

Pervomaiskogo raiona Altaiskogo kraia / S.V. Lekanov, A.P. Lomakin, N.I. Strikunov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 2 (196). – S. 120-126.

6. Strikunov N.I. Puti povysheniia effektivnosti posleuborochnoi obrabotki semian s primeneniem mashin i oborudovaniia proizvodstva AO «Melinvest» / N.I. Strikunov, A.P. Lomakin, S.V. Lekanov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 3 (197). – S. 106-113.

7. Strikunov, N.I. Perspektivy posleuborochnoi ochistki zerna i semian v Altaiskom krae / N.I. Strikunov, S.V. Lekanov, S.A. Cherkashin // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XIII Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia (15-16 fevralia 2018 g.). – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2018. – Kn. 2. – S. 198-200.

8. Toropov, V.R. Posleuborochnaia obrabotka zerna i semian na selskokhoziaistvennykh predpriatiiakh Sibiri s razlichnym resursnym obespecheniem / V.R. Toropov // Nauchno-tehnicheskii progress v selskokhoziaistvennom proizvodstve. Agrarnaia nauka – selskokhoziaistvennomu proizvodstvu Sibiri, Kazakhstana, Mongolii, Belarusi i Bolgarii: materialy Mezhdunar. nauch.-tehn. konf.: v 2 t. / RUP «NPTs NAN Belarusi po mekhanizatsii selskogo khoziaistva». – Minsk, 2016. – T. 1. – S. 176-179.

9. Strikunov, N.I. Povysenie effektivnosti raboty sortirovalnogo otdeleniia semiaochistitelnoi linii s primeneniem fotoseparatora / N.I. Strikunov, S.V. Lekanov, D.S. Arapov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 7 (153). – S.154-158.



УДК 629.083

Е.М. Таусенев
Ye.M. Tausenev

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДОГРЕВАТЕЛЯ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ДВИГАТЕЛЯ К ЗАПУСКУ

EFFECTIVENESS OF COOLANT HEATER AT ENGINE STARTING PREPARATION

Ключевые слова: сельскохозяйственный транспорт, автомобиль, надёжность, двигатель, пуск, ресурс, износ, подогрев, охлаждающая жидкость, моторное масло, техническое обслуживание.

Объектом исследования выступает двигатель модели 21126 с электроподогревателем охлаждающей жидкости Старт-Классик, установленный на автомобиль LADA 111760. Объект исследовался экспериментально в естественных условиях холода при температуре окружающего воздуха, равной $-35 \pm 1^\circ\text{C}$, скорости ветра $2 \div 3$ м/с. Оценивается эффективность подогрева моторного масла в поддоне при подготовке двигателя к пуску. Получены следующие результаты. Длительная работа подогревателя повышает температуру моторного масла в поддоне не более чем на $10 \div 15^\circ\text{C}$ в зависимости от глубины масляного слоя и далее не растёт. Температура моторного масла в поддоне стабилизируется длительное время, за 2 ч 45 мин. Подогреватель при этом работает в автоматическом режиме включения-отключения. Устройство Старт-Классик достаточно эффективно в случае, если фактическая $T_{\text{окр}}$ не ниже предельной температуры прокачиваемости применяемого масла. Это условие может быть обеспечено выбором соответствующего класса вязкости моторного масла. Для масла класса вязкости 0w-40: при

$T_{\text{окр}} = -35^\circ\text{C}$ использование подогревателя не обязательно; при $T_{\text{окр}} = -40^\circ\text{C}$ нужно обеспечить подогрев в течение 30 мин. В случае, когда $T_{\text{окр}}$ ниже предельной температуры прокачиваемости или застывания, наиболее эффективным будет применение предпускового подогрева охлаждающей жидкости и масла в поддоне. Последнее можно реализовать путём установки теплообменника системы охлаждения в поддоне или другими средствами. Рекомендуется при этом выбор подходящего для LADA 111760 электроподогревателя большей мощности с циркуляционным насосом, например, модель Старт-Турбо мощностью 2,0 кВт. Установку указанных устройств целесообразно совместить с операциями технического обслуживания или ремонта двигателя.

Keywords: agricultural motor vehicles, car, reliability, engine, start-up, resource, wear, heating, coolant, engine oil, maintenance.

The research target is the engine of 21126 model with Start-Classic electric coolant heater installed on a LADA 111760 car. The engine was studied experimentally under natural cold conditions at an ambient temperature of minus $35 \pm 1^\circ\text{C}$, and wind speed $2 \div 3$ m s. The effectiveness of engine oil heating in the sump when preparing the engine

for start-up was evaluated. The following results were obtained. Long operation of the heater raises the temperature of the engine oil in the sump by no more than $10\div 15^{\circ}\text{C}$ depending on the depth of the oil layer, and it does not rise further. The temperature of the engine oil in the sump stabilizes for a long time, for 2 hours 45 minutes. In this case, the heater operates in an automatic on-off mode. The Start-Classic device is quite effective if the actual ambient temperature is not lower than the maximum pumping temperature of the oil used. This condition may be met by choosing an appropriate engine oil viscosity grade. For the oil with a viscosity of 0w-40 the ambient temperature of -35°C , the use of the heater is not necessary; at the ambi-

ent temperature of -40°C , heating should be provided for 30 minutes. In the case when the ambient temperature is below the limiting temperature of pumping or solidification, the most effective would be the use of preheating of the coolant and oil in the sump. The latter may be implemented by installing a heat exchanger for the cooling system in the sump or by other means. It is advised to select an electric heater of greater power with a circulation pump suitable for LADA 111760 car, for example, the Start-Turbo model with a power of 2.0 kW. It is advisable to combine the installation of these devices with the operations of maintenance or repair of the engine.

Тausenev Евгений Михайлович, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: tausenev_e_m@bk.ru.

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

Введение

Отказы техники могут быть следствием неблагоприятных природно-климатических условий эксплуатации [1]. Одним из них является низкая температура окружающей среды и, как следствие, проблема пуска и надёжности двигателей (ДВС) сельскохозяйственного транспорта и другой техники.

Во время и после запуска холодного двигателя подача моторного масла (масла) к парам трения ограничена, что создаёт повышенный износ. Высокая вязкость масла увеличивает расход топлива, значительны выбросы вредных веществ в атмосферу [2]. Пуск даже исправного ДВС невозможен по причинам: использования горюче-смазочных материалов, несоответствующих температурным диапазонам применения; низкого заряда (менее 75%) стартерной аккумуляторной батареи (АКБ), несоблюдения рекомендаций руководства по эксплуатации по пуску

ДВС в холодное время года [3]. Несоблюдение указанных рекомендаций может привести к отказам: стартера, свечей и катушек зажигания, АКБ, уплотнительных элементов системы смазки.

Рассмотрим проблемы, связанные с моторным маслом. Согласно стандарту SAE J300, масла ограничены для применения в условиях холода предельной температурой проворачивания коленчатого вала и предельной температурой прокачиваемости [4]. Температурные характеристики всесезонных и зимних масел, производимых по SAE J300:2013, представлены в таблице 1.

В случае несоответствия указанным температурным условиям появляется необходимость замены масла или предпускового подогрева ДВС, либо заблаговременного размещения техники в соответствующем помещении.

Таблица 1
Температурные диапазоны применения всесезонных и зимних моторных масел [5-10]

Класс вязкости по SAE J300:2013	Предельная температура проворачивания коленчатого вала, $^{\circ}\text{C}$	Предельная температура прокачиваемости, $^{\circ}\text{C}$	Температура застывания, $^{\circ}\text{C}$ (ГОСТ 20287-91)	Предельная температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$, не более
0w	-35	-40	-50	-10
5w	-30	-35	-41	-10
10w	-25	-30	-39	-5
15w	-20	-25	-31	-5
20w	-15	-20	-24	-5
0w-40	-35	-40	-50	+40
5w-40	-30	-35	-41	+40
10w-40	-25	-30	-36	+40
15w-40	-20	-25	-31	+40
20w-50	-15	-20	-24	+45

Известным техническим средством повышения надёжности ДВС является предпусковой подогреватель охлаждающей жидкости (подогреватель), который повышает температуру блока и головки цилиндров, а также сопрягаемых с ними деталей. В результате, улучшаются условия воспламенения топливовоздушной смеси, смазывания деталей, проворачивания коленчатого вала.

Масло, прогретое до предельной температуры проворачивания в подшипниках коленчатого вала и на стенках цилиндров, не препятствует запуску ДВС. При этом температура масла в поддоне может оказаться ниже предельной температуры прокачиваемости или застывания. В открытых источниках информации отсутствуют данные об уровне нагрева моторного масла в поддоне при использовании предпускового подогревателя охлаждающей жидкости. Рассмотрим далее указанную проблему.

Целью исследования является оценка эффективности подогревателя Старт-Классик при подготовке двигателя модели 21126 к пуску.

Задачи исследования: изучить изменение температур охлаждающей жидкости, масла и воздуха в поддоне от времени работы подогревателя; выдать рекомендации по подготовке к пуску двигателя с использованием подогревателя; предложить пути совершенствования подогревателя.

Объект и методы исследования

Объектом исследования выступает двигатель модели 21126 с электроподогревателем охлаждающей жидкости Старт-Классик (рис.), установленный на автомобиль LADA 111760. Объект исследовался экспериментально в естественных условиях холода.

Экспериментальная часть

На момент исследования автомобиль находился в естественных условиях при температуре $T_{окр}$ окружающего воздуха, равной $-35 \pm 1^\circ\text{C}$, скорости ветра $2 \div 3$ м/с. Объём системы смазки двигателя – 3,5 л, системы охлаждения – 7,84 л. Указанный автомобиль может эксплуатироваться при $T_{окр}$ от -40°C до $+50^\circ\text{C}$. Согласно техническим условиям, пуск его двигателя без вспомогательных устройств не гарантируется при температуре окружающей среды ниже -25°C [3]. Поэтому для обеспечения пуска двигателя до -40°C был установлен сетевой электроподогре-

ватель Старт-Классик (подогреватель). Его технические данные приведены в таблице 2. Подобные устройства пользуются большой популярностью, благодаря своей низкой стоимости и малым габаритам, высокой надёжности, простоте установки и эксплуатации, экономичности, экологичности, отсутствию расходования заряда АКБ, гарантированному пуску двигателя, повышению его ресурса. Различные модели отличаются между собой в основном потребляемой мощностью и наличием или отсутствием встроенного циркуляционного насоса.

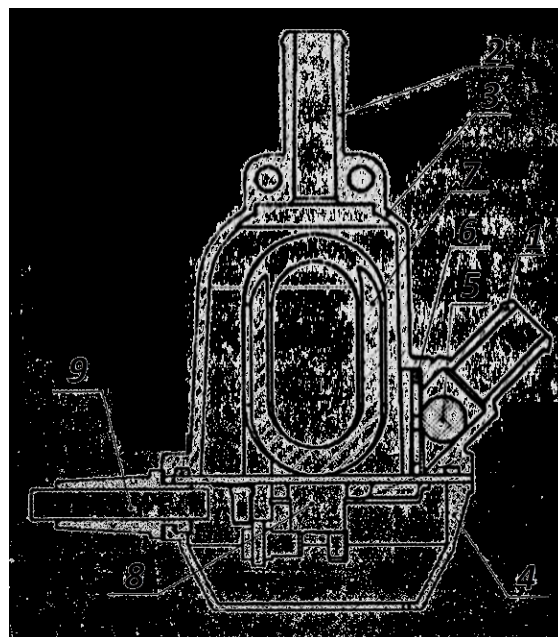


Рис. Устройство Старт-Классик [11]:
 1 – входной штуцер; 2 – выходной штуцер;
 3 – корпус; 4 – крышка; 5 – шарик клапана;
 6 – пластина запорная; 7 – ТЭН;
 8 – терморегулятор; 9 – электрошнур

Измерение температуры охлаждающей жидкости производилось с помощью штатного датчика с точностью $\pm 2\%$, масла и воздуха в поддоне – с помощью термопары типа «К» с точностью $\pm 1\%$, погружаемой в двигатель на специальном щупе (щуп) через канал для масляного щупа. Время измерялось секундомером с точностью ± 1 с. Толщина S_m масляного слоя в плоскости щупа составляла 70 мм. Температура масла в поддоне измерялась на глубинах 10, 35 и 60 мм. Результаты сведены в таблицу 3.

Из таблицы 3 следует, что рост температуры масла в поддоне происходит из-за прогрева со стороны воздушного слоя, находящегося над ним.

Таблица 2

Технические данные электроподогревателя Старт-Классик [11]

Наименование показателя	Значение
Род тока	Переменный, частота 50 Гц
Номинальное напряжение, В	220
Потребляемая мощность, кВт	1,5
Температура срабатывания (отключения) терморегулятора, °C	70
Температура возврата (включения) терморегулятора, °C	55
Масса не более, кг	0,67
Габаритные размеры, мм	104×84×149
Наличие циркуляционного насоса	нет

Таблица 3

Изменение температур охлаждающей жидкости, масла и воздуха в поддоне от времени нагрева

t, ч мин.	0:00	0:15	0:30	0:45	1:00	1:15	1:30	1:45	2:00	2:15	2:30	2:45	3:00
T _o , °C	-35	-20	-3	+19	+40	+59	+71	+53	+70	+54	+71	+54	+70
T _в , °C	-35	-33	-29	-24	-21	-20	-19	-24	-18	-22	-16	-20	-16
T ₁₀ , °C	-35	-34	-32	-31	-29	-28	-26	-25	-23	-22	-21	-20	-20
T ₃₅ , °C	-35	-34	-33	-32	-30	-29	-28	-27	-25	-24	-23	-22	-22
T ₆₀ , °C	-35	-35	-34	-33	-32	-31	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-25

Примечание. T₁₀, T₃₅, T₆₀ – температуры масла в поддоне на глубинах 10; 35 и 60 мм соответственно; T_в – температура воздуха в поддоне.

Результаты и их обсуждение

Длительная работа подогревателя повышает температуру масла в поддоне не более чем на 10÷15°C в зависимости от глубины масляного слоя и далее не растёт. Температура масла в поддоне стабилизируется длительное время, за 2 ч 45 мин. Подогреватель при этом работает в автоматическом режиме включения-отключения. Забор масла через маслоприёмник происходит из нижнего слоя, который прогревается не более чем на 10°C.

Для масла класса вязкости 5w-40, используемого в исследовании при T_{окр} = -35°C, прогрев масла в поддоне не обязателен, так как нет перехода через предельную температуру прокачиваемости (табл. 3). Есть отклонение от предельной температуры проворачивания коленчатого вала, равной -30°C. Для исправления этой ситуации нужно повысить температуру в парах трения двигателя на 5°C. Судя по данным таблицы 3, пуск двигателя можно произвести уже после 30 мин. работы подогревателя. За это время T_o становится равной -3°C, и пары трения, предположительно, прогреются не менее чем на 5°C. Наибольший эффект от подогревателя будет достигаться при нагреве до T_o = +70°C.

Для масла 0w-40: при T_{окр} = -35°C использование подогревателя не обязательно; при

T_{окр} = -40°C нужно обеспечить подогрев в течение 30 мин.

Устройство Старт-Классик достаточно эффективно в случае, если фактическая T_{окр} не ниже предельной температуры прокачиваемости применяемого масла. Это условие может быть обеспечено выбором соответствующего класса вязкости.

Заключение

В случае, когда T_{окр} ниже предельной температуры прокачиваемости или застывания, наиболее эффективным будет применение предпускового подогрева охлаждающей жидкости и масла в поддоне. Последнее можно реализовать путём установки теплообменника системы охлаждения в поддоне или другими средствами. Рекомендуется при этом выбор подходящего для LADA 111760 электроподогревателя большей мощности с циркуляционным насосом, например модель Старт-Турбо мощностью 2,0 кВт. Установку указанных устройств целесообразно совместить с операциями технического обслуживания или ремонта двигателя.

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: 22.04.2021).

2. Дмитренко, В. П. Пути совершенствования системы охлаждения двигателей легковых автомобилей / В. П. Дмитренко, И. М. Соцкая, Р. Д. Адакин. – Текст: непосредственный // Вестник АПК Верхневолжья. – 2019. – № 4 (48). – С. 71-79.

3. Руководство по эксплуатации автомобиля LADA KALINA и его модификаций (состояние на 09.11.2011 г.). – Тольятти: Двор печатный АВТОВАЗ, 2011. – 112 с. – Текст: непосредственный.

4. Классификация SAE для моторных масел. – Текст: электронный / Поддержка // Стандарты автопроизводителей: сайт ООО «Аймол Лубрикантс». – 2021. – URL: <https://aimol.ru/upload/iblock/3fa/3fa72c6af4764973f3a6493aecd22aa6.pdf> (дата обращения: 22.04.2021).

5. Масла моторные. Классификация и обозначение. ГОСТ 17479.1-2015. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 12 с. – Текст: непосредственный.

6. Синтетическое моторное масло LUKOIL GENESIS ARMORTECH 0W-40. Техническое описание. – Текст: электронный / Продукты // Для легкового автотранспорта: сайт ООО «ЛЛК-Интернешнл». – 2021. – URL: https://catalog.lukoil-masla.ru/u/product_document_file/4262/tds_672_l_rus_lukoil_genesis_armortech_0w-40_27.02.2020.pdf (дата обращения: 22.04.2021).

7. Всесезонное полусинтетическое моторное масло LUKOIL SUPER 10W-40. Техническое описание. – Текст: электронный / Продукты // Для легкового автотранспорта: сайт ООО «ЛЛК-Интернешнл». – 2021. – URL: https://catalog.lukoil-masla.ru/u/product_document_file/4394/tds_576_l_rus_lukoil_super_10w-40_25.08.2020.pdf (дата обращения: 22.04.2021).

8. Wright, E. The Impact of SAE Critical Specifications to the formulating and manufacture of automotive oils. – Text: electronic / Lube Magazine // Lube-Tech: Lube Media Website. – 2017. – URL: <http://www.lube-media.com/wp-content/uploads/2017/12/Lube-Tech-113-The-Impact-of-SAE-Critical-Specifications-to-the-formulating-and-manufacture-of-automotive-oils.pdf> (дата обращения: 22.04.2021).

9. Высококачественное всесезонное моторное масло LUKOIL SUPER 15W-40. Техническое описание. – Текст: электронный / Продукты // Для легкового автотранспорта: сайт ООО «ЛЛК-Интернешнл». – 2021. – URL: https://catalog.lukoil-masla.ru/u/product_document_file/4396/tds_577_l_rus_lukoil_super_15w-40_25.08.2020.pdf (дата обращения: 22.04.2021).

10. Всесезонное моторное масло на минеральной основе LUKOIL SUPER 20W-50. Техническое описание. – Текст: электронный / Продукты // Для легкового автотранспорта: сайт ООО «ЛЛК-Интернешнл». – 2021. – URL: https://catalog.lukoil-masla.ru/u/product_document_file/4398/tds_578_l_rus_lukoil_super_20w-50_25.08.2020.pdf (дата обращения: 22.04.2021).

11. Автомобильный электроподогреватель «Старт-Классик». Руководство по эксплуатации. – Тюмень: ООО «ТюменьАвтоДеталь», 2016. – 7 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Tausenev, E.M. Nadezhnost, osnovnye neispravnosti i prichiny otkazov nasosov vysokogo davleniia akkumuliatornykh toplivnykh sistem dizelei / E.M. Tausenev, A.E. Svistula. – Tekst: elektronnyi // Nauka i obrazovanie: nauchnoe izdanie MGTU imeni N.E. Baumana. – 2012. – No. 9. – S. 7. – URL:

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_18372308_88917214.pdf (data obrashcheniia: 22.04.2021).

2. Dmitrenko, V.P. Puti sovershenstvovaniia sistemy okhlazhdeniia dvigatelei legkovykh avtomobilei / V.P. Dmitrenko, I.M. Sotskaia, R.D. Adakin. – Tekst: neposredstvennyi // Vestnik APK Verkhnevolzhia. – 2019. – No. 4 (48). – S. 71-79.

3. Rukovodstvo po ekspluatatsii avtomobilia LADA KALINA i ego modifikatsii (sostoianie na 09.11.2011 g.). – Toliatti: Dvor pechatnyi AVTOVAZ, 2011. – 112 s. – Tekst: neposredstvennyi.

4. Klassifikatsiia SAE dlia motornykh masel. – Tekst: elektronnyi / Podderzhka // Standarty avto-proizvoditelei: sait ООО «Aimol Lubrikants». – 2021. – URL: <https://aimol.ru/upload/iblock/3fa/3fa72c6af4764973f3a6493aecd22aa6.pdf> (data obrashcheniia 22.04.2021).

5. Masla motornye. Klassifikatsiia i oboznachenie. GOST 17479.1-2015. – Moskva: Standartinform, 2016. – 12 s. – Tekst: neposredstvennyi.

6. Sinteticheskoe motornoe maslo LUKOIL GENESIS ARMORTECH 0W-40. Tekhnicheskoe opisanie. – Tekst: elektronnyi / Produkty // Dlia legkovogo avtotransporta: sait OOO «LLK-Interneshnl». – 2021. – URL: https://catalog.lukoil-masla.ru/u/product_document_file/4262/tds_672_l_rus_lukoil_genesis_armortech_0w-40_27.02.2020.pdf (data obrashcheniia 22.04.2021).

7. Vsesezonnoe polusinteticheskoe motornoe maslo LUKOIL SUPER 10W-40. Tekhnicheskoe opisanie. – Tekst: elektronnyi / Produkty // Dlia legkovogo avtotransporta: sait OOO «LLK-Interneshnl». – 2021. – URL: https://catalog.lukoil-masla.ru/u/product_document_file/4394/tds_576_l_rus_lukoil_super_10w-40_25.08.2020.pdf (data obrashcheniia 22.04.2021).

8. Wright, E. The Impact of SAE Critical Specifications to the formulating and manufacture of automotive oils. – Tekst: elektronnyi / Lube Magazine // Lube-Tech: Lube Media Website. – 2017. – URL: [http://www.lube-media.com/wp-content/uploads/2017/12/Lube-Tech-113-The-](http://www.lube-media.com/wp-content/uploads/2017/12/Lube-Tech-113-The-Impact-of-SAE-Critical-Specifications-to-the-formulating-and-manufacture-of-automotive-oils.pdf)

[formulating-and-manufacture-of-automotive-oils.pdf](http://www.lube-media.com/wp-content/uploads/2017/12/Lube-Tech-113-The-formulating-and-manufacture-of-automotive-oils.pdf). (data obrashcheniia 22.04.2021).

9. Vysokokachestvennoe vsesezonnoe motornoe maslo LUKOIL SUPER 15W-40. Tekhnicheskoe opisanie. – Tekst: elektronnyi / Produkty // Dlia legkovogo avtotransporta: sait OOO «LLK-Interneshnl». – 2021. – URL: https://catalog.lukoil-masla.ru/u/product_document_file/4396/tds_577_l_rus_lukoil_super_15w-40_25.08.2020.pdf. (data obrashcheniia 22.04.2021).

10. Vsesezonnoe motornoe maslo na mineralnoi osnove LUKOIL SUPER 20W-50. Tekhnicheskoe opisanie. – Tekst: elektronnyi / Produkty // Dlia legkovogo avtotransporta: sait OOO «LLK-Interneshnl». – 2021. – URL: https://catalog.lukoil-masla.ru/u/product_document_file/4398/tds_578_l_rus_lukoil_super_20w-50_25.08.2020.pdf. (data obrashcheniia 22.04.2021).

11. Avtomobilnyi elektropodogrevatel «Start-Klassik». Rukovodstvo po ekspluatatsii, g. Tiumen. OOO «TiumenAvtoDetal». – 2016. – 7 s. – Tekst: neposredstvennyi.

