

УДК 629.113

*ГРИЦУК И.В., к.т.н, доцент; ГУЩИН А.М., к.т.н, доцент;  
Донецкий институт железнодорожного транспорта УкрГАЗТ;  
КРАСНОКУТСКАЯ З.И., старший научный сотрудник,  
Национальный транспортный университет;  
МОМОТ М.С., ассистент; УШАКОВ А.Л., инженер  
Донецкая академия автомобильного транспорта*

## **АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К МИКРОКЛИМАТУ РАБОЧЕГО МЕСТА ВОДИТЕЛЯ КОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

*Проведен анализ требований государственных и международных нормативных документов к микроклимату салона (кабины) колесного транспортного средства. Установлены основные расхождения требований в государственных и международных нормативных документах, касающихся микроклимата транспортных средств.*

***Ключевые слова:** микроклимат, санитарные правила, комфортабельность, салон, стандарт, требование*

### **Постановка проблемы**

Тепловая подготовка транспортных средств (ТС) в условиях холодного периода эксплуатации требует обеспечения своевременного выпуска ТС на линию, работоспособности энергетических установок и силовых агрегатов в пусковой период и создания соответствующих комфортных условий для водителя в период перехода от хранения до ввода ТС в эксплуатацию. Поэтому важным условием поддержания комфортных условий для водителя в холодный период эксплуатации ТС является создание оптимального микроклимата в салоне (кабине).

Микроклимат на рабочем месте водителя колесного транспортного средства является одной из важнейших составляющих единой задачи получения высокой производительности ТС. Под микроклиматом принято понимать совокупность физических свойств и химического состава воздушной среды, а также пыль и микроорганизмы. Наиболее важным параметром микроклимата является температура воздуха [1] в салоне (кабине) ТС. В отличие от температуры влажность воздуха имеет косвенное влияние на самочувствие людей.

Микроклимат в кабине зависит от особенностей систем отопления, вентиляции, а также ряда конструктивных параметров самого автомобиля (герметичность кабины (салона), расположение двигателя, его теплоизоляция, теплоемкость и теплопроводность материалов, степень остекления кабины). С целью выявления необходимых параметров, характеризующих комфортабельность работы водителя, особенно в предпусковой и послепусковой период, необходимо выполнить анализ требований государственных и международных нормативных документов к микроклимату салона (кабины) ТС.

### **Анализ последних исследований и публикаций**

Анализом требований к климатическим системам колесных ТС и нормализации микроклимата ТС занимались Куликов Ю.А. [2], Хохряков В.П. [3], Грибниченко М.В. [4], Гухо В.Г. [5], Михайловский Е.В. [6], Матвеев Д.В. [7], Лукьяненко В.М. и Галич И.В. [8] и др. В работе [9] рассмотрено влияние неблагоприятного микроклимата на работоспособность водителя. Исследованиями Лобера Леру (Франция) [10] установлены комфортные температурные режимы для управления дорожными транспортными средствами. В работе Верещагина С.Б. [11] приведены результаты климатических испытаний, показывающие реальные условия работы водителей, проведён анализ температурного режима и влажности в кабине дорожных транспортных

средств. Палутиным Ю.И. [12] проведён анализ требований к системам вентиляции салона автобусов. С целью создания комфортного микроклимата кабин мобильных машин сельскохозяйственного назначения проведены исследования Тарасенко С.Е. [13] и Голубевой Ю.В. [14].

Однако, конструктивные решения оборудования ТС и салона (кабины) во времени изменяются. Изменяются также и требования к созданию микроклиматических условий внутри салона (кабины), что является одним из составляющих создания конкурентного ТС, отвечающего нормам государственных и международных стандартов в целом. Поэтому для проектирования средств обеспечения микроклимата, особенно на основе новых экологически чистых и ресурсосберегающих технологий и материалов, необходимо знание современных требований как государственных, так и международных нормативных документов, касающихся микроклимата рабочего места водителя ТС.

### Цель статьи

Целью статьи является анализ норм и требований к температурно-влажностным характеристикам салона (кабины) транспортного средства. Исследования вопросов формирования комплексных систем комбинированного прогрева энергетических установок и средств транспорта на основе тепловых аккумуляторов (ТА) фазового перехода, в том числе и для обеспечения (поддержания) оптимальных климатических условий в кабине (салоне) ТС, проводятся в настоящее время в ДонИЖТ УкрГАЗТ совместно с НТУ (г. Киев) и ХНАДУ.

### Основной раздел

Микроклимат на рабочем месте оператора мобильной техники определяется совокупностью физических параметров: температуры, скорости движения и влажности воздуха, температуры радиационного излучения, а также температуры внутренних ограждений кабины [14].

Проблема нормирования микроклимата кабин весьма специфична в связи с тем, что водитель ТС постоянно находится в сидячем положении – в кресле вблизи ограждений кабины (салона), из-за чего уменьшается его теплоотдача и изменяется рациональный обмен тепла. Водитель автомобиля подвергается воздействию перепадов температур при выходе из салона. Поскольку микроклиматические условия на рабочем месте водителя в значительной мере зависят от наружных метеорологических условий, большое значение имеют время года, климатическая зона, рельеф местности, категория дороги, качество организации движения и многие другие факторы [9, 10].

Влияние неблагоприятного микроклимата на работоспособность водителя достаточно полно представлено в [9]. К факторам такого влияния относят следующие:

- нагревающий микроклимат в кабине, тяжесть и напряженность труда, повышенный уровень шума и психоэмоциональное напряжение приводят к развитию астеновегетативного синдрома и снижению профессиональной работоспособности у водителей;
- при понижении температуры воздуха в кабине ниже 10°C повышается количество ошибок при вождении, снижаются скорость перцептивно-моторных реакций и функция внимания;
- неблагоприятный температурный режим в кабинах автомобилей как в теплое, так и в холодное время года приводит к снижению функции внимания у водителей: нагревающий микроклимат в кабине приводит к нарушению процесса терморегуляции организма водителя; в холодное время года часто наступает переохлаждение, преимущественно в начале смены.

Комфортные значения температуры и влажности воздуха, рекомендуемые разными исследователями, различны. Исследованиями [10] установлено, что для водителей автомобилей комфортными температурами являются: –15...18°C зимой; 20...24°C в переходный период; 24...28°C летом.

В требованиях к продукции, которая подлежит обязательной сертификации в Украине [15], отсутствуют единые требования к микроклимату салонов (кабин) дорожных ТС. Это, в первую очередь, потому, что в Украине отсутствуют стандарты, в которых регламентированы данные требования. Однако среди действующих в Украине стандартов [16], касающихся микроклимата рабочего места, необходимые требования приведены в межгосударственных стандартах [17, 18]. Требования стандарта [19] распространяются на воздух рабочей зоны предприятий народного хозяйства. То есть, указанные требования, которые распространяются на стационарные рабочие места, справедливы и для операторов (водителей) мобильных машин (ТС).

Требования к кабинам и рабочим местам операторов тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин приведены в [16]. Согласно [16] кабины должны быть оборудованы устройствами нормализации микроклимата и системой, которая обеспечивает и устраняет отпотевания и обледенения стекол в зонах, которые очищаются стеклоочистителями. При установлении кондиционера в теплый период года температура воздуха в кабине не должна превышать  $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность – 60%, а при использовании других средств нормализации микроклимата –  $+33\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В холодный период года температура воздуха в кабине (салоне) машин (ТС) не должна быть ниже  $+14\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Анализируя приведенные значения температур, можно уверенно говорить, что оценка средств нормализации микроклимата в холодный период года осложняется специфическими требованиями к температуре в кабине (салоне) при определенных ее значениях для наружного воздуха. Подобные исследования для отрицательных температур проводятся либо в зимнее (холодное) время, либо с использованием специальных климатических камер [15].

Проведение испытаний микроклимата [20] включает в себя измерение температуры внешней среды, температуры двигателя (при необходимости), температуры отопителя и потока охлаждающей жидкости, температуры воздуха в кабине в определенных точках и скорости движения воздуха в определенных точках. Для оценки микроклимата в холодный период года трактор (машина) с остановленным двигателем должен быть выдержан при температуре  $-(20\pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$  не менее 10 ч. Этот период может быть уменьшен, если с помощью измерительного оборудования установлено, что система охлаждения и смазка стабилизировались при заданной температуре. Только тогда возможно запускать двигатель с помощью внешних средств. Запуск двигателя принимается как начало периода испытаний. В течение 5 мин. испытания частота вращения двигателя может соответствовать рекомендациям производителя для разогрева при запуске в холодное время года. После 5 мин. работы органы управления частотой вращения двигателя должны быть установлены в положение полной подачи топлива. Система обогрева должна быть отрегулирована на максимальную мощность.

В стандарте [21] приведены формулы расчета средней температуры внутренних поверхностей исследуемого ТС. Кроме того, в стандарте [22] установлены несколько иные требования. А именно:

- избыточное давление в кабине не должно быть ниже 50 Па и превышать 200 Па;
- должна быть обеспечена подача в кабину свежего воздуха – не менее  $43\text{ м}^3$ ;
- результаты измерения температуры в кабине не должны отличаться между собой более, чем на  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- рекомендуется, чтобы максимальная скорость движения воздуха перед глазами оператора не превышала  $0,3\text{ м / с}$ .

Кроме этого, санитарные правила по гигиене труда водителей автомобилей регламентируют требования к микроклимату и воздуху рабочей зоны [23]. Такие же нормы установлены в [24]. Санитарно-технические средства (вентиляция, отопление, теплоизоляция, кондиционирование) должны обеспечивать поддержание в кабине автомобиля оптимальных (таблица 1) или

допустимых (таблица. 2) параметров микроклимата не позднее чем через 30 мин. после начала непрерывного движения автомобиля с прогретым двигателем [23], [24].

Таблица 1

**Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в кабинах автомобилей**

Сезон года	Типы автомобилей	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный и переходный периоды года	Легковые	20 – 23	60-40	0,2
	Грузовые и автобусы	18 – 20	60-40	0,2
Теплый период года	Легковые	20 – 25	60-40	0,2
	Грузовые и автобусы	21 – 23	60-40	0,3

Таблица 2

**Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в кабинах автомобилей в холодный и переходный периоды года**

Типы автомобилей	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Легковые	19 – 25	75	0,2
Грузовые и автобусы	17 – 23	75	0,3

Перепад температуры воздуха по высоте кабины не должен превышать 3°С. При этом абсолютные величины температуры воздуха на разных уровнях кабины должны находиться в пределах величин при обеспечении оптимальных параметров микроклимата. Температура внутренних поверхностей кабины не должна отличаться от температуры воздуха в кабине более чем на 3°С.

Европейские производители транспорта для определения оптимальных показателей микроклимата салона автомобиля используют стандарты по вопросам эргономики тепловой внешней среды. Для нормирования используют следующие показатели: температуру воздуха, среднюю температуру излучения, скорость перемещения воздуха, теплоизоляцию одежды, выделения метаболического тепла, терморегуляцию организма, теплопередачу, уравнение теплового баланса и др. [19].

Ряд зарубежных производителей, для определения комфортных условий внутри салона проводит расчет тепловой нагрузки на работающего человека, основанный на показателе WBGT (Wet Body Global Temperature) [17], или аналитическое определение и интерпретацию комфортности теплового режима с использованием расчета показателей PMV и PPD и критериев локального теплового комфорта [18].

В частности, основываясь на положениях [17], [18], концерн Volkswagen предложил оптимальные температурные параметры для осуществления поездки на автомобиле среднего класса на уровне различных частей тела водителя [25]. Рекомендуемые температуры в салоне автомобиля: в районе головы – 19 °С, в районе груди – 22 °С, в районе ног – 25 °С.

Существует оценка теплового комфорта с помощью обобщенного показателя «К», полученного по номограмме [26, 8]. Данный показатель характеризуется коэффициентом теплоотдачи за единицу времени с единицы поверхности элемента, температура которого поддерживается

близкой к температуре тела человека. Оценка комфортных условий в кабине может осуществляться не только по показателю «К», она может определяться также и по другим показателям, например, по температурно-влажностным индексам.

### **Выводы**

Проведенный анализ требований нормативных документов к микроклимату рабочего места водителя колесного транспортного средства дает возможность сделать однозначный вывод, что единых требований в различных странах мира по этому вопросу не существует. Поэтому при использовании комплексных систем комбинированного прогрева с тепловыми аккумуляторами необходимо учитывать все нормативные требования зарубежных стандартов, а для импортной техники – требования страны-изготовителя.

### **Список литературы**

1. Драганов Б.Х., Бессараб О.С., Долінський А.А. та ін. Теплотехніка: Підручник. 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Фірма «ІНКІОС», 2005. – 400 с.
2. Куліков Ю.А., Грибніченко М.В., Гончаров А.В. Системи охолодження, вентиляції та опалення автомобілів: Монографія. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля. – 2006. – 248 с.
3. Хохряков В.П. Вентиляция, отопление и обеспыливание воздуха в кабинах автомобилей: Монография. – М.: Машиностроение, 1987. – 149 с.
4. Грибніченко М.В. Удосконалення систем опалювання і вентиляції салону автомобілів ЗАЗ: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / ХНАДУ. – Харків, 2006. – 24 с.
5. Гухо В.Г. Аэродинамика автомобиля. – М.: Машиностроение, 1987. – 424 с.
6. Михайловский Е.В. Аэродинамика автомобиля. – М.: Машиностроение, 1973. – 224 с.
7. Матвеев Д.В. Разработка технологии расчета системы отопления и вентиляции легкового автомобиля: Дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03. – Ижевск, 2006. – 123 с.
8. Лук'яненко В.М. Аналіз вимог до мікроклімату на робочому місці оператора мобільної сільськогосподарської техніки / В.М. Лук'яненко, І.В. Галич // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, випуск 93, «Механізація сільськогосподарського виробництва», Вісник ХНТУСГ, Випуск 93, Том 2, 2010. – С. 232-247.
9. Башкирёва А.С. Профилактика ускоренного старения работающих во вредных производственных условиях/ А.С. Башкирёва, С.С. Коновалов. – СПб: Издательство «Прайм-Еврознак», 2004. – 224 с.
10. Михайлов М.В. Микроклимат в кабинах мобильных машин/ Михайлов М.В., Гусева С.В. – М: Машиностроение, 1977. – 230 с.
11. Верещагин С.Б. Исследование климатических условий работы водителя. – М.: МАДИ (ГТУ), 2009.
12. Палутин Ю.И. Методические основы совершенствования параметров воздушной среды салонов автомобилей: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.03 Н. Новгород, 1997. – 327 с.
13. Тарасенко С.Е. Усовершенствование конструкции кабины с улучшением микроклимата для самоходной сельскохозяйственной техники: Дис. канд.техн. наук. – К., 2005. – 181 с.
14. Голубева Ю.В. Автоматизированные средства нормализации микроклимата в кабинах мобильных сельскохозяйственных агрегатов: Дис. канд. техн. наук: 05.20.01, 05.13.06. М. – 116 с.
15. <http://gost.at.ua/>
16. ГОСТ 12.2.120-88 ССБТ. Кабины и рабочие места операторов тракторов, самоходных строительно-дорожных машин, одноосных тягачей, карьерных самосвалов и самоходных сельскохозяйственных машин. Общие требования к безопасности.
17. ISO 7243:1989 Hot environments – Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature).
18. ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.
19. ГОСТ Р ИСО 11399-2007 Эргономика тепловой окружающей среды. Принципы и применение признанных международных стандартов.

20. ГОСТ 12.2.002.5-91 ССБТ. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Метод определения характеристик систем обогрева и микроклимата на рабочем месте оператора в холодный период года.

21. ГОСТ 12.2.002-91 ССБТ. Техника сельскохозяйственная. Методы оценки безопасности.

22. ГОСТ ИСО 14269-2-2003 Тракторы и самоходные машины для сельскохозяйственных работ и лесоводства. Окружающая среда рабочего места оператора. Часть 2. Метод испытаний и характеристики систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ISO 14269-2:1997, IDT).

23. СанПиН 4616-88. Санитарные правила по гигиене труда водителей автомобилей.

24. 11-10-94 Санитарные правила по гигиене труда водителей автомобилей. СанПиН, Издание официальное Министерство здравоохранения Республики Беларусь г. Минск, 1994 г.

25. <http://центр-нэкт.рф/knigi/tehnicheskaya-literatura/59289-avtomobilnye-klimaticheskie-ustanovki-volkswagen.html>

26. ISO/TS 14505-1:2007 Ergonomics of the thermal environment. Evaluation of thermal environments in vehicles. Part 1: Principles and methods for assessment of thermal stress.

**Грицук І.В., Гушин А.М., Краснокутська З.І., Момот М.С., Ушаков А.Л. Аналіз вимог до мікроклімату робочого місця водія колісного транспортного засобу**

*Анотація:* Проведено аналіз вимог державних і міжнародних нормативних документів до мікроклімату салону (кабіни) колісного транспортного засобу. Встановлено основні розбіжності вимог у державних і міжнародних нормативних документах, що стосуються мікроклімату транспортних засобів.

*Ключові слова:* мікроклімат, санітарні правила, комфортабельність, салон, стандарт, вимога.

**Gritsuk I.V., Guschin A.M., Krasnokutska Z.I., Momot M.S., Ushakov A.L. Analysis of the requirements for the microclimate of the driver's seat of wheeled vehicles**

*Annotation:* The analysis of the requirements of national and international regulations for the microclimate of the cabin wheeled vehicle. The basic differences in the requirements of national and international regulations concerning the microclimate vehicles.

*Keywords:* microclimate, sanitary rules, comfort, the vehicle interior, a standard, requirement

Стаття надійшла до редакції 24.10.2014 р.