

УДК 621.314.53; 621.43.001.6

DOI: 10.24160/1993-6982-2018-3-80-85

Электрические энергосберегающие системы стендов для обкатки и испытания двигателей внутреннего сгорания

Ю.М. Чикунов, А.М. Чикунов

Выпуск двигателей внутреннего сгорания (ДВС) непрерывно возрастает. Завершающими операциями технологического процесса их производства или капитального ремонта являются стендовая обкатка и приемо-сдаточные испытания. В связи с постоянным ростом цен на электроэнергию экономически целесообразно использовать эффективную мощность, развиваемую при этом тепловыми двигателями, путем ее преобразования и генерирования в промышленную сеть, поэтому моторостроительные и специализированные ремонтные предприятия оснащают свои испытательные станции обкаточно-тормозными стендами (ОТС), обеспечивающими утилизацию электроэнергии, а также проводят научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, направленные на повышение их технико-экономических показателей.

Рассмотрены различные отечественные и зарубежные энергосберегающие системы, предназначенные для обкатки и испытания ДВС на моторостроительных и мотороремонтных предприятиях. Предпочтение отдано двум системам, успешно внедренным на ОАО «Завод «Дагдизель» (г. Каспийск, Республика Дагестан).

Первая система ОТС реализует разработанный в 1990 г. энергосберегающий метод. Основными элементами системы являются группа тормозных устройств (стендов), выполненных на базе безбалансирных машин постоянного тока и группового электромашинного преобразователя.

Результаты исследований показали, что с помощью системы ОТС в промышленную сеть утилизируется в 1,76...2,48 раза больше активной электроэнергии и окупаемость стенда на авторемонтном предприятии при обкатке двигателя ЯМЗ-238НБ происходит в 3,5...4,28 раза быстрее, чем у лучших зарубежных аналогов.

Для дизельной лаборатории предприятия был разработан стенд, где в качестве тормозного устройства (ТУ) использован одноякорный преобразователь (ОП). При холодной обкатке энергия к ТУ подводится через диодный мост Ларионова. Во время горячей обкатки или испытания энергия торможения поступает в сеть сразу с токосъемных колец ОП. Это позволило получить не только высокий коэффициент полезного действия, но и минимальную установленную мощность стенда, а также возможность генерировать реактивную мощность в заводскую сеть.

Ключевые слова: тормозные стенды, энергосбережение.

Для цитирования: Чикунов Ю.М., Чикунов А.М. Электрические энергосберегающие системы стендов для обкатки и испытания двигателей внутреннего сгорания // Вестник МЭИ. 2018. № 3. С. 80—85. DOI: 10.24160/1993-6982-2018-3-80-85.

Electric Energy Saving Systems for Internal Combustion Engine Run-in and Test Rigs

Yu.M. Chikunov, A.M. Chikunov

The production of internal combustion engines shows a constant growth. Running-in of engines on rigs and their acceptance tests are the final operations in their manufacturing process or overhaul. In view of constantly growing prices for electricity, it is economically advisable to use the effective power developed by the heat engines in the course of these operations by converting it and supplying the generated electricity in the industrial network. In view of these circumstances, engine-building works and specialized repair enterprises equip their testing stations with running-in and braking rigs (RBR) including means for recovering electricity and carry out research and development activities aimed at improving their technical and economic indicators.

The article discusses various domestically produced and foreign energy saving systems intended for running-in and testing internal combustion engines at engine building and engine repairing enterprises. Preference is given to two systems that have been successfully put in use at the ОАО Dagdizel Works (the city of Kaspiysk, Dagestan).

In the first running-in and braking system, the energy saving method developed in 1990 is implemented. The system main elements include a group of braking devices (rigs) made on the basis of non-balanced DC machines and a group rotary converter.

The study results have shown that with using the RBR system, a factor of 1.76...2.48 larger amount of active electric energy is recuperated into the industrial network, and the time taken to payback the rig in running-in the Type YaMZ-238NB engine at an engine repair enterprise is a factor 3.5...4.28 shorter than in the best foreign analogues.

A rig in which a single-armature converter is used as a braking device has been developed for the enterprise's diesel laboratory. In the course of cold running-in, power to the braking device is supplied through a Grets diode bridge. During the hot running-in or testing, the braking energy is supplied to the network directly from the converter slip rings. With such a solution, it became possible not only to obtain high efficiency, but also to minimize the rig installed capacity and to produce reactive power into the enterprise network.

Key words: brake rigs, energy saving.

For citation: Chikunov Yu.M., Chikunov A.M. Electric Energy Saving Systems for Internal Combustion Engine Run-in and Test Rigs. MPEI Vestnik. 2018;3:80—85. (in Russian). DOI: 10.24160/1993-6982-2018-3-80-85.

Выпуск двигателей внутреннего сгорания непрерывно возрастает. Завершающими операциями технологического процесса их производства или капитального ремонта являются стендовая обкатка и приемо-сдаточные испытания. В связи с постоянным ростом цен на электроэнергию экономически целесообразно использовать эффективную мощность, развиваемую тепловыми двигателями, путем ее преобразования и генерирования в промышленную сеть. Именно поэтому моторостроительные и специализированные ремонтные предприятия оснащают свои испытательные станции обкаточно-тормозными стендами (ОТС), обеспечивающими утилизацию электроэнергии, а также проводят научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, направленные на повышение их технико-экономических показателей [1 — 16].

Впервые ОТС с рекуперацией электроэнергии были использованы в США во время Второй мировой войны на авиамоторном заводе. Конструкция стенда включала в себя три электрические машины — тормозное устройство (ТУ), собранное на базе двигателя постоянного тока (ДПТ), и электромашинный преобразователь Леонардо (ПЛ), состоящий из генератора постоянного тока (ГПТ) и асинхронного двигателя (АД) (рис. 1). Хотя данный электропривод и обладал низкими энергетическими характеристиками и большой стоимостью, но системой АДГ (асинхронный двигатель, генератор и двигатель постоянного тока) успешно воспользовались фирмы Brush Electrical Machines (Великобритания), MEZ VSETIN (Чехия), Мэйдэнса (Япония).

Для снижения установленной мощности стенда ученые К.И. Шенфер и П.И. Свириденко в 1944 г. предложили использовать в качестве ТУ асинхронный двигатель (АД) с фазным ротором, в цепь которого включен жидкостной реостат (ЖР), заполненный электролитом (рис. 2).

Эксплуатация показала, что ОТС такого типа обладал существенными недостатками: низким КПД; большим потреблением реактивной энергии; нестабильностью тормозного момента, обусловленной как сильной

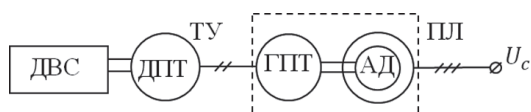


Рис. 1. Схема обкаточно-тормозного стенда

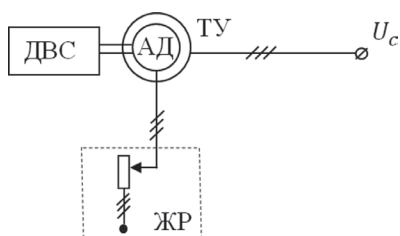


Рис. 2. Схема обкаточно-тормозного стенда с асинхронным двигателем

зависимостью от напряжения питающей сети, так и изменением сопротивления жидкостного реостата при нагревании электролита; сложностью автоматизации.

С целью улучшения характеристик ранее рассмотренных стендов (повышения коэффициента мощности установки) Киевским институтом электродинамики АН Украины был разработан энергосберегающий ОТС, в котором с синхронной машиной (СМ) используется электромагнитная муфта скольжения (ЭМС) (рис. 3). Данная система легко поддается автоматизации, проста и надежна в эксплуатации, но из-за ее громоздкости (две электрические машины, установленные на рабочем месте) и относительно высокой стоимости (в два раза выше стенда с АД-ЖР), она не нашла широкого применения.

С появлением полупроводниковой техники Германский филиал швейцарской фирмы Brown, Boveri & Cie (BBC) для повышения коэффициента полезного действия ОТС АД-ЖР включил в цепь ротора ТУ вместо реостата статический преобразователь (ПР) (рис. 4). При этом стенд из сети стал потреблять еще большую реактивную энергию, искажать форму кривой напряжения питающей сети высокочастотными гармониками, что потребовало дополнительных затрат на их фильтрацию. Стенд с АВК (асинхронно-вентильным каскадом) значительно сложнее, дороже и требует высококвалифицированного обслуживающего персонала.

Австрийской фирмой AVL-ELIN спроектирован и выпускается ОТС на базе асинхронной машины (АМ) с короткозамкнутым ротором и тиристорным преобразователем частоты (ТПЧ), выполненным по схеме инвертора тока (рис. 5). Система АМ-ТПЧ обладает большим рабочим диапазоном частот, однако недостатки стендов AVL-ELIN аналогичны недостаткам ОТС фирмы BBC (таблица), поэтому они, как правило, исполь-

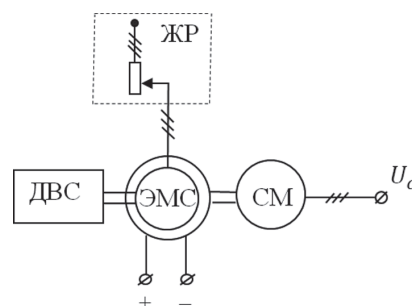


Рис. 3. Схема энергосберегающего обкаточно-тормозного стенда с электромагнитной муфтой скольжения

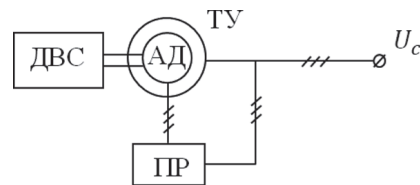


Рис. 4. Схема обкаточно-тормозного стенда со статическим преобразователем

Анализ существующих конструкций машинно-вентильных систем, выполненных на базе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и тиристорным преобразователем частоты

Тип ТПЧ	Достоинства	Недостатки
Автономный инвертор напряжения	Возможность частотного пуска. Простая в сравнении с инвертором тока схема управления. Наличие системы подавления автоколебаний. Относительно высокий КПД	Необходимо наличие двойного комплекта инверторов для реализации процесса рекуперации энергии торможения в сеть
Автономный инвертор тока	Возможность работы в двигательном и генераторном режимах с одним инвертором тока	Сложная система управления, необходимо наличие датчика положения ротора. Потери от высших гармоник в два раза выше в сравнении с инвертором напряжения
Тиристорный преобразователь с непосредственной связью	Возможность свободного обмена реактивной энергией между нагрузкой и сетью	Низкий коэффициент мощности, большой процент высших гармоник в выходном напряжении, ограниченность максимального значения выходной частоты, сложность системы управления



Рис. 5. Схема энергосберегающего обкаточно-тормозного стенда на базе асинхронной машины с короткозамкнутым ротором и тиристорным преобразователем частоты

зуются только в качестве исследовательских стендов и не нашли широко применения.

Таким образом, проблема кардинального повышения (в несколько раз) экономической эффективности энергосберегающих электротехнических систем, предназначенных для обкатки и испытания ДВС на специализированных ремонтных и моторостроительных предприятиях, путем разработки и внедрения метода оптимального сочетания характеристик стендов и их количества при условии максимальной утилизации вырабатываемой при этом электроэнергии не решена и является актуальной.

Анализ рассмотренных ОТС показал, что энергосберегающие стенды создавались как универсальные, способные проводить обкатку и испытание с рекуперацией электроэнергии по любой методике и на всех типах тепловых двигателей, что привело к их низкой эффективности. Используемый при этом принцип универсальности оказался хорош для завода-изготовителя, но никак не для потребителя.

На ОАО «Завод «Дагдизель» (г. Каспийск, Республика Дагестан) пошли по другому пути. При проектировании стендового оборудования учитывались два условия: количество ОТС на испытательном участке и методика обкатки и тип ДВС.

Суть разработанного в 1990 г. энергосберегающего метода состоит в том, что на моторостроительных или специализированных ремонтных предприятиях электроэнергию для холодной обкатки одного стенда необходимо отбирать непосредственно от энергии, генерируемой на стадии горячей обкатки под нагрузкой

или при испытании двигателя другого ОТС, а разницу через групповой преобразователь (ГПР) отправлять в электрическую сеть предприятия. Для реализации данного метода в 1992 г. была разработана система обкаточно-тормозных стендов (рис. 6) [17, 18].

Представленная схема позволяет:

- увеличить количество активной рекуперированной электроэнергии на нужды предприятия в 1,76...2,48 раза [19, 20];
- генерировать, а не потреблять реактивную электроэнергию и, тем самым, использовать стенд как регулируемый источник реактивной энергии с целью повышения коэффициента мощности цеховой сети (наличие синхронной машины в ГПР);
- снизить общую стоимость ОТС и повысить окупаемость стенда в 2...3 раза быстрее, чем у лучших зарубежных аналогов.

С увеличением числа ТУ системы ОТС на испытательной станции мощность ГПР из расчета на один стенд уменьшается в 5,46 раз [21]. С увеличением абсолютной мощности группового преобразователя от 100 до 1000 кВт удельная стоимость установленной мощности снижается в 3 раза, а КПД увеличивается на 26%. В случае же использования ОТС на базе АМ-ТПЧ или АВК с возрастанием числа стендов установленная мощность на единицу ОТС в отличие от энергосберегающей системы наоборот возрастает. Это объясняется

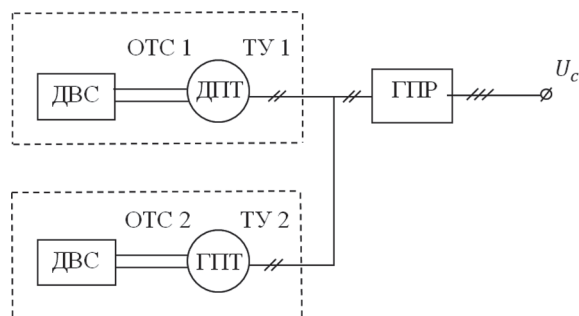


Рис. 6. Система обкаточно-тормозных стендов

вводом дополнительного оборудования — вентиляных компенсаторов искажений тока.

Система ОТС (СОТС) предназначена для обкатки и типовых испытаний ДВС, рассчитывается для каждого объекта индивидуально в зависимости от числа стендов и мощностных характеристик поршневых двигателей. Предельная мощность ограничивается мощностью электромашинного преобразователя 1000...1200 кВт, однако, следует отметить, что СОТС на испытательной станции может быть несколько штук.

Приведенные годовые затраты описываются формулой

$$Z = Z_{\text{ТУ}} \frac{P_{\text{ОТС}}}{P_{\text{ДВС}}} - \left(P_{\text{ср}} \pm Q_{\text{ср}} \frac{d}{b} \right) bT_{\text{фо}}; \quad (1)$$

$$Z_{\text{ТУ}} = 0,209K_{\text{ТУ}},$$

где $Z_{\text{ТУ}}$ — начальные приведенные годовые затраты ТУ, выполненного на базе АД с фазным ротором, руб.; $P_{\text{ОТС}}/P_{\text{ДВС}}$ — относительная установленная мощность ОТС; $P_{\text{ср}}, Q_{\text{ср}}$ — средние активная и реактивная мощности, генерируемые или потребляемые ОТС за время обкатки и испытания ДВС, кВт, кВар; d/b — отношение удельной тарифной стоимости реактивной к активной электроэнергии (в зависимости от региона России составляет 0,12...0,5); $T_{\text{фо}}$ — действующий годовой фонд времени работы оборудования, ч; $K_{\text{ТУ}}$ — полная стоимость ТУ стенда ГОСНИТИ, руб.

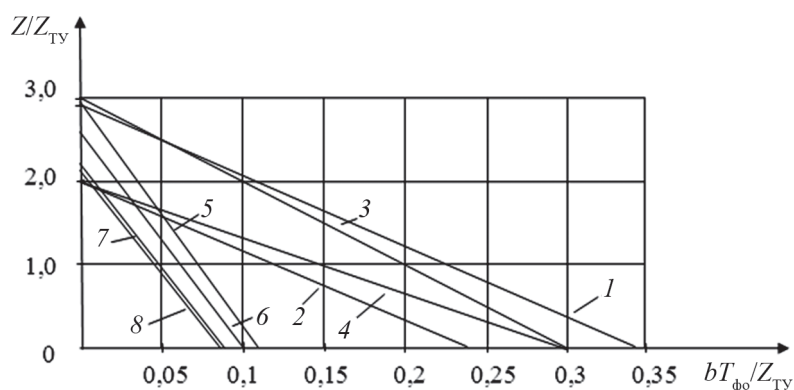
Уравнение (1) в относительных единицах в графической форме представлено на рис. 7.

Экономическая эффективность внедрения результатов исследования составила 1,2 млн руб. в год (в ценах 1992 г.).

Исследования ДВС, выпускаемых ОАО «Завод «Дагдизель», регулярно проводятся в дизельной лаборатории ОКБ-8. Продолжительность испытания на надежность одного двигателя составляет 9000 ч. Для лаборатории был создан энергосберегающий стенд, где в качестве ТУ используется одноякорный преобразователь (ОП) (рис. 8). При холодной обкатке энергия к ТУ подводится через диодный мост Ларионова. Во время горячей обкатки или испытания энергия торможения поступает в сеть сразу с токосъемных колец ОП [22, 23]. Это позволило получить не только высокий КПД, но и минимальную установленную мощность стенда, а также возможность генерировать реактивную мощность в заводскую сеть.

Стенд в основном предназначен для обкатки и типовых испытаний стационарных или вспомогательных судовых ДВС с рекуперацией электроэнергии в промышленную сеть предприятия, но может использоваться и в сельскохозяйственных ремонтных мастерских в режиме утилизации или рекуперации энергии, а также в качестве резервного источника переменного тока. Предельная мощность стенда — 300 кВА.

Годовой экономический эффект при внедрении результатов работы от одного стенда составил 247 400 руб. (в ценах 2010 г.).



№ п/п	Тип стенда	$bT_{\text{фо}}/Z_{\text{ТУ}} (Z/Z_{\text{ТУ}} = 0)$	$P_{\text{ОТС}}/P_{\text{ДВС}} (bT_{\text{фо}}/Z_{\text{ТУ}} = 0)$
1	AVL-ELIN	0,34	$2\sqrt{2}$
2	BBC	0,23	2,0
3	MEZ VSETIN	0,30	3,0
4	ГОСНИТИ	0,30	2,0
5	СОТС (n = 3)	0,11	2,88
6	СОТС (n = 5)	0,10	2,59
7	СОТС (n = 20)	0,082	2,2
8	СОТС (n = 30)	0,08	2,17

Рис. 7. Графическая форма уравнения (1)

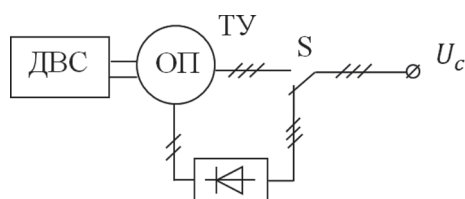


Рис. 8. Схема энергосберегающего обкаточно-тормозного стенда с одноякорным преобразователем

Таким образом, обозначенные принципы построения энергосберегающих систем предполагают возможность создания новых конструкций обкаточно-тормозных стендов, имеющих лучшие технико-экономические характеристики.

Литература

1. Вейц В.Л., Кочура А.Е., Куценко Б.Н. Расчет и проектирование электромеханических стендов для испытаний транспортных машин с ДВС. Л.: Машиностроение, 1985.
2. Дробышев Ю.В., Цвирко Л.Ю. Технико-экономический анализ систем автоматизированных электроприводов испытательных стендов // Сб. науч. трудов Белорус. гос. с.-х. акад. 1977. Вып. 28. С. 89—94.
3. Дробышев Ю.В., Цвирко Л.Ю. Расчет потерь асинхронного вентильного каскада в генераторном режиме автоматизированного электропривода // Там же. С. 94—100.
4. Емец В.Ф., Петров Г.А. Перевод обкаточно-тормозных стендов с электрическими машинами мощностью 75,90 и 160 кВт в режим автономной электростанции // Повышение надежности электроустановок в сельском хозяйстве: Сб. науч. тр. ЧИМЭСХ. Челябинск, 1987. С. 25—28.
5. Заренбин, В.Г., Касумов А.Х. Исследование режимов приработки автомобильных двигателей при капитальном ремонте. М.: Транспорт, 1983.
6. Красношанка М.М. и др. Стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания. М.: Машиностроение, 1979.
7. Мухин Е.М., Столяров И.И. Приработка и испытание автомобильных двигателей. М.: Транспорт, 1981.
8. Нигаматов М.Х. Ускоренная обкатка двигателей после ремонта. М.: Колос, 1983.
9. Погорелый И.П. Обкатка и испытание тракторных и автомобильных двигателей. М.: Энергия, 1974.
10. Райков И.А. Испытания двигателей внутреннего сгорания. М.: Высшая школа, 1975.
11. Шенфер К.И., Свириденко П.И. Генерирование электроэнергии при испытаниях двигателей внутреннего сгорания // Электричество. 1944. № 1, 2. С. 3—4.
12. Шенфер К.И., Свириденко П.И. Рекуперация энергии в промышленности. М.: Изд-во АН СССР, 1946.

13. Langlotz H. Die Untersynchrone Stromrichterbrücke als Prüfstands-ausrüstung // BBC-Nachr. 1976. V. 58. No. 213. Pp. 98—102.

14. MEZ Vsetin. Привод испытательного стенда с динамометром постоянного тока типа 1DS 742N. Всетин, 1984.

15. Regenerative engine-test brakes costs and increase efficiency // Automot. Eng. 1977. V. 2. No. 3. Pp. 19—45.

16. Weyland H.W. Wirtschaftlicher Einsatz Elektrischer Maschine bei Prüfständen // Brown Boveri Mitteilungen. 1977. V. 64. No. 3. Pp. 147—152.

17. Пат. 2039348 РФ. Стенд для испытаний двигателей внутреннего сгорания / Ю.М. Чикунов. // Бюл. изобрет. 1995. № 19.

18. Пат. 2044294 РФ. Стенд для испытания двигателя внутреннего сгорания / Ю.М. Чикунов. // Бюл. изобрет. 1995. № 26.

19. Чикунов Ю.М. Теоретическое обоснование энергосберегающей системы стендов для обкатки и испытания двигателей внутреннего сгорания // Энергобезопасность и энергосбережение. 2012. № 3. С. 23—25.

20. Чикунов Ю.М., Чикунов А.М. Коэффициент рекуперации — основной показатель энергетической эффективности обкаточно-тормозных стендов // Электро. 2014. № 3. С. 36—39.

21. Чикунов Ю.М. Особенности расчета мощности группового преобразователя и ее оценка // Автоматизация и современные технологии. 2014. № 3. С. 14—16.

22. Пат. 2055339 РФ. Стенд для испытания двигателя внутреннего сгорания / Ю.М. Чикунов. // Бюл. изобрет. 1996. № 6.

23. Пат. 2059217 РФ. Стенд для испытания двигателей внутреннего сгорания / Ю.М. Чикунов. // Бюл. изобрет. 1996. № 12.

References

1. Veyts V.L., Kochura A.E., Kutsenko B.N. Raschet i Proektirovanie Elektromekhanicheskikh Stendov dlya Ispytaniy Transportnyh Mashin s DVS. L.: Mashinostroyeniye, 1985. (in Russian).
2. Drobyshev Yu.V., Tsvirko L.Yu. Tekhniko-ekonomicheskii Analiz Sistem Avtomatizirovannykh Elektroprivodov Ispytatel'nykh Stendov. Sb. Nauch. Trudov Belorus. Gos. S.-h. Akad. 1977;28:89—94. (in Russian).
3. Drobyshev Yu.V., Tsvirko L.Yu. Raschet Poter' Asinhronnogo Ventil'nogo Kaskada v Generatornom Rezhime Avtomatizirovannogo Elektroprivoda. Tam zhe: 94—100. (in Russian).
4. Emets V.F., Petrov G.A. Perevod Obkatochno-tormoznykh Stendov s Elektricheskimi Mashinami Moshchnost'yu 75,90 i 160 kVt v Rezhim Avtonomnoy Elektrostantsii. Povyshenie Nadezhnosti Elektroustanovok v Sel'skom Hozyaystve: Sb. Nauch. Tr. CHIMESKH. Chelyabinsk, 1987:25—28. (in Russian).
5. Zarenbin, V.G., Kasumov A.H. Issledovanie Rezhimov Prirabotki Avtomobil'nykh Dvigatelay pri Kapital'nom Remonte. M.: Transport, 1983. (in Russian).

6. **Krasnoshapka M.M. i dr.** Stend dlya Obkatki Dvigately Vnutrennego Sgoraniya. M.: Mashinostroenie, 1979. (in Russian).

7. **Muhin E.M., Stolyarov I.I.** Prirabotka i Ispytanie Avtomobil'nyh Dvigately. M.: Transport, 1981. (in Russian).

8. **Nigmatov M.H.** Uskorennaya Obkatka Dvigately Posle Remonta. M.: Kolos, 1983. (in Russian).

9. **Pogorelyy I.P.** Obkatka i Ispytanie Traktornyh i Avtomobil'nyh Dvigately. M.: Energiya, 1974. (in Russian).

10. **Raykov I.A.** Ispytaniya Dvigately Vnutrennego Sgoraniya. M.: Vysshaya Shkola, 1975. (in Russian).

11. **Shenfer K.I., Sviridenko P.I.** Generirovanie Elektroenergii pri Ispytaniyah Dvigately Vnutrennego Sgoraniya. Elektrichestvo. 1944;1, 2:3—4. (in Russian).

12. **Shenfer K.I., Sviridenko P.I.** Rekuperatsiya Energii v Promyshlennosti. M.: Izd-vo AN SSSR, 1946. (in Russian).

13. **Langlotz H.** Die untersynchrone Stromrichterlade als Prüfstands-ausrüstung. BBC-Nachr. 1976;58;213:98—102.

14. **MEZ Vsetin.** Privod Ispytatel'nogo Stenda s Dinamometrom Postoyannogo Toka Tipa 1DS 742N. Vsetin, 1984. (in Russian).

15. **Regenerative** Engine-test Brakes Costs and Increase Efficiency. Automot. Eng. 1977;2;3:19—45.

16. **Weyland H.W.** Wirtschaftlicher Einsatz Elektrischer Maschine bei Prüfständen. Brown Boveri Mitteilungen. 1977;64;3:147—152.

17. **Pat. 2039348 RF.** Stend dlya Ispytaniy Dvigately Vnutrennego Sgoraniya. Yu.M. Chikunov. Byul. izobret. 1995;19. (in Russian).

18. **Pat. 2044294 RF.** Stend dlya Ispytaniya Dvigately Vnutrennego Sgoraniya. Yu.M. Chikunov. Byul. izobret. 1995;26. (in Russian).

19. **Chikunov Yu.M.** Teoreticheskoe Obosnovanie Energoberegayushchey Sistemy Stendov dlya Obkatki

i Ispytaniya Dvigately Vnutrennego Sgoraniya. Energobezopasnost' i Energoberezhenie. 2012;3:23—25. (in Russian).

20. **Chikunov Yu.M., Chikunov A.M.** Koeffitsient Rekuperatsii — Osnovnoy Pokazatel' Energeticheskoy Effektivnosti Obkatochno-tormoznyh Stendov. Elektro. 2014;3:36—39. (in Russian).

21. **Chikunov Yu.M.** Osobennosti Rascheta Moshchnosti Gruppovogo Preobrazovatelya i ee Otsenka. Avtomatizatsiya i Sovremennye Tekhnologii. 2014;3:14—16. (in Russian).

22. **Pat. 2055339 RF.** Stend dlya Ispytaniya Dvigately Vnutrennego Sgoraniya. Yu.M. Chikunov. Byul. izobret. 1996;6. (in Russian).

23. **Pat. 2059217 RF.** Stend dlya Ispytaniya Dvigately Vnutrennego Sgoraniya. Yu.M. Chikunov. Byul. izobret. 1996;12. (in Russian).

Сведения об авторах

Чикунев Юрий Михайлович — кандидат технических наук, с 29.03.1990 по 17.05.1999 гг. начальник КБ ОГТ АО «Завод Дагдизель», e-mail: Chikunov_yuriy@mail.ru

Чикунев Александр Михайлович — с 04.12.2000 по 26.08.2003 гг. инженер отдела автоматизированных систем управления предприятием АО «Завод Дагдизель» (10.09.1967 — 01.06.2017)

Information about authors

Chikunov Yuriy M. — Ph.D. (Techn.), from 29.03.1990 to 17.05.1999 Chief of KB OGT, JSC «Zavod Dagdizel», e-mail: Chikunov_yuriy@mail.ru

Chikunov Aleksandr M. — from 04.12.2000 to 26.08.2003 Engineer of Automated Enterprise Management Systems Dept., JSC «Zavod Dagdizel» (10.09.1967 — 01.06.2017)

Статья поступила в редакцию 24.05.2017