

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАГРЕВАТЕЛЯ ТОПЛИВА
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-3309****THE IMPROVEMENT OF THE FUEL HEATER WHEN MAINTAINING THE TRUCK GAZ-3309**

Ключевые слова: грузовой автомобиль, дизельный двигатель, электрический топливный нагреватель, надёжность, мощность, топливная система, техническое обслуживание, топливный фильтр, дизельное топливо, теплоизоляция.

При температуре окружающей среды ниже -5°C возможен отказ топливной системы дизеля в результате засорения фильтров парафином. Целью исследования является совершенствование нагрева топлива ленточным электрическим нагревателем ЭЛАН 12-1,5-80-180 для повышения надёжности автомобиля ГАЗ-3309 с дизелем Д-245.9ЕЗ. Нагреватель устанавливался на фильтр грубой очистки PreLine 270 топливной системы дизеля при техническом обслуживании, а также исследовался в лабораторных условиях. Получены следующие результаты: 1) в лабораторных условиях, при номинальной мощности и выше, максимальная температура нагревателя достигала не более $+110^{\circ}\text{C}$, что меньше указанной производителем; 2) при питании нагревателя от стартерной аккумуляторной батареи или от электрогенератора потребляемая мощность соответствует номинальному значению 80 Вт ($\pm 20\%$); 3) во всех случаях температура нагревателя стабилизируется за 9 мин.; 4) работа нагревателя без теплоизоляции малоэффективна, так как топливо нагревается на 5°C за 10 мин.; 5) в случае использования нагревателя с теплоизолятором (пенополиэтилен толщиной 8 мм), топливо нагревается на 30°C за 10 мин. (до $+20^{\circ}\text{C}$); 6) потеря напряжения стартерной аккумуляторной батареи может быть уменьшена на 0,1-0,2 В за счёт сокращения продолжительности предпускового режима на 2-5 мин. в зависимости от условий пуска дизеля; 7) при температуре окружающей среды, равной -10°C , температура нагревателя с теплоизолятором составляла не более $+90^{\circ}\text{C}$, что не будет вызывать

деформации фильтрующих элементов с пластмассовым корпусом; 8) установка нагревателя целесообразна только с использованием теплоизолятора.

Keywords: truck, diesel engine, electric fuel heater, reliability, power, fuel system, maintenance, fuel filter, diesel fuel, thermal insulation.

At the ambient temperature below -5°C , a diesel fuel system may fail as a result of filters clogging with paraffin. The research goal is to improve fuel heating with the use of the ribbon electric heater ELAN 12-1,5-80-180 to increase the reliability of the truck GAZ-3309 with the diesel engine D-245.9E3. The heater was installed on a first-stage fuel filter PreLine 270 of the diesel fuel system during the maintenance and was also studied under laboratory conditions. The following was found: 1) under laboratory conditions, at rated power and higher, the maximum heater temperature reached not more than $+110^{\circ}\text{C}$, which is less than it is claimed by the manufacturer; 2) when the heater is run from the starter battery or from the electric generator, the power consumption corresponds to the nominal value of 80 W ($\pm 20\%$); 3) in all cases, the heater temperature stabilizes in 9 minutes; 4) the heater operation without heat insulation shows low effect since the fuel is heated by 5°C in 10 minutes; 5) in the case of using the heater with the heat insulator (polyethylene foam 8 mm thick), the fuel is heated by 30°C in 10 minutes (up to $+20^{\circ}\text{C}$); 6) the loss of voltage of the starter battery may be reduced by 0.1...0.2 V by reducing the duration of the pre-start mode by 2...5 min depending on the starting conditions of the diesel engine; 7) at the ambient temperature of -10°C , the temperature of the heater with the heat insulator is not more than $+90^{\circ}\text{C}$ which will not cause any deformation of the filter elements with the plastic housing; 8) the installation of the heater is appropriate provided the heat insulator is used.

Таусенев Евгений Михайлович, к.т.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: tausenev_e_m@bk.ru.

Tausenev Yevgeniy Mikhaylovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: tausenev_e_m@bk.ru.

Введение

Топливная система (ТС) в ряде случаев не обеспечивает требуемую надёжность и даёт 25-30% всех отказов дизелей, в том числе из-за природно-климатических факторов [1]. Одним из них является низкая температура окружающей

среды, и, как следствие, возможна кристаллизация парафина и воды в дизельном топливе, засорение фильтров и образование пробок в топливной магистрали. Пределом работоспособности фильтров является минимальная температура фильтруемости по данным изготовителя

топлива [2]. Например, марка топлива – Л – летнее рекомендуется для эксплуатации при температуре окружающего воздуха -5°C и выше (предельная температура фильтруемости – не ниже -5°C) [3]. В случае нарушения рекомендаций или заправки топливом ненадлежащего качества есть вероятность засорения топливных фильтров парафином. При этом двигатель может не запуститься, остановиться или не набрать эксплуатационную мощность. Причём, указанный отказ может возникнуть внезапно.

Ошибочным решением данной проблемы при эксплуатации дизельной техники является удаление фильтрующих элементов топлива. Одно из верных решений – это применение нагревателей топлива. Необходимость использования, например, депрессорной присадки к топливу не всегда можно спрогнозировать, а применять при кристаллизации парафина уже поздно. В зависимости от требуемой надёжности ТС при выполнении ремонтно-обслуживающих работ устанавливают нагреватели фильтров-сепараторов, фильтров грубой и тонкой очистки, топливозаборника и магистрали низкого давления [4].

Различают маршевый и предпусковой режимы работы нагревателей. Например, нагреватель фильтра тонкой очистки обычно включают только в предпусковом режиме, поскольку он размещается в подкапотном пространстве, а воздух под капотом автомобиля достаточно хорошо нагревается [5]. Бесконтрольный нагрев топлива может иметь отрицательные последствия в виде ухудшения смазывающих свойств топлива, закоксовывания распылителей форсунок и падения мощности дизеля [6]. Поэтому предпочтительно автоматическое регулирование температуры топлива в маршевом режиме, а также ручное отключение. В статье рассматривается проблема применения гибких ленточных нагревателей топлива.

Целью исследования является совершенствование режима нагрева топлива ленточным электрическим нагревателем для повышения надёжности дизеля автомобиля ГАЗ-3309, используемого на сельскохозяйственных работах при отрицательных температурах окружающей среды.

Задачи исследования: сокращение продолжительности нагрева топлива, повышение температуры топлива при нагреве, уменьшение потери заряда стартерной аккумуляторной батареи (АКБ).

Объект и методы исследования

Объект исследования: нагреватель электрический ленточный модели ЭЛАН 12-1,5-80-180 (далее нагреватель), представляющий собой гибкую ленту для обогрева топливных систем дизельных двигателей (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид нагревателя ЭЛАН 12-1,5-80-180

Нагреватель решено было применить на автомобиле ГАЗ-3309 с дизелем Д-245.9ЕЗ. Нагреватель устанавливался на фильтр-сепаратор ТС марки PreLine 270 при сезонном техническом обслуживании, а также исследовался в лабораторных условиях.

Использование нагревателя актуально для обогрева топливопроводов, топливных фильтров в пластмассовом корпусе, а также топливных фильтров со сложной поверхностью корпуса. Для этих целей рекомендуют использовать нагреватели с удельной мощностью не более 53 Вт/м [7]. Монтаж нагревателя производится путём его прокладки вдоль топливопровода или путём намотки на него или фильтр. Нагреватель фиксируется с помощью пластиковых стяжек. Технические характеристики рассматриваемого нагревателя приведены в таблице 1. При исследовании объекта использовались экспериментальные методы.

Экспериментальная часть

В начале исследований применялось автоматическое зарядно-предпусковое устройство Катунь 501. Это устройство использовалось как многоцелевой источник постоянного тока с выходным напряжением от 1,2 до 14,6 В (в режиме стабилизации тока) с диапазоном плавной регулировки выходного тока от 0,5 до 15 А [8].

Нагреватель находился на столе в расправленном состоянии, в лабораторных условиях при температуре $T_{\text{окр}}$ окружающей среды $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$. В течение испытания № 1 нагреватель

по 10 мин. работал от устройства Катунь 501 на каждом из 4 режимов ($U=12; 13; 14; 14,6$ В). При этом фиксировались с интервалом 1 мин. следующие параметры: напряжение U и сила I тока в электрической цепи, температура T_n поверхности нагревателя. Рассчитывалась потребляемая мощность P . Сила I тока измерялась амперметром устройства Катунь 501 с точностью 5%. Напряжение U измерялось нагрузочной вилкой НВ-02 с точностью 2,5%. Температура T_n определялась цифровым мультиметром DT-838 с термопарой типа «К», закреплённой на поверхности нагревателя, с точностью $\pm 1,0\%$. Время измерялось секундомером с точностью ± 1 с.

Температура T_n стабилизировалась за время t_{max} , равное 9 мин. (табл. 2); максимум температуры T_n изменяется от $+85$ до $+110^\circ\text{C}$ в зависимости от потребляемой мощности и не достигает $+180^\circ\text{C}$, указанных производителем (табл. 1). Параметры U и I оставались постоянными в пределах одного режима. При испытании № 1 удалось определить максимальную температуру $T_{n\ max}$ и время t_{max} её стабилизации.

Испытание № 2 проводилось в условиях испытания № 1, но питание нагревателя производилось от АКБ 6СТ-55VL 12V, т.е. в предпусковых условиях. Напряжение U_{xx} холостого хода

на выводах АКБ до нагрузки составило 13,1 В, $U_{xx}=12,9$ В – после нагрузки. Сила I тока определялась цифровым мультиметром DT-838 с точностью $\pm 2,0\%$ (табл. 3). Температура нагревателя также стабилизировалась за 9 мин.

Следующий этап исследований проводился на открытом воздухе, на автомобиле ГАЗ-3309 с дизелем Д-245.9ЕЗ и топливной системой Common Rail.

Дизель Д-245.9ЕЗ, укомплектованный электрогенератором с напряжением 14 В; стартерная аккумуляторная батарея (далее АКБ) имеет номинальное напряжение 12 В. Согласно руководству по эксплуатации дизеля Д-245.9ЕЗ, при температуре окружающей среды ниже -25°C , фильтр-сепаратор PreLine 270 должен быть укомплектован нагревателем [9]. Внутренний нагревательный элемент (точка включения: $+5^\circ\text{C}$, с самодействием) устанавливается опционально [2] и отсутствовал на имеющемся автомобиле. Фильтр-сепаратор PreLine 270 встроен в топливопровод после топливного бака [10]. Он имеет сменный фильтр с металлическим корпусом (рис. 2, поз. 8), водовыпускной винт (рис. 2, поз. 10), ручной насос (рис. 2, поз. 3) и позволяет слить порцию топлива для данного исследования, чтобы измерить его температуру.

Таблица 1

Технические характеристики ЭЛАН 12-1,5-80-180 [7]

Длина, м ($\pm 5\%$)	Напряжение питания постоянного тока, В (+25%; -10%)	Номинальная электрическая мощность P_n , Вт ($\pm 20\%$)	Удельная электрическая мощность, Вт/м
1,5	12	80	53
Ширина ленты 22 мм, толщина 3 мм; масса 0,17 кг; климатическое исполнение УХЛ1; макс. температура наружной поверхности $+180^\circ\text{C}$. Режимы работы: кратковременный (предпусковой) 5-10 мин. от АКБ; продолжительный (маршевый) от генератора. Запрещается использование при температуре окружающей среды выше $+5^\circ\text{C}$			

Таблица 2

Испытание № 1 (Катунь 501, $T_{окр}=+20\pm 1^\circ\text{C}$)

t_{max} , мин.	9			
U , В	12,0	13,0	14,0	14,6
$T_{n\ max}$, $^\circ\text{C}$	+85	+100	+108	+110
I , А	8,20	9,10	9,80	10,00
P , Вт	98,4	118,3	137,2	146,0

Таблица 3

Испытание № 2 (АКБ 6СТ-55VL 12V, $T_{окр}=+20\pm 1^\circ\text{C}$)

t , мин.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U , В	13,0	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,7	12,7	12,7	12,7
T_n , $^\circ\text{C}$	+20	+31	+40	+47	+52	+62	+70	+73	+74	+76	+76
I , А	6,50	6,34	6,33	6,33	6,33	6,34	6,34	6,34	6,32	6,32	6,32
P , Вт	84,50	79,88	79,76	79,76	79,76	79,88	79,88	80,52	80,26	80,26	80,26

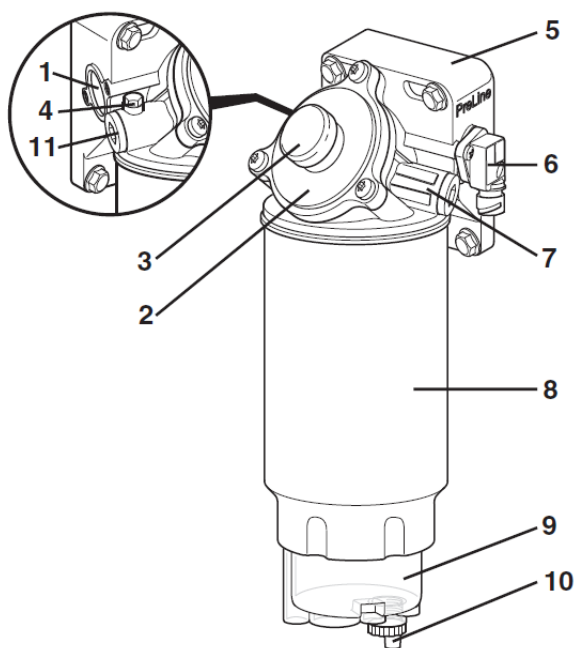


Рис. 2. Общий вид PreLine 270 [10]:
 1 – отверстие впускное; 2 – крышка фильтра;
 3 – насос ручной; 4 – винт воздухопускной;
 5 – фланец монтажный; 6 – подогреватель
 (опция); 7 – отверстие выпускное
 (в нестандартном исполнении);
 8 – сменный фильтр; 9 – стакан водосборный;
 10 – водовыпускной винт;
 11 – отверстие выпускное
 (в стандартном исполнении)

При подготовке испытаний на указанный фильтр-сепаратор был выполнен монтаж нагревателя ЭЛАН 12-1,5-80-180 (рис. 3). Далее исследование на автомобиле ГАЗ-3309 проводилось в предпусковом режиме с теплоизоляцией нагревателя и без неё.

При измерении температуры порции топлива (100 мл) использовался термометр типа ТС-4М с дополнительной минусовой шкалой, с погрешностью $\pm 1^\circ\text{C}$. Температура T_n определялась тем же средством измерения: мультиметром DT-838 с термопарой типа «К», закреплённой между нагревателем и фильтрующим элементом. Напряжение U на выводах АКБ также измеря-

лось нагрузочной вилкой НВ-02 с точностью 2,5%.

Сила I тока в цепи не контролировалась, поскольку мультиметр DT-838 был задействован при измерении T_n . В качестве теплоизолятора использовался сшитый пенополиэтилен толщиной $S=8$ мм, подходящий для использования в дизельных ТС [11]. Результаты испытаний в предпусковом режиме на автомобиле представлены в таблицах 4 и 5.



Рис. 3. Фильтр PreLine 270 с нагревателем

В маршевом режиме нельзя было обеспечить измерение температуры T_T топлива, поскольку, при сливе порции топлива из фильтра-сепаратора PreLine 270 дизель останавливался. В связи с этим, температуру нагревателя решено было не измерять. При работе в маршевом режиме были получены следующие параметры потребителя (нагревателя): $U = 14,0-14,1$ В, $I = 5,76-5,67$ А, $P = 80,64-79,95$ Вт. Поскольку потребляемая мощность нагревателя в маршевом и предпусковом режимах (табл. 3) сохраняется на одинаковом уровне, значит, сохранится и уровень нагрева топлива.

Таблица 4

Испытание № 3 (АКБ 6СТ-55VL 12V, $T_{окр} = -10 \pm 1^\circ\text{C}$, без теплоизоляции)

t, мин.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U, В	12,9	12,9	12,9	12,9	12,8	12,8	12,8	12,7	12,7	12,7	12,6
$T_T, ^\circ\text{C}$	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-9	-8	-7	-5
$T_n, ^\circ\text{C}$	-10	0	+10	+18	+26	+38	+49	+60	+66	+67	+67

Испытание № 4 (АКБ 6СТ-55VL 12V, $T_{окр} = -10 \pm 1^\circ\text{C}$, с пенополиэтиленом $S=8$ мм)

t, мин.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U, В	12,9	12,9	12,9	12,8	12,8	12,8	12,7	12,7	12,7	12,6	12,6
$T_T, ^\circ\text{C}$	-10	-10	-10	-7	-6	-5	0	+3	+5	+10	+20
$T_n, ^\circ\text{C}$	-10	0	+12	+26	+41	+55	+70	+82	+89	+90	+90

Результаты и их обсуждение

Проведённое исследование показало: 1) при потребляемой мощности от P_n номинальной и выше, максимальная температура T_n поверхности нагревателя достигала не более $+110^\circ\text{C}$ в лабораторных условиях, что меньше указанной производителем; 2) при питании нагревателя от АКБ и от электрогенератора автомобиля потребляемая мощность P одинакова и соответствует номинальной; 3) во всех случаях температура нагревателя T_n стабилизируется за 9 мин.; 4) работа нагревателя без теплоизоляции малоэффективна, так как топливо за 10 мин. нагревается на 5°C ; 5) в случае использования нагревателя с теплоизолятором топливо за 10 мин. нагревается до $+20^\circ\text{C}$, т.е. на 30°C ; 6) потеря напряжения ΔU на выводах АКБ может быть уменьшена на 0,1-0,2 В за счёт сокращения продолжительности предпускового режима на 2-5 мин. в зависимости от условий пуска дизеля; 7) температура T_n нагревателя с теплоизолятором при $T_{окр} = -10^\circ\text{C}$ составляла максимум $+90^\circ\text{C}$, что не будет приводить к деформации фильтрующих элементов в пластмассовом корпусе.

Заключение

Предложено эффективное решение по совершенствованию режима нагрева топлива ленточным электрическим нагревателем. Установка нагревателя целесообразна только с использованием теплоизолятора (например, пенополиэтилена толщиной от 8 мм и более). Результаты могут быть применены для топливопроводов, топливных фильтров тонкой, грубой очистки и фильтров-сепараторов с фильтрующими элементами в пластмассовом и металлическом корпусах.

Библиографический список

1. Таусенев, Е. М. Надежность, основные неисправности и причины отказов насосов высокого давления аккумуляторных топливных систем дизелей / Е. М. Таусенев, А. Е. Свистула. – Текст: электронный // Наука и образование: научное издание МГТУ имени Н. Э. Баумана. – 2012. – № 9. – С. 7. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_18372308_88917214.pdf (дата обращения: 14.10.2020).
2. PreLine. – Текст электронный // Products. Fuel Filter. MANN-FILTER PreLine: сайт компании MANN+HUMMEL GMBH. – 2020. – URL: https://www.mann-filter.com/fileadmin/user_upload/products/MF_PreLine_Brosch_EN_WEB_neu.pdf (дата обращения: 03.09.2020).
3. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 15 с. – Текст: непосредственный.
4. Подогреватели дизельного топлива для легковых автомобилей (12 В). – Текст электронный // Автомобильные подогреватели: сайт компании «Номакон». – 2020. – URL: <https://nomacon.ru/products/avtomobilnye-podogrevateli/podogrevateli-dizelnogo-topliva-dlya-legkovyh-avtomobiley-12v> (дата обращения: 25.09.2020).
5. Исследование температуры воздуха в моторном отсеке автомобиля Toyota Avensis / Е. М. Таусенев, К. В. Кох, А. Е. Свистула, А. Г. Глуценко. – Текст: электронный // Актуальные вопросы современной техники и технологии: сборник докладов XVII Международной научной конференции. – Липецк: Научное партнерство «Аргумент», 2014. – С. 24-26. – URL:

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_22876921_28243844.pdf (дата обращения: 14.10.2020).

6. Таусенев, Е. М. Об установке охладителя топлива на трактор К-744Р2 с дизелем 8481.10 при выполнении ремонтно-обслуживающих работ / Е. М. Таусенев. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 7 (189). – С. 137-145.

7. Электрический автомобильный нагреватель «Элан» (с монтажным комплектом). ТУ BY 190454267.002-2015. Руководство по установке и эксплуатации. – Текст электронный // Автомобильные подогреватели: сайт компании «Номакон». – 2020. – URL: https://nomacon.ru/images/foto/elan_pass.pdf (дата обращения: 19.09.2020).

8. Автоматическое зарядно-предпусковое устройство «Катунь 501». – Текст электронный // Каталог. Автомобильная продукция: сайт компании АО «Алтайский приборостроительный завод «Ротор». – 2020. – URL: <http://apzrotor.ru/catalog/automotive-products/azpu-katun-501> (дата обращения: 30.09.2020).

9. Руководство по эксплуатации. Двигатели Д-245.7ЕЗ, Д-245.9ЕЗ, Д-245.30ЕЗ, Д-245.35ЕЗ. 245ЕЗ-0000100РЭ / Минский моторный завод. – Минск, 2007. – 166 с. – Текст электронный // Каталог товаров. Двигатели ММЗ. Двигатели Д-245.7ЕЗ: сайт компании ООО «Дженеси». – 2020. – URL: https://dizelmmz.ru/f/rukovodstvo_dizeli_d245_evro3.pdf (дата обращения: 19.09.2020).

10. Руководство по эксплуатации. Монтажная инструкция. Фильтр грубой очистки дизельного топлива PreLine. – Текст электронный // Подогрев дизельного топлива. PreLine270 с подогревом/без подогрева: сайт компании ООО «ТК Аригато». – 2020. – URL: https://preline.ru/img/PreLine_instruction.pdf (дата обращения: 24.09.2020).

11. Таусенев, Е. М. Теплоизоляция топливопроводов дизеля при проведении ремонтных работ / Е. М. Таусенев. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аг-

рарного университета. – 2019. – № 10 (180). – С. 155-161.

References

1. Tausenev E.M., Svistula A.E. Nadezhnost, osnovnye neispravnosti i prichiny otkazov nasosov vysokogo davleniya akkumulyatornykh toplivnykh sistem dizeley // Nauka i obrazovanie: nauchnoe izdanie MGTU im. N.E. Baumana. – 2012. – No. 9. – S. 7. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_18372308_88917214.pdf (дата обращения: 14.10.2020).

2. PreLine. – Tekst elektronnyy // Products. Fuel Filter. MANN-FILTER PreLine: sayt kompanii MANN+HUMMEL GMBH. – 2020. – URL: https://www.mann-filter.com/fileadmin/user_upload/products/MF_PreLine_Brosch_EN_WEB_neu.pdf (дата обращения: 03.09.2020).

3. Toplivo dizelnoe. Tekhnicheskie usloviya. GOST 305-2013. – Moskva: Standartinform, 2014. – 15 s.

4. Podogrevateli dizelnogo topliva dlya legkovykh avtomobiley (12 V) // Avtomobilnye podogrevateli: sayt kompanii «Nomakon». – 2020. – URL: <https://nomacon.ru/products/avtomobilnye-podogrevateli/podogrevateli-dizelnogo-topliva-dlya-legkovykh-avtomobiley-12v> (дата обращения: 25.09.2020).

5. Tausenev E.M. Issledovanie temperatury vozdukhа v motornom otseke avtomobilyа Toyota Avensis / K.V. Kokh, A.E. Svistula, A.G. Glushchenko // Sbornik dokladov XVII-y Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Aktualnye voprosy sovremennoy tekhniki i tekhnologii». – Lipetsk: Nauchnoe partnerstvo «Argument», 2014. – S. 24-26. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_22876921_28243844.pdf (дата обращения: 14.10.2020).

6. Tausenev, E.M. Ob ustanovke okhladitelyа topliva na traktor K-744R2 s dizelem 8481.10 pri vypolnenii remontno-obsluzhivayushchikh rabot // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – No. 7 (189). – S. 137-145.

7. Elektricheskiy avtomobilnyy nagrevatel «Elan» (s montazhnym komplektom). TU BY 190454267.002-2015. Rukovodstvo po ustanovke i ekspluatatsii // Avtomobilnye podogrevateli: sayt

kompanii «Nomakon». – 2020. – URL: https://nomacon.ru/images/foto/elan_pass.pdf (data obrashcheniya: 19.09.2020).

8. Avtomaticheskoe zaryadno-predpuskovoe ustroystvo «Katun 501» // Katalog. Avtomobilnaya produktsiya: sayt kompanii AO «Altayskiy priborostroitelnyy zavod «Rotor». -2020. – URL: <http://apzrotor.ru/catalog/automotive-products/azpu-katun-501> (data obrashcheniya: 30.09.2020).

9. Rukovodstvo po ekspluatatsii. Dvigateli D-245.7E3, D-245.9E3, D-245.30E3, D-245.35E3. 245E3-0000100RE. – Minskiy motornyy zavod. – Minsk, 2007. – 166 s. // Katalog tovarov. Dvigateli MMZ. Dvigateli D-245.7E3: sayt kompanii OOO «Dzhenesi». – 2020. – URL: <https://dizelmmz.ru/f/>

[rukovodstvo_dizeli_d245_evro3.pdf](#) (data obrashcheniya: 19.09.2020).

10. Rukovodstvo po ekspluatatsii. Montazhnaya instpuktsiya. Filtr gpuboy ochistki dizelnogo topliva PreLine // Podogrev dizelnogo topliva. PreLine270 s podogrevom/bez podogreva: sayt kompanii OOO «TK Arigato». – 2020. – URL: https://preline.ru/img/PreLine_instruction.pdf (data obrashcheniya: 24.09.2020).

11. Tausenev, E.M. Teploizolyatsiya toplivoprovodov dizelya pri provedenii remontnykh rabot / E.M. Tausenev // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No. 10 (180). – S. 155-161.