

УДК 629.3.046

# ОТОПЛЕНИЕ ДЛЯ ПРЕЗИДЕНТА. И НЕ ТОЛЬКО...

А. В. Зимнюхов, к. т. н. / А. В. Клочков, инж.

Центр испытаний «НАМИ» (НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ»)

Окончание. Начало в № 3 (86), 2014 г.

Оптимальное распределение температур по вертикали является наиболее важным не только с точки зрения теплового комфорта, но и с позиций сохранения хорошего самочувствия и даже здоровья человека. В соответствии с его физиологией для отдельных участков его тела существуют свои температурные приоритеты. Это объясняется их различиями по площади и свойствам поверхности теплообмена, различной интенсивностью циркуляции крови (то есть разным количеством подводимого тепла), эффективностью тепловой защиты (жировой слой, элементы одежды) и рядом других причин. Голова человека, например, менее чувствительна к пониженным температурам. Снижение температуры в зоне головы до четырёх градусов относительно температуры общего теплового баланса человека даже является предпочтительным, вызывает чувство свежести и стимулирует активность. Но уже незначительное повышение температуры в зоне головы человека относительно его нейтрального состояния (неопасное для здоровья и даже не вызывающее дискомфорта) отрицательно сказывается на его умственной деятельности и способности сконцентрироваться на определённой задаче [13]. Тепловой баланс рук и тела человека в основном зависит от его общего теплового баланса. Зона ступней ног требует более тёплой среды: температура в зоне ног должна всегда быть на несколько градусов выше, чем в других зонах [13–16] и т. д. Поэтому при решении задач, связанных с обеспечением комфорта, должен учитываться не только общий тепловой баланс человека, но и локальный баланс отдельных поверхностей его тела.

К настоящему времени проведён достаточно большой объём исследований в области как общего, так и локального теплообмена [13–16 и др.]. Определённый объём испытаний в области оценки и оптимизации микроклимата также проводился НИЦИАМТ [11]. Обобщение таких результатов (с поправками НИЦИАМТ, связанными с особенностями климата России) позволяет определить диапазоны оптимальных значений эквивалентных температур для отдельных участков тела человека, которые удовлетворяют условиям локального теплового комфорта и отвечают температурным приоритетам. Так, из анализа

локального теплового баланса, проведённого по условиям рассматриваемой задачи (VIP-персона, лёгкая активность, «сухое» тепло  $46\text{--}56 \text{ Вт/м}^2$ , деловой костюм, комфортные влажность ( $50 \pm 10 \%$ ) и подвижность воздуха (до  $0,2 \text{ м/с}$ )), получены следующие оптимальные значения эквивалентных температур, соответствующие условиям теплового комфорта (табл. 2).

Учитывая уже отмеченные возможности системы терморегуляции человека автоматически поддерживать тепловой баланс при некотором изменении параметров окружающей среды без ощущения дискомфорта, считается допустимым отклонение температур в пределах  $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  от их номинальных значений, приведённых в табл. 2, при сохранении неизменным общего теплового баланса (то есть снижение температур в одних зонах должно компенсироваться их соответствующим повышением в других, и наоборот). Однако не рекомендуется повышение температуры в зоне головы выше  $22 \text{ }^\circ\text{C}$  [13].

Из приведённых данных в табл. 2 следует, что среднестатистическим человеком в транспортном средстве тепловые условия будут восприниматься как комфортные, если эквивалентная температура

*Таблица 2.* Оптимальные (комфортные) значения локальных температур для пассажира в транспорте

Локальная зона	Оптимальные значения эквивалентных температур по условиям комфорта, $^\circ\text{C}$	
	Летний период	Зимний период
1. Задняя часть головы (затылок)	21	20
2. Лицо	21	20
3. Грудь	24	21
4. Верхняя часть спины	24	21
5. Плечо (левое, правое)	24	21
6. Предплечье (левое, правое)	25	21
7. Поясница, зона контакта с сиденьем	27	27
8. Кисть руки (левая, правая)	25	23
9. Бедро (левое, правое)	25	24
10. Голень (левая, правая)	25	25
11. Ступня (левая, правая)	27	27

воздуха в зоне головы будет в пределах 20–22 °С, в зоне выше пояса до уровня плеч — практически на таком же уровне (19–23 °С) в зимний период и несколько выше (22–26 °С) в летний, для нижней зоны (от ступней до пояса) оптимальная температура почти одинакова для зимнего и летнего периодов (23–27 °С) и повышается в зоне ступней (25–29 °С). Температура поверхности тела, контактирующей с сиденьем, должна быть выше, чем температура воздуха перед человеком, и поддерживаться в пределах 25–29 °С, что обычно достигается применением специальных конструкций сидений (с вентиляцией, подогревом поверхности, заданными свойствами материала обивки).

Не исключено, что для определённой группы людей, исходя из их индивидуальных особенностей (возраста, физических данных, предпочтений в одежде, степени адаптации или предрасположенности к определённым условиям, национальных и этнических различий и т. п.), температурные условия теплового комфорта будут несколько отличаться от приведённых выше расчётных значений. Это, конечно, требует обеспечения в конструкции возможности индивидуальных настроек. Однако существующие закономерности и общность поведенческих эффектов и реакций человека на изменение параметров тепловой среды и практическое единообразие факторов, формирующих у человека ощущение удовлетворённости (или неудовлетворённости) микроклиматом обитаемого помещения, позволяют сформулировать общие требования к условиям обеспечения теплового комфорта, которые необходимо учитывать в конструкции рассматриваемого типа (VIP) транспортного средства:

1. Расчёт и проектирование систем нормализации микроклимата транспортного средства должны выполняться исходя из условий обеспечения общего теплового комфорта человека, которому отвечает минимальное напряжение его системы терморегуляции для поддержания теплового баланса при заданных начальных условиях (планируемом уровне активности и преимущественном типе одежды с учётом сезонности).

2. В качестве задаваемого и контролируемого параметра внутренней тепловой среды следует принимать эквивалентную температуру, которая отражает интегральное воздействие на человека обычной температуры, скорости движения воздуха, а также теплового излучения окружающей среды. Для управления тепловым состоянием внутренней среды необходимо применение адаптивных систем авто-

матического климат-контроля с чувствительными элементами (датчиками), преобразующими значения отдельных параметров тепловой среды в комплексный регулируемый показатель — эквивалентную температуру.

3. Условиям общего теплового комфорта среднестатистического человека в салоне автомобиля для заданных начальных условий (лёгкая активность, деловой костюм, комфортная влажность (50 ± 10 %) и подвижность воздуха (до 0,2 м/с)) соответствуют значения эквивалентных температур 23–24 °С в летний период и 20–22 °С в зимний период, которые могут приниматься в качестве расчётных в проектных работах.

4. Оптимальное распределение температур по вертикали является необходимым условием обеспечения теплового комфорта в салоне автомобиля, а также сохранения хорошего самочувствия и даже здоровья человека.

Для рассматриваемой задачи условиям теплового комфорта в транспортном средстве VIP-класса соответствуют следующие значения эквивалентных температур в контрольных зонах:

- в зоне головы — в пределах 20–22 °С;
- в зоне выше пояса до уровня плеч — в пределах 19–23 °С в зимний период и в пределах 22–26 °С в летний период;
- в нижней зоне (от ступней до пояса) — в пределах 23–27 °С для зимнего и летнего периодов;
- в зоне ступней — в пределах 25–29 °С для зимнего и летнего периодов;
- в зоне контакта поверхности тела с сиденьем — в пределах 25–29 °С.

Средние значения температур из указанных пределов рекомендуется включать в программу системы климат-контроля в качестве параметров контролируемых и поддерживаемых в салоне в стандартном режиме. Особые предпочтения пользователя должны обеспечиваться возможностью индивидуальной настройки (в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах).

5. С целью исключения (снижения) локального дискомфорта должны обеспечиваться:

- подвижность воздуха в зоне открытых частей человека (головы, рук) не более 0,15–0,2 м/с (без ощутимой турбулентности), исключение сквозняков (локальных потоков воздуха с температурой ниже окружающей);
- температура поверхности пола в пределах 24 ± 2 °С;

– температура поверхности потолка не должна превышать температуру внутренней среды более чем на 5 °С или быть ниже неё более чем на 7–12 °С (в зависимости от расстояния до головы человека);

– температура поверхностей боковых ограждений (дверей, стёкол, стенок кузова) не должна превышать температуру внутренней среды более чем на 12–20 °С или быть ниже неё более чем на 7–12 °С (в зависимости от расстояния до человека).

Конкретные технические решения, обеспечивающие выполнение изложенных рекомендаций, подробно не рассматриваются в данной статье. Многие из них являются общеизвестными, некоторые уже упомянуты выше. Конструкторские службы также имеют свои наработки и рекомендации, в том числе относящиеся к категории ноу-хау. Однако эффективность принятых и реализованных решений должна в обязательном порядке подтверждаться в испытаниях, в том числе комплектного автомобиля, с применением специальной технологической оснастки и методической базы, отвечающих уровню и важности поставленной задачи. В этой связи материалы по обзору и анализу методов испытаний с целью выбора наиболее эффективных для решения задач обеспечения теплового комфорта автомобилей, в том числе представительского класса, планируется рассмотреть в последующих публикациях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. О безопасности колёсных транспортных средств: технический регламент (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 10 сентября 2010 г. № 706).
2. Слоним А. Д., Воронин Н. М. Влияние на организм климата как средства профилактики и курортного лечения // Основы курортологии. — Ч. 1. — М., 1959.
3. Горомосов М. С. Микроклимат жилищ и его гигиеническое нормирование. — М., 1963.
4. Кандрор И. С., Дёмина Д. М., Ратнер Е. М. Физиологические принципы санитарно-климатического районирования территории СССР. — М., 1974.
5. Зимнюхов А. В. Система кондиционирования как средство повышения безопасности автомобильного транспорта // Журнал автомобильных инженеров. — 2014. — № 1.
6. Эргономика термальной среды. Аналитическое определение и интерпретация комфортности теплового режима с использованием расчёта показателей PMV и PPD и критериев локального теплового комфорта: ГОСТ Р ИСО 7730–2009 (ISO 7730:2005).
7. Эргономика тепловой окружающей среды. Принципы и применение признанных международных стандартов: ГОСТ Р ИСО 11399–2007.
8. Эргономика. Определение выделения метаболического тепла: ИСО 8996:2004.
9. Эргономика термальной среды. Оценка теплоизоляционных свойств и стойкости к испарению комплектов одежды: ISO 9920:2007.
10. Методика определения и оценки показателей микроклимата в салоне автомобиля: РД 37.052.168–88.
11. Определение и оценка показателей теплового комфорта в салоне АТС: технический отчёт НИЦИАМТ. — Дмитров, 1989.
12. Большой медицинский словарь. [Электронный ресурс]. URL: [http://mirslivare.com/bigmedslov\\_a](http://mirslivare.com/bigmedslov_a) (дата обращения: 13.05.2014).
13. Wyon D., Larsson S., Forsgrean B., Lundgren I. Standard Procedures for Assessing Vehicle Climate With a Thermal Manikin // Technical Paper Series. — 1989.
14. Thermal Comfort Meter Bruel & Kjaer Type 1212: Instruction Manual. — 1982.
15. Olesen B. W. Thermal Comfort, in Bruel and Kjaer: Technical Review. — 1985. — № 1.
16. Parsons K. Human Thermal Environments: The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort and Performance. — Second Edition. — USA, 2003.