

СРЕДСТВА ВОДОИСПАРИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРИ КАБИНЫ МЭС

Вячеслав Анатольевич Гулевский
Игорь Борисович Журавец
Светлана Зиновьевна Манойлина
Иgorь Станиславович Тесленко

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Рассмотрена актуальная техническая проблема стабилизации температурных параметров рабочего места оператора мобильного энергетического средства, т. к. инсоляция отрицательно влияет на организм оператора, особенно на зрение. Отмечена ограниченность и недостаточность технических средств защиты от солнечного излучения. Цель исследования – создание средств защиты от избыточной инсоляции кабин (салонов) и операторов наиболее эффективными, экономичными и экологичными методами. В настоящее время кондиционирование воздуха для стабилизации температуры в салоне МЭС достигается явным перерасходом энергии. Рассмотрены недостатки солнцезащитных покрытий. Как средство снижения и нейтрализации инсоляционного потока энергии во всем диапазоне излучения авторами предлагается водоиспарительный охладитель, представляющий собой солнцезащитное съемное покрывало, которое укладывается и закрепляется на крыше МЭС во время движения и на светопрозрачные проемы и участки кузова во время стоянки. Покрывало имеет два слоя: солнцезащитный, частично отражающий лучистый поток, и высокогидрофильный слой, содержащий влагу, которая начинает испаряться с границы соприкосновения этих слоев, при этом снижается температура воздуха внутри салона. Предложенное солнцезащитное покрывало отличается простотой в изготовлении, удобством в эксплуатации за счет однократного увлажнения на планируемый период стоянки. Данная методика расчета объема воды, необходимой для термической стабилизации, а также толщины используемых материалов, вмещающих данный объем и обеспечивающих приемлемую динамику испарения. Предложенное средство не содержит электронную систему управления, не использует считанные устройства подачи воды, экономит топливно-энергетические ресурсы для привода, снижая расходы энергии на кондиционирование. Таким образом, повышается экономическая и экологическая эффективность функционирования мобильного энергетического средства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инсоляция, средство защиты от радиации, водоиспарительный охладитель, экологичность, солнцезащитное покрывало.

FACILITIES FOR WATER EVAPORATING COMPENSATION OF TEMPERATURE PARAMETERS INSIDE THE DRIVER'S CABIN OF MOBILE ENERGY TRANSPORT MEANS

Vyacheslav A. Gulevsky
Igor B. Zhuravets
Svetlana Z. Manoylina
Igor S. Teslenko

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors discussed such topical technical problem as water evaporating compensation of temperature parameters of operator's workstation of mobile energy transport means (METM), as far as solar irradiation has negative impact on human organism, especially on vision; defined limitations and insufficiency of technical means of protection from solar radiation. The objective of this work was to substantiate facilities for protection driver's cabins (car interiors), as well as operators from excessive solar radiation using the most effective, economical and ecological methods. By now it is known that air conditioning for compensation of temperature parameters of operator's workstation of mobile energy transport means is executed with evident excess demand of energy. The authors considered the shortcomings of the existing sun-protective coatings; proposed water evaporating cooler (WEC) as a means of reducing and neutralizing sun light energy flow throughout the range of radiation. The proposed WEC represents sun-protective removable coverlet (SPRC) which is placed and fixed on the top of METM on the drive and on the transparent window apertures during stopping. The SPRC has two layers: sun-protective partly reflecting the luminous flux, and highly hydrophilic layer containing moisture, which begins to evaporate from the boundary of contact of these layers, thus reducing the air temperature inside the cabin. The

SPRC differs from others by ease of production, operating convenience due to single moistening for the planned stopping period. The authors present the methodology for the calculation of water volume required for compensation of temperature parameters, as well as for calculation of thicknesses of materials enclosing this volume and ensuring acceptable dynamics of evaporation. The proposed SPRC does not contain electronic control system, does not use registering water flow devices, and along with this saves fuel and energy resources reducing energy consumption for air conditioning. Consequently, economic and environmental efficiency of mobile energy transport means are increasing.

KEY WORDS: solar irradiation, means of protection from solar radiation, water evaporating cooler (WEC), ecological compatibility, sun-protective removable coverlet (SPRC).

Bведение

На организм оператора мобильного энергетического средства (МЭС) лучистая энергия Солнца оказывает сложнорефлекторное действие, в том числе офтальмологически и термически разрушающее [1, 13]. Среди факторов, укорачивающих жизнь оператора МЭС, присутствует особый вид энергии, имеющий очень широкий спектральный диапазон и обладающий весьма сложным и малоизученным воздействием на физиологию человека. Таким видом энергии является инсоляция, излучаемая в диапазоне от ультрафиолетовых до инфракрасных лучей и еще длиннее. Обычно светопрозрачные проемы МЭС, использующие не кварцевые и не специальные стекла, заметно сдерживают ультрафиолетовый и частично инфракрасный участок энергетической инсоляционной составляющей. Видимая часть, особым образом термически перегружающая тело оператора, проходит внутрь кабины (салона), усваивается стенками, частично поглощается и развивает весьма весомую лучистую составляющую, которая дополнительно падает на тело оператора. Таким образом, работающий или управляющий МЭС испытывает всестороннее воздействие фотонов, как видимой, так и инфракрасной части излучения. Физиологическое воздействие такого излучения весьма противоречиво и содержит существенную дозу негативного характера [3, 12].

Малоизученность действий такого рода, а также ограниченность и недостаточность технических средств защиты побуждают к изучению технических вопросов, благодаря чему возможно либо снижение, либо исключение указанных факторов.

Целью исследования является изыскание средств защиты от избыточной инсоляции кабин (салонов) МЭС и операторов методами с наибольшей экономией, практической целесообразностью, высокой эффективностью и улучшенной экологичностью условий труда в диапазоне солнечного излучения, характерных для ординарных производственных условий.

Основной задачей данной статьи является предложение средства снижения и нейтрализации инсоляционного потока энергии практически во всем диапазоне излучения, а также в определенной мере и излучения, отраженного при работе МЭС в условиях всевозможных навесов и др. подобных искусственных средств защищенности.

В настоящее время в качестве наиболее распространённого средства нейтрализации термического воздействия, в том числе и солнечного, используются кондиционеры, а также пассивные средства защиты (чехлы, автомобильные шторки, жалюзи и т. д.) [4]. В некоторой мере эти средства выполняют функции двойкого рода, а именно: кондиционирование балансирует температуру воздушной среды на приемлемом санитарногигиеническом уровне, пассивные средства защиты на самом деле из применяемых средств являются наиболее концептуально прогрессивными, поскольку задерживают инфракрасный поток на его входе, при этом частично его отражая. Кондиционирование является наиболее расточительным способом, так как балансирование температурно-влажностных параметров во многих случаях достигается явным перерасходом энергии, текущее значение по холодопроизводительности бывает весьма далеким от оптимальных величин, что приводит к явному перерасходу топливно-энергетических ресурсов и, как следствие, к экологической нецелесообразности.

Достаточно отметить, что кабина (салон) с пониженной температурой как теплофизическое тело нагревается внешней средой. Поэтому чем ниже кондиционер опускает температуру в кабине, тем более он увеличивает бесполезный расход энергии на собственный привод.

Материалы и методы исследований

В данных условиях используется водоиспарительный охладитель, который может покрывать крышу во время движения, а во время стоянки и светопрозрачные проемы и участки кузова.

Некоторые варианты водоиспарительного охлаждения применяются для стабилизации температуры внутри салона МЭС (2, 3, 14, 15, 16), однако авторами предлагается более целесообразный вариант его использования.

Существуют солнцезащитные покрытия, уменьшающие в основном лучистый поток (инсоляцию) с одновременным охлаждением поверхности салона (кабины) за счет испарительного эффекта влаги [3]. Недостатками существующих покрытий являются сложность конструкции, привязка к автономной системе увлажнения в виде трубок и специальных каналов, тяжеловесность и сравнительно высокая стоимость, необходимость применения электронных систем регулирования и управления, использование штатной системы омывания стёкол и существенная неравномерность подачи воды к различным участкам испаряющего гидрофильтрного слоя. Указанные недостатки в значительной мере могут быть отнесены к примерам-аналогам, включенными в источники информации [5, 6, 7, 8, 9].

Применение водоиспарительного принципа охлаждения воздуха или других газов вполне обосновано для определенного диапазона температур как средство с наименьшими энергозатратами и достаточно простое в принципиальном техническом исполнении.

Результаты исследования и их обсуждение

Организация защиты салона (кабины) от наиболее мощной инсоляции с одновременным охлаждением за счет испарительного эффекта может осуществляться гидрофильтрным пористым покрытием с гарантированной локальной пористостью и фильтрностью.

Для исключения указанных недостатков, повышения эффективности эксплуатационных свойств и практичности предлагается солнцезащитное съемное покрывало крыши салона (кабины) транспортного средства, устанавливаемое на время его стоянки или в слоеобразном варианте во время движения (рис. 1).

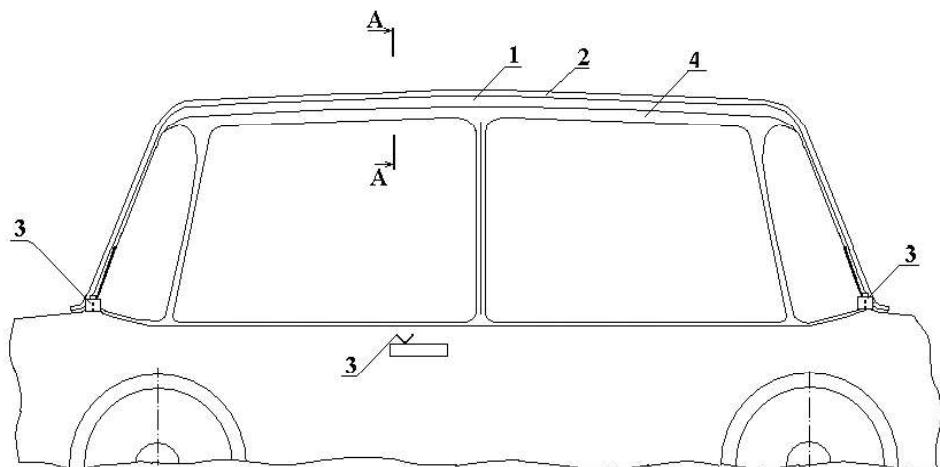


Рис. 1. Солнцезащитное съёмное покрывало салона (кабины) транспортного средства:

- 1 – высокогидрофильтрный слой; 2 – солнцезащитный слой;
- 3 – средства крепления; 4 – поверхность крыши

На рисунке 2 представлена двухслойная накладка (разрез А-А).

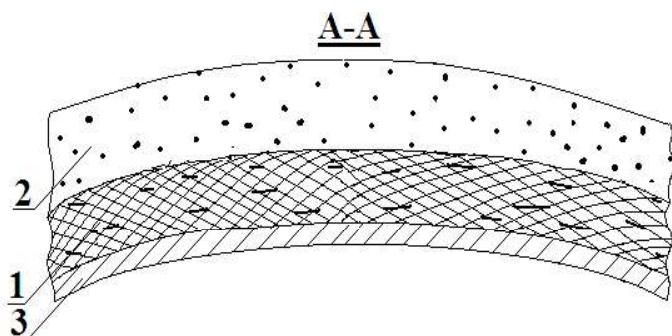


Рис. 2. Разрез А-А, двухслойная накладка:
1 – высокогидрофильтрный слой; 2 – солнцезащитный слой; 3 – поверхность крыши

Слой 1 накладывается на крышу 4 и боковые поверхности, обтягивается и крепится простейшими средствами 3 (фиксаторы, присоски, липучки, механические зацепы и др.) к поверхности транспортного средства. Первоначально укладывается первый слой и равномерно увлажняется водой, объемом, определяемым из условия анализа энергии инсоляции по формуле (4). Затем укладывается второй слой 2 солнцезащитного покрывала. Покрывало повторяет конфигурацию, соответствующую индивидуальной геометрии (кабины) транспортного средства и обладает облегающим свойством, покрывая все светопрозрачные проемы.

При интенсивной инсоляции нагревается прежде всего солнцезащитный слой 2, частично отражающий лучистый поток, основная часть которого нагревает этот слой и высокогидрофильтрный слой 1, содержащий влагу, которая начинает испаряться с границы соприкосновения этих слоев. Темпера та фазового перехода воды поглощает определенное количество тепловой энергии и стабилизирует температуру в зависимости от интенсивности процесса испарения. Массоперенос влаги лимитируется паропроницаемостью верхнего слоя 2 и обеспечивает сбалансированную температуру как всего покрывала, так и крыши салона (кабины) и содержащегося под крышей воздуха. Чем выше паропроницаемость верхнего слоя, тем ниже температура всей системы.

Такое покрывало дает повышение эффективности и эксплуатационной стабильности охлаждения салона (кабины) транспортного средства путем снижения сложности его изготовления, а также повышение удобства эксплуатации за счет однократного увлажнения на планируемый период стоянки. Именно такой концептуальный подход предполагает наименьшие затраты МЭС, исключающие инсоляционные термические перегрузки.

Реальным эксплуатационным результатом предлагаемого покрывала является увеличение эффективности охлаждения крыши и боковых поверхностей салона (кабины) транспортного средства и значительное упрощение использования покрывала в процессе эксплуатации за счет однократности увлажнения. При этом объем воды для одноразового смачивания должен определяться исходя из следующего подхода.

Гидрофильтрный материал, способный вобрать и удерживать влагу по объему по сухой массе, в несколько раз превышающему собственный, состоит из полимолекулярных нитевидных волокон, сложным образом переплетенных между собой так, что их структура проявляет некоторую механическую связь. Она достаточно весома как в условно сухом, так и в увлажненном состоянии. В первом состоянии волокна уплотнены, поры сжаты, хемосорбционные межмолекулярные связи активированы, клубковые образования и сгустки многочисленные. Если материал листовой и приблизительно плоский, его толщина минимальна.

При полном увлажнении развиваются силы смачивания, которые генерируют распирающее действие за счет внедряющихся молекул воды, и материал начинает набухать, вбирая влагу до тех пор, пока не установится равновесие удерживающих сил и гравитации.

Очевидно, обратный процесс, т. е. обезвоживание, вероятнее всего будет проходить по обратной фазовой структурной симметрии и с достаточным гистерезисом, что хорошо известно из практики [4]. Поэтому за основу рабочей гипотезы для математического моделирования процесса правильно принять это квазистационарное испарение влаги практически с поверхности такого гидрофильного материала, поскольку при потере влаги неизбежно смыкание и уплотнение наружных волокон при одновременном продолжении нахождения этих волокон в смоченном состоянии. В силу этого процесс испарения влаги из супергидрофильного слоя может вполне считаться квазистационарным. Это избавляет исследователя-аналитика от применения весьма сложных и неудобных для практических целей методик нестационарного тепломассопереноса, и прежде всего для случая испарения под слоем материала с регламентированной пористостью и паропроницаемостью.

Используемый в предлагаемом устройстве второй слой предназначен в данном случае для обеспечения необходимой скорости испарения, что растягивает весь процесс на запрограммированный период при однократной «заправке» водой гидрофильного слоя.

Диффузионное уравнение поглощения за счет теплоты фазового перехода потока инсоляции, конвекции и теплопередачи изнутри кабины (салона) может быть записано выражением

$$r_{H_2O} \frac{dG_{\Pi}}{d\tau} = q_i^{\theta} + q_{конв.} + k \frac{\partial t}{\partial \tau}, \quad (1)$$

где r_{H_2O} – теплота испарения воды ($r_{H_2O} = 2500 - 2,38t$, кДж/кг);

G_{Π} – масса испаряющегося пара, кг;

τ – время действия потока инсоляции;

q_i^{θ} – инсоляционный поток, Bm/m^2 ;

$q_{конв.}$ – конвективный поток, Bm/m^2 ;

k – коэффициент теплопередачи, Bm/m^2K ;

t – температура воды.

Скорость испарения может быть подобрана так, что фазовый переход будет обеспечивать достаточно строго и только лишь падающую солнечную энергию, т.е. инсоляцию. Тогда с учетом этого интегральная форма уравнения (1) позволяет определить массу воды, необходимую для термической нейтрализации теплопоступлений, показывает только лишь инсоляцию и конвекцию.

Влагоемкость определяется по выражению

$$W = \frac{G_{вл}}{m_{в}^c} 100 \% = (4...5) \cdot 100 \% , \quad (2)$$

где $G_{вл}$ – масса влаги;

$m_{в}^c$ – масса абсолютно сухого вещества.

Гидрофильный слой находится в состоянии воздушно-сухой массы, при которой в нем присутствуют заполненные воздухом поры и свободная гигроскопическая влага. Пористость σ_{Π} и гигроскопичность w_{Γ} вполне доступны для элементарных практических расчетов.

Объем сухих волокон может быть найден через плотность абсолютно сухого вещества ρ_B^C и определяется экспериментально $V_B^C = \frac{m_B^C}{\rho_B^C}$. (3)

Толщина гидрофильтрного слоя выбрана так, что объем содержащейся в нем жидкости достаточен для испарения в течение всего времени нахождения транспортного средства под воздействием инсоляции на стоянке, при этом гидрофильтрный слой увлажняется водой объемом, определяемым по выражению

$$V_{H_2O} = \frac{\sum_{i=0}^{\tau} q_i \cdot \tau_i + q_{конв.}}{r_{H_2O}} \cdot K_{ocm.}, [dm^3/m^2], \quad (4)$$

где $\sum_{i=0}^{\tau} q_i$ – сумма инсоляционных потоков за часовые промежутки, соответствующие времени постановки транспортного средства в начальный момент действия инсоляции до времени окончания инсоляции τ , через каждый час определяется по нормативным документам [10, 11];

$q_{конв.}$ – теплота, воспринимаемая покрытием транспортного средства в процессе конвективного теплообмена с внешней средой. Определяется через критериальное уравнение вида

$$q_{конв.} = \alpha \cdot (t_{нар.} - t_{ис. воды}), \quad (5)$$

где α – коэффициент теплоотдачи;

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_{возд.}}{l}, \quad (6)$$

где $t_{нар.}$ – температура наружного слоя;

$t_{ис. воды}$ – температура испаряющейся воды;

Nu – критерий Нуссельта, $Nu = 0,023 Re^{0.8} Pr^{0.43}$.

При этом принимаются во внимание критерии Рейнольдса и Прандтля.

Критерий Рейнольдса

$$Re = \frac{W_{ветр.} \cdot l}{v}, \quad (7)$$

где $W_{ветр.}$ – скорость господствующих ветров, которая может определяться по нормативным документам при расчете вентиляции;

l – определяющий геометрический размер;

$\lambda_{возд.}$ – коэффициент теплопроводности воздуха;

v – кинематическая вязкость, определяется по справочным данным.

Критерий Прандтля

$$Pr = \frac{v}{a}, \quad (8)$$

где a – коэффициент температуропроводности;

$K_{ocm.}$ – коэффициент, учитывающий остаточное влагоиспарение (содержание влаги после испарения) и разлив воды в процессе испарения.

Допустимо определять коэффициент теплоотдачи по упрощенной формуле

$$\alpha = a \sqrt{W_{ветр.}}. \quad (9)$$

Толщина гидрофильтрного слоя определяется через пористость. Объем воздушно-сухого материала, покрывающего площадь $1 m^2$, может быть представлен выражением

$$V_{возд. сух.} = V_{волокон сух.} + V_{пор.}, \quad (10)$$

где $V_{волокон сух.}$ – объем сухих волокон;

$V_{пор.}$ – объем пор,

$$V_{nop} = \sigma_n \cdot V_{возд. сух.} \text{ и } V_{возд. сух.} = V_{nop} / \sigma_n, \quad (11)$$

где σ_n – пористость.

Все поры заполняются влагой с учетом коэффициента заполнения $K_{зап.}$ и гигроскопичности, т. е.

$$(V_{nop} - V_{гигроскоп.})K_{зап.} = G_{влага} = V_{влага}, \quad (12)$$

где $G_{влага} = V_{влага}$ определяется по сумме инсоляционных потоков за все часовые промежутки (q_i).

В итоге толщина первого слоя на площадь покрывала (f) 1 м^2 определяется по выражению

$$\delta_1 = \frac{V_{возд.сух}}{f} = \frac{V_{возд.сух}}{1} = \frac{G_{влага} + G_{гигроскоп.} + G_{ост.} - G_{разлива}}{\sigma_n}, [\text{мм}/\text{м}^2], \quad (13)$$

где $G_{гигроскоп.}$ – масса гигроскопической влаги;

$G_{ост.}$ – масса влаги, оставшаяся после испарения в порах;

$G_{разлива}$ – масса воды, учитывающая потери на разлив;

σ_n – объёмная пористость.

Второй слой выполняется из материала (например, поролона) с объёмной пористостью не менее 75...80% и размером пор 1,5...4 мм с отражательной способностью (альбедо) не менее 40%.

Необходимо в определенной мере учесть нестационарность процесса как самой инсоляции, так и непостоянство внешней конвекции, а также конвективной и концентрационной диффузии в окружающем воздухе, в котором меняются температура, скорость движения ветра, парциальное давление водяных паров и т.д. Поэтому для определения толщины второго слоя покрытия предлагается использование уравнения переноса субстанции (для нашего случая – водяного пара) в виде

$$G_{i\max}^{\pi} = \frac{1}{\frac{\delta_1}{\mu_1} + \frac{\delta_2}{\mu_2}} (P_s - P_{возд.}) \cdot f \cdot \Delta\tau, [\text{кг}/\text{ч}], \quad (14)$$

где $G_{i\max}^{\pi}$ – количество водяного пара при максимальной инсоляции;

δ_1, δ_2 – толщина первого и второго слоев;

μ_1, μ_2 – коэффициенты паропроницаемости первого и второго слоев, $[\text{г}/\text{м}\cdot\text{с}\cdot\text{Па}]$;

P_s – парциальное давление насыщения на границе первого и второго слоев в начальной зоне испарения;

$P_{возд.}$ – парциальное давление окружающего воздуха при максимальном инсоляционном потоке $q_i = q_{i\max}$, определяется по $h-d$ диаграмме;

f – площадь покрывала, $f = 1 \text{ м}^2$;

$\Delta\tau$ – изменение времени действия инсоляции, $\Delta\tau = 1 \text{ ч} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ с}$.

Наличие в выражении (14) члена $\frac{\delta_1}{\mu_1}$ объясняется необходимостью учета сопротивления паропроницаемости нижнего слоя по мере освобождения его от воды в процессе испарения. С учетом этого толщина второго слоя определяется по выражению

$$\delta_2 = \left(\frac{(P_s - P_{возд.})}{G_{i\max}^{\pi}} - \frac{\delta_1}{\mu_1} \right) \mu_2, [\text{мм}/\text{м}^2]. \quad (15)$$

Выводы

1. Предложено покрывало, обеспечивающее во временном диапазоне термическую стабилизацию кабины (салон) МЭС как при стоянке или движении, так и при выполнении ординарных технологических процессов в АПК.

2. Дана методика расчета объема воды, необходимой для термической стабилизации, а также толщины используемых материалов, вмещающих данный объем и обеспечивающих приемлемую динамику испарения.

3. Предложенное средство не содержит электронную систему управления, не использует считанные устройства подачи воды, экономит топливно-энергетические ресурсы для привода, снижая расходы энергии на кондиционирование.

Таким образом, повышается экономическая и экологическая эффективность функционирования мобильного энергетического средства.

Библиографический список

1. Басыров Р.Р. Выбор конструктивных элементов легкового автомобиля особо малого класса по критерию комфортности воздушной среды в салоне : дис. ... канд. техн. наук : 05.05.03 / Р.Р. Басыров. – Набережные Челны, 2005. – 157 с.
2. Высоцкая Ж.П. Пространственное моделирование процессов тепломассопереноса в водоиспарительных воздухоохладителях : дис. ... канд. техн. наук : 01.04.14 / Ж.П. Высоцкая. – Воронеж, 2007. – 184 с.
3. Гулевский В.А. Нормализация температурно-влажностных параметров воздушной среды птицеводческих помещений путем обработки воздуха пластинчатыми теплообменниками : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / В.А. Гулевский. – Воронеж, 2014. – 285 с.
4. Журавец И.Б. Экологичные системы микроклимата в кабинах мобильных энергетических средств : монография / И.Б. Журавец, М.А. Журавец, С.З. Манойлина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – 271 с.
5. Пат. 32039 на полезную модель. Российская Федерация, МПК B 60 J 3/00. Светозащитное устройство для окна автомобиля / Г.П. Иванова [и др.]; заявитель и патентообладатель Иванова Галина Петровна. – № 2003113651/20; заявл. 15.05.2003; опубл. 10.09.2003, Бюл. № 20. – 20 с.
6. Пат. 138186 на полезную модель. Российская Федерация, МПК B 60 J 3/00. Солнцезащитное покрытие кабины транспортного средства / И.Б. Журавец [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ. – № 2013147110; заявл. 22.10.2013; опубл. 10.03.2014, Бюл. № 7. – 5 с.
7. Пат. 1169844 Российской Федерации, В 60Н 1/32. Охладитель для кабины транспортного средства / А.И. Гавриченко; заявитель и патентообладатель Всесоюзный научно-исследовательский институт по охране труда в сельском хозяйстве. – № 3596192/21-11; заявл. 23.05.1983; опубл. 30.07.85, Бюл. № 28. – 4 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

8. Пат. 2260537 Российская Федерация, МПК⁷ В 62 D 25/06 (2006.01). Конструкция прозрачной крыши в транспортном средстве / Чон Янг-Илл (KR), Чон Санг-Боок (KR); заявители и патентообладатели Чон Янг-Илл (KR), Чон Санг-Боок (KR). – № 2003130088/11; заявл. 18.02.2002; опубл. 20.09.2005, Бюл. № 14. – 6 с.
9. Пат. 2391606 Российской Федерации, МПК F 24 F 3/14, F 24 F 3/16, F 24 F 6/02 (2006.01). Устройство косвенно-испарительного охлаждения воздуха / Н.А. Макаровец [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГУП «Государственное научно-производственное предприятие «Сплав» (RU). – № 2008141174/06; заявл. 16.10.2008; опубл. 10.06.2010, Бюл. № 14. – 2 с.
10. СанПин 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика / Минстрой России. – Москва : ГП ЦПП, 1996. – С. 131.
11. СанПиН 4616-88 Санитарные правила по гигиене труда водителей автомобилей / Сборник важнейших официальных материалов по санитарным и противоэпидемическим вопросам. Т.1, ч. 2. – Москва, 1991. – С. 38-39.
12. Средства нормализации микроклимата и оздоровления воздушной среды в кабинах тракторов : учеб. пособие / под общей ред. В.М. Шарипова. – Москва : МГТУ «МАМИ», 2002. – С. 34–37.
13. Чубинский С.М. Лучи Солнца и действие их на организм человека / С.М. Чубинский. – Москва : Медгиз, 1959. – 215 с.
14. Шацкий В.П. Методы выбора параметров воздухоохладителей водоиспарительного типа для нормализации температурно-влажностных режимов в кабинах мобильных сельскохозяйственных машин: автореф. дис. ...д-ра техн. наук : 05.20.01 / В.П. Шацкий. – Челябинск, 1994. – 22 с.
15. Шуклин И.К. Нормализация температурно-влажностных параметров в кабине мобильных сельскохозяйственных энергетических средств применением водоиспарительного охлаждения : дис. ...канд. техн. наук : 05.20.01 / И.К. Шуклин. – Воронеж, 2000. – 184 с.
16. Lewis W.K. The Evaporation of a Liquid into a Gas / W.K. Lewis // Transactions of the American Society of Mechanical Engineers. – 1922. – No. 1849. – P. 325–340.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Вячеслав Анатольевич Гулевский – доктор технических наук, профессор кафедры математики и физики, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российской Федерации, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-81-68, E-mail: main@srdr.vsau.ru.

Игорь Борисович Журавец – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российской Федерации, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-79-00, E-mail: car205@agroeng.vsau.ru.

Светлана Зиновьевна Манойлина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российской Федерации, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-79-00, E-mail: car205@agroeng.vsau.ru.

Игорь Станиславович Тесленко – старший преподаватель кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российской Федерации, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-79-00, E-mail: car205@agroeng.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 16.04.2017

Дата принятия к печати 16.05.2017

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Vyacheslav A. Gulevsky – Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Mathematics and Physics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-18-68, E-mail: main@srdr.vsau.ru.

Igor B. Zhuravets – Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Automobiles, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-79-00, E-mail: car205@agroeng.vsau.ru.

Svetlana Z. Manoylina – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Automobiles, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-79-00, E-mail: car205@agroeng.vsau.ru.

Igor S. Teslenko – Senior Lecturer, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Automobiles, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-79-00, E-mail: car205@agroeng.vsau.ru.

Date of receipt 16.04.2017

Date of admittance 16.05.2017