происходит запрос подпрограмм управления на постоянное запоминающее устройство двух видов: «если параметры больше заданных» либо «если параметры меньше заданных». Далее идет выбор процедуры по заданным требованиям и выдача команды по процедуре. После этого происходит преобразование сигнала команды из параллельного протокола обмена информацией в последовательный. Появление сигнала рассогласования на регуляторе приводит к изменению температуры. Схема алгоритма действий, выполняемых микропроцессорной системой, показана на рисунке 4.4.

Система автоматического управления вентиляцией и отоплением салона позволяет оптимально управлять элементами систем, обеспечивая при этом регулировку температуры воздуха в салоне в широком диапазоне, местный подогрев элементов конструкций, формирование микроклимата в салоне в соответствии с климатическими условиями и возможность перехода на ручное управление.

При возможности выбора покупатель приобретает тот товар, который по цене и качеству наиболее полно соответствует его требованиям, поэтому конкурентоспособный товар должен разрабатываться с ориентацией на конкретных потребителей, принятием оптимальных решений на каждом этапе проектирования автомобиля.

Для повышения экономической эффективности производства и снижения себестоимости автомобиля необходимо внедрять современные технологии, обеспечивающие заданные технические требования к элементам конструкций и салона в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтгаузен, А.Л. Кондиционеры и климатические системы. /Ласточкин С.А. – М.: Атласы автомобилей, 2002. – 144с.

2. Афанасьев, Л.Л. Конструктивная безопасность автомобиля / Л.Л. Афанасьев, А.Б. Дьяков, В.А. Иларионов - М.: Машиностроение, 1983. - 212 с.

3. Ветохин, А.С. Автотранспортная эргономика: учебное пособие / А.С. Ветохин, В.В. Лянденбургский. - Пенза: ПГАСА, 2003. - 126 с.

4. Высоцкий, М.С. Автомобили. Основы проектирования: учебное пособие для вузов / М.С. Высоцкий, А.Г. Выгонный. - Мн: Выш. Шк., 1996. - 117 с.

5. Зимнюхов, А. В. Системы отопления кабин и салонов: ГОСТ Р-50993—96 нуждается в уточнении // Автомобильная промышленность. - 2004. - №7. - С. 18-21.

6. Иванов, В.Н. Пассивная безопасность автомобиля. - М.: Март, 1995. - 380 с.

7. Кравец, В.И. Законодательные и потребительские требования к автомобилю / В.И. Кравец, Е.В. Голынин. - М.: ПравоМ, 2003. - 453 с.

8. Ловцов, В.В. Системы кондиционирования динамического микроклимата. - М.: Энергоиздат, 1997. - 225 с.

9. Нефелов, С.В. Техника автоматического регулирования в системах вентиляции и кондиционирования /С.В. Нефелов, Ю.С. Давыдов. - М.: Энергоиздат, 1995. - 150 с.

10. Никитин, И.Н. Температурный режим кабины автобуса «Волжанин» // Автомобильная промышленность. - 2003. - №6. - С. 17-18.

11. Носаков, И.В. Анализ технического уровня и потребительских свойств АТС. Предпроектные исследования / И.В. Носаков, С.М. Кудрявцев // Автомобильная промышленность. - 2001. - №2. - С. 13-16.

12. Ротенберг, Р.В. Основы надёжности системы водитель - автомобиль - дорога - среда. - М.: Машиностроение, 1986. - 216 с.: ил.

13. Сердюк, О. Погода на заказ: отечественные системы климат-контроля // Автостандарт. - 2003. - №5. - С. 28-30.

14. Фасхиев, Х.А. Конкурентоспособность автомобилей и их агрегатов / Х.А. Фасхиев, А.В. Крахмалева, М.А. Сафарова. - Набережные Челны: Изд-во КамПИ, 2005. - 187 с.

15. Хохряков, В.П. Отопление кабины автомобилей. - М.: НИИавтопром, 1986. - 136 с.

16. Хохряков, В.П. Вентиляция, отопление и обеспыливание воздуха в кабинах автомобилей. - М: Машиностроение, 1987. - 172 с.

17. Шарипов, В.М. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов / И.С. Степанов, А.Н. Евграфов, А.Л. Карунин. – М.: Академия, 2005. – 256 с.