



МРНТИ 55.43.41

<https://doi.org/10.56132/2791-3368-2025-4-64-24-38>

И. Голубенко

Национальный университет обороны РК, Астана, Казахстан

E-mail: golubenkoio@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ: К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ, ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ И ПРОВЕДЕНИЯ НЕКОТОРЫХ РАСЧЕТНЫХ ЗАДАЧ

Аннотация. В статье обозначены актуальные вопросы моделирования, разработки и проектирования оборудования для обеспечения работоспособности системы питания дизельного двигателя топливом в условиях низких температур окружающего воздуха. В рамках исследования показана необходимость определения структуры, обоснования параметров и проведения расчетных задач. Рассмотрены потенциальные технические решения с учетом перспективы их разработки и проектирования. Осуществлен выбор избранных вариантов (прототипов), входящих в состав оборудования. Аргументирована обоснованность выбора конкретных вариантов среди предложенных технических решений. Установлены конкретные технические характеристики, параметры и показатели, необходимые для достижения оптимальных показателей функционирования оборудования. Рассмотрен порядок проведения некоторых расчетных задач в процессе проектирования оборудования. Обобщены научные результаты исследования и сформулированы выводы по материалам статьи.

Ключевые слова: двигатель, дизельное топливо, параметры, показатели, разработка, структура, технические характеристики.

Введение.

Теоретические исследования в рамках темы исследования, касательно разработки оборудования для обеспечения работоспособности системы питания дизельного двигателя топливом в условиях низких температур окружающего воздуха требуют выработки идей и отбора предложений. Необходимости определения среди технических решений оптимального варианта прототипа оборудования, проведения моделирования и обобщения результатов исследования. Также требуется определение структуры оборудования с перспективой дальнейшего проектирования прототипа. Кроме того, с целью достижения оптимальных показателей функционирования оборудования следует провести исследования, касательно



обоснования параметров оборудования и проведение расчетных задач проектирования прототипа оборудования.

Таким образом, чтобы добиться качественного процесса моделирования, разработки и проектирования оборудования назрела необходимость решения вопроса определения структуры, обоснования параметров и проведения расчетных задач.

Цель исследования: разработка и проектирование оборудования для обеспечения работоспособности системы питания дизельного двигателя топливом в условиях низких температур окружающего воздуха.

Для достижения поставленной цели исследования, определены *следующие задачи:*

- определить оптимальную структуру оборудования;
- установить и обосновать параметры оборудования;
- рассмотреть порядок проведения расчетных задач.

Материалы и методы.

Источниковую базу исследования составили: материалы (труды) научно-исследовательских работ отечественных и зарубежных ученых и специалистов по проблеме исследования, научная и специальная литература, техническая документация, руководства по эксплуатации, научные, военно-теоретические и научно-образовательные журналы, материалы научно-теоретических и научно-практических конференций. Также за основу приняты беседы со специалистами по существу вопроса исследования, а также опора на личный практический опыт.

Решение поставленных задач исследования осуществлено на основе применения общенаучных методов, таких как: анализ и синтез, наблюдение и абстрагирование, интерпретация информации в купе с ее сопоставлением, моделирование и сравнение, применение метода математических расчетов, а также обобщения результатов исследования.

Основная часть.

Для решения научных и прикладных задач темы исследования, необходимо четко понимать, что означают основные термины и определения, касательно вопросов моделирования, разработки и проектирования оборудования для обеспечения работоспособности системы питания дизельного двигателя топливом в условиях низких температур окружающего воздуха, определения его структуры с учетом обоснования параметров.

Модель (франц. – modele, лат. modulus – мера, образец):

1) Образец (эталон, стандарт) для массового изготовления какого-либо изделия или конструкции.

2) Изделие, с которого снимается форма для воспроизведения.

Проект (лат. projectus – брошенный вперед):

1) Совокупность документов (расчетов, чертежей и др.) для создания какого-либо сооружения или изделия.



2) Предварительный текст какого-либо документа.

3) Замысел, план.

Прототип (греч. *prototypon* – прообраз), реальная личность, послужившая автору первоисточком при создании художественного образа.

Структура (лат. *structura* – строение, расположение, порядок), совокупность устойчивых связей объекта, обеспечивающих его целостность и тождественность самому себе, т.е. сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях.

Параметр (греч. *parametron* – отмеривающий) в математике, величина, числовые значения которой позволяют выделить определенный элемент из множества элементов того же рода.

Параметр (техн.), величина, характеризующая какое-либо свойство процесса, явления или системы, машины, прибора (напряжение, электричество, сопротивление, теплостойкость, быстродействие, масса, коэффициенты, трение и др.) [1].

Ранее, в целях определения оптимального варианта прототипа оборудования, в рамках диссертационного исследования, на тему «Обоснование параметров и разработка оборудования для обеспечения работоспособности системы питания дизельного двигателя топливом в условиях низких температур окружающего воздуха», совместно с научными консультантами был достигнут общий консенсус. При котором, в результате моделирования и выбора технических решений для разработки и проектирования оборудования были приняты во внимание и учтены все положительные качества среди потенциальных вариантов прототипов оборудования [2].

По итогам проведенного моделирования установлено, что из всех приемлемых вариантов, наиболее подходящими являются два избранных варианта (прототипа), одним из которых является подогрев системы питания дизельного двигателя топливом, осуществляемый по принципу работы «теплого пола». Основное преимущество избранного варианта обусловлено тем, что работоспособность данного технического решения позволит использовать его, как на месте, так и в процессе движения автомобиля.

Наряду с этим вариантом, выбор также пал на не менее интересный избранный вариант, предусматривающий подогрев системы питания дизельного двигателя топливом методом снятия с него тепла. Среди основных его преимуществ, ключевым фактором является возможность рационального использования тепла, выделяемого двигателем внутреннего сгорания (далее - ДВС), в процессе его работы и дальнейшего экономически выгодного подогрева системы питания топливом.

Вместе с тем, общим недостатком является то, что в случае его использования, эффективность будет достигнута, только в процессе движения автомобиля или при работающем ДВС [2, с. 207].



Таким образом, в результате моделирования (определения оптимального варианта прототипа оборудования), за основу следует принять оба избранных варианта.

Первый избранный вариант, предполагает, что это будет конструкция, по замыслу которая, должна решать техническую задачу подогрева дизельного топлива, в том числе летнего, в топливном баке автомобиля КамАЗ 43114, которое позволит его применять в условиях низких температур.

Конструкция предполагает подогрев дизельного топлива в топливном баке автомобиля КамАЗ 43114 в автоматическом режиме. Позволяет обеспечить экономически выгодный нагрев дизельного топлива без применения традиционных способов подогрева.

Целью (техническим результатом) изобретения является возможность обеспечения в системе питания оптимальной температуры топлива необходимой для устойчивой и безотказной работы дизельного двигателя в условиях низких температур.

Применение изобретения решает задачу предотвращения вынужденного останова двигателя, вследствие протекания в дизельном топливе процессов кристаллизации, помутнения и застывания.

Предполагаемая структура избранного варианта технического решения, состоит из основных элементов со следующими техническими характеристиками и параметрами:

- бака для охлаждающей жидкости в количестве 1 комплекта, предназначенного для хранения низкотемпературной охлаждающей жидкости (далее - НОЖ). Долговечный и стойкий к воздействию, как внешней среды, так и ядовито-технических жидкостей, с возможностью монтажа на внешней стороне переднего борта (в районе кабины автомобиля), полезным объемом не менее 10 литров с крышкой сброса избыточного давления и креплениями;

- терморегулятора/термостата в количестве 1 комплекта, предназначенного для работы в режиме нагрева в заданных пределах от -50°C до $+120^{\circ}\text{C}$, с водонепроницаемым выносным датчиком температуры диаметром 4 мм и длиной 20 мм, длина провода датчика – не менее 8 метров, напряжением питания от $-20 \pm 28 \text{ В}$, рабочим током 35 мА, максимальным током коммутации 10 А, максимальной нагрузкой до 240 Вт, обеспечивающий работоспособность в окружающей среде при относительной влажности от 20% до 85% и возможностью контроля нагрева или охлаждения, тип управления - механический/электронный;

- шланга маслобензостойкого – длиной 3 метра, предназначенного для перекачивания специальных и технических жидкостей с эксплуатационными температурами внешней среды, от -40 до $+70^{\circ}\text{C}$, внешним диаметром не более 14 мм, внутренним диаметром не более 6 мм, при этом должен выдерживать рабочее давление до 16 кг/см^2 ;

- «Т»-образного тройника/штуцера, переходника неразъемного в количестве 1 штуки, предназначенного для соединения гибких шлангов с



входным (выходным) креплением под хомут, материал - металл, внутренним диаметром не более 6 мм;

- *трубки (трубы) медная бесшовной* предназначенной для перекачивания специальных и технических жидкостей, диаметром не более 4.75 мм и длиной не менее 18 метров, изготовленной из меди высокой чистоты, при толщине стенки трубки 0,8 мм, обладающей высокой теплопроводностью и теплопередачей, а также высокой коррозионной стойкостью. Пластичный металл необходим с целью удобства монтажа;

- *низкозамерзающей охлаждающей жидкости (типа тосола/антифриза)* массой 10 кг, предназначенной для отвода тепла в системе охлаждения ДВС, обеспечивающей продолжительный срок службы материалов трубопроводов и патрубков, защиту деталей системы охлаждения от коррозии, перегрева, замерзания, надежную работу при температуре окружающей среды от -40°C до +50°C, стойкую антикоррозионную защиту металлов и сплавов, пассивность к резиновым, предотвращающей образование накипи;

- *хомута ленточного червячного* в количестве 15 штук, предназначенного для обеспечения надежного соединения с трубами и шлангами, диаметром от 4 до 16 мм, изготовленного из нержавеющей стали, представляющий собой форму ленты с зубчатой поверхностью, благодаря чему обеспечивает улучшенное сцепление и герметичность соединения, быстросъемный, с возможностью регулировки момента затяжки и демонтажа;

- *выключателя - кнопки для автомобиля КАМАЗ* в количестве 1 штуки, предназначенной для обеспечения соединения и разъединения электрической цепи и управления техническим решением, напряжением 24 В, силой тока - 5 А, степенью защиты - IP4X, подключения (крепления) по типу колодка, размером выходных штырей подключения - 6,3x0,8 мм и размером - 3x3x4 мм;

- *насоса электрического для автомобиля КАМАЗ* в количестве 1 штуки, предназначенного для обеспечения принудительной циркуляции НОЖ по замкнутому кругу, напряжением 24 В, с входным и выходными концевиками, диаметр которых не более 6 мм и возможностью крепления под хомут, корпус насоса выполнен из металла или пластмассы;

- *реле с колодкой* в количестве 1 штуки, предназначенного для коммутации электрических цепей постоянного тока 20 А, номинальным напряжением 24 В, 4-х контактное с колодкой, сопротивлением 300±45 Ом, напряжение срабатывания, ≤16 В, степенью защиты IP 44;

- *держателя флажкового предохранителя* в количестве 1 штуки, предназначенного для установки в автомобильных электрических цепях, требующих замены штатного держателя или создания нового защищенного подключения (фиксации флажкового предохранителя и его защиты от внешних физических воздействий), используемый для защиты электрической цепи и ее элементов от скачков напряжения, перегрева или возгорания, с



влагозащитным корпусом и кабелем сечением не менее 1мм², силой тока до 10 А.

По замыслу, нагрев ДТ должен осуществляться автоматически, посредством задаваемых показаний в терморегуляторе. Снятие и отвод тепла с головок блока цилиндров двигателя, должен осуществляться в процессе его работы и дальнейшей передачи через медные трубки. Средством передачи тепла служит НОЖ. Предполагается, что конструкция прототипа будет выполнена таким образом, что последующая передача тепла будет осуществляться по медным трубкам диаметром от 4,75 до 10 мм, которые будут расположены с внутренней стороны рамы автомобиля. Данная конструкция позволит обеспечить отвод и передачу тепла путем принудительной циркуляции НОЖ по замкнутому кругу, осуществляемой насосом на 24 вольты [2, с. 204].

Нагрев дизельного топлива в топливном баке автомобиля должен осуществляться в автоматическом режиме, посредством снятия и отвода тепла с головок блока цилиндров двигателя, в процессе его работы, через медные трубки, внутри которых будет циркулировать НОЖ. В дальнейшем передача тепла будет осуществляться с подогревом на трубе за турбокомпрессором через змеевик, диаметром 110 мм, изготовленный из медной трубки, с равномерными 18 витками. Данные, необходимых параметров для нагрева дизельного топлива, вносятся в память терморегулятора, который планируется установить в кабине автомобиля над водителем. Конструкцию необходимо выполнить таким образом, чтобы в последующем, передача тепла должна осуществляться по медным трубкам диаметром 4,75 мм, которые планируется монтировать на внутренней стороне рамы автомобиля, в дальнейшем которые будут соединяться резиновыми маслостойкими шлангами и хомутами. Змеевик из медной трубки, диаметром 90 мм, с равномерными 50 витками, с входными и выходными концевиками необходимо интегрировать в топливный бак и соединить посредством резиновых шлангов при помощи хомутов. Принудительная циркуляция НОЖ в конструкции должна осуществляться по замкнутому кругу, насосом на 24В. Насос необходимо расположить ниже бака с НОЖ, на внешней стороне переднего борта автомобиля и выше тройника диаметром 6 мм, который позволит создавать необходимое давление в системе конструкции [3].

Для расчета количества теплоты Q отд., отдаваемой дизельному топливу, необходимо использовать формулу (1),

$$dQ_{отд} = \alpha_n(T_n - T_m)A * dt, \quad (1)$$

где α_n – коэффициент теплоотдачи нагревательного элемента,
 T_n – меняющаяся со временем температура нагревательного элемента,
 T_m – температура топлива на входе в нагревательный элемент,
 A – общая площадь теплообмена,



dt – время работы нагревателя [4].

Исходя из вышеизложенного, существует необходимость производства расчета количества теплоты, необходимой для плавления вещества (кристаллов парафинов в ДТ) по следующей формуле (2):

$$Q = \lambda m \quad (2)$$

где Q – количество теплоты;

λ – удельная теплота плавления;

m – масса вещества.

Если температура вещества будет меньше температуры плавления, то необходимо будет учитывать, что тело сначала нагревается до указанной температуры и только затем, будет плавиться. В этом случае количество теплоты следует рассчитывать, как сумму количества теплоты необходимого для нагревания тела и количества теплоты, которое потребуется для его плавления (3):

$$Q = cm (t_2 - t_1) + \lambda m \quad (3)$$

где c – удельная теплоемкость вещества;

$(t_2 - t_1)$ – изменение температуры.

В случае отвердевания вещества выделяется столько же энергии, сколько поглощается при его плавлении. При отвердевании вещества перед формулой расчета количества теплоты принято ставить знак « - », это означает, что тело отдает энергию окружающим телам (4):

$$Q = -\lambda m \quad (4)$$

Кроме того, необходимо будет рассчитать удельную теплоту плавления – физическую величину, показывающее, какое количество теплоты необходимо сообщить кристаллическому телу массой 1 кг, чтобы при температуре плавления полностью перевести его в жидкое состояние (5).

$$\lambda = Q/m, \text{ единица измерения: } [\lambda] = 1 \text{ Дж/кг} [5], \quad (5).$$

Вместе с тем, плотность фильтра напрямую зависит от общего объема пор, объема проходящих пор, объема монолитного фильтрующего материала, которые вычисляют по формуле (6):

$$n_1 = \frac{V_0}{V_0 + V_M}; n_2 = \frac{V_{I_0}}{V + V_M}, \quad (6)$$



где n_1 – общая пористость фильтра, V_0 – общий объем пор; V_m – объем монолитного материала; n_2 – внешняя пористость; V'_0 – объем проходящих пор.

Средняя скорость фильтрования выражается через среднюю скорость движения жидкости в отверстиях фильтра и его пористость (7):

$$V = n_2 U_0, \quad (7)$$

где n_2 – внешняя пористость фильтра; U_0 – средняя скорость движения жидкости в отверстиях фильтра (8):

$$U_0 = \frac{\Delta Q}{n_2 \Delta F}, \quad (8)$$

где ΔQ – расход жидкости; ΔF – площадь фильтра.

Для единичного отверстия в фильтре объемный расход жидкости Q_ϕ при ламинарном потоке выражается законом Пуазейля (9):

$$Q_\phi = \frac{\pi r^2 \Delta P}{8 \eta l}, \quad (9)$$

где r – средний радиус поперечного отверстия; ΔP – перепад давления в отверстии; η – динамическая вязкость жидкости; l – длина отверстия.

Механизм фильтрования жидкости зависит от размеров механических примесей, их количества и размеров пор фильтрующего элемента.

Процесс перекачки жидкости всегда осуществляется под определенным давлением, величина которого зависит от давления среды, в которую перекачивается жидкость, и потерь на гидравлические сопротивления (10):

$$P_{\text{под}} = P_{\text{кс}} + \Delta P_\phi + \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{рег}} + \Delta P_{\text{фл}}, \quad (10)$$

где $P_{\text{под}}$ – давление подачи; $P_{\text{кс}}$ – давление в камере сгорания; ΔP_ϕ , $\Delta P_{\text{тр}}$, $\Delta P_{\text{рег}}$, $\Delta P_{\text{фл}}$ – потери давления на форсунках, трубопроводах, регулирующей аппаратуре, фильтрах.

Для обеспечения устойчивого процесса сгорания, давление подачи топлива всегда должно превышать давление в камере сгорания [6].

Для идеального цикла возможно применить формулу термического КПД цикла Карно (11),

$$\eta_T = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}, \quad (11)$$

где T_1 и T_2 – эквивалентные средние температуры, при которых подводится и отводится теплота Q_1 и Q_2 .



Поскольку температуры T_1 и T_2 практически всегда ограничены, термический КПД не может быть равен единице, то есть, только часть затраченной теплоты Q_1 может быть использована для осуществления механической работы. Это положение является одним из проявлений второго закона термодинамики (12).

На диаграмме теплового баланса показана потеря теплоты Q_2 в холодный источник, вызванная действием второго закона термодинамики (рисунок 1).

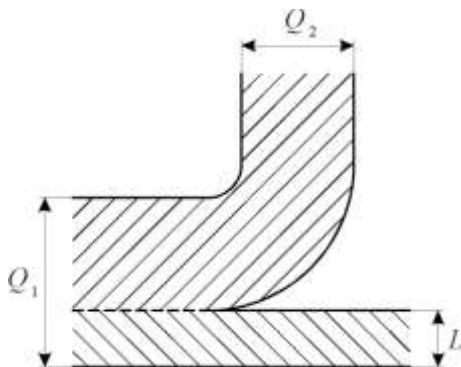


Рисунок 1 - Диаграмма теплового баланса

$$Q_2 = (1 - \eta_T) \times Q_1, \quad (12)$$

где Q_2 - теплота, отводимая в холодный источник;

η_T - эффективный КПД,

L - толщина материала от которого отводится тепло.

Эта потеря принципиально может быть уменьшена, согласно уравнению термического КПД цикла Карно, только уменьшением отношения температур T_2/T_1 [2, с. 207, 6].

Вторым избранным вариантом, предполагается, будет монтируемый нагревательный мат с электронным терморегулятором, который решает техническую задачу по предотвращению вынужденного останова двигателя, вследствие протекания в дизельном топливе процессов кристаллизации, помутнения и застывания.

Целью (техническим результатом) изобретения является обеспечение в системе питания оптимальной температуры топлива, необходимой для легкого запуска дизельного двигателя, устойчивой и безотказной работы в условиях низких температур.

Избранный вариант позволит осуществлять автоматическое регулирование температуры нагрева топливного бака дизельных двигателей автомобилей с целью поддержания в нем оптимальной температуры дизельного топлива в осенне-зимний периоды эксплуатации, а также в условиях низких температур, обеспечения легкого запуска и устойчивой работы двигателя на месте и в движении.

По замыслу, нагревательный мат представляет собой комплексное техническое решение, позволяющее осуществлять нагрев топливного бака и



дизельного топлива в нем, с возможностью автоматического регулирования температуры (поддержания заданной температуры) и энергосбережения, аккумулировать накопленную тепловую энергию и отдавать ее нагреваемому элементу (топливному баку, ДТ).

Предполагаемая структура избранного варианта технического решения, состоит из основных элементов со следующими техническими характеристиками и параметрами:

- *терморегулятора с устройством защитного отключения в случае перегрева с заземлением*, в количестве 1 штуки, питание должно осуществляться от сети переменного тока или через автомобильный инвертор (преобразователь) напряжением - 220В/ 24В, максимальным током коммутации до 16 А, максимальной мощностью нагрузки - 3520 Вт/16 А, потребляемая мощность - 5 Вт, диапазон регулирования температуры нагрева, от +5°C до +40°C, с необходимыми параметрами (как показано в таблице 1), погрешность регулирования температуры, +0,5°C, степень защиты - IP20, внешним диаметром нагревательного кабеля - 3,5 мм, выносной датчик температуры;

Таблица 1 – Необходимой градуировки температуры и сопротивления для датчика терморегулятора

№ п/п	Температура, °C	Сопротивление, Ом
1	5	22070
2	10	17960
3	20	12091
4	30	8312
5	40	5287

- *нагревательного мата, состоящего из нескольких слоев по принципу «сэндвич» и выполненного из композитных материалов, включающего в себя внешний и внутренние слои*, питание от сети переменного тока или через автомобильный инвертор (преобразователь) - 220В/ 24В с заземлением, удельной мощностью тепловыделения -150 Вт/м², степенью защиты не менее IP50.

Основные параметры нагревательного мата обусловлены размерами топливного бака, установленного заводом-изготовителем с внутренним диаметром под горловину топливного бака – 150 мм, шириной плечевой зоны крепления – 225 мм, длины мата - 2200 мм, ширины мата - 600 мм, толщины -



18 мм, площадь нагреваемой поверхности 1 м², ширина стекловолоконной сетки - 0,5 метров с равномерным шагом укладки кабеля и длиной установочного провода не менее 5 метров.

Внешний и внутренние слои нагревательного мата выполнены из композитных материалов, которые сочетают в себе особые свойства, обеспечивающие тепло сбережение и низкую теплопроводность, выдерживающие воздействие высокой температуры до +900°C.

При этом, в качестве материала внешнего слоя нагревательного мата необходимо применить однотонную, жесткую, и в тоже время тяжелую ткань, по типу огнеупорного брезента, применяемыми в качестве специального костюма для пожарных, сварщиков, сталелитейщиков, обладающий высокой плотностью не менее 400 гр/м². Наличие специального состава (негорючий и невоспламеняемый, стойкий к прожиганию, устойчив к загрязнению и гниению, не пропускает влагу, пыль, грязь и ветер), с плотной полульняной тканью, отличающийся высокой механической прочностью, износостойкостью и водоупорностью.

Для внутреннего слоя нагревательного мата необходимо также использовать огнезащитный материал из базальта на фольгированной основе, относящегося к группе негорючих, толщиной не менее 5 мм. Укладку «сэндвича» выполнить в два слоя, общей толщиной 10 мм.

Во внутренний слой мата интегрировать двухжильный экранированный нагревательный кабель, который планируется закрепить на стекловолоконной сетке, размером 500x2000 мм. В свою очередь нагревательный кабель должен быть оснащен с одной стороны соединительной муфтой и установочным проводом, а с другой стороны концевой муфтой. Датчик температуры планируется смонтировать во внутреннюю поверхность мата, который следует расположить между витками нагревательного кабеля посредством его локализации в гофрированной трубе, торец которой необходимо будет закрыть заглушкой и закрепить строчкой двойной прошивки, путем иглопробивания на швейной машинке;

- *удлиителя-шнура силового с длиной кабеля не менее 50 метров с заземлением*, в количестве 1 штуки, предназначенного для присоединения к электрической сети переменного тока со штепсельной розеткой, номинальной частотой сети - 50 Гц, номинальным напряжением переменного тока до 250 В, максимальной суммарной мощностью подключаемых приборов не менее 2200 Вт, сечением провода - 3x0,75 мм², током коммутации - 16 А, длиной кабеля не менее 50 метров, позволяющей эксплуатировать изделие от -40°C до +40°C и влажности воздуха до 80%;

- *цепи заземления с наконечником, изготовленной из оцинкованной стали*, в количестве 1 штуки, предназначенной для отвода в землю возможных статических зарядов со стенок топливного бака. Материал цепи должен быть изготовлен из высококачественной стали обеспечивая при этом надежность



и долговечность в процессе эксплуатации, обладать устойчивостью к воздействию влаги и коррозии, возможно с оцинкованным покрытием. Основные размеры: длина не менее 100 мм, с диаметром прута не менее 3 мм.

Для расчета коэффициента теплопередачи необходимо использовать формулу (13),

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{г}}} + \frac{\delta_{\text{пл}}}{\lambda_{\text{пл}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}}}, \quad (13)$$

где $\delta_{\text{пл}}$ - толщина пластины, м;

$\lambda_{\text{пл}}$ - коэффициент теплопроводности материала пластины, Вт/(м x К);

$\alpha_{\text{г}}$ и $\alpha_{\text{в}}$ - соответственно коэффициенты теплоотдачи от газов к поверхности пластины и от поверхности пластины к воде, Вт/(м² x К), [2, с. 207, 7];

Стяжных ремней для надежного крепления нагревательного мата, в количестве 4 штук, длиной каждого ремня не менее 2,5 материалы изготовления: полиэфирная лента шириной не менее 25 мм, с защёлкой из оцинкованной стали, имеющее гальваническое покрытие и с рабочей нагрузкой до 300 кг.

Заключение.

Таким образом, исходя из поставленной цели исследования, рассмотрена перспектива порядка моделирования, разработки и проектирования оборудования для обеспечения работоспособности системы питания дизельного двигателя топливом в условиях низких температур, которое включает в себя два избранных варианта (прототипа) технических решения. При этом следует отметить, что оба варианта должны выполнять свой функционал подогрева системы питания дизельного двигателя, как совместно, так и в отдельности.

В свою очередь, предполагается, что первый вариант (прототип) технического решения будет называться – Комбинированная конструкция обеспечения безотказной работы системы питания топливом дизельного двигателя.

Второй вариант (прототип) технического решения – Монтируемый нагревательный мат с электронным терморегулятором.

Кроме того, определена предполагаемая структура оборудования и рассмотрены необходимые для проектирования основные его техническими характеристики и ключевые параметры.

Наряду с этим предложены необходимые основные расчеты для достижения оптимальных показателей функционирования оборудования.



ЛИТЕРАТУРА

1. Большой Российский энциклопедический словарь. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2008. – 1887, [1] с.: ил.

2. Голубенко И.О. Определение оптимального варианта прототипа оборудования для автомобиля КАМАЗ 43114. Военно-теоретический журнал//«Бағдар - Ориентир» Национального университета обороны Республики Казахстан. - 2025. - № 2 (106). - С.201-209. - ISSN 2306 - 7357.

3. Голубенко И.О. Разработка комбинированной конструкции обеспечения безотказной работы системы питания топливом дизельного двигателя// Научно-образовательный журнал «Хабаршысы - Вестник» Национального университета обороны Республики Казахстан. - 2025. - № 2 (105). - С.181-190. - ISSN 2308 - 1112.

4. Голубенко И.О., Абдыкалыков А.Т., Жантлесов Е.Ж. Анализ методов обеспечения работоспособности системы питания дизельного двигателя топливом в условиях низких температур. Военно-теоретический журнал//«Бағдар - Ориентир» Национального университета обороны Республики Казахстан. - 2024. - № 3 (103). - С.181-191. - ISSN 2306 - 7357.

5. Голубенко И.О., Абдыкалыков А.Т., Батыров М.Е. К вопросу анализа технических решений для обеспечения устойчивой работы системы питания дизельного двигателя топливом в условиях низких температур // Научно-образовательный журнал «Хабаршысы - Вестник» Национального университета обороны Республики Казахстан. - 2024. - № 4 (103). - С.156-164. - ISSN 2308 - 1112.

6. Голубенко И.О. Качество дизельного топлива - как фактор, определяющий работоспособность двигателя ВАТ в условиях низких температур (09 января 2025 года): сборник научных трудов международной научно-практической конференции - Петропавловск, Академия Национальной гвардии Республики Казахстан. Часть 2, 2025. – С. 368 - 377.

7. Голубенко И.О. Разработка монтируемого нагревательного мата с электронным терморегулятором // Научно-образовательный журнал «Хабаршысы - Вестник» Академии Национальной гвардии Республики Казахстан. - 2025. - № 2 (56). - С. 181-192. - ISSN 2958 - 5694.

REFERENCES

1. Bol'shoj Rossijskij jenciklopedicheskij slovar'. – М.: Bol'shaja Rossijskaja jenciklopedija, 2008. – 1887, [1] s.: il.

2. Golubenko I.O. Opredelenie optimal'nogo varianta prototipa oborudovaniya dlja avtomobilja KAMAZ 43114. Voenno-teoreticheskij zhurnal//«Baғdar - Orientir» Nacional'nogo universiteta oborony Respubliki Kazahstan. - 2025. - № 2 (106). - S.201-209. - ISSN 2306 - 7357.



3. Golubenko I.O. Razrabotka kombinirovannoj konstrukcii obespechenija bezotkaznoj raboty sistemy pitaniya toplivom dizel'nogo dvigatelja// Nauchno-obrazovatel'nyj zhurnal «Habarshysy - Vestnik» Nacional'nogo universiteta oborony Respubliki Kazakhstan. - 2025. - № 2 (105). - S.181-190. - ISSN 2308 - 1112.

4. Golubenko I.O., Abdykalykov A.T., Zhantlesov E.Zh. Analiz metodov obespechenija rabotosposobnosti sistemy pitaniya dizel'nogo dvigatelja toplivom v uslovijah nizkih temperatur. Voenno-teoreticheskij zhurnal//«Bardar - Orientir» Nacional'nogo universiteta oborony Respubliki Kazakhstan. - 2024. - № 3 (103). - S.181-191. - ISSN 2306 - 7357.

5. Golubenko I.O., Abdykalykov A.T., Batyrov M.E. K voprosu analiza tehnicheskikh reshenij dlja obespechenija ustojchivoj raboty sistemy pitaniya dizel'nogo dvigatelja toplivom v uslovijah nizkih temperatur // Nauchno-obrazovatel'nyj zhurnal «Habarshysy - Vestnik» Nacional'nogo universiteta oborony Respubliki Kazakhstan. - 2024. - № 4 (103). - S.156-164. - ISSN 2308 - 1112.

6. Golubenko I.O. Kachestvo dizel'nogo topliva - kak faktor, opredel'jajushhij rabotosposobnost' dvigatelja VAT v uslovijah nizkih temperatur (09 janvarja 2025 goda): sbornik nauchnyh trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii - Petropavlovsk, Akademija Nacional'noj gvardii Respubliki Kazakhstan. Chast' 2, 2025. – S. 368 - 377.

7. Golubenko I.O. Razrabotka montiruemogo nagrevatel'nogo mata s jelektronnym termoreguljatorom // Nauchno-obrazovatel'nyj zhurnal «Habarshysy - Vestnik» Akademii Nacional'noj gvardii Respubliki Kazakhstan. - 2025. - № 2 (56). - S. 181-192. - ISSN 2958 - 5694.

Игорь Голубенко, докторант, подполковник, ҚР Ұлттық қорғаныс университеті, Астана, Қазақстан, golubenkoio@mail.ru

ЖАБДЫҚТЫ МОДЕЛЬДЕУ, ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЖОБАЛАУ: ҚҰРЫЛЫМДЫ АНЫҚТАУ, ПАРАМЕТРЛЕРДІ НЕГІЗДЕУ МӘСЕЛЕСІНЕ ЖӘНЕ КЕЙБІР ЕСЕП АЙЫРЫСУ МІНДЕТТЕРІН ОРЫНДАУ

Аңдатпа. Мақалада модельдеудің, дамудың өзекті мәселелері көрсетілген және қоршаған ауаның төмен температурасы жағдайында дизельді қозғалтқышты отынмен қоректендіру жүйесінің жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін жабдықты жобалау. Зерттеу шеңберінде құрылымды анықтау, параметрлерді негіздеу және есептеу міндеттерін орындау қажеттілігі көрсетілген. Оларды әзірлеу және жобалау перспективаларын ескере отырып, әлеуетті техникалық шешімдер қаралды. Жабдықтың құрамына кіретін таңдаулы нұсқаларды (прототиптерді) таңдау жүзеге асырылды. Ұсынылған техникалық шешімдердің ішінен нақты



нұсқаларды таңдаудың негізділігі дәлелденген. Жабдықтың жұмыс істеуінің оңтайлы көрсеткіштеріне қол жеткізу үшін қажетті нақты техникалық сипаттамалар, параметрлер мен көрсеткіштер белгіленді. Жабдықты жобалау процесінде кейбір есептік тапсырмаларды орындау тәртібі қарастырылады. Зерттеудің ғылыми нәтижелері жинақталып қорытындылар тұжырымдалды мақала материалдары бойынша.

Түйінді сөздер: қозғалтқыш, дизель, параметрлер, көрсеткіштер, әзірлеу, құрылым, техникалық сипаттамалар.

Igor Golubenko, doctoral student, lieutenant colonel, National Defense University of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan, golubenkoio@mail.ru

MODELING, DEVELOPMENT AND DESIGN OF EQUIPMENT: ON THE ISSUE OF DETERMINING THE STRUCTURE, SUBSTANTIATING THE PARAMETERS AND PERFORMING SOME CALCULATION TASKS

Abstract. The article outlines the current issues of modeling, development and design of equipment to ensure the operability of the diesel engine fuel supply system at low ambient temperatures. The study shows the need to determine the structure, substantiate the parameters, and perform computational tasks. Potential technical solutions are considered, taking into account the prospects for their development and design. The selected variants (prototypes) included in the equipment have been selected. The reasonableness of choosing specific options among the proposed technical solutions is argued. Specific technical characteristics, parameters and indicators necessary to achieve optimal performance of the equipment have been established. The procedure for carrying out some computational tasks in the process of equipment design is considered. The scientific results of the study are summarized and conclusions based on the materials of the article are formulated.

Keywords: engine, diesel fuel, parameters, indicators, development, structure, technical characteristics.

Поступила: 01 октября 2025 года

Рецензирована: 04 декабря 2025 года

Принята: 10 декабря 2025 года