

Haifa, February 28, 2021

Attn:
NAMI Scientific Council
Russian Federation

Re: Mr. Nadareishvili G.G. – review report on the executive summary ("avtoreferat") of the DSc thesis

Scientists all over the world are researching various aspects of anthropogenic impact on the environment. Comparative studies of various types of propulsion technologies, e.g. internal combustion engines (ICEs), electric propulsion etc., are carried out. There is a consensus among experts that despite rapid rise in the share of electric vehicles, ICEs will continue to be a leading propulsion tool in the foreseen future. In this regard, reducing their impact on the environment by developing modern technologies of emissions control is of serious interest and high relevance. Subsequently, advanced technologies of emissions aftertreatment are intensively studied and developed. Evidently, development of novel aftertreatment technologies is associated with the requirement of carbon footprint reduction. The latter presumes a need in a significant increase in the engine efficiency together with development and use of alternative renewable low-carbon-intensity fuels. The solution of such problems is impossible without the development of comprehensive theoretical basis that addresses the all mentioned above issues in their mutual relationship. The research of Mr. Nadareishvili G.G. is focused exactly on this problem.

The main goal of the Mr. Nadareishvili's thesis is the creation of a comprehensive methodology aimed at finding technical solutions and choosing rational ways of Exhaust Gas Aftertreatment Technologies (EGAT) development, considering various factors affecting the system and the engine performance, e.g. acoustics, chemical kinetics, thermodynamics and heat transfer, mass and gas exchange and aerodynamics, to ensure the development of environmentally and acoustically benign ICEs.

It is essential that the developed methodology and the subsequent mathematical model provides an in-depth description of factors affecting the EGAT operation, as well as principles and mechanisms defining its performance in their mutual relationship. The suggested method of the EGAT effectiveness assessment applying both dimensionless parameters characterizing the processes in the aftertreatment system and engine parameters is novel and allows evaluation of various EGAT design options. The suggested in the study theoretical, methodological and experimental approaches of the chemical kinetics analysis and environmental characteristics assessment enable reduction of the EGAT development times and costs.

The important novel feature of this scientific work lies in the fact that for the first time were theoretically formulated, on the basis of the developed mathematical model, the methodological fundamentals of experimental evaluation and calibration of EGAT systems, for example, the use of nitrogen oxide sensors as a signal ammonia detector for controlling and calibrating the system

Associate Professor Leonid Tartakovsky
Director, Technion Internal Combustion Engines Lab.

פרופ"ח לאוניד טרטקובסקי
ראש המעבדה למנועי שריפה פנימית

Faculty of Mechanical Engineering
Technion City, Haifa 3200003, Israel

הפקולטה להנדסת מכונות
קריית הטכניון, חיפה 3200003

Phone: +972-77-8872077, Lab Phone: + 972-77-8872944, Fax: +972-4-8295711;
e-mail: tartak@technion.ac.il

Lab website: ticel.net.technion.ac.il

investigated. Another novel feature of the referred study is a description of the relationship between two methods of measuring the oxygen capacity of redox catalytic blocks.

Of particular engineering value is the suggested in this study method of integrated design, based on the developed mathematical model, which addresses diffusion, thermal, hydraulic, aerodynamic, and acoustic parameters. The method has been tested and validated through construction of novel highly-effective EGAT systems.

The results of this study were practically implemented in various industries and research organizations, such as: FSUE “NAMI”, PJSC “KAMAZ”, LLC “UAZ”, PJSC “Avtodiesel”, LLC “Ecoalliance”, and also introduced into the teaching process (course of lectures) at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow Polytechnic University". The main scientific findings of the study were published in 31 articles and patents.

Despite the mentioned above achievements and the added value of the referred study, it is not free of shortcomings:

1. It is not clear from the executive summary ("avtoreferat") whether the developed EGAT assessment and analysis methodology covers also the most recent aftertreatment technologies, like SCRT (the system including both particle filter and the NO_x reduction system), gasoline particle filters for DI SI engines, etc.
2. It is not clear whether the developed methodology enables assessment of the EGAT performance at various ambient conditions and in case of transient events, as well as dependence of the EGAT effectiveness on the catalyst type and aging.

Anyhow, these remarks do not diminish the scientific level of the work performed. Judging by the executive summary ("avtoreferat"), the relevance of the topic, the theoretical results achieved, the experimental data obtained, as well as the results of industrial implementation, undoubtedly demonstrate that the referred thesis meets the requirements of the Higher Attestation Commission of Russian Federation to dissertations for the degree of Doctor of Technical Sciences in the area of expertise 05.04.02 – Heat Engines, and the author of this thesis deserves awarding the academic degree of Doctor of Technical Sciences.

Respectfully,



Leonid Tartakovsky, PhD, SAE Fellow
Associate Professor

Associate Editor
SAE International Journal of Engines

Associate Professor Leonid Tartakovsky
Director, Technion Internal Combustion Engines Lab.

פרופ"ח לאוניד טרטקובסקי
ראש המעבדה למנועי שריפה פנימית

Faculty of Mechanical Engineering
Technion City, Haifa 3200003, Israel
Phone: +972-77-8872077, Lab Phone: + 972-77-8872944,
e-mail: tartak@technion.ac.il

הפקולטה להנדסת מכונות
קריית הטכניון, חיפה 3200003
Fax: +972-4-8295711;
Lab website: ticel.net.technion.ac.il

Хайфа, 28 февраля 2021 г.

Адресат:

**Ученый совет НАМИ,
Российская Федерация**

Тема: Г-н Надарейшвили Г.Г. – отзыв на автореферат докторской диссертации

Ученые по всему миру занимаются изучением различных аспектов антропогенного влияния на окружающую среду. Проводятся сравнительные исследования разнообразных технологий двигателестроения, например, двигателей внутреннего сгорания (ДВС), электрических силовых установок и т.д. Эксперты сходятся во мнении о том, что, несмотря на стремительный рост доли электромобилей, в обозримом будущем ДВС сохранят за собой первенство среди силовых установок. В этой связи сокращение их воздействия на окружающую среду путем разработки современных технологий контроля выбросов представляет серьезный интерес и имеет большое значение. Вследствие чего активно исследуются и разрабатываются передовые технологии нейтрализации (последующей обработки) выбросов. Очевидно, что разработка новых технологий нейтрализации (последующей обработки) связана с требованием сокращения объема углеродного следа. Последнее предполагает необходимость значительного повышения эффективности двигателей наряду с разработкой и использованием альтернативных возобновляемых низкоуглеродных видов топлива (с низкой интенсивностью выбросов углерода в атмосферу). Решение подобных задач невозможно без разработки комплексной теоретической базы, охватывающей все упомянутые выше вопросы в их взаимной зависимости. Исследование Г.Г. Надарейшвили посвящено именно этой проблеме.

Основной целью диссертации г-на Надарейшвили является создание комплексной методики поиска технических решений и выбора рациональных путей разработки технологий или систем обработки отработавших газов (СООГ), учитывающих различные факторы, влияющие на эффективность системы и двигателя, например, вопросы акустики, химической кинетики, термодинамики и теплообмена, массо- и газообмена и аэродинамики для обеспечения разработки экологически и акустически безопасных ДВС.

Важно, что разработанная методология и соответствующая математическая модель содержат подробное описание факторов, влияющих на работу СООГ, а также принципов и механизмов, определяющих ее характеристики в их взаимосвязи. Предлагаемый метод оценки эффективности СООГ, использующий как безразмерные параметры, характеризующие процессы в системе нейтрализации, так и параметры двигателя, является инновационным и позволяет оценивать различные конструктивные решения СООГ. Предлагаемые в исследовании теоретические, методологические и экспериментальные подходы к анализу химической кинетики и оценке экологических характеристик позволяют сократить время и затраты на разработку СООГ.

Важное новшество данной научной работы заключается в том, что впервые на основании разработанной математической модели были теоретически сформулированы методологические основы экспериментальной оценки и калибровки СООГ, например, использование датчиков оксида азота в качестве сигнального детектора аммиака для контроля и калибровки изучаемой

системы. Другим новшеством данного исследования является описание взаимосвязи между двумя методами измерения кислородной емкости окислительно-восстановительных каталитических блоков.

Особую техническую ценность представляет предлагаемый в данном исследовании метод комплексного проектирования на базе разработанной математической модели, учитывающий диффузионные, тепловые, гидравлические, аэродинамические и акустические параметры. Данный метод был апробирован и валидирован (верифицирован) посредством создания инновационных высокоэффективных СООГ.

Результаты настоящего исследования были применены на практике различными промышленными предприятиями и исследовательскими организациями, такими как: ФГУП «НАМИ», ПАО «КАМАЗ», ООО «УАЗ», ПАО «Автодизель», ООО «Экоальянс», а также введены в учебный процесс (курс лекций) в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский политехнический университет». Основные научные результаты исследования были опубликованы в 31 статье и патенте.

Несмотря на перечисленные выше достижения и дополнительную ценность рассматриваемого исследования, оно не лишено некоторых недостатков:

1. Из автореферата не ясно, охватывает ли разработанная методология оценки и анализа СООГ также самые последние технологии нейтрализации (последующей обработки) ОГ, такие как SCRT (технология непрерывной регенерации и селективного каталитического восстановления; система, включающая как фильтр частиц, так и систему снижения/восстановления NO_x), фильтры частиц для бензиновых двигателей с прямым впрыском и искровым зажиганием и т.д.
2. Остается неясным, позволяет ли разработанная методология оценить работу СООГ в различных условиях окружающей среды и в переходных/неустановившихся режимах, а также зависимость эффективности СООГ от типа катализатора и от старения.

В любом случае данные замечания не преуменьшают научный уровень выполненной работы. Исходя из автореферата, актуальность темы, достигнутые теоретические результаты, полученные экспериментальные данные, а также результаты промышленного применения несомненно свидетельствуют о том, что вышеупомянутая диссертация соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.04.02 - "Тепловые двигатели", а автор диссертации заслуживает присуждения научной степени доктора технических наук.

С уважением,

подпись

Леонид Тартаковский, PhD, член SAE,
доцент

Ответственный редактор
SAE International Journal of Engines