Technische Universität München | TUM School of Engineering and Design | Professur SFM
Boltzmannstr. 15 | 85748 Garching bei München

To: Al-Farabi Kazakh National University
71 Al-Farabi Ave., Almaty, Republic of
Kazakhstan, 050040

Garching, 1. Juni 2025

Betreff: Review of foreign advisor

REVIEW

of dissertation, entitled "**Energy and Ecological Efficiency of Plasma–Coal Burners: Numerical Simulation and Experiment**," was submitted by **Magzhan Orynbasar** for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the educational program "8D07106 – Thermal Power Engineering."

Kazakhstan and other CIS countries still rely heavily on low-grade, high-ash coals as the main fuel for pulverized-coal thermal power plants (TPPs). These coals contain little volatile matter and generate large ash fractions. Direct firing in existing furnaces therefore suffers from slow ignition, incomplete combustion, and elevated emissions of ash, NO_x, and SO_x.
In his dissertation, **Mr. Magzhan Orynbasar** addresses these challenges by optimizing a plasma–coal burner (PCB) and developing an environmentally friendly, energy-efficient plasma ignition and combustion stabilization (PICS) technology for low-reactivity Ekibastuz coal. The work combines:

- Numerical modelling – thermodynamic calculations with TERRA and detailed kinetic simulations with PlasmaKinTherm for the PICS processes;
- Experimental studies – laboratory tests of the PCB under varied operating conditions to validate and refine the models.

Main results. The thesis determines optimal PCB parameters; maps temperature, flow velocity, and species (electro-thermochemical fuel-preparation products) along the burner; and identifies general trends essential for scaling PICS technology. The findings are directly applicable to the design and retrofit of plasma–coal burners in industrial TPP boilers, improving ignition reliability and reducing pollutant formation.
The research was carried out within the approved program of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan and under several grant-funded projects:

- AP19674754 (2023-2025) – "Production of energy gas and neutral inorganic material through plasma gasification of carbon-containing waste, including polyethylene terephthalate";
- BR18574084 (2023-2025) – "Development and testing of technologies for new functional materials using plasma-chemical, mechanochemical, and SHS processes";

- AP22687016 (2024-2026) – "Environmental and energy efficiency of plasma technology: numerical modelling and experiment".

Results of this work have been published in eight peer-reviewed journals, including Engineering Physics and Thermophysics, Thermophysics and Aeromechanics, and Gorenie i Plazmohimiya. Throughout the project Mr. Orynbasar demonstrated the ability to plan and execute complex experimental campaigns, develop and apply advanced numerical tools, and interpret results critically. His simulated results showed good agreement with the experimental data, confirming the validity of his approach. He has proven himself to be a competent young scientist, capable of independent work on challenging thermo-energy problems.

Recommendation

In view of the scientific results achieved and their practical relevance, I consider **Mr. Magzhan Nurlanuly Orynbasar** fully qualified for the degree of **Doctor of Philosophy (PhD) in Thermal Power Engineering (8D07106)**.

Senior scientist Dr.-Ing.
Head of Kinetics Group

Nadezda Slavinskaya
Ass. Professorship of
Sustainable Future Mobility
Prof. Dr.-Ing. Agnes Jocher
Technische Universität München
85748 Garching

ОТЗЫВ

на диссертацию Магжана Орынбасара
«Энергетическая и экологическая эффективность плазменно-угольных горелок: численное моделирование и эксперимент»,
представленную на соискание степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе
«8D07106 – Теплоэнергетика»

Казахстан и другие страны СНГ по-прежнему широко используют низкосортные высокозольные угли как основное топливо для пылеугольных тепловых электростанций (ТЭС). Эти угли характеризуются низким содержанием летучих веществ и высоким выходом золы. Поэтому их прямое сжигание в существующих топочных устройствах осложнено замедленным воспламенением, неполным выгоранием и повышенными выбросами золы, NO_x и SO_x.

В своей диссертации Магжан Орынбасар решает указанные проблемы путём оптимизации плазменно-угольной горелки (ПУГ) и разработки экологически безопасной и энергоэффективной плазменной технологии процессов плазменного воспламенения и стабилизации горения (ПВСГ) низкореакционного экибастузского угля. Работа включает:

• **Численное моделирование** — термодинамические расчёты с использованием программного комплекса *TERRA* и детальные кинетические расчёты в *PlasmaKinTherm* для процессов ПВСГ;

• **Экспериментальные исследования** — лабораторные испытания ПУГ в различных режимах работы для проверки и уточнения моделей.

В диссертации определены оптимальные параметры работы ПУГ, представлены распределения температуры, скорости потока и концентраций продуктов электро-термохимической подготовки топлива вдоль горелки, а также выявлены общие закономерности, важные для промышленного масштабирования технологии ПВСГ. Полученные результаты могут быть непосредственно использованы при проектировании и модернизации плазменно-угольных горелок для промышленных котлов ТЭС, повышая надёжность воспламенения и снижая образование загрязняющих веществ.

Исследование выполнено в рамках утверждённой программы Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан и при поддержке следующих грантов:

• AP19674754 (2023–2025) — «Получение энергетического газа и нейтрального неорганического материала плазменной газификацией углеродсодержащих отходов, включая полиэтилентерефталат»;
• BR18574084 (2023–2025) — «Разработка и апробация технологий новых функциональных материалов с использованием плазмохимических, механохимических и самораспространяющихся высокотемпературных синтез процессов»;
• AP22687016 (2024–2026) — «Эколого-энергетическая эффективность плазменной технологии: численное моделирование и эксперимент».

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в восьми рецензируемых научных журналах, включая *Engineering Physics and Thermophysics*, *Thermophysics and Aeromechanics* и *Combustion and Plasma Chemistry*. На протяжении всего исследования Магжан Орынбасар демонстрировал способность планировать и выполнять сложные экспериментальные исследования, разрабатывать и применять современные численные

методы, а также критически интерпретировать полученные данные. Он проявил себя как квалифицированный молодой учёный, способный к самостоятельной работе над сложными теплоэнергетическими задачами.

Рекомендация

Учитывая достигнутые научные результаты и их практическую значимость, считаю Магжана Орынбасара полностью достойным присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D07106 – Теплоэнергетика».

Др. Славинская Н.А.

Руководитель группы кинетики
Технический университет Мюнхена
Школа инженерии и дизайна
Ассистентская профессура «Устойчивые технологии будущей мобильности»