

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТИ ДИЗЕЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В НЕСТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ

*Виктор Аулин, Виктор Слонь, Сергей Лысенко, Дмитрий Голуб*

*Кировоградский национальный технический университет*

*Просп. Университетский, 8, Кировоград, Украина.*

*E-mail: Aulin52@mail.ru*

*V. Aulin, V. Slon, S. Lysenko, D. Golub*

*Kirovograd national technical University*

*Ave. University, 8, Kirovograd, Ukraine.*

*E-mail: Aulin52@mail.ru*

**Аннотация.** В статье дана характеристика типов нестационарных условий эксплуатации в зависимости от условий внешней среды, климатических, дорожных, горнотехнических условий, режимов работы. Определены основные параметры. Показано что в нестационарных условиях работают автомобили в сельскохозяйственном производстве, карьерные самосвалы, автомобили с приводом навесного оборудования, автомобили дорожно-строительной и специальной техники.

Разработана методика определения изменения мощности двигателя. Приведены результаты исследований изменения мощности дизеля автомобиля в нестационарных условиях эксплуатации. Дано описание испытательного комплекса исследования влияния композиционного (модифицированного) моторного масла. В комплекс включен компрессор, представленный собой физическую имитационную модель сопряжений дизеля. Исследованию подвергали присадки "НИОД-5", "RoilGold", дисульфид молибдена и предложенную авторами присадку "КГМТ-1". Исследовали как потребляемую, так и эксплуатационную мощность компрессора. Использовали дистанционное управление персональным компьютером и универсальным прибором "цифровой мультиметр ДМК-32". Проведено ряд измерений величин напряжения, тока активной, реактивной и полной мощности, коэффициента мощности  $\cos\phi$ , частоты тока и напряжения. Осуществляли контроль, хранения и передачу на компьютер базы данных.

При исследовании потребляемой мощности выявлено, что самый высокий уровень характеру для работы на базовом моторном масле М10Г<sub>2</sub>к, а самый низкий для работы на модифицированном масле присадками дисульфид молибдена и "КГМТ-1". Общей тенденции выявлено снижения потребляемой мощности при внесении в масло присадок. Характер снижения потребляемой мощности компрессора зависит от типа присадок, их состава и концентрации.

Зафиксировано обратную картину для эксплуатационной мощности. Проведены исследования по-

требляемой мощности при ступенчатом нагружении и разгрузке компрессора. Выявлено, что характер изменения мощности зависит от характера нагружения и разгрузки, а также типа присадки. В целом потребляемая мощность снижается на 11...18 % при модифицировании моторного масла присадками.

**Ключевые слова:** мощность, дизель, нестационарные условия эксплуатации, присадки, нагрузка.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Эксплуатация автомобилей, работающих в нестационарных условиях, является одной из наиболее сложной и динамичной технической системой транспорта, от надежной работы которой зависит не только эффективность их работы, но и смежных производств [1-4].

К нестационарным условиям работы автомобилей можно отнести: непрерывный и знакопеременный нагрузки, «пуск-остановка», «разгон-накат» режим работы; сложный профиль автомобильных дорог (спуски и подъемы с большими углами наклона, наличие серпантинных, затяжных поворотов и т. д.); преимущественное движение автомобиля с грузом на подъеме; движение по временным автомобильным дорогам с щебеночным покрытием и с некачественным состоянием дорогах; эксплуатация самосвалов в условиях запыленности; пробег автомобиля на небольшие дистанции; низкая скорость движения и большие нагрузки; постоянная неравномерная работа двигателя и др. [4].

В указанных условиях работают автомобили в сельскохозяйственном производстве, карьерные самосвалы, автомобили с приводом навесного оборудования, автомобили дорожно-строительной техники, автомобили специальной техники, обслуживающей аэропорты и др. [4-6].

Обобщенная характеристика типов условий эксплуатации [6] указанной техники; приведена на рисунке 1.



**Рис. 1** – Характеристика типов нестационарных условий эксплуатации  
**Fig. 1.** – Characteristics of types of non-stationary operating conditions

Нестационарные условия эксплуатации автомобилей, безусловно, будут влиять на характер изменения свойств моторных масел, их физико-химических показателей качества, дает возможность внести коррективы к необоснованному уменьшению продолжительности технического обслуживания (ТО) и эксплуатации и к использованию масел с неудовлетворительными функциональными свойствами и показателями качества. Указанное обуславливает повышенный износ деталей двигателя [7, 8] и выхода их из строя, особенно во время пуска.

#### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Проблема повышения надежности автомобилей напрямую связана с повышением ресурса моторных масел и обеспечения оптимального уровня их основных свойств и показателей качества. Вопросы проблемы отражены в работах Наглюка И.С., Войтова В.А., Розбаха А.В., Захарова Н.С., Зырянова И.В., Григорьева М.А., Погодаева Л.И., Кузьмина В.Н., Ефимова В.В., и др. [9-11].

Следует отметить, что условия эксплуатации, их влияние на долговечность дизелей и повышения эксплуатационной надежности рассматривались в этих работах, однако не достаточно обос-

нован механизм действия присадки на базовое масло и поверхность трения сопряженных деталей, на изменение внешне-скоростных и технико-экономических характеристик дизелей, работающих в нестационарных условиях эксплуатации [12-16].

#### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью данной работы является исследование влияния модифицирования моторного масла присадками на изменение мощности дизеля автомобилей, работающих в нестационарных условиях.

#### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

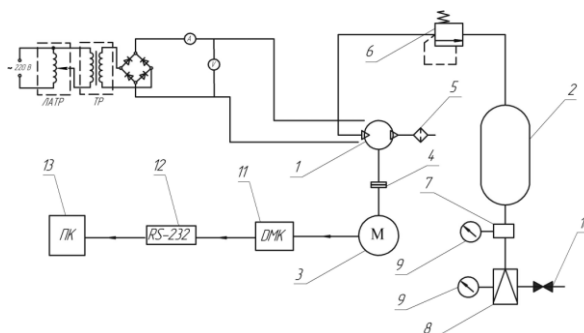
Влияние моторного масла, модифицированного присадками, на характер изменения мощности дизеля проводили на испытательном комплексе, общий вид которого представлен на рис. 2. В состав комплекса входит компрессор Forte-24; как имитационная физическая модель двигателя, и цифровой мультиметр DMK – 32, служащий для измерений, контролирования, сохранения и передачи на компьютер параметров одно-, двух-, и трехфазных сетей.

Принципиальная схема испытательного комплекса приведена на рис. 3.



**Рис. 2** – Общий вид испытательного комплекса исследования влияния композиционного моторного масла на характер изменения мощности дизеля

**Fig. 2.** – General view of the test complex study of the effect of engine oil to the composite nature of the change of power diesel



**Рис. 3.** – Принципиальная схема испытательного комплекса исследования влияния композиционного моторного масла на характер изменения мощности дизеля:

1 – компрессор; 2 – ресивер; 3 – электродвигатель; 4 – вал привода компрессора;

5 – воздушный фильтр; 6 – обратный клапан; 7 – 8 – редукционный клапан;

9 – манометр жидкостный; 10 – выходной клапан; 11 – аналого-цифровой преобразователь; 12 – интерфейс; 13 – персональный компьютер (ПК)

**Fig. 3.** – Schematic diagram of the test facility studies of the effect of engine oil to the composite nature of the changes in the power of a diesel engine:

1 – compressor; 2 – receiver; 3 – motor; 4 – the drive shaft of the compressor;

5 – air conditioner; 6 – non-return valve; 7 – 8 – pressure reducing valve;

9 – liquid manometer; 10 – the outlet valve; 11 – an analog-digital converter; 12 – Interface; 13 – a personal computer (PC)

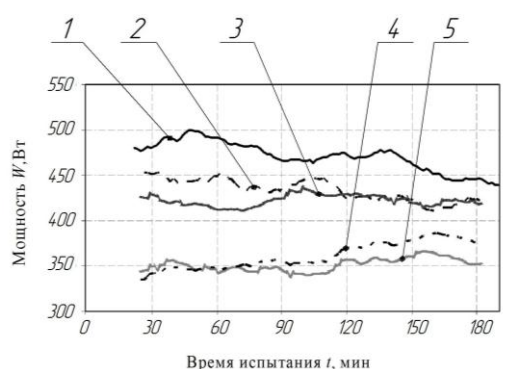
Нагрузки компрессора осуществляли ресивером, в котором благодаря редукционному клапану меняли давление воздуха в диапазоне 1,0 ... 5,0 МПа через промежуток интервала 1 МПа, в течение 50 мин. Сопряжение "гильза цилиндра - поршневое кольцо", обрабатывали моторным маслом М10Г<sub>2</sub>к и маслом с добавлением присадок "НИОД-5", "RoilGold", "КГМТ-1" [17] и дисульфид молибдена. Величину расхода мощности измеряли подключением к электродвигателю измерительного комплекса.

При исследовании характера изменения мощности в трибосопряжениях и воздействия присадок на рабочую поверхность деталей в работе использовали универсальный прибор "цифровой мультиметр ДМК-32", предназначенный для из-

мерения, контроля, хранения и передачи на компьютер параметров и определения напряжения, тока, активной, реактивной и полной мощности, коэффициента мощности  $\cos\phi$ , частоты тока и напряжения.

В режиме дистанционного управления ПК и ДМК-32 подключены через последовательный "Интерфейс RS - 232". Активация последовательного обмена, вывод интерфейса с помощью кабеля витой пары, осуществляется подключением к интерфейсу конвертора, соблюдая полярность выводов [18].

Результаты исследования потребляемой компрессором мощности представлены на рис. 4.

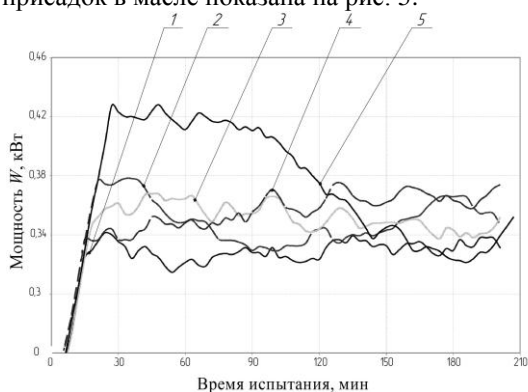


**Рис. 4.** – Характер изменения потребляемой мощности компрессором от продолжительности испытаний при постоянной нагрузке  $P_1 = 0,3$  МПа: 1 - базовое моторное масло М10Г<sub>2</sub>к; масло с присадками: 2 - "Roil Gold", 3 - "НИОД-5"; 4 - "КГМТ-1"; 5 - дисульфид молибдена

**Fig. 4.** – Character of change of power consumption by the compressor on the duration of the test at a constant load  $P_1 = 0.3$  MPa: 1 - engine oil M10Г<sub>2</sub>к; oil additives: 2 - "Roil Gold", 3 - "НИОД-5"; 4 - "КГМТ-1"; 5 - molybdenum disulfide

Можно видеть, что внесение присадок в масло снижает потребляемую мощность в зависимости от их типа, состава и концентрации. После уменьшения интенсивности действия присадок на поверхности трения сопряжения деталей уровень потребляемой компрессором мощности растет.

Зависимость эксплуатационной мощности компрессора от продолжительности испытаний при фиксированной нагрузке с использованием присадок в масле показана на рис. 5.



**Рис. 5** – Зависимость эксплуатационной мощности компрессора от времени испытания при постоянной нагрузке  $P_1 = 0,3$  МПа: 1 – базовое масло М10Г<sub>2</sub>к, 2 – М10Г<sub>2</sub>к + "КГМТ-1"; 3 – М10Г<sub>2</sub>к + Roil Gold; 4 – М10Г<sub>2</sub>к + Ниод-5; 5 – М10Г<sub>2</sub>к + Дисульфид молибдена

**Fig. 5.** – The dependence of the operational capacity of the compressor from the time of the test at a constant load  $P_1 = 0,3$  MPa: 1 - engine oil M10Г<sub>2</sub>к; 2 - M10Г<sub>2</sub>к + "КГМТ-1"; 3 - M10Г<sub>2</sub>к + Roil Gold; 4 - M10Г<sub>2</sub>к + "НИОД-5"; 5 - M10Г<sub>2</sub>к + molybdenum disulfide

Полученные результаты свидетельствуют о различном характере действия присадок на моторное масло и поверхность трения деталей. Выявлено, что присадка дисульфид молибдена предназначена больше для приработки поверхностей деталей ЦПГ, а присадки Roil Gold, Ниод-5 и КГМТ-1 – при эксплуатации. Различаются и характеры изменения потребляемой мощности при нагружении и разгрузке компрессора.

Результаты характера изменения потребляемой мощности при ступенчатом нагружении исследования во времени и использовании модифицированного моторного масла присадками приведены на рис. 6.



**Рис. 6** – Характер изменения мощности, потребляемой компрессором во времени при ступенчатом нагружении: 1 - базовое моторное масло М10Г<sub>2</sub>к; масло с присадками: 2 - "Roil Gold", 3 - "НИОД-5"; 4 - "КГМТ-1"; 5 - дисульфид молибдена;  $P_1 = 0,1$  МПа;  $P_2 = 0,2$  МПа;  $P_3 = 0,3$  МПа;  $P_4 = 0,4$  МПа;  $P_5 = 0,5$  МПа

**Fig. 5.** – The character of changes in the power consumed by the compressor over time with gradual loading: 1 - engine oil M10Г<sub>2</sub>к; oil additives: 2 - "Roil Gold", 3 - "НИОД-5"; 4 - "КГМТ-1"; 5 - molybdenum disulfide;  $P_1 = 0,1$  MPa;  $P_2 = 0,2$  MPa;  $P_3 = 0,3$  MPa;  $P_4 = 0,4$  MPa;  $P_5 = 0,5$  MPa

Полученные результаты свидетельствуют о том, что изменения потребляемой компрессором мощности зависят как от характера процесса его нагружения и разгрузки, так и от вида модифицирования масла. Выявлено, что потребляемая мощность снижается на 11...18 % при модифицировании моторного масла присадками.

## ВЫВОДЫ

1. Зафиксировано различный уровень потребляемой и эксплуатационной мощностей при использовании базового и модифицированных присадками моторного масла.

2. Установлено, что на потребляемую мощность компрессора Forte-24 влияют тип внесенных в моторное масло присадок, их состав и концентрация, режим и характер нагружения и разгрузки.

3. Выявлено, что при уменьшении потребляемой мощности электродвигателя прослеживается увеличение мощности компрессора в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Аулін В. В.** Підвищення експлуатаційної надійності машин шляхом модифікування моторної оливи / В. В. Аулін, С.В. Лисенко, О.В. Кузик // Вісник Харківського нац. техн. університету сільск. господарства. /Вип. 100. Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва. – Харків. – 2010.-С.127-133.

2. **Аулін В.В.** Зміна фізико-хімічних показників моторної оливи дизелів автосамоскидів в процесі експлуатації / В.В. Аулін, В.В. Слонь, О.В. Кузик // Зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету /техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація/– вип. 25., частина 1 – Кіровоград: КНТУ, 2012. – С. 98-103.

3. **Аулін В.В.** Якість працюючої моторної оливи як показник технічного стану кар'єрних самоскидів / В.В. Аулін, В.В. Слонь, В.М. Лисенко // Збірник статей і тез міжнар. наук.-прак. конф. "Проблеми розвитку дорожньо-транспортного і будівельного комплексів", 03-05 жовтня 2013р. – Кіровоград, ПП "Ексклюзив-Систем", 2013. – С. 216-219.

4. **Аулін В.В.** Закономерности изменения показателей качества моторного масла автомобилей, работающих в нестационарных условиях эксплуатации / В.В. Аулин, В.В. Слонь // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: Эксплуатация и развитие автомобильного транспорта [Текст]: материалы X междунар. заочн. науч.-техн. конф. 21 ноября 2013 г., Пенза / [редкол.: Э.Р. Домке (отв. ред.) и др.]. – Пенза: ПГУАС, 2013. – с. 22-29.

5. **Наглюк И.С.** Оценка качества моторных масел при эксплуатации большегрузных самосвалов / И.С. Наглюк // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту – 2009 - №3. – С. 22-26.

6. **Ефимов В. В.** Совершенствование системы нормирования ресурса моторного масла для специальных автомобилей / В.В. Ефимов // автореф. спец. 05.22.10 "Эксплуатация автомобильного транспорта"; Тюмень, 2006 – 19 с.

7. **Аулін В.В.** Вплив присадок до моторних оливи на характеристики дизелів, що працюють в нестационарних умовах експлуатації / В.В. Аулін, В.В. Слонь, Д.В. Голуб // Зб. наук. праць Української державної академії залізничного транспорту, 2014. – Вип. 148. – С.18-25.

8. **Севрюгина Н.С.** Моторные масла в дизельных двигателях строительных и дорожных машин и их срок службы // ИНТЕРСТРОЙМЕХ:

Тр. междунар. науч.- техн. конф. - Могилев: МГТУ, 2002. - С. 304-306.

9. **Аулін В.В.** Фізичні основи процесів і станів самоорганізації в триботехнічних системах: монографія / В.В. Аулін. – Кіровоград: Вид. Лисенко В.Ф., 2014. - 370 с.

10. **Аулін В.В.** Изменение режимов трения в сопряжениях цилиндра-поршневой группы дизелей при физико-химическом модифицировании моторного масла / В.В. Аулін // Трение и смазка в машинах и механизмах, 2014. – №3. – С.3-9.

11. **Севрюгина Н.С.** Совершенствование методов управления надежностью строительных и дорожных машин путем мониторинга моторных масел / Н.С. Севрюгина // автореф. спец. 05.05.04 " Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины"; Орел, 2004 – 19 с.

12. **Аулін В.В.** Припрацювання трибосполучень деталей в режимі роботи "пуск – зупинка" / В.В. Аулін, В.В. Слонь / Зб. тез матеріалів міжнародної науково практичної конференції «Ольвійський форум 2012: Стратегія України в геополітичному просторі» Секція «Трибологія, енерго- та ресурсозбереження», 6-10 червня 2012, Ялта., т. 12. – С.73-74.

13. **Аулін В.В.** Експрес-оцінка впливу моторних оливи і присадок до них на характеристики зносу робочих поверхонь деталей двигунів вантажних автомобілів / В.В. Аулін, В.В. Слонь, С.В. Лисенко // Вісник інженерної академії України. – 2013. – №2. – С. 166-170.

14. **Aulin V.** Selective wear of cuttings elements of working organs of tillage machines with realization of self-sharpening effect / V. Aulin, T. Zamota // ТЕКА, Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.-Vol. 13., N4 - Lublin-Rzesow, 2013.- P.9-17.

15. **Aulin V.** Improving the efficiency of tribological restoration technologies by control of running-in processes of pairings / V. Aulin, T. Zamota // ТЕКА, Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture.-Vol. XV.- Lublin, 2013.- P.12-19.

16. **Венцель Е. С.** Улучшение качества и повышение сроков службы нефтяных масел / Венцель Е. С., Жалкин С. Г., Данько Н. И.— Харьков: УкрГАЗТ, 2003.— 168 с.

17. Пат. 81598 Україна, МПК (2013) C10M 125/04. Припрацювальна мастильна композиція / Аулін В.В., Слонь В.В., Лисенко С.В., Голуб Д.В.; заявник і патентоотримувач Кіровоградський національний технічний університет. – №u201213907; заявл. 06.12.2012; опубл. 10.07.13, Бюл. № 13.

18. **Аулін В.В.** Влияние комбинированного физико-химического модифицирования моторного масла на изменения момента трения и потребляемой мощности в сопряжениях образцов и де-

талей / В.В. Аулін // Трение и смазка в машинах и механизмах, 2014. – №2. – С.21-28.

#### RESEARCH OF THE CHANGE OF POWER OF DIESEL VEHICLES OPERATING IN NON-STATIONARY CONDITIONS

**Annotation.** The article presents the characteristics of the types of non-stationary operating conditions depending on the external environment, climate, road, mining conditions and operation modes. Main parameters were determined. It is shown that non-stationary conditions include operation of the vehicles in agricultural production, dump trucks in quarries, vehicles with attached implements, construction and road-building vehicles.

The methodology for determining the change in engine power was developed. The results of research of changes in power of a diesel engine in non-stationary conditions have been presented. The testing complex of the study of the influence of the compositional (modified) engine oil was described. The complex includes a compressor represented by a physical simulation model of the diesel couplings. The additives "НИОД-5", "RoilGold", molybdenum disulfide and the proposed additive "КГМТ-1" by the authors were tested. We studied both consumption and operational power of the compressor. The remote

control of the PC and versatile instrument "Digital Multimeter DMK-32" were used. A series of measurements were made including the voltage value, the current of active, reactive and full power, the power coefficient  $\cos\varphi$ , frequency of current and voltage. We controlled, saved and transferred the database to a computer.

In the study of the power consumption it was found out that the highest level of character to work on the basic engine oil M10Г<sub>2</sub>К, and the lowest for a modified oil additives and molybdenum disulfide "КГМТ-1". The overall tendency showed the reduction in power consumption when additives were added into the oil. The character of the decrease in power consumption of the compressor is dependent upon the additives, their composition and concentration.

We fixed the feedback for the operational power. Investigations were carried out on the power consumption at a stepped loading and unloading of the compressor. It was found out that the changes of the power depend on the type of loading and unloading, as well as the type of additives. In general, the power consumption is reduced by 11 ... 18% in the modified engine oil with additives.

**Key words:** power, diesel, non-stationary operating conditions, additives, load.