

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-3-115-129
УДК 629.08



Научная статья | Эксплуатация автомобильного транспорта

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ СВОЙСТВ ОБРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА АВТОМОБИЛЯ

*Н.С. Каминский, П.Р. Гостэва,
О.Г. Михайлова, С.М. Узай*

Смазочные свойства моторных масел имеют большое значение для нормальной работы кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов двигателя. В цилиндро-поршневой группе, где возникают наибольшие силы трения и нагрузки, в следствии чего, качество моторного масла непосредственно влияет на ресурс двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Не меньшее значение имеет постоянное наличие надежной масляной пленки в зоне контакта опорных и шатунных шеек коленчатого вала с подшипниками скольжения. На параметры помимо времени эксплуатации влияют внешние факторы среды, условия эксплуатации и остаточный ресурс двигателя на момент заливки масла. Факторы влияющие на эксплуатацию важны для исследования масел, чтобы в совокупности с данными показателей дать информацию о качестве масла и состоянии автомобиля. Для выведения показателей масел требуется провести лабораторные исследования с помощью специального оборудования, чтобы дать более точную информацию о качестве исследуемого моторного масла.

Цель – *Определение остаточного ресурса масла и его влияния на механизмы двигателя автомобиля при эксплуатации.*

Метод или методология проведения работы. *В статье использовались лабораторные исследования с помощью имеющихся приборов.*

Результаты. Получены наиболее информативные параметры, показывающие остаточный ресурс моторных масел и их влияние на ДВС.

Область применения результатов. Полученные результаты целесообразно применять при работе с транспортными средствами, в которых используется моторное масло и преждевременного выявления причинно-следственных связей при ремонте ДВС.

Ключевые слова: моторные масла; щелочное число; индекс вязкости; элементный химический состав; температура вспышки

Для цитирования. Каминский Н.С., Гостева П.Р., Михайлова О.Г., Угай С.М. Исследование остаточных свойств обработанного моторного масла автомобиля // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 3. С. 115-129. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-3-115-129

Original article | Operation of Road Transport

INVESTIGATION OF RESIDUAL PROPERTIES OF TREATED CAR ENGINE OIL

***N.S. Kaminsky, P.R. Gosteva,
O.G. Mikhailova, S.M. Ugai***

The lubricating properties of motor oils are of great importance for the normal operation of the crank and gas distribution mechanisms of the engine. In the cylinder-piston group, where the greatest friction forces and loads occur, as a result, the quality of engine oil directly affects the resource of the internal combustion engine (ICE). Of no less importance is the constant presence of a reliable oil film in the contact zone of the support and connecting rod necks of the crankshaft with sliding bearings. In addition to the operating time, the parameters are influenced by external environmental factors, operating conditions and the residual life of the engine at the time of oil filling. Factors affecting

the operation are important for the study of oils in order to provide information about the quality of oil and the condition of the car in conjunction with these indicators. To derive oil indicators, it is required to conduct laboratory tests using special equipment in order to give more accurate information about the quality of the engine oil under study.

Purpose. *Determination of the residual oil life and its effect on the mechanisms of the car engine during operation.*

Method or methodology of work. *The article used laboratory studies using existing instruments.*

Results. *The most informative parameters showing the residual resource of motor oils and their effect on the internal combustion engine are obtained.*

The scope of the results. *The obtained results should be used when working with vehicles that use engine oil and premature identification of cause-and-effect relationships during the repair of internal combustion engines.*

Keywords: *engine oils; base number; viscosity index; elemental chemical composition; flash point*

For citation. *Kaminsky N.S., Gosteva P.R., Mikhailova O.G., Ugai S.M. Investigation of Residual Properties of Treated Car Engine Oil. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 3, pp. 115-129. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-3-115-129*

Для проведения анализа качественных характеристик масел проверялись два образца: свежий и отработанный продукт. В основе проверки изменение физико-химических характеристик. Причиной поломки двигателя очень часто является некачественное автомобильное масло, кроме того, при использовании продуктов низкого качества существенно снижается ресурс мотора [2]. Проведенный физико-химический анализ масел позволил изучить рабочие характеристик:

- индекс вязкости;
- температуру вспышки;

- щелочное число;
- элементный химический состав

Для определения изменения вязкостных свойств сначала проводился анализ до процесса термоокисления, затем после него. Индекс вязкости оказывает влияние на защитные свойства, направленные на уменьшение образования нагара и соединений углерода, приводящие к коррозии металла. Процесс окисления, идущий при высоких рабочих температурах, изменяет свойства масел, чем ниже показатель таких изменений, тем лучше для силового агрегата. На исследование были взяты парные образцы масел: новое и обработанное, (таблица 1).

Таблица 1.

Исследуемые масла

Образец масла	Вид масла	Класс вязкости
1. Лукойл Genesis Polartech	Синтетическое	0W40
2. Лукойл SUPER	Полусинтетическое	10W40
3. Totachi Extra Fuel Economy	Синтетическое	0W20
4. Spectrol GM dexos2	Синтетическое	5W30
5. MITSUBISHI MJ-120	Синтетическое	5W30
6. MITSUBISHI MOLY-TRIMER	Синтетическое	5W30

Вязкостью моторного масла называется свойство масляной пленки оставаться на стенках узлов двигателя, обеспечивая качественное смазывание, не допуская прямого контакта рабочих поверхностей, гарантируя долгий срок службы двигателя. Индекс вязкости масла характеризует скорость падения кинематической вязкости с ростом температур. Вязкость не постоянный параметр, изменяющийся согласно перепаду температур. Чем ниже индекс, тем более жидкое состояние и тонкая масляная пленка, способствующая увеличению изнашиванию узлов. При большой вязкости соприкасающимся деталям затруднено движение относительно друг друга. Густая жидкость труднее прокачивается по масляным каналам, приводя к недостатку смазки и увеличению расхода топлива, рисунок 1.

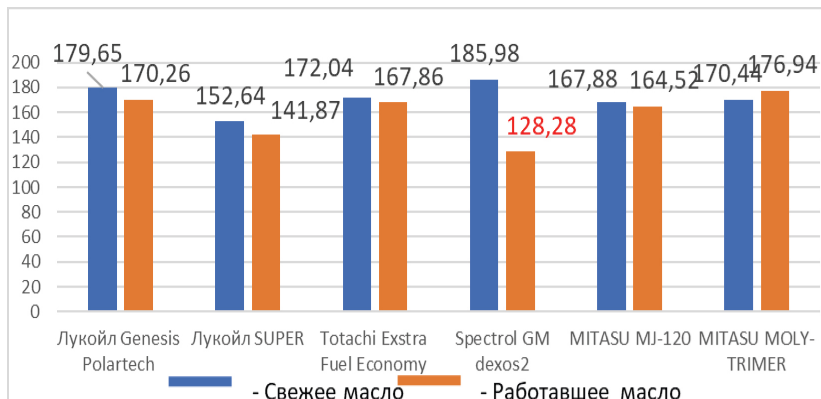


Рис. 1. Индексы вязкости исследуемых образцов

У работавшего масла показатель индекса вязкости ниже по сравнению со свежим. Это объясняется тем, что в процессе работы в масло попадает топливо, пар и растворители, которые делают масло менее вязким. Допустима разница вязкости в пределах 10%. По результатам исследования в образце № 4 разница составляет 31%, что свидетельствует о повреждении двигателя или о низком качестве моторного масла, рисунок 2.

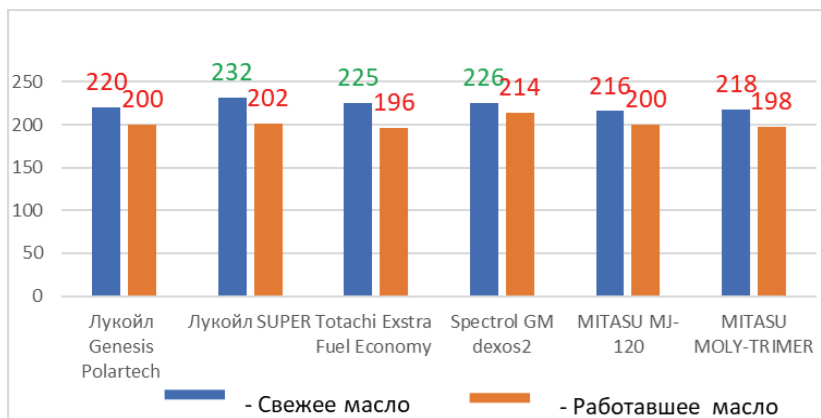


Рис. 2. Температура вспышки исследуемых образцов

Температура вспышки определяет наличие в масле легкокипящих фракций и связана с испаряемостью масла в процессе эксплуатации. У масел с низкими эксплуатационными характеристиками маловязкие фракции быстро выгорают и испаряются, что приводит к повышенному расходу масла и ухудшению его низкотемпературных свойств.

Щелочное число (TBN) отражает способность масла нейтрализовать вредные кислоты и противодействовать отложениям. TBN большинства масел для бензиновых двигателей обычно имеет значения в пределах 8-9 единиц, для дизельных двигателей около 11-14, рисунок 3.

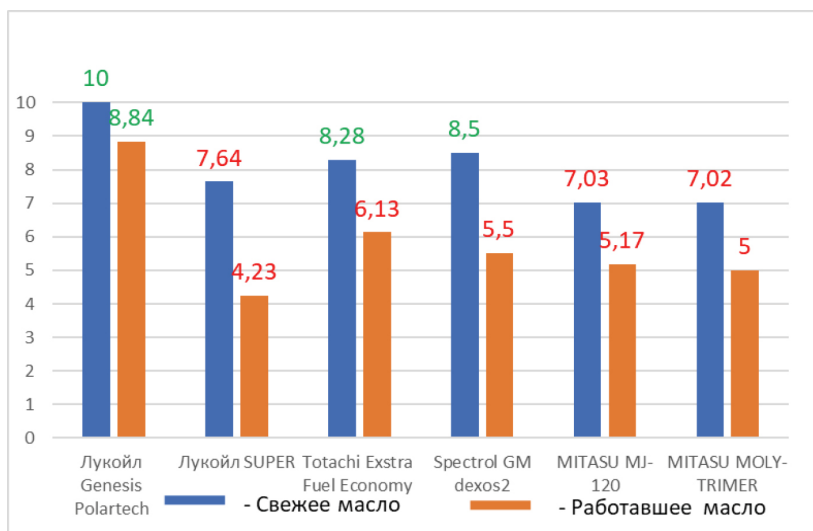


Рис. 3. Щелочное число исследуемых образцов

При эксплуатации общее щелочное число снижается из-за потери свойств нейтрализующих присадок, что приводит к кислотной коррозии и загрязнению внутренних частей двигателя. По разнице щелочного числа между свежим и рабочим маслом можно определить, какое расстояние может проехать автомо-

биль на данном масле или стоит масло заменить. По результатам исследований лучший показатель у образца 1, худший у образца 2.

Элементный состав исследуемых масел проведенный методом спектрального анализа будет представлен на примере одной из пар исследуемых масел (таблица 2).

Таблица 2.

Элементный состав масла MITASU MOLY-TRIMER

Содержание элементов (РФ спектр)	MITASU MOLY-TRIMER					
	Свежее базовое		Среднее	Работавшее базовое		Среднее
Al, мг/кг	29,2	38	33,6	68	63,1	65,55
Si, мг/кг	2374,5	2344,7	2359,6	2342,7	2399	2370,85
P, мг/кг	706,1	700,3	703,2	618,5	629	623,75
S, мг/кг	2047,8	2076,5	2062,15	1933,7	1962,1	1947,9
Ca, мг/кг	1936,3	1950,3	1943,3	1875,2	1884,3	1879,75
Cd, мг/кг	4,8	5,5	5,15	4,7	5,1	4,9
Cr, мг/кг	0	0	0	4	4,8	4,4
Mn, мг/кг	0	0	0	0,3	0,5	0,4
Fe, мг/кг	0	0	0	352,7	353,8	353,25
Ni, мг/кг	0,9	1	0,95	5,5	0,7	3,1
Cu, мг/кг	0,7	0,5	0,6	7,8	7,9	7,85
Zn, мг/кг	875,2	886,1	880,65	817,8	833,1	825,45
Mo, мг/кг	86,7	88,6	87,65	87,7	88,4	88,05
Ag, мг/кг	5,2	5,8	5,5	5,2	5,8	5,5
Sn, мг/кг	6,1	2	4,05	9,6	9,7	9,65
Ba, мг/кг	23,6	5,7	14,65	25,5	24,9	25,2
Pb, мг/кг	4,7	5,1	4,9	107,5	108,9	108,2

Интерпретация лабораторный исследований. Повышенное содержание:

Fe результат износа гильз цилиндров, поршневых колец, коленчатого вала, клапанного механизма, шестерен, коромысел, подшипников, масляного насоса.

Ni – выпускные клапана, направляющие клапанов, покрытия шестерней, детали подшипников и турбоагнетателей.

Cu – результат износа направляющих клапанного механизма, маслоохладителя, шатунные и коренные вкладыши, упорных шайб коленвала;

Pb – взаимодействие разложившегося топлива с подшипниками и вкладышами.

Результатами испытаний установлено, что процесс старения моторных масел носит обособленный, определяемый конструктивными особенностями двигателя, системы очистки и охлаждения, режимами и условиями эксплуатации, техническим состоянием топливной аппаратуры, цилиндропоршневой группы, качеством топлива и моторного масла [6].

Заключение

Влияние моторного масла на рабочие характеристики и долговечность узлов и деталей транспортных средств играет значительную роль. По результатам исследований проверены следующие показатели:

- индексы вязкости;
- температура вспышки;
- щелочное число;
- элементарный химический состав.

В ходе исследования было выявлено, что у всех пар масел наблюдается тенденция снижения трех показателей (щелочного числа, температуры вспышки и индекса вязкости) и наличия металлов в процессе эксплуатации масла, что дает нам понять, что все показатели имеют зависимость. Но в тоже время могут быть исключения как в случае вязкости образца 4. Из-за чего хоть у показателей образцов и имеется зависимость, но при этом требуется учитывать комплексное исследования для выявления причинно-следственной связи того, что именно с маслом и из-за чего именно оно находится в определенном состоянии.

Постоянный контроль позволяет рационально использовать ресурс масел в зависимости от характерных особенностей экс-

плуатации техники и своевременно проводить работы по его замене. Так как при диагностике определяются те же показатели, по которым устанавливают пределы работоспособности масла, регулярный анализ отбираемых проб масла даст возможность предотвращать его преждевременную смену и не допускать работу двигателя на масле, которое подлежит замене.

Список литературы

1. Аксенова З. И., Бачурин А. А. Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных предприятий: Учебник для вузов. – М.: Транспорт. – 2010. – 255 с.
2. Арбабян В.Е. Безопасность труда на предприятиях по ремонту автомобилей / В.Е. Арбабян. - М.: Транспорт, 2014. – 123 с.
3. А.С.201768 СССР, МПК 7 G01N 31/05. Оценки и выбраковки моторного масла по капельной пробе / Пасечников Н.С., Хмелева Н.М.
4. Беднарский В.В. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебник. - Ростов-на-Дону: Феникс. 2015 - 448 с.
5. Боровских Б.Е., Попов М.Д., Пронштейн М.Я. Справочная книга автомобилиста: Справочник. 4-е изд., перераб. - М.: Лениздат. 1973 - 432 с.
6. Боровских Ю.И., Буралев Ю.В., Морозов К.А., Никифоров В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. - М.: Высшая школа. 1988 - 224 с.
7. Бронштейн Л.А. Организация, планирование и управление автотранспортными предприятиями / Л.А. Бронштейн, К.А. Бельский. – М.: Высшая школа, 2014. – 139 с.
8. Власов В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебное пособие / В.М. Власов. – 2 изд., стер. – М.: Академия, 2014. – 480 с.
9. ГОСТ 4.24-84 «Система показателей качества продукции. Масла смазочные. Номенклатура показателей» // Нефть и нефтепродукты. Масла. Технические условия. Сборник ГОСТов. - М.: Стандартинформ, 2011. <https://docs.cntd.ru/document/1200003559>

10. ГОСТ 10541-2020 «Масла моторные универсальные и для автомобильных карбюраторных двигателей. Технические условия. Universal motor oils and oils for automotive carburetor engines. Specifications». <https://docs.cntd.ru/document/566422803>
11. ГОСТ Р 51634-2000 «Масла моторные автотракторные. Общие технические требования. Motor oils for autotractors. General technical requirements». <https://docs.cntd.ru/document/1200026836>
12. ГОСТ 17479.1-2015 «Масла моторные. Классификация и обозначение. Motor oils. Classification and designation». <https://docs.cntd.ru/document/1200128312>
13. ГОСТ 25770-83 «Масла моторные для быстроходных дизелей транспортных машин. Технические условия. Engine oil for high-speed diesels of transport machines. Specifications». <https://docs.cntd.ru/document/1200003580>
14. ГОСТ 12.0.001-2013 Система стандартов безопасности труда. Основные положения. Occupational safety standards system. Basic rules. <https://docs.cntd.ru/document/1200105195>
15. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. Occupational safety standards system. Industrial equipment. General safety requirements. <https://docs.cntd.ru/document/901702428>
16. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. Occupational safety standards system. Means of protection. General requirements and classification. <https://docs.cntd.ru/document/120000277>
17. Кельдышев В.А. Топливо и смазочные материалы: учебное пособие / В. А. Кельдышев. – Челябинск: ЧГАУ, 2007. – 125 с.
18. Крамаренко Г. В., Барашков И. В. Техническое обслуживание автомобилей. – М.: Транспорт, 1982. – 362 с.
19. Методы контроля и результаты исследования состояния трансмиссионных и моторных масел при их окислении и триботехнических испытаниях: монография / В. И. Верецагин, В. С. Янович, Б. И. Ковальский [и др.]. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. – 208 с.

20. Нигматуллин Р.Г., Нигматуллин В.Р., Нигматуллин И.Р. Диагностика ДВС по анализу моторного масла. – Уфа: ГУП РБ «Уфимский полиграфкомбинат», 2011 – 297 с.
21. Способ экспресс-оценки рабочих свойств работающих моторных масел в полевых условиях методом «масляного пятна» // Патент России № RU2563206С1. 20.09.2015. / Дунаев А.В., Соловьев С.А.
22. Сухова С.Е. Практикум по разработке бизнес – плана и финансовому анализу предприятия / С.Е. Сухова, В.Н. Чернова. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 87 с.
23. Сборник бизнес – планов: учебно–практическое пособие / под ред. Попова В.М. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 34 с.
24. Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/902132678?marker=6560Ю> (дата обращения: 17.05.2022).
25. Транспорт. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/23455> (дата обращения: 17.03.2021).

References

1. Aksenova Z. I., Bachurin A. A. Analysis of production and economic activities of motor transport enterprises: Textbook for universities. – М.: Transport. – 2010. – 255 p.
2. Arbabanyan V.E. Occupational safety at car repair enterprises / V.E. Arbabanyan. - М.: Transport, 2014. – 123 p.
3. A.S.201768 USSR, IPC 7 G01N 31/05. Evaluation and rejection of motor oil using a drop sample / Pasechnikov N.S., Khmeleva N.M.
4. Bednarsky V.V. Car maintenance and repair: Textbook. - Rostov-on-Don: Phoenix. 2015 - 448 p.
5. Borovskikh B.E., Popov M.D., Pronshtein M.Ya. Motorist’s reference book: Handbook. 4th ed., revised. - М.: Lenizdat. 1973 - 432 p.
6. Borovskikh Yu.I., Buralev Yu.V., Morozov K.A., Nikiforov V.M. Car maintenance and repair. - М.: Higher school. 1988 - 224 p.

7. Bronstein L.A. Organization, planning and management of motor transport enterprises / L.A. Bronstein, K.A. Belsky. – M.: Higher School, 2014. – 139 p.
8. Vlasov V.M. Maintenance and repair of automobiles: textbook / V.M. Vlasov. – 2nd ed., erased. – M.: Academy, 2014. – 480 p.
9. GOST 4.24-84 “System of product quality indicators. Lubricating oils. Nomenclature of indicators” // Oil and petroleum products. Oils. Technical conditions. Collection of GOSTs. - M.: Standartinform, 2011. <https://docs.cntd.ru/document/1200003559>
10. GOST 10541-2020 “Universal motor oils and for automobile carburetor engines. Technical conditions. Universal motor oils and oils for automotive carburetor engines. Specifications”. <https://docs.cntd.ru/document/566422803>
11. GOST R 51634-2000 “Motor oils for automobiles and tractors. General technical requirements. Motor oils for autotractors. General technical requirements”. <https://docs.cntd.ru/document/1200026836>
12. GOST 17479.1-2015 “Motor oils. Classification and designation. Motor oils. Classification and design”. <https://docs.cntd.ru/document/1200128312>
13. GOST 25770-83 “Motor oils for high-speed diesel engines of transport vehicles. Technical conditions. Engine oil for high-speed diesels of transport machines. Specifications”. <https://docs.cntd.ru/document/1200003580>
14. GOST 12.0.001-2013 System of occupational safety standards. Basic provisions. Occupational safety standards system. Basic rules. <https://docs.cntd.ru/document/1200105195>
15. GOST 12.2.003-91 System of occupational safety standards. Production equipment. General safety requirements. Occupational safety standards system. Industrial equipment. General safety requirements. <https://docs.cntd.ru/document/901702428>
16. GOST 12.4.011-89 System of occupational safety standards. Protective equipment for workers. General requirements and classification. Occupational safety standards system. Means of protection.

- General requirements and classification. <https://docs.cntd.ru/document/1200000277>
17. Keldyshev V.A. Fuel and lubricants: textbook / V. A. Keldyshev. – Chelyabinsk: ChSAU, 2007. – 125 p.
 18. Kramarenko G.V., Barashkov I.V. Car maintenance. – M.: Transport, 1982. – 362 p.
 19. Methods of control and results of studying the state of transmission and motor oils during their oxidation and tribotechnical tests: monograph / V. I. Vereshchagin, V. S. Yanovich, B. I. Kovalsky [etc.]. – Krasnoyarsk: Sib. federal univ., 2017. – 208 p.
 20. Nigmatullin R.G., Nigmatullin V.R., Nigmatullin I.R. Diagnostics of internal combustion engines using engine oil analysis. – Ufa: State Unitary Enterprise of the Republic of Belarus “Ufa Printing Plant”, 2011 – 297 p.
 21. Method for express assessment of the performance properties of working motor oils in field conditions using the “oil spot” method // Russian Patent No. RU2563206C1. 09.20.2015. / Dunaev A.V., Soloviev S.A.
 22. Sukhova S.E. Workshop on developing a business plan and financial analysis of an enterprise / S.E. Sukhova, V.N. Chernova. – M.: Finance and Statistics, 2001. – 87 p.
 23. Collection of business plans: educational and practical guide / ed. Popova V.M. – M.: Finance and Statistics, 2006. – 34 p.
 24. On approval of the Transport Strategy of the Russian Federation for the period until 2030. Electronic fund of legal and regulatory technical documentation. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/902132678?marker=6560IO> (access date: 05/17/2022).
 25. Transport. Federal State Statistics Service. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/23455> (accessed: 03/17/2021).

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Каминский Никита Сергеевич, старший преподаватель кафедры «Отделение машиностроения, морской техники и транспорта»
ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»

*п. Аякс 10, о. Русский, г. Владивосток, Приморский край,
690922, Российская Федерация
kaminskii.ns@dvfu.ru*

Гостэва Павел Романович, студент кафедры «Отделение машиностроения, морской техники и транспорта»
*ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»
п. Аякс 10, о. Русский, г. Владивосток, Приморский край,
690922, Российская Федерация
kaminskii.ns@dvfu.ru*

Михайлова Ольга Геннадьевна, доцент, канд. политических наук кафедры «Отделение машиностроения, морской техники и транспорта»
*ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»
п. Аякс 10, о. Русский, г. Владивосток, Приморский край,
690922, Российская Федерация*

Угай Сергей Максимович, доцент, канд. технических наук кафедры «Отделение машиностроения, морской техники и транспорта»
*ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук»
ул. Кирова, Д. 49, г. Чита, Забайкальский край, 672010, Российская Федерация*

DATA ABOUT THE AUTHOR

Nikita S. Kaminsky, Senior Lecturer of the Department of Mechanical Engineering, Marine Engineering and Transport
*Far Eastern Federal University
Ajax 10, Russky Island, Vladivostok, Primorsky Krai, 690922,
Russian Federation
kaminskii.ns@dvfu.ru*

Pavel R. Gosteva, student of the Department of Mechanical Engineering, Marine Engineering and Transport
Far Eastern Federal University
Ajax 10, Russky Island, Vladivostok, Primorsky Krai, 690922, Russian Federation
gosteva.pr@students.dvfu.ru

Olga G. Mikhailova, Associate Professor, Candidate of Political Sciences, Department of Mechanical Engineering, Marine Engineering and Transport
Far Eastern Federal University
Ajax 10, Russky Island, Vladivostok, Primorsky Krai, 690922, Russian Federation

Sergey M. Ugai, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences of the Department “Department of Mechanical Engineering, Marine Engineering and Transport”
Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences
Kirova Str., 49, Chita, Zabaikalsky Krai, 672010, Russian Federation

Поступила 25.05.2023

После рецензирования 15.06.2023

Принята 18.06.2023

Received 25.05.2023

Revised 15.06.2023

Accepted 18.06.2023