

УДК 504.3.054: 621.43.068.4

## ОЦЕНКА УГАРА МОТОРНОГО МАСЛА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Грякалов Николай Александрович<sup>1</sup>, аспирант

e-mail: [gryakalov1989@yandex.ru](mailto:gryakalov1989@yandex.ru)

Туркин Владимир Антонович<sup>1</sup>, профессор, доктор технических наук

e-mail: [turvla@mail.ru](mailto:turvla@mail.ru)

<sup>1</sup> Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, Новороссийск, Россия

**Аннотация.** Моторное масло при эксплуатации ДВС подвергается окислению, что способствует образованию загрязнений. Процессы старения масла могут быть физическими (загрязнения нерастворимыми примесями) и химическими (окисление и внесение присадок). Целью исследований было определить, какое влияние оказывает уменьшение угара на старение масла. Определение расхода моторного масла на угар производилось ежесуточным замером уровня масла в картере двигателя с помощью оттарированного маслошупа. приведены результаты выполненных в эксплуатационном рейсе замеров расход моторного масла на угар для Cummins K19-DM.

**Ключевые слова:** судно, дизельный двигатель, моторное масло, расход, угар, нагрузка двигателя, коэффициент угара, наработка двигателя.

## ASSESSMENT OF ENGINE OIL LOSS DURING OPERATION OF MARINE DIESEL ENGINES

Gryakalov Nikolai Alexandrovich<sup>1</sup>, Doctoral Student

e-mail: [gryakalov1989@yandex.ru](mailto:gryakalov1989@yandex.ru)

Turkin Vladimir Antonovich<sup>1</sup>, Professor, Doctor of Technical Sciences

e-mail: [turvla@mail.ru](mailto:turvla@mail.ru)

<sup>1</sup> Admiral Ushakov Maritime State University, Novorossiysk, Russia

**Abstract.** When operating an internal combustion engine, engine oil undergoes oxidation, which contributes to the formation of contaminants. Oil aging processes can be physical (contamination with insoluble impurities) and chemical (oxidation and additives). The purpose of the research was to determine the effect of reducing waste on oil aging. Determination of engine oil consumption for waste was carried out by daily measurement of the oil level in the engine crankcase using a calibrated oil probe. The results of measurements of engine oil waste consumption for Cummins K19-DM carried out during an operational flight are presented.

**Keywords:** ship, diesel engine, engine oil, consumption, waste, engine load, burn rate, engine operating hours.

Транспортная деятельность потребляет значительное количество энергии во всем мире, значительная часть которой используется для преодоления трения в механических системах. В частности, двигатели внутреннего сгорания (ДВС) испытывают потери энергии из-за трения и износа движущихся частей, которые могут составлять до 17 – 20% их номинальной выходной мощности [1].

Для минимизации трения и износа в двигателях внутреннего сгорания используются различные моторные масла с разными свойствами. Масло образует смазочную пленку между движущимися частями, уменьшая трение и износ, вызванные контактом между компонентами двигателя. Однако из-за различных тяжелых условий эксплуатации двигателя базовые моторные смазочные масла, полученные из смесей минеральных или синтетических углеводородов, продолжают разрабатываться, чтобы также служить множеству других целей.

Смазочные масла двигателя также способствуют улучшению герметизации между компонентами двигателя, очистке его деталей от сажи, отложений и соединений, разлагающих масло, защите поверхностей компонентов двигателя от коррозии, предотвращению отложений на компоненты двигателя [1, 2].

Поэтому использование только базовых моторных масел не может оптимально удовлетворить всем вышеперечисленным требованиям. В базовое моторное масло добавляются пакеты присадок, содержащие органические или неорганические соединения широкого спектра, такие как модификаторы трения, противоизносные присадки, присадки, улучшающие вязкость, антиоксиданты, моющие и диспергирующие присадки. Таким образом, характеристики моторных масел в различных условиях эксплуатации во многом зависят от свойств этих присадок и составов пакетов присадок [3].

Достижения в области технологий двигателей внутреннего сгорания, такие как более высокие степени сжатия, уменьшение размеров с помощью наддува или турбонаддува, увеличение частоты вращения двигателя, системы старт-стоп, системы последующей обработки выхлопных газов и так далее, требуют от моторных смазочных масел более высоких свойств [4].

В результате базовые моторные масла, содержащие эти присадки, сталкиваются с проблемами обеспечения необходимых фрикционных и противоизносных свойств в условиях высокого давления сгорания и температур, связанных с этими разработками. Это также привело к растущему интересу к экологически чистым присадкам, известным как «зеленые» присадки нового поколения, которые нетоксичны или малотоксичны, биоразлагаемы и совместимы с системами последующей обработки отработавших газов двигателей. Следовательно, использование присадок к моторному маслу стало важнейшей областью исследований и разработок в автомобильной промышленности, направленной на повышение эффективности, долговечности и надежности двигателей внутреннего сгорания.

Исследования влияния всесезонных и маловязких моторных масел на повышение топливной эффективности и надежность двигателя показывают, что снижение вязкости моторного масла эффективно повышает топливную экономичность ДВС [5].

Моторное масло при эксплуатации ДВС подвергается окислению, что способствует образованию загрязнений, ухудшающих свойства масла. Процессы старения масла могут быть физическими (загрязнения нерастворимыми примесями) и химическими (окисление и внесение присадок) [6].

Целью данного исследования было определить, какое влияние оказывает уменьшение угара на старение, а также срабатывание присадок в моторном масле. Одной из целей данной работы было определение влияния модификаторов трения на расход топлива.



Определение расхода моторного масла на угар производилось ежесуточным замером уровня масла в картере двигателя с помощью оттарированного маслошупа с учетом рекомендаций [7].

В таблице 1 и на рисунке приведены результаты выполненных в эксплуатационном режиме замеров расход моторного масла на угар для Cummins K19-DM.

Таблица 1

**Расход моторного масла на угар для Cummins K19-DM**

№ опыта	Нагрузка двигателя, %	Расход топлива, л	Угар моторного масла, л
1	Пуск/прогрев	29,2	0,0260
2	25	29,2	0,0260
3	60	70	0,0623
4	75	87,5	0,0778
5	90	105	0,0934

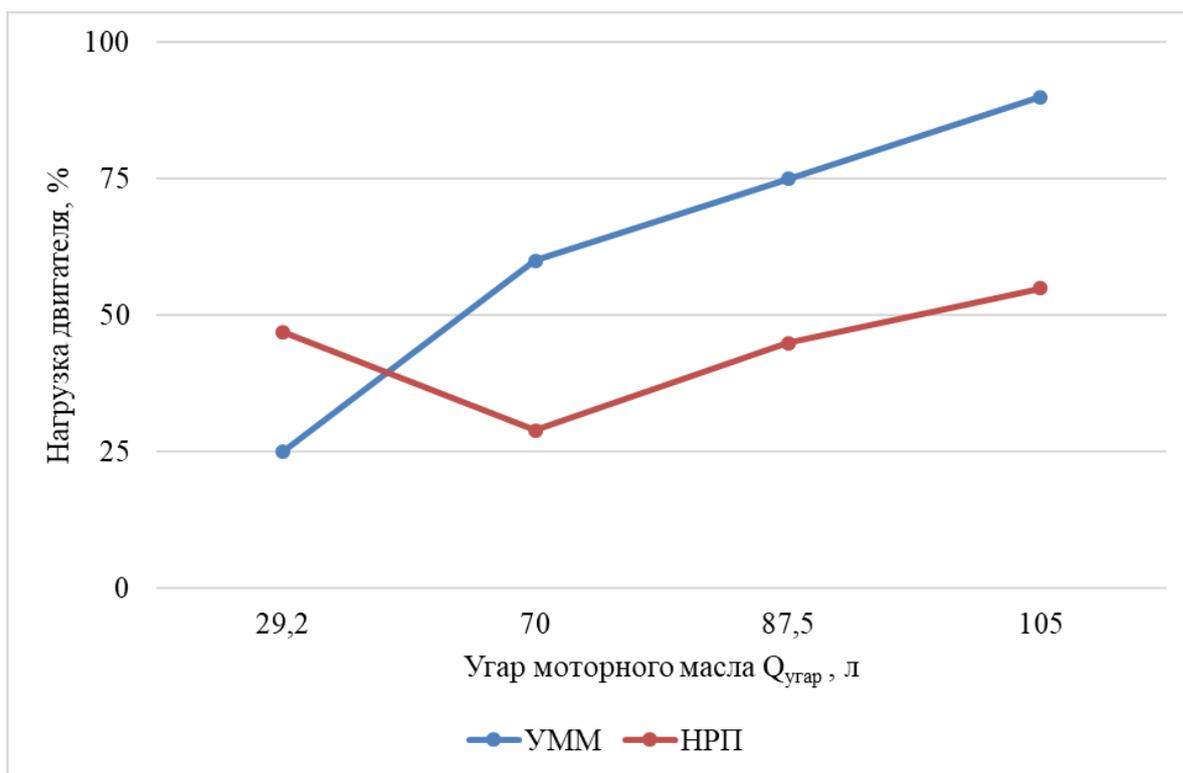


Рисунок 1 – Угар моторного масла в функции нагрузки

По результатам выполненных исследований рассчитан расход моторного масла на угар для Cummins K19-DM.

На основании выполненных работ разработана методика расчета расхода моторного масла на угар с учетом нагрузки, наработки двигателя, расхода топлива. Введен и рассчитан приведенный в таблице 2 коэффициент  $K_T$ , определяющий удельный расход моторного масла на угар, приходящийся на 1 литр расхода топлива.

Значение коэффициента  $K_T$ , может меняться в зависимости от наработки механизма и от его технического состояния.

Зависимость  $K_T$  от наработки ДВС

Наработка ДВС, часы		$K_T$
0	1500	0,00056
1500	3000	0,00073
3000	4500	0,00089
6000	7500	0,00098
7500	9000	0,00126
9000	10500	0,00142

На основании выполненной работы можно сделать вывод, что угар масла зависит от состояния двигателя, износа его деталей (поршневых колец, уплотнительных элементов). С увеличением частоты вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель угар масла возрастает.

Уменьшение расхода масла достигается улучшением рабочего процесса ДВС и качества уплотнений цилиндра-поршневой группы, а также уменьшением интенсивности старения масла использованием перспективных присадок.

Например, металлоплакирующие присадки, состоящие из мягких металлов (меди), уменьшают интенсивность старения масла, а также коэффициент трения [8].

Добавка комплексообразующего агента к смазкам улучшает их смазочные свойства при трении медного сплава по стали [9].

Наибольшая эффективность добавок медьсодержащего порошка проявляется при больших нагрузках вблизи режима сухого трения. Добавление 0,01% наночастиц оксида меди в масло приводит к снижению расхода топлива до 8% на 75% нагрузке [10].

При добавлении наночастиц оксида меди происходит изменение фракционного состава моторного масла, что способствует уменьшению интенсивности испарения моторного масла, а также при использовании металлоплакирующих присадок происходит снижение выбросов NOx; SOx и твердых частиц.

### Список литературы:

1. Can O., Cetin O. Potential use of graphene oxide as an engine oil additive for energy savings in a diesel engine. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. 2023. 48. 101567.
2. Taylor R. I., Mainwaring R., Mortier R.M. Engine Lubricant Trends Since 1990, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*. 2005. 219 (5). 331-346.
3. Rasheed A. K., Khalid M., Rashmi W. Graphene based nanofluids and nanolubricants - review of recent developments, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2016. 63. 346-362.
4. Shao H., Roos J. W., Remias J. E. Evaluation of the role of lubricant additives in emission control. *Lubricants*. 2022. 10 (12). 362.
5. Yulia S. Improving fuel efficiency by selecting the right oil, *Tribology and Lubrication Technology*. 2023. 79 (1). 32-37.
6. Григорьев М.А., Бунаков Б.М., Долецкий В.А. Качества моторного масла и надежность двигателей. – Москва: Издательства стандартов, 1981. – 232 с.
7. Научно-технический отчет по договору № 12-08/003 ТО. На тему «Разработка методики расчета норм расхода моторных масел на угар».
8. Гаркунов Д.Н. Металлоплакирующие смазочные материалы // *Качество и жизнь*. – 2014. – Т. 1, – № 1. – С. 38 – 44.
9. Тесакова М.В., Парфенюк В.И., Годлевский В.А. Триботехнические характеристики



смазочных композиций на основе ультрадисперсных медьсодержащих порошков, полученных электрохимическим методом // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2010. – № 2. – С. 22 – 26.

10. Ashida M., Hisham S., Awang N. W. and other. Copper (II) oxide nanoparticles as additive in engine oil to increase the durability of piston-liner contact // Fuel. 2018. V. 212. P. 656-667.

