

УДК 629.11

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-3-274-285>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕРВАЛА ЗАМЕНЫ МОТОРНОГО МАСЛА БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПО ФАКТИЧЕСКОМУ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ

А.А. Абакаров¹, Ш.М. Игитов¹, Али А. Абакаров²

¹ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» Махачкалинский филиал,
²ГБПОУ РД «Автомобильно-дорожный колледж»,
г. Махачкала, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. В данной работе отображены результаты исследования периодичности технического обслуживания легковых автомобилей в различных условиях эксплуатации, даны рекомендации по замене моторного масла бензиновых двигателей (категории SN классификации по API) по фактическому времени работы двигателя (мото-часам). В сервисной книжке легковых автомобилей приведен регламент технического обслуживания автомобиля с перечнем операций, подлежащих обязательному выполнению. Интервалы замены масла, приведенные в Положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта и заводской инструкции, не учитывают специфику эксплуатации автомобилей. В зависимости от дорожно-климатических условий и режима эксплуатации стандартный регламент технического обслуживания может быть скорректирован, в частности периодичность замены моторного масла. Научная новизна работы заключается в определении интервалов обслуживания автомобилей для конкретных условий эксплуатации.

Материалы и методы. В работе дан анализ российской и зарубежных систем обслуживания автомобилей, в частности интервалов замены масла бензиновых двигателей в европейских странах, США и Японии.

Приведены результаты эксплуатационных и ресурсных испытаний моторных масел бензиновых двигателей, проведенных методами измерения их физико-химических свойств.

Результаты. В данной работе на основе анализа проблемы разработаны рекомендации по замене масла в бензиновых двигателях по мото-часам для условий Республики Дагестан (РД).

Применение внешних и встроенных технических средств для расчета мото-часов позволяет определить рекомендуемый интервал замены масла.

Обсуждение и заключение. В данной работе на основе проведения исследований по определенному количеству автомобилей, эксплуатирующихся в различных (в том числе сложных) условиях, разработаны рекомендации, позволяющие определить регламент технического обслуживания автомобилей для различных условий эксплуатации.

КЛЮЧЕВЫЕ слова: автомобильный транспорт, сервисная книжка, периодичность обслуживания, анализ интервалов обслуживания, условия эксплуатации, мото-часы, моторное масло, эксплуатационные испытания масла, газовый двигатель, датчик измерения мото-часов, Республика Дагестан.

Поступила 18.02.21, принята к публикации 30.06.21.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. **Конфликт интересов отсутствует.**

Для цитирования: Абакаров, А.А. Определение интервала замены моторного масла бензиновых двигателей по фактическому времени работы / А.А. Абакаров, Ш.М. Игитов, Али А. Абакаров. – DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-3-274-285> // Вестник СибАДИ. – 2021. Т. 18, № 3(79). – С. 274-285.

© Абакаров А.А., Игитов Ш.М., Абакаров Али А., 2021



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-3-274-285>

DETERMINATION OF ENGINE OIL CHANGE INTERVAL FOR PETROL ENGINES BASED ON ACTUAL OPERATING TIME

Abakar A. Abakarov¹, Shamil M. Igitov¹, Ali A. Abakarov²

¹Moscow Automobile and Highway Technical University (MADI) Makhachkala Branch,
Makhachkala, Russian Federation

²Automobile and Road College, Makhachkala, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. This paper shows the results of a study of the frequency of maintenance of passenger cars in various operating conditions, and provides recommendations for replacing the engine oil of gasoline engines (category SN classification according to API) according to the actual engine operating time (moto-hours). The service book of passenger cars contains the regulations for car maintenance with a list of operations that must be performed. The oil change intervals specified in the Regulations on Maintenance and Repair of Rolling Stock of motor Transport and the factory instructions do not take into account the specifics of the operation of vehicles. Depending on the road and climatic conditions and the operating mode, the standard maintenance schedule can be adjusted, in particular, the frequency of engine oil changes. The scientific novelty of the work is to determine the intervals of car maintenance for specific operating conditions.

Materials and methods. The paper presents an analysis of Russian and foreign car maintenance systems, in particular, the oil change intervals of gasoline engines in European countries, the United States and Japan. The results of operational and resource tests of motor oils of gasoline engines carried out by methods of measuring their physical and chemical properties are presented.

Results. In this paper, based on the analysis of the problem, recommendations for changing oil in gasoline engines by motorcycle hours for the conditions of the Republic of Dagestan (RD) are developed.

The use of external and built-in technical means for calculating the motor hours allows you to determine the recommended oil change interval.

Discussion and conclusion. In this paper, on the basis of research on a certain number of vehicles operating in various (including difficult) conditions, recommendations are developed that allow you to determine the rules of car maintenance for various operating conditions.

KEYWORDS: automobile transport, service book, service frequency, analysis of service intervals, operating conditions, engine hours, engine oil, oil performance tests, gas engine, engine hours measurement sensor, Republic of Dagestan.

Submitted 18.02.21, revised 30.06.21.

The authors have read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation: Abakarov A.A., Igitov Sh.M., Abakarov Ali A. Determination of engine oil change interval for patrol engines based on actual operating time. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2021; 18 (3): 274-285. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-3-274-285>

© Abakarov A.A., Igitov S.M., Abakarov Ali A., 2021



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наибольшее распространение получило в нашей стране и за рубежом обслуживание автомобилей по сервисным книжкам (СК).

В сервисной книжке приведен регламент технического обслуживания (ТО) автомобиля с перечнем операций, подлежащих обязательному выполнению. Разработанный регламент технического обслуживания направлен на то, чтобы обеспечить поддержание важнейших эксплуатационных свойств автомобиля на заданном уровне. Однако в стандартный регламент технического обслуживания могут быть внесены изменения и дополнения, которые зависят от климатических и дорожных условий, режима эксплуатации и особенности стиля вождения автомобиля [1, 2].

В Положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта приведены периодичности технического обслуживания подвижного состава, в соответствии с которой установлены следующие интервалы ТО-2 (в том числе замены масла) (таблица 1)¹.

В соответствии с Положением периодичности замены масел и смазок уточняются в зависимости от типов (моделей) и конструктивных особенностей агрегатов (узлов), а также марки применяемого масла (смазки).

Интервалы замены масла бензиновых двигателей, указанные в Положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта и заводской инструкции, не учитывают особенности эксплуатации автомобилей, в связи с чем возникают проблемы, связанные с использованием моторного масла. Необоснованное снижение срока службы масла вызывает дополнительные затраты или, наоборот, применение масла с ухудшенными физико-химическими свойствами приводит к снижению ресурса двигателя².

Для уточнения регламента технического обслуживания, который должен учитывать конкретные особенности эксплуатации автомобиля, рекомендовано обратиться к официальному дилеру. Практика показывает, что владельцы автомобилей не обращаются к дилеру по поводу учета условий эксплуатации и, как правило, обслуживают автомобиль строго через установленный дилером пробег. Как известно, условия эксплуатации даже в одном регионе могут значительно различаться. В частности, в Республике Дагестан автомобили эксплуатируются как в городской и пригородной зоне, так и в горных условиях и по бездорожью. Особенностью данного региона является также агрессивность окружающей среды на прибрежной территории Каспийского моря.

Таблица 1
Периодичности технического обслуживания подвижного состава

Table 1
Frequency of rolling stock maintenance

Автомобили	Интервал замены масла, км	С учетом климатических условий, км	С учетом эксплуатационных факторов
Легковые	16 000	от 12800 (очень холодный климат) – до 16 000 (умеренный климат)	от 9600 (V категория условий эксплуатации) – до 16000 (I категория условий эксплуатации)
Автобусы	14 000	от 11200 (очень холодный климат) – до 14 000 (умеренный климат)	от 8400 (V категория условий эксплуатации) – до 14000 (I категория условий эксплуатации)
Грузовые и автобусы на базе грузовых автомобилей	12 000	от 9600 (очень холодный климат) – до 12000 (умеренный климат)	от 7200 (V категория условий эксплуатации) – до 12000 (I категория условий эксплуатации)

¹ Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. Утверждено Министерством автомобильного транспорта РСФСР 20 сентября 1984 г.

² Ефимов В.В. Совершенствование системы нормирования ресурса моторного масла для специальных автомобилей: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10. – Тюмень, 2006.

Приведем примеры периодичности ТО для различных моделей (марок) автомобилей в соответствии с сервисными книжками:

- LADA Vesta, Гранта – 15 000 км (первое ТО проводится после обкатки, т.е. после первых 2–3 тыс. км пробега) ³.
- Hyundai Solaris, Kio Rio – 15 000 км⁴.
- Тойота-Камри, Королла, Ленд Крузер и т. д – 10 000 км ⁵.
- Mazda-6 – в сервисной книжке предложены 3 варианта – 10 000 км, 15 000 км или 20 000 км; периодичность (интервал) ТО назначает уполномоченный дилер по продаже автомобилей (один из трех вариантов в зависимости от условий эксплуатации). Например, для Республики Дагестан назначен интервал обслуживания в 10 000 км ⁶.
- Mercedes-Benz – 15 000 км.

Приведем сравнительный анализ интервалов обслуживания автомобилей в различных странах: России, США и Европе (таблица 2) ⁷.

У отдельных марок автомобилей интервалы обслуживания определяются бортовым компьютером, в связи с чем в таблице 2 указаны максимальные значения интервалов,

соответствующие нормальным условиям эксплуатации. В США интервалы обслуживания принято указывать в милях, а также обычно регламентируется только пробег без учета срока эксплуатации.

Производители устанавливают для России относительно малые интервалы обслуживания, в связи с тем что в стране большинство автомобилей эксплуатируется в тяжелых условиях, в том числе эксплуатация в крупных городах, езда на короткие расстояния, простой в заторах, поэтому ресурс автомобиля вырабатывается активнее. В первую очередь это влияет на периодичность замены масла и фильтров.

Стандартным для большинства легковых автомобилей (в том числе зарубежных) в России считается интервал обслуживания от 10 000 до 15 000 км. Несмотря на это отдельные дилеры по продаже автомобилей и автовладельцы самостоятельно уменьшают периодичность обслуживания, указанную в сервисной книжке, ссылаясь на тяжелые условия эксплуатации и низкое качество масла и топлива.

Таблица 2
Интервалы технического обслуживания разных моделей

Table 2
Maintenance intervals for different models

Интервалы технического обслуживания разных моделей (лет / км)*			
	Россия	Европа	США
Kia Cerato/Forte	1 / 15 000	2 / 30 000	12000
Toyota Camry	10 000	15 000	16 000
BMW 5	1 / 15 000	2 / 30 000	16 000
Nissan Qashqai/Roque Sport	1 / 15 000	1 / 20 000	8 000
Mazda CX-5	1 / 15 000	1 / 20 000	1 / 12 000
VW Tiguan	1 / 15 000	2 / 30 000	16 000
Mitsubishi Outlander	1 / 15 000	1 / 20 000	0,5 / 12 000
Jeep Grand Cherokee	1 / 12 000	1 / 20 000	1 / 16 000
Mercedes GLE	15 000	1 / 25 000	16 000

³ Регламент технического обслуживания ВАЗ [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.avtogermes.ru/servis/lada/obslyuzhivanie/reglament-to/>

⁴ Сервисная книжка автомобиля «Хендай-Солярис».

⁵ Регламент технического обслуживания Toyota [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://msk-japan.ru/articles/toyota/> (дата обращения: 06.01.21)

⁶ Сервисная книжка автомобиля «Мазда-6».

⁷ Как обслуживают машины в России, Европе и США [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.autonews.ru/news/5eedc7c19a7947365444e4c4/>

Интервалы обслуживания для тех же моделей больше в европейских странах и достигают 20 000–30 000 км. Это связано с ограничением скорости, дисциплиной водителей на дорогах, мягким климатом, а также качественным топливом и маслом.

Что касается США, то интервалы обслуживания автомобилей в стране аналогичны российским, иногда и меньше. Особенностью обслуживания техники в США является частая замена масла (через 5 000–8 000 км), при этом используют недорогие минеральные масла.

При эксплуатации автомобиля в тяжелых условиях рекомендуется уменьшить периодичность обслуживания в 2 раза.

К тяжелым условиям относятся:

- запылённая местность;
- использование прицепа;
- движение на малых скоростях или работа на холостом ходу;
- эксплуатация в условиях низких температур;
- поездки на небольшие расстояния;
- эксплуатация в холмистой или гористой местности;
- движение в основном на высоких скоростях;
- эксплуатация автомобиля с частыми остановками и разгонами;
- эксплуатация автомобиля вне дорог [3, 4].

Для условий региона Республики Дагестан особое внимание необходимо уделить таким факторам, как «эксплуатация в холмистой или гористой местности» и «запылённая местность».

При эксплуатации автомобилей в горных условиях, в отличие от равнинных условий, характерно повышение нагрузки на двигатель на 30–40%, увеличение времени работы двигателя на холостом ходу в связи с интенсивным торможением автомобиля на спусках [5].

В Республике Дагестан из общей протяженности 9830 км автомобильных дорог к горным относятся 7776 км, т. е. почти 80% дорог. При этом 96% от всех дорог относятся к третьей–пятой категории и вне категории.

Дороги местного значения составляют 7150 км, т. е. 73% от общей протяженности. А это, как правило, дороги, где имеется большое количество пыли и грязи. Аналогичная картина наблюдается и в целом по России.

В связи с изложенным условия эксплуатации автомобилей в РД можно считать тяжелыми и учитывать данный фактор при выборе (или расчете) интервалов замены масла.

В регламенте обслуживания автомобилей ВАЗ–Лада (передний привод) указано: «завод изготовитель рекомендует заменять масло в двигателе и масляный фильтр через 15 тыс. км пробега или один год эксплуатации (в зависимости от того, что наступит раньше). При частых поездках на небольшие расстояния и если ваш автомобиль эксплуатируется в тяжелых условиях, рекомендуется заменять масло и фильтр через 7–10 тыс. км».

Анализ показывает, что кроме перечисленных выше условий эксплуатации на интервал замены масла влияют такие факторы, как возраст автомобиля, состояние двигателя, качество моторного масла и качество топлива⁸ [6, 7, 8, 9, 10, 11].

С целью повышения качества моторного масла рекомендуется использование многофункциональных, специализированных присадок к маслу [12, 13, 14, 15].

Применение качественного масла позволяет увеличить не только срок службы двигателя, но и повысить интервал между заменами почти вдвое. В настоящее время в России часто встречаются в продаже неоригинальные, поддельные масла, которые трудно отличить от заводских. Это вводит в заблуждение владельцев транспорта и приводит к снижению ресурса двигателя.

Современные производители масла все время совершенствуют свою продукцию. Так, например, производители моторного масла Castrol и Mobil (категории SN классификации по API) рекомендуют соблюдать интервал замены масла даже в российских условиях 15 000–20 000 км, ссылаясь на полученные результаты испытаний (не лабораторные, а на машинах такси) на автомобилях Mercedes-Benz 200, Scoda Octavia⁹.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксплуатационные испытания, проведенные для автомобилей Mercedes-Benz, работающих на междугородних перевозках, показали возможность повышения периодичности замены масла с 60 до 80 тыс. км при использо-

⁸ Экспертиза моторных масел: губительный застой [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.zr.ru/content/articles/589662-ekspertiza-masel-gubitelnyj-zastoj/>

⁹ Почему в Европе меняют масло раз в 30 000 км, а в России – раз в 10 000. На нас просто наживаются? [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://zen.yandex.ru/media/imperfect_writer/

вании высококачественного моторного масла. В процессе испытания проводился дополнительный промежуточный контроль состояния моторного масла и двигателя [16]. Аналогичные испытания, проведенные для моторного масла серии G-Profi производства ООО «ГПН-СМ» (категории CI-4 классификации по API), показали, что межсервисный интервал замены моторного масла дизельных двигателей может быть увеличен [17, 18, 19, 20].

Качество применяемого топлива оказывает существенное влияние на ресурс моторного масла. При этом определяющим фактором является содержание серы в бензине. При превышении содержания серы более 50 ppm бензин не рекомендуется применять. В противном случае при сгорании бензина сера, соединяясь с парами воды, образует серную кислоту, которая резко увеличивает кислотное число и вызывает уменьшение щелочного числа, что характеризует срабатываемость присадок моторного масла¹⁰.

На территории России, в том числе и в РД, на автозаправочных станциях нередко предоставляют топливо, не соответствующее предъявляемым к нему требованиям.

При применении бензина с низким содержанием серы щелочные присадки, содержащиеся в масле, в основном нейтрализуют продукты окисления масла и защищают его от окисления. При этом расход щелочных присадок на нейтрализацию продуктов сгорания бензина снижается. Следовательно, интервал замены моторного масла заметно возрастает [21, 22].

Применение газового топлива увеличивает срок службы моторного масла, но в сервисных книжках автомобилей и руководствах по эксплуатации не указано, что при использовании газового топлива можно увеличить интервал замены масла¹¹ [23].

В настоящее время выпускаются автомобили с газовыми двигателями, для которых заводом-изготовителем установлены интервалы замены масла, превышающие те же интервалы при работе на жидком топливе. В частности, на автомобилях «Лада Ларгус» с газобаллонным оборудованием рекомендована замена масла через 20 000 км пробега¹².

Для автомобилей КАМАЗ и автобусов НЕ-ФА3 с газовыми двигателями установлена периодичность замены масла в 20 000–30 000 км в зависимости от марки применяемого масла (моторное масло URSA® ULTRA X SAE 10W-30) [3].

Как определить интервал замены масла? Многие производители автомобилей и моторных масел указывают периодичность замены масла, эти значения в основном средние для оптимальных условий и могут быть указаны как по пробегу, так и по времени. Отдельные производители устанавливают электронный блок управления, который определяет необходимость замены масла на основе таких параметров, как количество холодных пусков двигателя, скорость автомобиля, средние обороты двигателя, температурный режим двигателя и масла. При этом на приборной панели загорается соответствующий индикатор замены масла.

Для определения рационального интервала замены масла можно рекомендовать провести расчёт фактической наработки двигателя в мото-часах с учетом условий эксплуатации автомобиля. Нарботка – это более точный показатель работы двигателя, чем пробег [4].

Существует несколько способов расчета наработки в мото-часах:

- На немецких автомобилях (Мерседес, BMW) бортовой компьютер рассчитывает параметр и выводит необходимую информацию на монитор.

- *Расчет по средней скорости движения.* Данная методика применима не для всех марок автомобилей. Целесообразно использовать в том случае, когда бортовой компьютер отображает среднюю скорость за определенный период времени (километраж). Для получения объективных данных необходимо проехать более 1500–2000 км. Расчет мото-часов проводим по следующей формуле: $S = V \times M$, где S – интервал замены масла в километрах, V – средняя скорость автомобиля, M – количество мото-часов до выработки рабочего ресурса масла. Например, средняя скорость автомобиля – 30 км/ч, а в двигатель заливается синтетическое масло с ресурсом в 350 мото-часов. В таком случае $30 \times 350 = 10500$ км. После указанного пробега необходима замена масла.

¹⁰ Через сколько менять масло в двигателе? [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://motorist.guru/sovety/cherez-skolko-menyat-maslo-v-dvigatеле.html/>

¹¹ Золотницкий В.А. Автомобильные газовые топливные системы. Издательство «АСТ», 2007. 128 с.

¹² ГБО на метане на «Лада Ларгус» и обзор опыта его эксплуатации [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://idoit.ru/2018/03/29/gbo-na-metane-lada-largus/>

Одинаковый пробег автомобилей по трассе и в городе в пересчете на мото-часы может значительно различаться¹³.

Ресурс моторного масла существенно зависит от режима движения автомобилей. Загородный режим эксплуатации автомобилей способствует повышению ресурса моторного масла в 2–3 раза по сравнению с городским циклом при работе на бензине и в 2 раза при работе на газовом топливе. Эксплуатация автомобиля в условиях трассы отличается стабильностью нагрузок на двигатель и плавными режимами движения [24].

Данные API (American Petroleum Institute) показывают соответствие типа масла и мото-часов, а именно: минеральное – 150, полусинтетическое – 250, эстеровое – от 400 до 450, на основе полиальфаолефинов – от 350 до 400 мото-часов.

- *Расчет на основе расхода топлива.* Для этого нужны данные о нормативе расхода топлива для автомобиля в смешанном цикле и рекомендуемая производителем периодичность замены масла в километрах. Масло нужно менять после израсходования указанного количества топлива.

- Использование специальных датчиков (рисунок 1).



Рисунок 1 – Датчик измерения времени работы двигателя (мото-часов)

Figure 1 – Sensor for measuring engine operating time (engine hours)

Известны следующие виды датчиков:

1. Электромеханические и электронные (датчики считают время работы двигателя без учета оборотов коленчатого вала). Подключен к автомобильной розетке и работает при включенном зажигании.

2. Вибрационный. Датчик закрепляется на двигатель, при запуске автомобиля сенсор воспринимает вибрации от двигателя и срабатывает. Не учитывает обороты коленчатого вала.

3. Импульсный. Имеет встроенный тахометр. Подключается к системе зажигания и срабатывает при подаче импульсов. Обладает высокой точностью подсчета¹⁴.

Исходя из рекомендаций, интервал замены моторного масла бензиновых двигателей при нормальных условиях эксплуатации составляет от 150 до 450 мото-часов. При этом необходимо учитывать особенности эксплуатации автомобиля, качество заправляемого топлива, тип двигателя, марку масла, характер вождения.

Увеличение межсервисного интервала способствует снижению времени простоев на обслуживание подвижного состава. Это позволяет не только снизить затраты, но также и увеличить продолжительность работы техники. Повышение интервалов замены масла позволяет уменьшить затраты, связанные с утилизацией отработанного масла [24].

Моторные масла по своему составу можно разделить на несколько групп (рисунок 2).

На специальном оборудовании были выполнены ресурсные испытания моторных масел различных марок. Испытания проводились на минимальных оборотах холостого хода (800 об/мин). Через определенные интервалы времени были отобраны пробы масел, проведены замеры их основных физико-химических параметров и анализ динамики изменения. Аналогичные замеры проведены для режима «трасса» в течение 120 мото-часов¹⁵.

Результаты измерений для масла марки MOBIL 1 SUPER 3000 API SN, SAE 5W-40 представлены в таблице 3.

Полученные результаты показывают более интенсивное изменение (ухудшение) физи-

¹³ Срок службы масла в двигателе: по мото-часам или по пробегу [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://krutimotor.ru/resurs-masla-v-dvigatele-i-ego-srok-sluzhby/>

¹⁴ Мото-часы двигателя машины – что это и зачем нужно? [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/rudorogi/motochasy-dvigatelia-mashiny--chto-eto-i-zachem-nujno-5d7b4096aad4363eae52c635/>

¹⁵ Экспертиза моторных масел: губительный застой [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.zr.ru/content/articles/589662-ekspertiza-masel-gubitelnyj-zastoj/>

Группа базового масла	Содержание серы, %	Содержание предельных углеводородов, %	Индекс вязкости
Группа I	>0,03	< 90	80-120
Группа II	≤0,03	≥90	80-120
Группа III	≤0,03	≥90	>120
Группа IV	Поли-альфа-олефины		
Группа V	Другие, не вошедшие в группы I-IV (сложные спирты и эфиры)		

Рисунок 2 – Группы моторных масел по составу по API

Figure 2 – Groups of motor oils by composition according to API

Таблица 3
Результаты измерений базовых физико-химических параметров для масла марки Mobil

Table 3
Measurement results of basic physical and chemical parameters for Mobil brand oil

Наименование параметра	Мото-часы, режим «трасса»				Мото-часы, режим «пробки»				Начальное значение	Предельное значение
	5	40	70	120	5	40	70	120		
Кинематическая вязкость при 100°C, сСт (норма 12,5...16,3)	13,33	13,41	13,69	14,21	12,78	13,35	14,46	16,01	14,1	12,5–16,3
Уменьшение щелочного числа, мг КОН/г (лучше-меньше)	0,4	1,2	1,9	2,9	0,5	1,3	2,4	3,1	10,01	не более 5,0
Изменение кислотного числа, мг КОН/г (лучше-меньше)	0,10	0,35	0,75	1,10	0,15	0,40	0,85	1,25	2,32	не более 2,38
Температура вспышки в открытом тигле, °C (лучше-больше)	217	210	199	195	212	209	194	187	220	не ниже 170

ко-химических свойств масла в процессе эксплуатации автомобиля в режиме «пробки» в отличие от режима «трасса».

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует отметить, что рекомендации по замене масла через мото-часы не являются универсальными, а применяются в основном для нормальных условий эксплуатации в режимах «город» и «трасса». Полученные результаты необходимо корректировать в зависимости от условий эксплуатации, в частности дорожно-климатических условий, запыленности дорог, манеры вождения. Таким образом, в настоящее время актуальной является задача

по оптимизации интервалов обслуживания автомобилей для конкретных условий эксплуатации. Например, только в Республике Дагестан условия эксплуатации могут отличаться в разных районах.

Исследования показывают, что определяющими факторами работоспособности (долговечности) масла является качество масла, а также условия эксплуатации.

Сущность проведенных авторами исследований (эксперимента) заключается в следующем. Первоначально были отобраны образцы: автомобили-такси марки «Лада Гранта», эксплуатирующиеся в г. Махачкале, в загородной зоне, горных районах и низменности.

Таблица 4
Рекомендации по замене масла по наработке для различных условий РД

Table 4
Recommendations for oil change by operating time for different RD conditions

Район Республики Дагестан (автомобильные дороги)	Рекомендуемая наработка для замены масла бензинового двигателя легкового автомобиля (категория SN классификации по API), мото-часов, не более		
	Нормальные условия эксплуатации подвижного состава, для моторных масел		
	минеральные масла	полусинтетические	синтетические масла
Пригородные и загородные районы, равнинная местность Республики Дагестан (дороги с асфальтобетонным покрытием)	150	250	350
	Сложные условия эксплуатации подвижного состава, для моторных масел		
	минеральные масла	полусинтетические масла	синтетические масла
г. Махачкала, горные и предгорные районы РД, Кизлярский, Бабаюртовский и Ногайский районы (и другие низменные районы, имеющие дороги V категории – с щебеночным, гравийным и грунтовым покрытием, а также без покрытия)	100	200	300

Эксперимент проводился на автомобилях, использующих минеральное, полусинтетическое и синтетическое масло (категория SN классификации по API). По показаниям одометров, через каждые 2000 км проверялось состояние моторного масла с использованием экспресс-лаборатории серии ECON. Одновременно проводился расчет фактической наработки двигателя в мото-часах. В последующем проводился сравнительный анализ и оценка полученных результатов.

На основе анализа данной проблемы разработаны рекомендации по замене масла бензиновых двигателей (категория S классификации по API) с учетом наработки для различных условий Республики Дагестан (таблица 4). При разработке рекомендаций за основу взяты условия эксплуатации, которые разнообразны в пределах региона, а также основные виды моторных масел по составу.

Таким образом, на основе анализа и исследования данного вопроса авторами предлагается:

1. Для транспортных средств Республики Дагестан, эксплуатирующихся в различных условиях и режимах, использовать рекомендации по замене масла для бензиновых двигателей MOBIL 1 SUPER 3000 API SN, SAE 5W-40 с учетом наработки, приведенной в таблице 4.
2. Использовать технические средства

для расчета фактически отработанного двигателем времени с целью определения интервала замены масла.

В заключение следует отметить, что определение интервалов обслуживания автомобилей для различающихся условий эксплуатации, в частности замена масла по фактической наработке двигателя в мото-часах, позволяет поддерживать исправное техническое состояние подвижного состава и минимизировать затраты на материальные и трудовые ресурсы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абакаров А.А. Оптимизация периодичности технического обслуживания автомобилей // Автосервис. 2017. №2. С.20–27.
2. Жигадло А.П., Серков А.П., Корнеев С.В., Буравкин Р.В. Влияние массы моторного масла, наносимого на фильтровальную бумагу, на оценку его показателей // Вестник СибАДИ. 2017. №6 (58). С. 30–36. DOI: [https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-6\(58\)-30-36](https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-6(58)-30-36).
3. Абакаров А.А. Оптимизация периодичности технического обслуживания современных легковых автомобилей // Автотранспортное предприятие. 2015. № 7. С.21–25.
4. Хазиев А.А. Причины снижения ресурса моторного масла при эксплуатации современных легковых автомобилей // Вестник МАДИ. 2014. №4 (39). С. 11–17.
5. Остриков В.В., Сазонов С.Н., Вязинкин В.С., Забродская А.В., Жерновников Д.Н. Удаление

загрязнений из системы смазки двигателей тракторов // Наука в Центральной России. 2019. № 4 (40). С.88–97. DOI: 10.35887/2305-2538-2019-4-88-97.

6. Остриков В.В., Сазонов С.Н., Сафонов В.В., Балабанов В.И., Вигдорович В.И. Оценка составов и свойств пластичных смазок на основе отработанных масел // Химия и технология топлив и масел. 2017. №2. С.7–12.

7. Ostrikov V.V., Sazonov S.N., Balabanov V.I., Safonov V.V. Manufacturing of greases based on deep-cleaned spent mineral and synthetic motor oils. *Petroleum Chemistry*. 2017. №8. С.705-713. DOI: 10.1134/S0965544117080096.

8. Ostrikov V.V., Sazonov S.N., Safonov V.V., Roshchin A.V., Khokhlov S.S., Kutkin A.V., Balabanov V.I. Study of the mechanism of the transformation and transfer of contact layers in the lubricating medium–surface tribopair system. *Russian journal of physical chemistry* 2018. №2. С.336-342. DOI: 10.1134/S1990793118020094

9. Сафонов В.В., Остриков В.В., Венскаяйтис В.В., Сафонов К.В., Азаров А.С. Синтез и изучение свойств стабилизатора металлического порошка в смазочной композиции // Инженерные технологии и системы. 2019. №1. С.108–123. DOI: 10.15507/2658-4123.029.201901.108-123.

10. Ostrikov V.V., Afonichev D.N., Orobinskii V.I., Balabanov V.I. Removal of aging products from working motor oils without draining them from engine crankcases. *Chemistry and technology of fuels and oils*. 2020. №1. С.347-351. DOI: 10.1007/s10553-020-01162-2.

11. Дмитриевский А.Л., Кудрин А.Б., Иванов П.И., Камакина М.В. Влияние присадок на свойства масла в двигателе автомобиля // Вестник МАДИ. 2014. №2 (57). С. 3–10.

12. Gulaliyev I.D., Veliyeva S.M. Synthetic sulfonate additives for motor oils. *Журнал: Азербайджанский химический журнал*. 2020. №1. С.32-35. DOI: 10.32737/0005-2531-2020-1-32-35.

13. Гаркунов Д.Н., Бабель В.Г., Мельников Э.Л., Щедрин А.В., Миняева Л.Х., Бабель А.Л. Металло-содержащие противозносные противозадирные присадки к моторным маслам двигателей внутреннего сгорания // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2020. №4. С.17–24. DOI: 10.31044/1684-2561-2020-0-4-17-24.

14. Данилов А.М., Бартко Р.В., Антонов С.А. Современные достижения в области применения и разработки присадок к смазочным маслам (обзор) // Нефтехимия. 2021. №1. С.43–51. DOI: 10.31857/S0028242121010032.

15. Мачехин Н.Ю., Ширлин И.И., Пашукевич С.В. Особенности эксплуатации техники при использовании высококачественных моторных масел с увеличенными интервалами замены // Вестник СибАДИ. 2019. №4(68). С. 446–454. DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2019-4-446-454>.

16. Корнеев С.В., Пашукевич С.В., Савоськин А.С., Ширлин И.И. Изменение характеристик моторного масла при эксплуатации двигателей Cummins автобусного парка г. Омска // Вестник СибАДИ. 2017.

№2(54). С. 66–70. DOI: [https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-2\(54\)-66-70](https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-2(54)-66-70).

17. Baskov, V., Ignatov, A., Polotnyanshikov, V. (2020). Assessing the influence of operating factors on the properties of engine oil and the environmental safety of internal combustion engine. *Transportation Research Procedia*, 50 37-43. doi:10.1016/j.trpro.2020.10.005.

18. Boryaev, A., Malygin, I., Marusin, A. (2020). Areas of focus in ensuring the environmental safety of motor transport. *Transportation Research Procedia*, 50, 68-76.10.1016/j.trpro.2020.10.009.

19. Корнеев С.В., Пашукевич С.В., Тришкин А.О., Буравкин Р.В. Изменение характеристик моторных масел в газопоршневых двигателях большой мощности // Вестник СибАДИ. 2017. №4-5 (56-57). С. 36–42. DOI: [https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-4-5\(56-57\)-36-42](https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-4-5(56-57)-36-42).

20. Корчагин Р.К. Увеличение интервалов замены масел как способ оптимизации расходов // Уголь. 2017. Март.

21. Остриков В.В., Вигдорович В.И., Сафонов В.В., Картошкин А.П. Разработка технологического процесса и состава промывочного масла для дизельных двигателей // Химия и технология топлив и масел. 2018. №1. С.17–19.

22. Kapustin, A., Vorobiev, S., Gordienko, V., Marusin, A. (2020). Method for improving the safety of diesel vehicles when operating on gas engine fuel (gas diesel engines). *Transportation Research Procedia*, 50, 226-233. 10.1016/j.trpro.2020.10.028.

23. Ширлин И.И., Колунин А.В., Гельвер С.А., Иванников А.А. Влияние условий эксплуатации автомобилей на ресурс работы моторного масла // Вестник СибАДИ. 2013. № 4. (32).

24. Маммадли Р.Ш. Метод определения степени деградации отработанного моторного масла // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. 2020. №1. С.69–71. DOI: 10.15593/2224-9400/2020.1.06.

REFERENCES

1. Abakarov A. A. Optimizacija periodichnosti tehničkog obsluživanja avtomobilej [Optimization of the periodicity of car maintenance]. *Auto Repair*. 2017. 2 pp. 20-27.

2. Zhigadlo A. P., Serkov A. P., Korneev S. V., Buravkin R. V. Vlijanie massy motornogo masla, nanosimogo na fil'troval'nuju bumagu, na ocenku ego pokazatelej [Influence of the mass of motor oil applied to filter paper on the assessment of its indicators]. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2017. №6 (58). PP. 30-36. DOI: [https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-6\(58\)-30-36](https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-6(58)-30-36). (In Russian)

3. Abakarov A. A. Optimizacija periodichnosti tehničkog obsluživanja sovremennyh legkovykh avtomobilej [Optimization of the frequency of maintenance of modern passenger cars]. *Motor transport company*. 2015. July, pp. 21-25. (In Russian)

4. Khaziev A. A. Prichiny snizhenija resursa

motornogo masla pri jekspluatacii sovremennyh legkovykh avtomobilej [Reasons for reducing the resource of motor oil in the operation of modern passenger cars]. *Herald of MADI*. 2014. No. 4 (39): 11-17. (In Russian)

5. Ostrikov V. V., Sazonov S. N., Patinkin V. S., A. V. Zabrodskaya, Ternovnik D. N. Udalenie zagriznenij iz sistemy smazki dvigatelej traktorov [Remove impurities from lubrication system of engines of tractors]. *Science in Central Russia*. 2019. No. 4 (40): 88-97. DOI: 10.35887/2305-2538-2019-4-88-97. (In Russian)

6. Ostrikov V. V., Sazonov S. N., Safonov V. V., Balabanov V. I., Vigdorovich V. I. Ocenka sostavov i svojstv plastichnykh smazok na osnove otrabotannykh masel [Evaluation of compositions and properties of plastic lubricants based on used oils]. *Journal: Chemistry and Technology of Fuels and Oils*. 2017. 2: 7-12. (In Russian)

7. Ostrikov V. V., Sazonov S. N., Balabanov V. I., Safonov V. V. Manufacturing of greases based on deep-cleaned spent mineral and synthetic motor oils. *Petroleum Chemistry*. 2017. 8: 705-713. DOI: 10.1134/S0965544117080096.

8. Ostrikov V.V., Sazonov S.N., Safonov V.V., Roshchin A.V., Khokhlov S.S., Kutkin A.V., Balabanov V.I. Study of the mechanism of the transformation and transfer of contact layers in the lubricating medium–surface tribopair system. *Russian journal of physical chemistry B*. 2018. 2. 336-342. DOI: 10.1134/S1990793118020094

9. Safonov V. V., Ostrikov V. V., Venskaitis V. V., Safonov K. V., Azarov A. S. Sintez i izuchenie svojstv stabilizatora metallicheskogo poroshka v smazochnoj kompozicii [Synthesis and study of properties of a metal powder stabilizer in a lubricant composition]. *Journal: Engineering Technologies and Systems*. 2019. No. 1. pp. 108-123. DOI: 10.15507/2658-4123.029.201901.108-123.

10. Ostrikov V.V., Afonichev D.N., Orobinskii V.I., Balabanov V.I. Removal of aging products from working motor oils without draining them from engine crankcases. *Journal: Chemistry and technology of fuels and oils*. 2020. no. 1. pp. 347-351. DOI: 10.1007/s10553-020-01162-2

11. Dmitrevsky A.L., Kudrin A.B., Ivanov P.I., Kamakina M.V. Vlijanie prisadok na svojstva masla v dvigatele avtomobilja [Influence of additives on the properties of oil in the automobile engine]. *Herald of MADI*. 2014. 2 (57): 3-10. (In Russian)

12. Gulaliyev I.D., Veliyeva S.M. Synthetic sulfonate additives for motor oils. *Journal: Azerbaijan Chemical Journal*. 2020. No. 1. pp. 32-35. DOI: 10.32737 / 0005-2531-2020-1-32-35.

13. Garkunov D. N., Babel V. G., Melnikov E. L., Shchedrin A.V., Minyazeva L. Kh., Babel A. L. Metallosoderzhashhie protivoznosnye protivozadirnye prisadki k motornym maslam dvigatelej vnutrennego sgoraniya [Metal-containing anti-wear extreme pressure additives for engine oils of internal combustion engines]. *Repair. Recovery. Modernization*. 2020. 4: 17-24. DOI: 10.31044/1684-2561-2020-0-4-17-24. (In Russian)

14. Danilov A.M., Bartko R. V., Antonov S. A.

Sovremennye dostizhenija v oblasti primeneniya i razrabotki prisadok k smazochnym maslam (obzor) [Modern achievements in the field of application and development of additives to lubricating oils (review)]. *Petrochemistry*. 2021; 61(1): 43-51. DOI: 10.31857/S0028242121010032. (In Russian)

15. Machekhin N. Yu., Shirin I. I., Pashukevich S. V. Osobennosti jekspluatacii tehniki pri ispol'zovanii vysokokachestvennykh motornykh masel s uvelichennymi intervalami zameny [Features of operation of equipment when using high-quality motor oils with extended replacement intervals]. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2019. 4(68): 446-454. DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2019-4-446-454>.

16. Korneev S. V., Pashukevich S. V., Savoskin A. S., Shirin I. I. Izmenenie harakteristik motornogo masla pri jekspluatacii dvigatelej Cummins avtobusnogo parka g. Omska [Changes in the characteristics of engine oil in the operation of Cummins engines of the Omsk bus fleet]. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2(54): 66-70. DOI: [https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-2\(54\)-66-70](https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-2(54)-66-70).

17. Baskov, V., Ignatov, A., Polotnyanshikov, V. Assessing the influence of operating factors on the properties of engine oil and the environmental safety of internal combustion engine. *Transportation Research Procedia*, 2020. 50 37-43. doi:10.1016/j.trpro.2020.10.005.

18. Boryaev, A., Malygin, I., Marusin, A. (2020). Areas of focus in ensuring the environmental safety of motor transport. *Transportation Research Procedia*, 50, 68-76. 10. 1016/ 2020. 10. 009.

19. Korneev S. V., Pashukevich S. V., Trishkin A. O., Buravkin R. V. Izmenenie harakteristik motornykh masel v gazoporshnevnykh dvigatel'jah bol'shoj moshnosti [Changing the characteristics of motor oils in high-power gas-piston engines]. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2017; 4-5 (56-57): 36-42. DOI: [https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-4-5\(56-57\)-36-42](https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-4-5(56-57)-36-42).

20. R.K. Korchagin. Uvelichenie intervalov zameny masel kak sposob optimizacii rashodov [Increasing oil change intervals as a way to optimize costs]. *Coal*. 2017. March.

21. Ostrikov V. V., Vigdorovich V. I., Safonov V. V., Kartoshkin A. P. Razrabotka tehnologicheskogo processa i sostava promyvochnogo masla dlja dizel'nykh dvigatelej [Development of the technological process and composition of washing oil for diesel engines]. *Journal: Chemistry and Technology of Fuels and Oils*. 2018. 1: 17-19.

22. Kapustin, A., Vorobiev, S., Gordienko, V., Marusin, A. Method for improving the safety of diesel vehicles when operating on gas engine fuel (gas diesel engines). *Transportation Research Procedia*, 50, 226-233. 10.1016/j.trpro.2020.10.028.

23 Shirin I. I., Kolunin A.V., Gelver S. A., Ivannikov A. A. Vlijanie uslovij jekspluatacii avtomobilej na resurs raboty motornogo masla [Influence of automobile operating conditions on the engine oil service life]. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2013; 4 (32). (In Russian)

24. Mammadli R. S. Metod opredelenija stepeni degradacii otrabotannogo motornogo masla [Method for determining the degree of degradation of used engine oil]// Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. *Chemical technology and biotechnology*. 2020; 1:69-71. DOI: 10.15593/2224-9400/2020.1.06.

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Абакаров А.А. *Формулировка направления и темы исследования. Концептуализация, формулирование и исследование научной гипотезы, управление проектом. Формулирование проблемы исследований. Руководство процессом разработки темы. Выбор методологии и методов исследования (40%).*

Игитов Ш.М. *Обзор результатов предшествующих исследований. Постановка задач исследований. Обозначение алгоритма аналитических исследований. Формулировка результатов и выводов. Валидация данных, курирование и рецензирование результатов, корреспонденция данных с иностранными авторами (40%).*

Абакаров Али А. *Проверка теоретических предположений, аналитика результатов исследования, редактирование, формирование выводов (20%).*

COAUTHORS' CONTRIBUTION

1. Abakar A. Abakarov, *formulation of the direction and topic of the study, conceptualization, formulation and research of a scientific hypothesis, project management, formulation of the research problem, guide the theme development process, choice of research methodology and methods (40%);*

2. Shamil M. Igitov, *review of the results of previous studies, setting research objectives, the designation of the analytical research algorithm, formulation of results and conclusions, data validation, guide and review of results, data correspondence with foreign authors. (40%).*

3. Ali A. Abakarov, *verification of theoretical assumptions, analysis of research results, editing, drawing conclusions. (20%).*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Абакаров Абакар Адамкадиевич – канд. техн. наук, доц. кафедры «Автомобильный транспорт и дорожное хозяйство» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», Махачкалинский филиал (367008, г. Махачкала, пр. И. Шамиля, д. 1, e-mail: abakarmadi@list.ru).

Игитов Шамиль Магомедович – канд. техн. наук, доц. кафедры «Автомобильный транспорт и дорожное хозяйство» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», Махачкалинский филиал (367008, г. Махачкала, пр. И. Шамиля, д. 1, e-mail: shamiligitov@yandex.ru).

Абакаров Али Абакарович – преподаватель ГБПОУ РД «Автомобильно-дорожный колледж», (367026, г. Махачкала, ул. Гайдара Гаджиева (Акушинского), д. 13, e-mail: abakarovali96@mail.ru).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Abakar A. Abakarov, *Cand. of Sci., Associate Professor of the Automobile Transport and Road Facilities Department, Moscow Automobile and Highway State Technical University (MADI), Makhachkala branch, Address: 367008, Russia, Makhachkala, I. Shamil Ave.1, e-mail: abakarmadi@list.ru*

Shamil M. Igitov, *Cand. of Sci., Associate Professor of the Automobile Transport and Road Facilities Department, Moscow Automobile and Highway State Technical University (MADI), Makhachkala branch, Address: 367008, Russia, Makhachkala, I. Shamil Ave.1, e-mail: shamiligitov@yandex.ru*

Ali A. Abakarov, *Teacher, Automobile and Road College, Address: 367026, Russia, Makhachkala, st. Gaidar Gadzhiev (Akushinsky), 13, e-mail: abakarovali96@mail.ru*