

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.017



*Условия эксплуатации,  
автотракторный  
дизельный двигатель,  
периодичность ТО,  
маршрут движения,  
фаза движения, режим  
работы двигателя*

*Operating conditions,  
motor-and-tractor diesel  
engine, maintenance  
periodicity, traffic route,  
phase of movement, engine  
operating condition*

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Б.С. Антропов (фото)

д.т.н., профессор, профессор кафедры автомобильного транспорта

ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», г. Ярославль

В.В. Капралов

к.п.н., старший преподаватель кафедры тактики и общевоеенных дисциплин

В.В. Гумённый

доцент кафедры тактики и общевоеенных дисциплин

В.А. Генералов

преподаватель кафедры тактики и общевоеенных дисциплин  
ФГБУ МО «Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны», г. Ярославль

Периодичность технического обслуживания (ТО) двигателей определяется с учётом не только степени их форсировки по наддуву, но и специфики работы, а именно условий эксплуатации. Под условиями эксплуатации понимается нагрузка автомобилей, дорожные условия (покрытие и холмистость местности), организация движения автомобилей и др. Условия эксплуатации формируют режимы работы двигателей, которые характеризуются в конкретных условиях эксплуатации средними значениями коэффициентов использования мощности ( $K_N$ ) и оборотности ( $K_n$ ) двигателя. Естественно, по значениям указанных коэффициентов можно судить о «тяжести» условий эксплуатации [1].

Коэффициент использования мощности определяется уравнением:

$$K_N = \frac{N_{es}}{N_{en}}, \quad (1)$$

где  $N_{es}$  – среднее значение мощности двигателя при работе в конкретных условиях эксплуатации;

$N_{en}$  – номинальное значение мощности двигателя (при его работе на стенде в заводских условиях по внешней скоростной характеристике).

Коэффициент использования оборотности определяется как:

$$K_n = \frac{n_s}{n_n}, \quad (2)$$

где  $n_s$  – среднее значение числа оборотов коленчатого вала двигателя при его работе в конкретных условиях эксплуатации;

$n_n$  – номинальное значение числа оборотов коленчатого вала двигателя.

Средние значения  $K_N$  и  $K_n$  были определены для двигателей ЯМЗ-8421, ЯМЗ-8401 и их модификаций по результатам режимометрирования их работы на автомобилях и тракторах в конкретных условиях эксплуатации.

Указанная работа была выполнена инженерами-исследователями ИКЦ Ярославского моторного завода (табл. 1).

Как следует из таблицы 1, наиболее нагруженными являются двигатели тракторов и карьерных самосвалов (технологические самосвалы, работающие на вывозке железной руды из карьера до обогатительной фабрики). Принимая во внимание это обстоятельство, периодичность ТО указанных двигателей была несколько сокращена по сравнению с двигателями бортовых автомобилей и седельных тягачей.

Учитывая, что режимомеры – очень сложные и дорогие приборы, требующие для обслуживания высококвалифицированных специалистов, фирмы-изготовители стремятся найти наиболее простые методы количественной оценки условий эксплуатации, которые отсутствуют в действующем Положении [2]. Для указанной цели используются эксплуатационные показатели (средние расходы топлива и скорости движения), а также дорожные условия (интенсивность движения в городских и загородных условиях, оцениваемая количеством движущихся автомобилей в одном направлении в единицу времени; количеством переключений передач на одном километре пройденного пути). Здесь необходимо отметить рекомендации Ярославского ПАО «Автодизель» по периодичности ТО-2 (с заменой масла) на новых двигателях ЯМЗ-534 и ЯМЗ-536 с учётом дорожных условий: на автомобилях, работающих на городских маршрутах, при пробеге 30000 км и на автомобилях, работающих на междугородних и

международных маршрутах, при пробеге 50000 км [3–5].

Следует отметить также рекомендации немецкой фирмы MAN по периодичности замены масла на двигателях седельных тягачей серии TGL-D083.6, поставляемых в Российскую Федерацию [6]. Грузоподъёмность указанных автомобилей 20 т.

Фирма MAN использует систему периодического обслуживания автомобилей, распространённую в настоящее время на автомобилях, выпускаемых западноевропейскими производителями.

Система периодического ТО построена на том, что обслуживания имеют номера ТО-1, ТО-2, ТО- $n$  (где  $n$  – номер последнего ТО перед капитальным ремонтом или отправкой его в металллом). Указанные ТО приурочены к замене масла в двигателе. Так, фирма MAN периодичность проведения очередного ТО (периодичность замены масла) определяет в зависимости от «тяжести» условий эксплуатации автомобиля (а следовательно, и самого двигателя), которые оцениваются значениями среднего эксплуатационного расхода топлива, как это показано в таблице 2.

Корректировка периодичности ТО, указанной в таблице 2, с учётом климатических условий и качества применяемого топлива (по содержанию серы) подробно приведена в работе [6].

Используя значения среднего эксплуатационного расхода топлива ( $Q$ ) автобусов ЛиАЗ-525634 с двигателями ЯМЗ-6563.10 ( $N_e = 169$  кВт и  $G_T = 34$  кг/ч), работающих в условиях Ярославского ОАО «ПАТП-3» на перевозке пассажиров по маршрутам «Ярославль – центры муниципальных образований», проведём оценку «тяжести» условий эксплуатации на указанных маршрутах (табл. 3). Значения  $Q$  определены по данным техотдела ОАО «ПАТП-3» за длительный период эксплуатации (не менее года).

Таблица 1 – Результаты исследования

№ п/п	Наименование двигателя	Дорожные условия	Среднее значение	
			$K_N$	$K_n$
1	Двигатель: - магистрального автомобиля (бортовой автомобиль и седельный тягач)	с твёрдым покрытием	0,5–0,75	0,75–0,8
2	- трактора К-700	пахота	0,8–1,0	0,8–1,0
3	- большегрузного самосвала (типа БелАЗ)	работа в карьере	0,7–0,9	0,7–1,0

Таблица 2 – Зависимость периодичности ТО автомобилей MAN от эксплуатационных условий

Показатель	Условия эксплуатации		
	щадящие	средние	тяжёлые
Расход топлива, л/100 км	менее 23	23–33	более 33
Периодичность ТО, км	60000	42000	24000

На рисунке 1 приведён график значений  $Q$  по маршрутам движения автобусов.

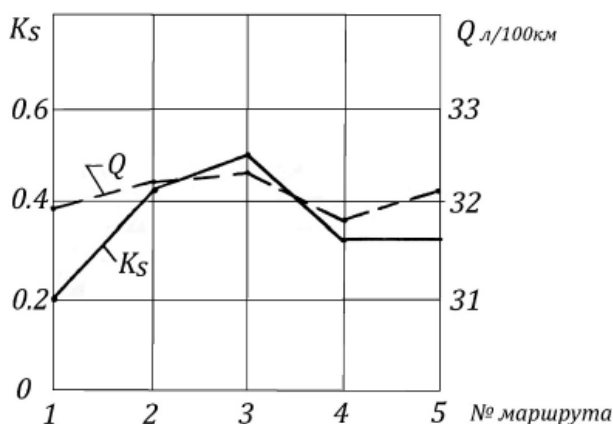
Из графика на рисунке 1 следует, что значения  $Q$  изменяются в довольно узком диапазоне 31,9...32,2 л/100 км, что свидетельствует о невозможности оценить «тяжесть» условий эксплуатации по отдельным маршрутам. Здесь, по мнению авторов, необходимо учитывать достаточно большое количество фиксированных остановок автобусов на отдельных маршрутах при незначительной их протяжённости – 42,9...93,8 км.

Автомобили и автобусы для междугородных перевозок соответственно грузов и пассажиров работают на достаточно протяжённых маршрутах, не имеют частых фиксированных остановок по сравнению с автобусами рассматриваемого предприятия. У магистральных автомобилей наибольшее время занимает фаза установившегося движения (движение примерно с постоянной скоростью). У автобусов ОАО «ПАТП-3» по причине частых фиксированных остановок значительное время занимает фаза движения – «торможение».

Таблица 3 – Эксплуатационные показатели автобусов ЛиАЗ-525634

Маршрут автобуса	Протяжённость маршрута, км	Количество остановок на маршруте*	$Q$ , л/100 км	$K_s$
Ярославль – Рыбинск	93,8	20	31,9	0,21
Ярославль – Тутаев	37,2	16	32,2	0,43
Ярославль – Некрасовское	45,6	22	32,3	0,49
Ярославль – Ростов	54,0	18	31,8	0,33
Ярославль – Гаврилов Ям	42,9	13	32,1	0,33

\* – фиксированные остановки (остановки, оборудованные павильонами – тарифные остановки).

Рисунок 1 – График значений  $Q$  и  $K_s$  по маршрутам автобусов ЛиАЗ-525634

ние – стоянка автобуса при работе двигателя при минимальных оборотах холостого хода – разгон с места», неблагоприятно сказывающаяся на топливной экономичности, экологических показателях и на износе деталей узлов и агрегатов автобусов. Поэтому для учёта рассматриваемых факторов при оценке «тяжести» условий эксплуатации на маршрутах предлагается введение коэффициента  $K_s$ , представляющего отношение количества фиксированных остановок автобуса к протяжённости маршрута в километрах, т.е. количество остановок автобуса, приходящееся на один километр маршрута. Значения коэффициента  $K_s$  приведены в таблице 3, а на рисунке 1 приведено распределение его значений по маршрутам.

Анализ распределения значений на графике рисунка показывает, что его наибольшие значе-

ния приходится на маршруты 2 и 3. На этих же маршрутах имеются несколько повышенные значения расхода топлива ( $Q$ ). Это позволяет сделать вывод о том, что маршруты 2 и 3 являются наиболее «тяжёлыми» для автобусов ЛиАЗ-525634 данного предприятия.

### **Выводы**

При выборе метода оценки условий эксплуатации автотракторных дизельных двигателей необходимо учитывать, среди прочих факторов, наиболее часто используемые фазы движения конкретного автомобиля, от которых зависит режим работы двигателя.

Авторами статьи предложены критерии качественной оценки условий эксплуатации для различных транспортных средств. Так, для оценки «тяжести» условий эксплуатации тракторов при выполнении различных сельскохозяйственных работ (пахота, боронование, посев и др.) целесо-

образно учитывать средний эксплуатационный расход топлива. В этом случае указанный параметр определяется отношением общего расхода топлива в литрах к общему времени выполнения трактором конкретной работы в часах.

Для автобусов, работающих на маршрутах «Ярославль – центры муниципальных образований», как и для аналогичных перевозок в других регионах нашей страны, рассматриваемый параметр малоинформативен. Здесь для оценки их условий эксплуатации имеет смысл использовать коэффициент  $K_5$  – количество остановок, происходящее на один километр маршрута. Для автопредприятий, осуществляющих перевозки пассажиров по указанным маршрутам, рекомендуется проводить плановую ротацию автобусов по маршрутам согласно составленному графику, что позволит усреднить показатели надёжности узлов и агрегатов автобусов (неисправности и отказы) до их капитального ремонта.

### **Литература**

1. Антропов, Б.С. Новые автотракторные дизели ЯМЗ [Текст]: учеб. пособие / Б.С. Антропов, Г.М. Савельев. – Ярославль: ЯИПКП, 1992 – 112 с.
2. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [Текст]. – М.: Транспорт, 1986. – 72 с.
3. Двигатели ЯМЗ-534 и их модификации. Руководство по эксплуатации 534.3902150РЭ [Текст]. – Ярославль: ПАО «Автодизель», 2011. – 240 с.
4. Двигатели ЯМЗ-536 и их модификации. Руководство по эксплуатации 536.3902150РЭ [Текст]. – Ярославль: ПАО «Автодизель», 2013. – 240 с.
5. Антропов, Б.С. Выбор параметров диагностирования деталей цилиндропоршневой группы автомобильных дизельных двигателей [Текст] / Б.С. Антропов, В.В. Капралов, В.В. Гумённый, В.А. Генералов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2020. – № 2(50). – С. 82-84.
6. Антропов, Б.С. Методы снижения трудоёмкости технического обслуживания современных автомобилей [Текст]: учеб. пособие / Б.С. Антропов, Е.И. Кубеев, В.В. Иродов. – Ярославль: Издательство ЯГТУ, 2017. – 76 с.

### **References**

1. Antropov, B.S. Novye avtotraktornye dizeli YAMZ [Tekst]: ucheb. posobie / B.S. Antropov, G.M. Savel'ev. – Yaroslavl': YAIPKPK, 1992 – 112 s.
2. Polozhenie o tekhnicheskom obsluzhivanii i remonte podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta [Tekst]. – M.: Transport, 1986. – 72 s.
3. Dvigateli YAMZ-534 i ih modifikacii. Rukovodstvo po ekspluatcii 534.3902150RE [Tekst]. – Yaroslavl': PAO «Avtodizel'», 2011. – 240 s.
4. Dvigateli YAMZ-536 i ih modifikacii. Rukovodstvo po ekspluatcii 536.3902150RE [Tekst]. – Yaroslavl': PAO «Avtodizel'», 2013. – 240 s.
5. Antropov, B.S. Vybore parametrov diagnostirovaniya detalej cilindroporshnevoj gruppy avtomobil'nyh dizel'nyh dvigatelej [Tekst] / B.S. Antropov, V.V. Kapralov, V.V. Gumennyj, V.A. Generalov // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. – 2020. – № 2(50). – S. 82-84.
6. Antropov, B.S. Metody snizheniya trudoyomkosti tekhnicheskogo obsluzhivaniya sovremennyh avtomobilej [Tekst]: ucheb. posobie / B.S. Antropov, E.I. Kubeev, V.V. Irodov. – Yaroslavl': Izdatel'stvo YAGTU, 2017. – 76 s.