



Poznań, POLAND, 22 January 2026

D. Sc. Łukasz Warguła, University professor  
*Dr hab. inż. Łukasz Warguła, prof. PP*

Institute of Machine Design  
Faculty of Mechanical Engineering  
Poznań University of Technology  
st. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, Poland

## REVIEW

by a foreign academic supervisor  
of the doctoral dissertation

**MSc Eng. Yermek Dyussenbayev** (TTD-22-1 group)

entitled:

**“Development and Investigation of the Operation of a Modular Ultrasonic Muffler  
for a Compression-Ignition Engine”**

submitted in partial fulfillment of the requirements  
for the degree of **Doctor of Philosophy (PhD)**

in the discipline **8D071 – Engineering and Engineering Activities,**  
within the educational program **8D07102 – Transport, Transport Equipment  
and Technologies**

The research topic undertaken by the author is conducted within the research group of Prof. Adil Kadyrov, where the reduction of particulate matter emissions from compression-ignition engines through ultrasonic excitation is pursued in a pioneering manner as the first and, to the best of current knowledge, the only such research initiative worldwide. The doctoral candidate has successfully identified and developed a distinct research niche within this group, which has been clearly presented in the doctoral dissertation.

The author addresses a current and significant problem related to the reduction of harmful exhaust emissions from compression-ignition engines, particularly in relation to working, road, and agricultural machinery. The dissertation demonstrates that conventional exhaust aftertreatment systems (Diesel Oxidation Catalyst (DOC), Diesel Particulate Filter (DPF), Selective Catalytic Reduction (SCR), Exhaust Gas Recirculation (EGR)), despite their high laboratory efficiency, are characterized by substantial operational limitations, including high costs, structural complexity, sensitivity to operating conditions, and limited durability under severe service conditions. In this context, the need to search for alternative, physical methods of emission reduction, including ultrasonic methods, is well justified.



The main objective of the dissertation is to develop a new, modular design of an ultrasonic exhaust muffler and to comprehensively investigate its effectiveness in reducing pollutants contained in the exhaust gases of diesel engines. The author focuses in particular on the mechanisms of particulate matter coagulation in an ultrasonic field and their subsequent deposition and separation. The scope of the work includes both a theoretical analysis of physical phenomena occurring in exhaust gases under ultrasonic influence and experimental studies conducted on an original, author-designed laboratory test stand.

In the theoretical part of the dissertation, a detailed analysis of the design and operating principles of diesel engines is presented, along with a characterization of harmful emission components and the influence of engine operating parameters on exhaust gas composition. The author also carried out an extensive review of current emission reduction technologies, indicating their advantages as well as significant operational limitations. Particular attention was devoted to physical methods of exhaust gas purification, with ultrasound identified as a promising alternative development direction compared to chemical and catalytic technologies.

A significant element of the work is the development of a mathematical model describing particle motion and coagulation in an ultrasonic field, taking into account the influence of acoustic, geometric, and flow parameters. This model provides the basis for interpreting experimental results and for optimizing the design of the proposed device. The author demonstrated a strong command of physical process modeling methods and the ability to apply them to complex engineering problems.

The experimental part of the dissertation includes the design, construction, and commissioning of a vertical test stand equipped with an ultrasonic exhaust muffler, as well as the development of a measurement methodology. The conducted experimental studies enabled the assessment of the influence of ultrasonic interaction on the particle size distribution in the exhaust gas stream. The obtained results confirmed that the application of ultrasound promotes the coagulation of fine PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> fractions, leading to an increase in the efficiency of their removal from the gas stream.

Based on the research results, the author demonstrated that the proposed ultrasonic exhaust muffler may constitute an effective supplement to or alternative for conventional filtration systems. The device is characterized by a simpler structure, lower sensitivity to operating conditions, and potentially lower operating costs. The conducted technical and economic analysis, including a case study for a Caterpillar C9.3 ACERT engine, indicates a realistic possibility of implementing the solution in industrial practice.

The dissertation contains clear elements of originality, including the author's proprietary concept of a modular ultrasonic exhaust muffler, an original mathematical model of particle coagulation, and a purpose-designed experimental test stand. The work makes a significant contribution to the development of research on physical methods of exhaust emission reduction and has both cognitive and practical value.



Overall, the dissertation demonstrates the author's scientific maturity, ability to conduct independent research, and proper integration of theoretical considerations with engineering practice. The obtained results may serve as a basis for further development work and implementations in the sector of working, road, and industrial machinery.

The research results have been published in scientific articles, including journals indexed in the Scopus database (the best of which is classified as Q2 according to SJR 2024), and presented in papers at international scientific and practical conferences. Patents have also been obtained. All chapters of the dissertation have been prepared in a coherent and logical manner, all stated research objectives have been achieved, and the main goal of the study has been fulfilled. The practical significance and scientific novelty of the work are consistent with its title, objectives, and research scope.

The author also completed a one-month research internship at the Poznan University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Machine Design, under my supervision, where he demonstrated a high level of commitment, diligence, discipline, and strong substantive knowledge.

I consider that the doctoral dissertation of MSc Eng. Yermek Dyussenbayev, entitled "Development and Investigation of the Operation of a Modular Ultrasonic Muffler for a Compression-Ignition Engine," constitutes a current and complete scientific study of significant theoretical and practical value, meets the requirements for doctoral dissertations, and may be admitted to defense for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the discipline 8D071 – Engineering and Engineering Activities, within the educational program 8D07102 – Transport, Transport Equipment and Technologies. I hereby submit a motion to the Council to distinguish the doctoral dissertation of Mr. MSc Eng. Yermek Dyussenbayev.

foreign academic supervisor

D. Sc. Łukasz Warguła, University professor  
Poznań University of Technology

**POLITECHNIKA POZNAŃSKA**  
**WYDZIAŁ INŻYNIERII MECHANICZNEJ**  
**INSTYTUT KONSTRUKCJI MASZYN**  
ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Техника ғылымдарының докторы Лукаш Варгула, ПП профессоры

Машина жасау құрылысы институты  
Машина жасау факультеті  
Познань технологиялық университеті  
Польша, Познань, Пиотрово көшесі 3, 60-965

Докторлық диссертацияға  
шетелдік ғылыми жетекшінің

### ШІКІРІ

Дюсенбаев Ермек техникалық ғылымдар магистріне (TTD-22-1 тобы)  
тақырыбы:

" Дизельді қозғалтқыштың модульдік  
ультрадыбыстық бәсендеткішінің құрылымын әзірлеу және  
жұмысын зерттеу"

философия докторы (PhD) дәрежесін алу талаптарын ішінара орындау ретінде ұсынылған

8D07102 - «Көлік, көлік техникасы және технологиялар»  
8D071 – «Инженерия және инженерлік іс» бағыты

Автор тандаған зерттеу тақырыбы профессор Кадыров Адиль зерттеу тобының аясында зерттелуде, онда ультрадыбыстық козу арқылы қысудан тұтанатын ішкі жану қозғалтқыштарынан бөлшектердің шығарындыларының төмендеуі инновациялық негізде зерттеледі – бұл бірінші және бізде бар мәліметтер бойынша әлемдегі жалғыз осындай зерттеу бастамасы болып табылады. Докторант докторлық диссертацияда нақты көрсетілген осы топтағы бірегей зерттеу тауашасын сәтті анықтады және әзірледі.

Автор ішкі жану қозғалтқыштарынан шығатын зиянды шығарындыларды төмендетумен байланысты өзекті және маңызды мәселені қарастырады, атап айтқанда, жұмыс, жол және ауылшаруашылық техникаларына қатысты. Диссертацияда пайдаланылған газдарды бейтараптандырудың дәстүрлі жүйелері (дизельді тотығу катализаторы, дизельді күйе сүзгісі, селективті каталитикалық тотықсыздану, пайдаланылған газдарды қайта өңдеу) зертханалық жағдайда жоғары тиімділігіне қарамастан, жоғары шығындарды, конструкция күрделілігін, пайдалану жағдайларына сезімталдықты және ауыр пайдалану жағдайында шектеулі беріктікті қоса алғанда, айтарлықтай пайдалану шектеулерімен сипатталатыны көрсетілген. Бұл тұрғыда шығарындыларды азайтудың балама физикалық әдістерін, соның ішінде ультрадыбыстық әдістерді іздеу қажеттілігі толығымен негізделген.

Диссертацияның негізгі мақсаты пайдаланылған газдардың ультрадыбыстық сөндіргішінің жаңа модульдік конструкциясын жасау және оның дизельді қозғалтқыштардың пайдаланылған газдарындағы ластаушы заттардың құрамын төмендетудегі тиімділігін кешенді зерттеу болып табылады. Автор ультрадыбыстық өрістегі бөлшектердің коагуляция механизмдеріне, сондай-ақ олардың кейінгі шөгуі мен бөлінуіне ерекше назар аударады. Жұмыс ультрадыбыстың әсерінен пайдаланылған газдарда болатын физикалық құбылыстарды теориялық талдауды да, автор жасаған түпнұсқа зертханалық сынақ стендінде жүргізілген эксперименттік зерттеулерді де қамтиды.

Диссертацияның теориялық бөлімінде дизельді қозғалтқыштардың конструкциясы мен жұмыс принциптеріне егжей-тегжейлі талдау, сондай-ақ шығарындылардың зиянды

компоненттерінің сипаттамасы және қозғалтқыштың жұмыс параметрлерінің пайдаланылған газдардың құрамына әсері келтірілген.

Автор сонымен қатар шығарындыларды азайтудың заманауи технологияларына мұқият талдау жүргізіп, олардың артықшылықтарын, сондай-ақ айтарлықтай пайдалану шектеулерін көрсетті. Пайдаланылған газдарды тазартудың физикалық әдістеріне ерекше назар аударылды, бұл ретте ультрадыбыстық әдіс химиялық және каталитикалық технологиялармен салыстырғанда дамудың перспективалы балама бағыты ретінде анықталды.

Жұмыстың маңызды элементі акустикалық, геометриялық және ағындық параметрлердің әсерін ескере отырып, ультрадыбыстық өрістегі бөлшектердің қозғалысы мен коагуляциясын сипаттайтын математикалық модель жасау болып табылады. Бұл модель эксперимент нәтижелерін түсіндіруге және ұсынылған құрылғының конструкциясын онтайландыруға негіз болады. Автор физикалық процестерді модельдеу әдістерін терең меңгергенін және оларды күрделі инженерлік тапсырмаларда қолдану қабілетін көрсетті.

Диссертацияның эксперименттік бөлігі пайдаланылған газдардың ультрадыбыстық сөндіргішімен жабдықталған тік сынақ стендін жобалауды, дайындауды және пайдалануға беруді, сондай-ақ өлшеу әдістемесін әзірлеуді қамтиды. Жүргізілген эксперименттік зерттеулер ультрадыбыстық әсердің пайдаланылған газдар ағынындағы бөлшектердің гранулометриялық құрамына әсерін бағалауға мүмкіндік берді. Нәтижелер ультрадыбысты қолдану PM2.5 және PM10 ұсақ фракцияларының коагуляциясына ықпал ететінін растады, бұл оларды газ ағынынан шығару тиімділігінің артуына әкеледі.

Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, автор ұсынылған ультрадыбыстық пайдаланылған газды сөндіргіш дәстүрлі сүзу жүйелеріне тиімді қосымша немесе балама бола алатынын көрсетті. Құрылғы қарапайым конструкциясымен, пайдалану жағдайларына төмен сезімталдығымен және пайдалану шығындарының төмендеуімен ерекшеленеді. Caterpillar C9.3 ACERT қозғалтқышының мысалын қоса алғанда, жүргізілген техникалық-экономикалық талдау бұл шешімді өнеркәсіптік тәжірибеге енгізудің нақты мүмкіндігін көрсетеді.

Диссертацияда өзіндік ерекшеліктің айқын элементтері, соның ішінде модульдік ультрадыбыстық пайдаланылған газды сөндіргіштің авторлық тұжырымдамасы, бөлшектердің коагуляциясының түпнұсқа математикалық моделі және арнайы әзірленген эксперименттік сынақ алаңы қамтылған. Жұмыс пайдаланылған газдар шығарындыларын азайтудың физикалық әдістерін зерттеуге айтарлықтай үлес қосады және танымдық және практикалық құндылыққа ие.

Жалпы, диссертация автордың ғылыми жетілуін, оның тәуелсіз зерттеулер жүргізу қабілетін және теориялық ойларды жобалау тәжірибесімен дұрыс интеграциялауды көрсетеді. Алынған нәтижелер жұмыс, жол және өнеркәсіптік техника секторында одан әрі әзірлеу мен енгізу үшін негіз бола алады.

Зерттеу нәтижелері ғылыми мақалаларда, соның ішінде Scopus дерекқорында индекстелген журналдарда жарияланды (ең жақсысы SJR 2024 сәйкес Q2 ретінде жіктеледі) және халықаралық ғылыми-практикалық конференциялардағы баяндамаларда ұсынылған. Патенттер де алынған. Диссертацияның барлық тараулары дәйекті және қисынды түрде дайындалды, барлық айтылған зерттеу мақсаттарына қол жеткізілді және зерттеудің негізгі міндеті орындалды. Жұмыстың практикалық маңыздылығы мен ғылыми жаңалығы оның атауына, мақсаттарына және зерттеу саласына сәйкес келеді.

Сондай-ақ, автор Познань технологиялық университетінде, машина жасау факультетінде, машина жасау конструкциясы институтында менің басшылығыммен бір айлық ғылыми-зерттеу тағылымдамасынан өтті, онда осы саладағы мақсаттылықтың, еңбекқорлықтың, тәртіптің және терең білімнің жоғары деңгейін көрсетті.

Мен техника ғылымдарының магистрі Дюсенбаев Ермектің " Дизельді қозғалтқыштың модульдік ультрадыбыстық бәсендеткішінің құрылымын әзірлеу және жұмысын зерттеу " атты докторлық диссертациясы теориялық және практикалық құндылығы бар заманауи және аяқталған ғылыми зерттеу болып табылады, жұмыс докторлық диссертацияларға қойылатын талаптарға сәйкес келеді және 8D07102 – Көлік, көлік техникасы және технологиялар білім беру бағдарламасы шеңберінде 8D071 – Инженерия және инженерлік іс қызмет бағыты

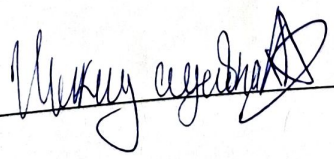
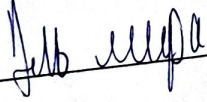
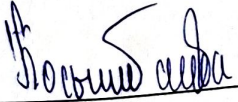
ПОЗНАНЬ ПОЛИТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін ізденуге қорғауға жіберілуі мүмкін деп санаймын.  
Осымен мен Кеңеске техника ғылымдарының магистрі Дюсенбаев Ермекке ерекше мәртебе беру туралы ұсыныс енгіземін.

Шетелдік ғылыми жетекші  
Ғылым докторы, Лукаш Варгула, профессор  
Познань технологиялық университеті

/қолы/  
Мер: ПОЗНАНЬ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ  
МАШИНА ЖАСАУ ҚҰРЫЛЫСЫ ИНСТИТУТЫ  
МАШИНА ЖАСАУ ФАКУЛЬТЕТІ  
Познань, Пиотрово көшесі 3, 60-965/

Ағылшын және поляк тілінен қазақ тіліне аударған  
Косымбаева Эльмира Шакизадаевна



Қазақстан Республикасы Қарағанды облысы Қарағанды қаласы  
Жиырма алтыншы наурыз екі мың жиырма алтыншы жылғы  
Мен, Балкожина Орал Абдильмановна, Қарағанды облысының нотариаттық округінің  
нотариусы қолданыстағы лицензия негізінде №-0001386 Қазақстан Республикасының Әділет  
Министрлігі 16 сәуір 2003 жылғы берілген, маған белгілі аудармашы Косымбаева Эльмира  
Шакиздаевнаның қолының түпнұсқалылығын куәландырдым.

Аудармашының жеке басы анықталды және әрекет қабілеттілігі мен өкілеттіктері  
тексерілді.

№ 768 тізілімге тіркелді  
Өндірілді : 2292 тенге  
Нотариус \_\_\_\_\_

*Handwritten signature*

