

## ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОБКАТКИ ПОСЛЕ РЕМОНТА

**Карпенко Михаил Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и механика»

**Карпенко Галина Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Агротехнологии, машины и безопасность жизнедеятельности»

**Голубев Владимир Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация мобильных машин и технологического оборудования»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 89050357550; e-mail: mikhailcarpenko@yandex.ru

**Ключевые слова:** износ, расход, топливо, исследования, производительность, испытания, показатели, ресурс.

В статье рассмотрен вопрос повышения технико-экономических показателей при обкатке двигателей после ремонта на обкаточно-тормозных стендах за счет применения различных присадок в масло. Исследования проводились на участке обкатки ОАО «Ульяновский авторемонтный завод № 2». Коллективом авторов разработана прирабочная присадка к маслу – ВАРКС. Были проведены стендовые исследования капитально отремонтированных двигателей УМЗ-417 Масло М-8-В было взято в качестве базового, применяемого в настоящее время при обкатке двигателей УМЗ. Присадка ВАРКС выбрана по результатам лабораторных исследований. В процессе приработки деталей двигателя после ремонта на прирабочных составах происходит постепенное снижение механических потерь на трение, т.е. уменьшается сопротивление прокручиванию коленчатого вала. Механический коэффициент полезного действия двигателя постепенно увеличивается и, как следствие, это приводит к снижению расхода топлива и увеличению мощности. Наименьший расход топлива ( $G_p$ ) наблюдается у двигателей после обкатки на масле М-8-В+3 % ВАРКС и масле М-8-В+2 % ОГМ. Расход топлива при обкатке с использованием присадок ВАРКС и ОГМ по сравнению с расходом при применении масла М-8-В снижается соответственно на 1,6 % и 4,2 %. По часовому расходу топлива ( $G_p$ ) и эффективной мощности ( $N_e$ ) определили удельный расход топлива согласно методике проведения исследований. Анализ результатов исследований показал, что наибольшая эффективная мощность при наименьшем удельном расходе топлива получена при использовании масла М-8-В+3 % ВАРКС. По сравнению с обкаткой на масле М-8-В удельный расход топлива при использовании присадок ВАРКС снизился соответственно на 8,7%. Проведенные исследования показали, что за счет применения присадки ВАРКС при обкатке эффективная мощность двигателя возросла на 8,7 %, а часовой расход топлива снизился на 1,6 % по сравнению с обкаткой на масле М-8-В без присадок. При этом удельный расход топлива снизился на 9,5 %, что позволяет снизить материальные затраты на ремонт и эксплуатацию двигателей в целом на 12 %.

### Введение

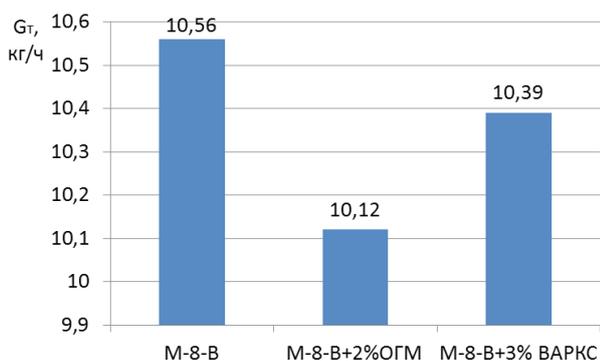
На техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонты двигателей затрачивается средств в 5...6 раз, а труда - в 10...15 раз больше, чем на их изготовление. На долю запасных частей за срок службы приходится 75... 115 % стоимости нового двигателя (70...120 % его массы). При эксплуатации 34...45 % отказов приходится на двигатели. После ремонта наработка двигателей на отказ снижается в 1,7...3,5 раза по сравнению с наработкой у новых двигателей. В связи с этим и производительность отремонтированных машин ниже в среднем на 10...15 %. Эксплуатация отремонтированных двигателей приводит к увеличению затрат на предприятиях. Поэтому необходимо обеспечивать экономию ресурсов на всех этапах технологического процесса ремонта двигателей. Исследования в области разработанных присадок к моторным

маслам показали, что применение комплексных присадок с поверхностно-активными (ПАВ) и химически-активными веществами (ХАВ) не только ускоряет процесс обкатки, повышает ее качество [1, 2, 3], но и способствует снижению материальных затрат на ремонт в целом.

### Объекты и методы исследований

Исследования проводились на участке обкатки ОАО «Ульяновский авторемонтный завод № 2».

Коллективом авторов разработана прирабочная присадка к маслу – ВАРКС [4]. Она представляет собой смазочную композицию из олеиновой кислоты, тетрабората этилендиаммония и октадецилсульфаната натрия. Эта присадка позволяет значительно ускорить время приработки сопряженных поверхностей при обкатке и повысить технико-экономические показатели двигателей.



**Рис. 1 - Часовой расход топлива двигателя УМЗ-417 при использовании масел с различными приработочными присадками**

В период холодной обкатки приработочный эффект достигается за счет ПАВ, в качестве которых выступает олеиновая кислота ( $C_{17}H_{33}COOH$ ) и вода, присутствующая в масле, а также октадецилсульфат натрия ( $C_{18}H_{37}SO_3Na$ ).

В дальнейшем при проведении горячей обкатки со значительным повышением температуры в зоне трения происходит дезориентация адсорбированных молекул и размягчение пленки за счет ХАВ. Поэтому на данном этапе повышается роль тетрабората этилендиамина, который уже при температуре 240...250 °C разлагается на оксид бора, аммиак и воду.  $[C_2H_4(NH_3)_2]H_4B_4O_9 = B_2O_3 + NH_3 + H_2O$  [5]. Оксид бора хемосорбируется на поверхности металла за счет свободной атомной орбитали бора и свободных валентных электронов металла. Бор, как известно, повышает жаропрочность и износостойкость. Также бораты значительно улучшают моющие свойства масла.

Были проведены стендовые исследования капитально отремонтированных двигателей УМЗ-417 и УМЗ-421 с одинаковыми ремонтными размерами, размерными группами и новыми деталями.

Масло М-8-В было взято в качестве базового, применяемого в настоящее время при обкатке двигателей УМЗ. Присадка ВАРКС выбрана по результатам лабораторных исследований из числа испытуемых приработочных составов как наиболее эффективная [6].

В процессе приработки деталей двигателя после ремонта на приработочных составах происходит постепенное снижение механических потерь на трение, т. е. уменьшается сопротивление прокручиванию коленчатого вала. Механический коэффициент полезного действия двигателя постепенно увеличивается и, как следствие, это приводит к снижению расхода топлива и увеличению мощности.

В процессе обкатки двигателя на обкаточно-тормозном стенде эффективную мощность двигателя, кВт, определяли по формуле [7, 8]:

$$N_e = \frac{P_b \ln}{9750} = 75 \cdot 10^{-6} \cdot P_b n, \quad (1)$$

где  $P_b$  - показания весов тормоза (нагрузка), Н;  $l$  - длина плеча весового механизма, м ( $l = 0,716$  м);  $n$  - частота вращения коленчатого вала,  $мин^{-1}$ .

Часовой расход топлива, кг/ч,

$$G_T = \frac{3,6g}{t}, \quad (2)$$

где  $g$  - масса топлива, израсходованного во время исследований, кг;  $t$  - время исследований, ч.

По часовому расходу топлива  $G_T$  и эффективной мощности  $N_e$  определяли удельный расход топлива, г/(кВт ч),

$$g_e = \frac{G_T \cdot 10^3}{N_e}. \quad (3)$$

#### Результаты исследований

Рисунок 1 отображает влияние приработочных присадок на часовой расход топлива при частоте вращения коленчатого вала 2500  $мин^{-1}$  для двигателя УМЗ-417 [9, 10].

Составы, снижающие механические потери на трение, уменьшают расход топлива. Наименьший расход топлива ( $G_T$ ) наблюдается у двигателей после обкатки на масле М-8-В+3 % ВАРКС и масле М-8-В+2 % ОГМ.

Значения основных показателей работы двигателей, полученные в результате их исследований, представлены в таблице 1.

Расход топлива при обкатке с использованием присадок ВАРКС и ОГМ по сравнению с расходом при применении масла М-8-В снижается соответственно на 1,6 % и 4,2 %.

По часовому расходу топлива ( $G_T$ ) и эффективной мощности ( $N_e$ ) определили удельный рас-

**Таблица 1**  
**Основные показатели работы двигателей при частоте вращения коленчатого вала 2500  $мин^{-1}$**

| Применяемое обкаточное масло | Нагрузка, Н | Часовой расход топлива, кг/ч | Эффективная мощность, кВт | Удельный расход топлива, г/(кВт·ч) |
|------------------------------|-------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| М-8-В                        | 213         | 10,56                        | 40                        | 264                                |
| М-8-В+2 % ОГМ-3              | 218         | 10,12                        | 40,8                      | 248                                |
| М-8-В+3 % ВАРКС              | 232         | 10,39                        | 43,5                      | 239                                |

ход топлива согласно методике проведения исследований.

На рисунках 2, 3 представлены зависимости удельного расхода топлива и эффективной мощности двигателя от вида используемых при обкатке масел.

Анализ результатов исследований показал, что наибольшая эффективная мощность при наименьшем удельном расходе топлива получена при использовании масла М-8-В+3 % ВАРКС. Масло с присадкой ОГМ также способствует увеличению мощности двигателя, однако удельный расход топлива по сравнению с композицией ВАРКС снижается в меньшей степени. По сравнению с обкаткой на масле М-8-В удельный расход топлива при использовании присадок ВАРКС и ОГМ снизился соответственно на 8,7 % и 2 %.

#### Выводы

Проведенные исследования [9] показали, что за счет применения присадки ВАРКС при обкатке эффективная мощность двигателя возросла на 8,7 %, а часовой расход топлива снизился на 1,6 % по сравнению с обкаткой на масле М-8-В без присадок. При этом удельный расход топлива снизился на 9,5 %, что позволяет сократить материальные затраты на ремонт и эксплуатацию двигателей в целом на 12 %.

#### Библиографический список

1. Bowden, F.P., Tabor, D., Gane, N. and Willis, R.F. «Solid surfaces under static and sliding contact: Some recent work on micro-deformation and chemical reactivity» Z. Phys. Chem. 244, 1973. – P. 129-143.
2. Wolker, S.T. A running in procedure for diesel engines. «Mechanical Pow.», № 700, 1963. P. 39-42.
3. Хохлов, А.Л. Повышение качества обкатки двигателей после ремонта с использованием присадок / А.Л. Хохлов, В.В. Варнаков. - Ульяновск: УГСХА, 2012. – 155 с.
4. Патент на изобретение RUS 2340657. Приработочное масло / А.Н. Литвиненко, В.В. Варнаков, С.М. Сергеев, Н.С. Родионов, В.В. Артемов, М.А. Карпенко; опубл. 10.12.2008; Бюл. № 34.
5. Применение тетрабората этилендиамина в качестве антикоррозийной добавки к смазочно-охлаждающим жидкостям / С.В. Назаров, В.В. Артемов, Н.С. Родионов, В.О. Горячев //

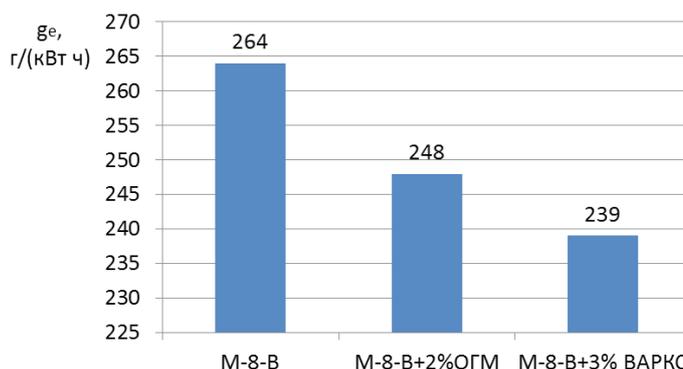


Рис. 2 - Удельный расход топлива при обкатке двигателя УМЗ-417 в зависимости от вида присадки в масло

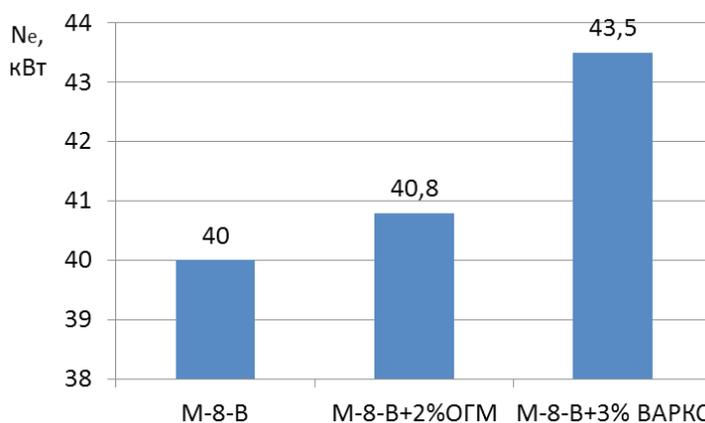


Рис. 3 - Эффективная мощность двигателя УМЗ-417 в зависимости от вида присадки в масло

Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения: военно-научный журнал. – Вольск, 2016. № 3 (39). - С. 99-100.

6. Карпенко, М.А. Ресурсосбережение при проведении обкатки двигателей после ремонта // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. - № 1(37). – С. 167-170.

7. Стрельцов, В.В. Ресурсосберегающая ускоренная обкатка отремонтированных двигателей / В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков. – М.: Колос, 1995. – 175 с.

8. Капитанов, Ю.Н. Исследование влияния смазочной композиции на качество приработки деталей двигателя / Ю.Н. Капитанов, В.В. Артемов // Научно-исследовательские публикации. - 2014. - № 8 (12).- С. 47-52.

9. Карпенко, М.А. Принцип действия и результаты исследования приработочной присадки ВАРКС для ускоренной обкатки карбюраторных двигателей / М.А. Карпенко, В.В. Варнаков // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2004.- № 11. – С.

88-90.

10. Капитонов, Ю.Н. Способ холодной обкатки двигателей с применением воздушной приработочно-консервационной смеси / Ю.Н.

Капитанов, В.В. Артемов, Н.С. Родионов // Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения: военно-научный журнал. - 2014. - № 2 (34). - С. 238-240.

## IMPROVEMENT OF TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF ENGINES WHEN CARRYING OUT ENGINE TEST RUN AFTER REPAIRS

**Karpenko M.A., Karpenko G.V., Golubev V.A.**  
**FSBEI HE Ulyanovsk SAU**  
**432017, Ulyanovsk, Novy Venets bld, 1;**  
**tel.: 89050357550; e-mail: mikhailcarpenko@yandex.ru**

**Key words:** wear, consumption, fuel, research, productivity, tests, indicators, resource.

The article considers the issue of improving technical and economic parameters by means of application of various additives in the oil during the engine test run after repairs at the running-brake stands. The tests were carried out at the run-in area of OAO Ulyanovsk Automobile Repair Plant No. 2. The authors developed a running-in oil additive, which is called VARKS. Stand research of thoroughly repaired engines UMZ-417 was carried out. The oil M-8-B was taken as the base one, which is currently used in the run-in of UMZ engines. VARKS additive was selected based on the results of laboratory studies. During the process of running-in of engine parts with application of running-in compositions after repairs, gradual reduction of mechanical losses on friction occurs, i.e. decreases the resistance of crankshaft spinning. The engine mechanical efficiency is gradually increasing and, as a consequence, this leads to a reduction in fuel consumption and power increase. The lowest fuel consumption ( $G_e$ ) is observed in engines after running-in with application of oil M-8-B + 3% VARKS and oil M-8-B + 2% OGM. Fuel consumption during the running-in with the use of additives VARKS and OGM, as compared to the consumption with the use of M-8-B oil, decreases by 1.6% and 4.2%, respectively. On the basis of the hourly fuel consumption ( $G_e$ ) and the effective power ( $N_e$ ), specific fuel consumption was determined according to the research methodology. Analysis of the research results showed that the greatest effective power with the lowest specific fuel consumption was obtained in case of application of M-8-B + 3% VARKS oil. Compared to the M-8-B oil running-in, the specific fuel consumption with VARKS additives decreased by 8.7%, respectively. The conducted research showed that due to application of VARKS additive during running-in, the effective power of engine increased by 8.7%, and the hourly fuel consumption decreased by 1.6% in comparison with the M-8-B oil-running-in without additives. At the same time, the specific fuel consumption decreased by 9.5%, which makes it possible to reduce the material costs for repairs and maintenance of engines, in total, by 12%.

### Bibliography

1. Karpenko, M.A. Aspects of improving the accelerated running-in of engine parts after repairs // Collection of articles by the winners of the IV International Scientific and Practical Competition "The Best Research Work of 2016". - Penza, 2016. - P. 10-14.
2. Khokhlov, A.L. Improving the quality of engine test run after repairs with application of additives / A.L. Khokhlov, V.V. Varnakov. - Ulyanovsk: USAA, 2012. - 155 p.
3. Patent RUS 2340657. Running-in oil / A.N. Litvinenko, V.V. Varnakov, S.M. Sergeev, N.S. Rodionov, V.V. Artemov, M.A. Karpenko; publ. 10.12.2008; Bul. №34.
4. The application of ethylenediamonium tetraborate as an anticorrosive additive to lubricant coolants / S.V. Nazarov, V.V. Artemov, N.S. Rodionov, V.O. Goryachev // Scientific Vestnik of Volsky Military Institute of Material Support: Military-Scientific Journal. - Volsk, 2016. № 3 (39). - P. 99-100.
5. Karpenko, M.A. Resource-saving during the running-in of engines after repairs // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - Ulyanovsk - 2017. - № 1 (37). - P. 167-170.
6. Streltsov, V.V. Resource-saving accelerated run-in of repaired engines / V.V. Streltsov, V.N. Popov, V.F. Karpenkov. - Moscow: Kolos, 1995. - 175 p.
7. Varnakov, V.V. Recommendations for the accelerated running-in of engines in the conditions of small repair enterprises and workshops of farms / V.V. Varnakov, A.L. Khokhlov, M.A. Karpenko. - Ulyanovsk, 2004. - 15 p.
8. Karpenko, M.A. Operating principle and results of study of the running-in additive VARKS for the accelerated run-in of carburetor engines / M.A. Karpenko, V.V. Varnakov // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - Ulyanovsk, 2004. № 11. - P. 88-90.
9. Karpenko, M.A. Theoretical conditions and justification of additives for accelerated running-in of engine parts after repair / M.A. Karpenko // Materials of the VI International Scientific and Practical Conference «Agrarian Science and Education at the Present Stage of Development: Experience, Problems and Solutions». - Ulyanovsk: USAA, 2015. - P. 168-170.
10. Karpenko, M.A. To the issue of acceleration of running in of gasoline engines using additives with surface-active and chemically active substances / M.A. Karpenko // Materials of the VII International Scientific and Practical Conference «Agrarian Science and Education at the Present Stage of Development: Experience, Problems and Solutions». - Ulyanovsk: USAA, 2016. - P. 67-70.