ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2021;(6):95-103
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 622.323 DOI: 10.25018/0236_1493_2021_6_0_95

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИЛОВЫМИ АГРЕГАТАМИ ГОРНЫХ МАШИН В ДИАПАЗОНЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА

Д.Д. Беликова[1], Е.В. Морозов[2], Э.Л. Хисамутдинова[3]

[1] Санкт-Петербургский горный университет,
Санкт-Петербург, Россия, e-mail: belikova.daria@gmail.com
[2] Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А.В. Хрулёва, Санкт-Петербург, Россия
[3] Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация: Представлены результаты исследования проблемы повышения эффективности энергопреобразования силового агрегата горных машин. Современные условия использования силовых установок характеризуются значительным расширением спектра предъявляемых к ним требований, таким как безотказность, экологичность, ресурсосбережение. Необходим системный подход для выполнения новых требований к работоспособности горных машин. Повышение эффективности предлагается за счет сокращения потери на трении в диапазоне эксплуатационных режимов ДВС при применении масел, приведенных в исследовании. Для снижения потерь на трение имеет большое значение снижение вязкости масла при условии сохранения его качества, в том числе несущей способности масляной пленки. Контроль качества масла позволит обеспечить оптимизацию вязкости масла, уменьшение гидравлических потерь на впуске и выпуске, может способствовать существенному снижению механических потерь. В процессе исследования был разработан оперативный метод оценки качества масел горных машин. Для решения данной задачи создана имитационная система оценки качества масла транспортных средств, которая позволяет анализировать качество масла на всех эксплуатационных режимах. Принятые в процессе исследования технические решения позволили существенно сократить потери на трение, улучшить экономические, экологические параметры и надежность силовых агрегатов на всех эксплуатационных режимах.

Ключевые слова: моторное масло, горные машины, имитационная система оценки качества, двигатель внутреннего сгорания, потери на трение, ресурсосбережение, оперативный контроль масел горных машин, контроль качества масла горных машин.

Для цитирования: *Беликова Д. Д., Морозов Е. В., Хисамутдинова Э. Л.* Оптимальное управление силовыми агрегатами горных машин в диапазоне эксплуатационных режимов при применении системы контроля качества моторного масла // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 6. – С. 95–103. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_6_0_95.

© Д.Д. Беликова, Е.В. Морозов, Э.Л. Хисамутдинова. 2021.

Optimizing control of mining machine power-units within the normal power setting range by means of engine oil quality monitoring

D.D. Belikova[1], E.V. Morozov[2], E.L. Khisamutdinova[3]

[1] Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia, e-mail: belikova.daria@gmail.com
[2] Military Academy of Logistics, Saint-Petersburg, Russia
[3] Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Saint-Petersburg, Russia

Abstract: This article describes the studies into intensification of energy conversion in power-units of mining machines. The current use environment of power-units features a greatly enlarged range of requirements imposed on them, such as unfailing performance, eco-friendliness and resource-saving. It is necessary to work out a system approach to meeting the new operability standards of mining machines. It is proposed to increase efficiency of combustion engines by reducing friction losses within the normal power setting range in case of use of the test oils. Regarding the friction loss reduction, it is important to lower oil viscosity at the preserved oil quality, including the supporting capacity of oil film. The oil quality monitoring can allow optimization of oil viscosity, reduction in hydraulic loss in oil inlet and outlet, and an essential decrease in mechanical losses. During the research, a method of in-line machine oil quality rating was developed. A simulation system created for the machine oil quality rating enables oil quality analysis at all normal power settings. The proposed engineering solutions made it possible to diminish greatly friction losses and to enhance efficiency, eco-friendliness and reliability of power-units at all normal power settings.

Key words: machine oil, mining machines, quality rating simulation system, combustion engine, friction losses, resource-saving, in-line machine oil quality control, mining machine oil quality monitoring.

For citation: Belikova D. D., Morozov E. V., Khisamutdinova E. L. Optimizing control of mining machine power-units within the normal power setting range by means of engine oil quality monitoring. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021;(6):95-103. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_6_0_95.

Введение

Качественные характеристики горных машин в значительной мере зависят от совокупности свойств силовой установки — агрегата, обеспечивающего объект энергией, необходимой для его перемещения. Современные условия использования силовых установок характеризуются значительным расширением спектра предъявляемых к ним требований. В числе этих требований помимо функциональных, связанных с энергообеспечением объектов, большое значение приобрели такие, как повышение готовности и безотказности силовых установок в различных условиях эксплуатации горных машин, а также жесткая необходимость тотального ресурсосбережения и решения задач, связанных с усложнением экологической ситуации [1]. Все это обуславливает потребность перехода от частных усовершенствований силовых установок к решению проблемы их эффективности как составных частей определенной системы.

Процесс энергопреобразования двигателя внутреннего сгорания играет центральную роль в формировании всей совокупности свойств силовой установки от ее энергетических показателей до

характеристик надежности и ресурсоемкости. Из этого следует, что проблема повышения эффективности энергопреобразования, рассматриваемая на основе системного подхода, является важнейшим резервом улучшения качественных показателей горных машин. Вместе с тем, достаточно актуальным является вопрос снижения выбросов отработавших газов при функционировании силовых агрегатов горных машин в диапазоне эксплуатационных режимов. Таким образом, особый интерес на современном этапе развития имеют направления улучшения экологических и эффективных показателей дизелей горных машин при одновременном повышении качества применяемых в них эксплуатационных материалов [2].

В направлении исследовании влияния состояния моторного масла на двигатели следует выделить работы некоторых авторов. А.А. Хазиев рассматривает вопросы применения методов экспресс-контроля моторного масла в предприятиях автомобильного сервиса [3]. Ю.А. Власов определил методологию диагностики агрегатов автомобилей электрофизическими методами контроля параметров работающего масла [4]. Б.И. Ковальский исследует влияние климатических условий эксплуатации двигателей на процесс старения моторного масла [5].

Методы и приборы

Потери на трение в механизмах являются основным компонентом механических потерь и составляют 60—72% общей суммы N_i. При этом 70—72% мощности $N_{тр}$ затрачивается на преодоление трения поршня и поршневых колец и 20—23% — на трение в подшипниках коленчатого вала. До 60—65% потерь на трение поршневой группы связано с реодолением трения поршневых колец. Удельный вес насосных потерь оценивается в 15—13% N_i, а мощность, затрачиваемая на привод вспомогательных агрегатов — топливного жидкостного и масляного насосов, приборов электрооборудования, — в 12—17% [6].

При нормальной работе механизмов и систем поршневого двигателя в сопряжениях имеет место гидродинамический режим смазывания, при котором пары трения надежно разделены слоем смазочного материала толщиной 5—15 мкм. Только в момент реверсирования поршня, когда скорость его перемещения относительно цилиндра, изменяя знак, проходит через нулевое значение, возможно утончение масляной пленки между поршневыми кольцами и цилиндром до десятых долей мкм, что соответствует режиму граничного смазывания [7].

Трение между деталями в условиях гидродинамического режима обусловлено межмолекулярным взаимодействием в слое смазочного материала (моторного масла). Это взаимодействие, характерное для реальных (ньютоновских) жидкостей, определяется их вязкостью [8]. Для количественной характеристики вязкости используются: μ — динамический коэффициент вязкости, имеющий размерность Н·с/м^2; ν — кинематический коэффициент вязкости, причем

$$\nu = \mu/\rho \text{ м}^2/\text{с } (\text{см}^2/\text{с}), \qquad (1)$$

где ρ — плотность жидкости, кг/м^3.

В соответствии с реологическим уравнением Ньютона сила трения при гидродинамическом режиме смазывания равна

$$\rho_{тр} = \mu F \frac{W_o}{\delta_м}. \qquad (2)$$

Из приведенной фундаментальной зависимости видно, что сила трения определяется вязкостью смазочного материала μ, площадью F контакта сопряженных деталей, относительной скоростью их перемещения W_o и толщиной масляного слоя $\delta_м$, равной зазору в парах трения.

В результате проведенного исследования установлено, что значение зазора $\delta_м$ зависит от нагрузки на детали, скорости их взаимного перемещения и вязкости масла, что для поршневого кольца приближенно выражает формула

$$\delta_м = \frac{C_п \mu}{P}, \text{ м} \qquad (3)$$

где $C_п$ — скорость поршня, м/с; P — составляющая силы, действующей на поршневое кольцо, перпендикулярная поверхности зеркала цилиндра, Н.

С учетом последнего выражения и ряда преобразований сила трения поршневого кольца равна

$$P_{пкj} = A_{пк} Dh_{кj} \left(\mu n\right)^{0,5} p^{n_1}, \text{ Н} \qquad (4)$$

где $A_{пк}$ — постоянный коэффициент; $Dh_{кj}$ — диаметр цилиндра и высота поршневого кольца, м; n — частота вращения коленчатого вала, мин$^{-1}$; p — средняя удельная нагрузка на поршневое кольцо, Н/м^2; n_1 — показатель степени.

Для комплекта из k поршневых колец сила трения составит

$$P_{пк} = \sum_{j=1}^{k} \rho_{пкj}$$

Для приближенной оценки механических потерь могут быть использованы эмпирические формулы типа

$$P_м = A + B\, C_т \qquad (4)$$

где A, B — постоянные коэффициенты; $C_т$ — средняя скорость поршня, м/с.

Приведенные выражения дают возможность оценить факторы, обусловливающие потери на трение, как основную составляющую механических потерь. Потери на трение в механизмах определяются размерами их деталей, нагруженностью, скоростным режимом и вязкостью масла [9].

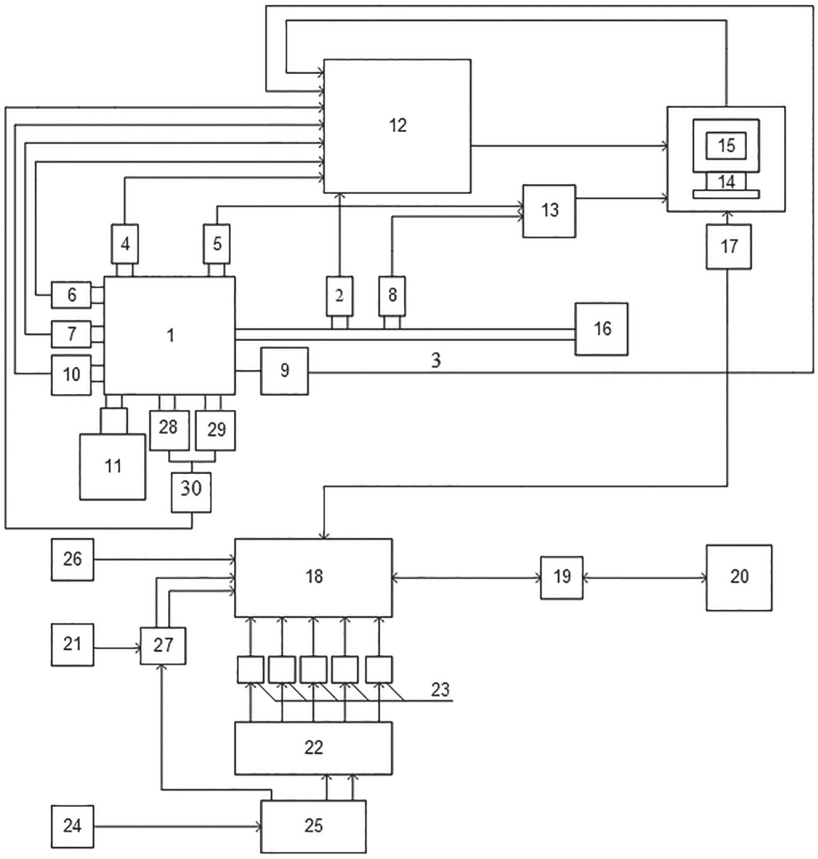
При снижении потерь на трение важно уменьшение размеров контактных поверхностей и снижение вязкости масла при условии, что это не вызывает чрезмерного увеличения удельной нагрузки и снижения несущей способности масляной пленки [10].

Результаты

Для обеспечения надежности горных машин необходимо разрабатывать оперативные методы оценки качества масел непосредственно на двигателе, задачей которых является определение обобщенного критерия качества для последующего воздействия на эксплуатируемый объект (АТС) через электронную систему управления (ЭСУ) с целью увеличения его ресурса и надежности работы [11].

Метод оперативного контроля моторного масла горных машин заключается в автоматизации процесса оценки качества масел, в осуществлении коррекции работы силовых агрегатов на всех диапазонах эксплуатационных режимов в случае применения некачественного масла. Коррекция проводится путем оптимизации ЭСУ при помощи обратной связи с системой контроля качества масел и защиты деталей и узлов силового агрегата от преждевременного износа, непосредственно характеризующих эффективность энергопреобразования двигательной установки горных машин [12]. Оптимальное управление установленных показателей разработанной системой представляет собой чрезвычайно сложную техническую задачу. В рамках данной задачи была разработана имитационная система оценки качества масла транспортных средств (ПМ №194054 от 07.06.2019), которая расширит возможности способов исследования качества масла на всех эксплуатационных режимах [13]. Все перечисленные компоненты данного технического решения представлены на рисунке.

Разработанная система контроля качества моторного масла транспортных средств содержит следующие датчики: частоты вращения коленчатого вала, мас-



Общая схема имитационной системы контроля качества моторного масла горных машин: 1 — испытуемый двигатель; 2 — датчик частоты вращения коленчатого вала; 3 — датчик распределительного вала; 4 — датчик давления газа в цилиндре двигателя; 5 — датчик положения дроссельной заслонки; 6 — датчик детонации; 7 — датчик угловых отметок коленчатого вала; 8 — датчик концентрации кислорода; 9 — датчик массового расхода воздуха; 10 — газоанализатор вредных выбросов продуктов сгорания; 11 — блок управления двигателем; 12 — электронный блок управления; 13 — аналого-цифровой преобразователь; 14 — персональный компьютер с монитором; 15 — нагружающее устройство; 16 — блок управления; 17 — электронный блок управления; 18 — интерфейс связи; 19 — имитатор ключа зажигания; 20 — генератор-имитатор; 21 — коммутатор; 22 — блок задания режимов; 23 — устройство управления работой; 24 — устройство сопряжения блока управления двигателя и электронного блока управления; 25 — устройство сопряжения электронного блока управления и устройства управления работой; 26 — датчик контроля качества топлива; 27 — датчик температуры топлива; 28 — электронный блок оценки результатов датчиков топлива; 29 — датчик температуры моторного масла; 30 — датчик контроля качества моторного масла; 31 — электронный блок оценки результатов

General arrangement of mining machine oil quality control: 1 — test engine; 2 — rational velocity sensor of crank shaft; 3 — sensor of control shaft; 4 — gas pressure gage of engine cylinder; 5 — position sensor of flap valve; 6 — knock sensor; 7 — crank shaft rotation position sensor; 8 — oxygen concentration sensor; 9 — air mass flow rate meter; 10 — noxious exhaust gas tester; 11 — engine control group; 12 — electronic control package; 13 — analog-to-digital converter; 14 — personal computer; 15 — load-applying unit; 16 — control assembly; 17 — electronic control package; 18 — communication interface; 19 — ignition key simulator; 20 — generator simulator; 21 — commutation switch; 22 — mode setting unit; 23 — operation control assembly; 24 — engine control group–electronic control package interface device; 25 — electronic control package–operation control assembly interface device; 26 — fuel quality tester; 27 — fuel temperature sensor; 28 — electronic unit of fuel test data evaluation; 29 — machine oil temperature sensor; 30 — machine oil quality tester; 31 — electronic unit of fuel test data evaluation

сового расхода топлива, давления газов в цилиндре двигателя, положения дроссельной заслонки, детонации, угловых отметок коленчатого вала, концентрации кислорода, массового расхода воздуха, а также газоанализатор вредных выбросов в продуктах сгорания, установленные на испытуемом двигателе, электронный блок управления испытуемым двигателем, аналого-цифровой преобразователь, персональный компьютер с монитором, модель электронного блока управления макетом двигателя, ее интерфейсом связи с персональным компьютером и монитором, имитатор ключа зажигания, генератор-имитатором сигналов вышеназванных датчиков, коммутатор указанных сигналов. Блок задания режимов дополнительно снабжен датчиком оценки качества моторного масла (емкостной измерительный элемент), датчиком температуры моторного масла и электронным блоком оценки результатов измерений данных датчиков.

Обсуждения

Направление обеспечения снижения трения широко используется в современных двигателях [14]. Снижается высота поршневых колец, уменьшается их число, сокращаются как высота направляющей части поршня, так и диаметр и длина подшипников коленчатого вала. Наблюдается также тенденция к уменьшению вязкости моторного масла, которая при температуре 373K составляет 8 $см^2/с$ для бензиновых двигателей и 10 $см^2/с$ для дизелей.

Снижению потерь на трение способствует ограничение или даже уменьшение частоты вращения коленчатого вала, что также используется в современном двигателестроении [15]. Необходимо иметь в виду, что механические потери существенно зависят от соблюдения при изготовлении и сборке технических условий на шероховатость поверхностей пар трения, характера их сопряжения, отклонений в макрогеометрии и качества моторного масла горных машин.

Однако определение свойств потенциальных масел в процессе эксплуатации силовых установок горных машин представляет большие трудности. Существующие методы контроля качества моторных масел являются трудоемкими и требуют оснащения лабораторий специальным оборудованием [16].

Заключение

Таким образом, проведенные экспериментальные и теоретические исследования в этой области установили, что разработанные технические решения позволили существенно сократить потери на трение с одновременным улучшением экономических, экологических параметров и надежности на всех эксплуатационных режимах силовых агрегатов. Следовательно, контроль качества масла позволит обеспечить оптимизацию вязкости масла, уменьшение гидравлических потерь на впуске и выпуске, может способствовать существенному снижению механических потерь. Важной особенностью предлагаемого решения является оперативный контроль состояния моторного масла, и в результате полученных данных осуществление оптимального управления силовым агрегатом на всех эксплуатационных режимах, с целью повышение ресурса горных машин [17].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сафиуллин Р. Н.* Теоретические основы эффективности энергопреобразования в ДВС и методы ее повышения: монография. — СПб.: СПбГАСУ, 2011. — 199 с.

2. *Сафиуллин Р. Н.*, *Марусин А. В.*, *Лапшин Ю. А.* Повышение качественных показателей применяемого топлива путем реализации системы оценки качества топлива в АССИ

ДВГ // Современная наука: актуальные проблемы и их решения. — 2014. — № 9. — С. 10 — 14.

3. *Хазиев А. А., Колдаев Н. В.* Обоснование применения методов экспресс-контроля моторного масла в предприятиях автомобильного сервиса // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. — 2014. — № 2(2). — С. 10.

4. *Власов Ю. А.* Методология диагностики агрегатов автомобилей электрофизическими методами контроля параметров работающего масла: дисс. доктора техн. наук. — Томск, 2015. — 368 с.

5. *Ковальский Б. И., Верещагин В. И., Рунда М. М., Янович Я. С., Шрам В. Г.* Влияние климатических условий эксплуатации двигателей на процесс старения моторного масла // Мир нефтепродуктов: вестник нефтяных компаний. — 2013. — № 12. — С. 8 — 10.

6. *Marusin A., Safiullin R. R., Ablyazov T.* Methodical approaches for creation of intelligent management information systems by means of energy resources of technical facilities // E3S Web of Conferences. 2019, vol. 140, article 10008.

7. *Сафиуллин Р. Н., Морозов Е. В.* Патент РФ № 194054. Имитационная система оценки качества моторного масла транспортных средств. 07.06.2019. Бюл. № 33.

8. *Сафиуллин Р. Н.* Интеллектуальные бортовые транспортные системы на автомобильном транспорте: монография. — М.-Берлин: Директ-Медиа, 2017. — 354 с.

9. *Safiullin R. N., Afanasyev A. S., Rezchenko V. V.* The concept of development of monitoring systems and management of intelligent technical complexes // Journal of Mining Institute. 2019, vol. 237, pp. 322 — 330. DOI: 10.31897/PMI.2019.3.322.

10. *Сафиуллин Р. Н.* Системы автоматизации контроля движения на автомобильном транспорте: монография. — СПб.: Лань, 2019. — 515 с.

11. *Сафиуллин Р. Н., Морозов Е. В.* Теоретические основы совершенствования технологии эксплуатации технических систем контроля движения автотранспортной техники различного уровня // Вестник гражданских инженеров. — 2019. — № 2(73). — С. 153 — 160.

12. *Di X., Liu H. X., Ban X.* Second best toll pricing within the framework of bounded rationality // Transportation Research Part B. 2016, vol. 83, pp. 74 — 90. DOI: 10.1016/j.trb.2015.11.002.

13. *Сафиуллин Р. Н., Калюжный А. Ф., Усов Д. Ю.* Патент РФ № 174174. Автоматизированная система контроля данных о техническом состоянии двигателя внутреннего сгорания транспортного средства. 31.01.2017. Бюлл. № 28.

14. *Safiullin R. N., Reznichenko V. V., Gorlatov D. V.* Modeling and optimization of processes of transportation of heavy cargoes based on the automation of monitoring systems for the motor vehicles movement // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2019, vol. 378, article 012069. DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012069.

15. *Safiullin R. N., Kerimov M. A., Marusin A. A.* Evaluation of functional efficiency of automated traffic enforcement systems // Transportation Research Procedia. 12th International Conference «Organization and Traffic Safety Management in Large Cities», SPbOTSIC 2016. vol. 20. 2017, pp. 288 — 294.

16. *Montgomery F. O., Clark S. D., May A. D.* Use of coordinated signal settings to reduce junction spillback // IEE Colloquium on Electronics in Managing the Demand for Road Capacity. 1993, no. 205, pp. 1 — 10.

17. *Козлов Л. Н., Урличич Ю. М., Циклис Б. Е.* О концептуальных подходах формирования и развития интеллектуальных транспортных систем в России // Транспорт Российской Федерации. — 2009. — № 3–4 (22–23). — С. 30 — 35. РИАЗ

REFERENCES

1. Safiullin R. N. *Teoreticheskie osnovy effektivnosti energopreobrazovaniya v DVS i metody ee povysheniya*: monografiya [Theoretical framework of the energy conversion efficiency and intensification in combustion engines: monograph], Saint-Petersburg, SPbGASU, 2011, 199 p.

2. Safiullin R. N., Marusin A. V., Lapshin Yu. A. Improvement of fuel quality factors by fuel quality assessment implementation in the Automated Engine Testing System. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy i ikh resheniya*. 2014, no. 9, pp. 10 — 14. [In Russ].

3. Kpaziev A. A., Koldaev N. V. Validation of machine oil express-control at car service centers. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*. 2014, no. 2(2), pp. 10. [In Russ].

4. Vlasov Yu. A. *Metodologiya diagnostiki agregatov avtomobiley elektrofizicheskimi metodami kontrolya parametrov rabotayushchego masla* [Diagnostics methodology for car units by electrophysical control of use oil parameters], Doctor's thesis, Tomsk, 2015, 368 p.

5. Koval'skiy B. I., Vereshchagin V. I., Runda M. M., Yanovich Ya. S., Shram V. G. Effect of climatic service conditions of engines on machine oil aging. *Mir nefteproduktov: vestnik neftyanykh kompaniy*. 2013, no. 12, pp. 8 — 10. [In Russ].

6. Marusin A., Safiullin R. R., Ablyazov T. Methodical approaches for creation of intelligent management information systems by means of energy resources of technical facilities. *E3S Web of Conferences*. 2019, vol. 140, article 10008.

7. Safiullin R. N., Morozov E. V. *Patent RU 194054*. 07.06.2019. [In Russ].

8. Safiullin R. N. *Intellektual'nye bortovye transportnye sistemy na avtomobil'nom transporte*: monografiya [On-board intelligent systems for road transport: monograph], Moscow-Berlin, Direkt-Media, 2017, 354 p.

9. Safiullin R. N., Afanasyev A. S., Rezchenko V. V. The concept of development of monitoring systems and management of intelligent technical complexes. *Journal of Mining Institute*. 2019, vol. 237, pp. 322 — 330. DOI: 10.31897/PMI.2019.3.322.

10. Safiullin R. N. *Sistemy avtomatizatsii kontrolya dvizheniya na avtomobil'nom transporte*: monografiya [Movement control automation systems for road transport: monograph], Saint-Petersburg, Lan', 2019, 515 p.

11. Safiullin R. N., Morozov E. V. Theoretical framework for the improvement of movement control engineering for various level mechanical transport. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2019, no. 2(73), pp. 153 — 160. [In Russ].

12. Di X., Liu H. X., Ban X. Second best toll pricing within the framework of bounded rationality. *Transportation Research Part B*. 2016, vol. 83, pp. 74 — 90. DOI: 10.1016/j.trb.2015.11.002.

13. Safiullin R. N., Kalyuzhnyy A. F., Usov D. Yu. *Patent RU 174174*. 31.01.2017. [In Russ].

14. Safiullin R. N., Reznichenko V. V., Gorlatov D. V. Modeling and optimization of processes of transportation of heavy cargoes based on the automation of monitoring systems for the motor vehicles movement. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2019, vol. 378, article 012069. DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012069.

15. Safiullin R. N., Kerimov M. A., Marusin A. A. Evaluation of functional efficiency of automated traffic enforcement systems. Transportation Research Procedia. *12th International Conference «Organization and Traffic Safety Management in Large Cities»*, SPbOTSIC 2016, vol. 20. 2017, pp. 288 — 294.

16. Montgomery F. O., Clark S. D., May A. D. Use of coordinated signal settings to reduce junction spillback. *IEE Colloquium on Electronics in Managing the Demand for Road Capacity*. 1993, no. 205, pp. 1 — 10.

17. Kozlov L. N., Urlichich Yu. M., Tsiklis B. E. Conceptual approaches to engineering and advance of intelligent transportation systems in Russia. *Transport Rossiyskoy Federatsii*. 2009, no. 3–4 (22–23), pp. 30 — 35. [In Russ].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Беликова Дарья Дмитриевна — аспирант, e-mail: belikova.daria@gmail.com,
Санкт-Петербургский горный университет,
Морозов Евгений Викторович — адъюнкт,
Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А.В. Хрулёва),

Хисамутдинова Эльмира Линаровна — соискатель,
Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна.
Для контактов: Беликова Д.Д., e-mail: belikova.daria@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

D.D. Belikova, Graduate Student, e-mail: belikova.daria@gmail.com,
Saint-Petersburg Mining University, 199106, Saint-Petersburg, Russia,
E.V. Morozov, Adjunct, Military Academy of Logistics,
199034, Saint-Petersburg, Russia,
E.L. Khisamutdinova, Applicant, Saint-Petersburg State University
of Industrial Technologies and Design, 191186, Saint-Petersburg, Russia.
Corresponding author: D.D. Belikova, e-mail: belikova.daria@gmail.com.

Получена редакцией 01.06.2020; получена после рецензии 09.10.2020; принята к печати 10.05.2021.
Received by the editors 01.06.2020; received after the review 09.10.2020; accepted for printing 10.05.2021.

РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»

НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КАЗАХСТАНА

(№ 1239/06-21 от 22.04.2021; 19 с.)

Косарева-Володько Ольга Владимировна[1] — канд. техн. наук, доцент,
e-mail: kosareva-volodko@rambler.ru; *Накышбек Аят Мейрамбекулы*[1] — магистр,
[1] ГИ НИТУ «МИСиС».

Реализация энергоэффективной политики является в настоящее время одним из основных инструментов модернизации промышленности, жилищно-коммунального хозяйства и транспортного сектора. Посланием Президента Республики Казахстан народу Казахстана от 29 января 2010 г. «Новое десятилетие — новый экономический подъем — новые возможности Казахстана» и Государственной программой по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010—2014 гг. поставлены задачи по устойчивому и сбалансированному росту экономики. В области энергосбережения поставлена задача по снижению энергоемкости внутреннего валового продукта не менее чем на 10% к 2015 г. и 25% к 2020 г. Президентом Республики Казахстан от 23 января 2013 г. поручено Правительству Республики Казахстан обеспечить экономию потребления электрической энергии путем ежегодного 10% снижения энергоемкости экономики в течение 2013—2015 гг., тем самым, энергосбережение отнесено к стратегическим задачам государства.

Ключевые слова: энергия, энергоэффективность, энергоаудит, экология, потери, возобновляемая энергетика.

PRESENT AND FUTURE OF KAZAKHSTAN'S ENERGY EFFICIENCY

O.V. Kosareva-Volod'ko[1], Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor, e-mail: kosareva-volodko@rambler.ru,
Nakyshbek Ayat Meyrambekuly[1], Magister,
[1] Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia.

The implementation of the energy efficiency policy is currently one of the main tools for the modernization of industry, housing and communal services and the transport sector. Address of the President of the Republic of Kazakhstan to the People of Kazakhstan dated January 29, 2010 «A new decade — a new economic recovery — new opportunities for Kazakhstan» and the State Program for Accelerated Industrial and Innovative Development of the Republic of Kazakhstan for 2010–2014 set goals for sustainable and balanced economic growth. In the field of energy saving, the goal is to reduce the energy intensity of the gross domestic product by at least 10% by 2015 and 25% by 2020. The President of the Republic of Kazakhstan, dated January 23, 2013, instructed the Government of the Republic of Kazakhstan to ensure savings in electricity consumption by annually reducing the energy intensity of the economy by 10% during 2013–2015, thus, energy conservation is attributed to the strategic objectives of the state.

Key words: energy, energy efficiency, energy audit, ecology, losses, renewable energy.