

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації

Квасницької Катерини Геннадіївни

за темою «**Вдосконалення технології виготовлення керамічних оболонкових
форм для одержання виливків деталей газотурбінних двигунів**»,
поданої на здобуття наукового ступеня **доктора філософії**
за спеціальністю 136 – **Металургія**

Дисертація присвячена розробленню технологічних процесів виготовлення керамічних оболонкових форм за разовими моделями, що одержані за допомогою 3D-друку, для лиття складнопрофільних деталей.

Актуальність роботи

Актуальність дослідження обумовлена розвитком української промисловості газотурбобудування, де все більше удосконалюються конструкції газотурбінних двигунів і установок. Однак, це призводить до ускладнення конструкцій лопаток, які є важливою складовою частиною цих систем. Унаслідок цього виробництво цих лопаток стає складнішим і вимагає більше зусиль. Задача полягає в покращенні ефективності процесів виробництва литих лопаток та забезпеченні високої якості виробів.

Аналіз наукових робіт показав, що основна увага приділена технології одержання лопаток газотурбінних двигунів з нових сплавів. Проте керамічні ливарні форми отримують недостатньо уваги, хоча вони мають значний вплив на властивості, геометрію і якість виготовлених лопаток.

Кераміка оболонкових форм зазвичай складається з вогнетривкого наповнювача та зв'язувального компоненту (ЗК), основна роль якого полягає в забезпеченні достатньої міцності керамічної форми в сирому та спеченому стані. В якості зв'язувальних компонентів для керамічних форм на українських

підприємствах використовують етилсилікати, в яких є використання легких (летучих) розчинників (спирту, ацетону) та необхідність аміачного середовища. Дослідження властивостей керамічних форм з водними зв'язувальними компонентами наразі носять фрагментарний характер, а жодна з організацій ливарного профілю в Україні системно й комплексно не займається створенням технологічних засад та їх реалізацією щодо екологічних процесів одержання керамічних форм з високою розмірною точністю.

Незважаючи на довготривалий досвід українських турбобудівних підприємств, виробництво литих лопаток є недосконалим, і відсоток браку є досить високим. Крім внутрішніх дефектів, на всіх поверхнях виливків не допускаються тріщини, засмічення, недоливи, наскрізні дефекти, плени, спаї, дефекти поперек пера та крайок лопатки. Вони виникають на етапі отримання керамічних форм через недосконалість використовуваних модельних мас та формувальних матеріалів. Внаслідок цього підприємства зазнають великих виробничих втрат, тому розробка заходів для зменшення відсотку браку стає актуальною та необхідною. В зв'язку з цим необхідно розробити такі заходи, які спроможні вирішити дані проблеми. Всебічне дослідження та впровадження нових модельних мас, формувальних матеріалів, аналіз і вдосконалення процесів формування керамічних форм, а також покращення екологічного стану навколишнього середовища є одним із основних напрямків її вирішення.

Сучасні світові технології ливарного виробництва використовують 3D-друк моделей для виготовлення виливків в різних галузях промисловості, що дозволяє скоротити технологічний цикл і дає можливість виготовляти деталі з високою точністю. Тому розроблення технологічних процесів виготовлення керамічних оболонкових форм, саме для одержання лопаток ГТД, з використанням водних зв'язувальних компонентів за разовими моделями, що одержані за допомогою 3D-друку, є задачею, яка наразі потребує вирішення.

В технології лиття за моделями, що витоплюються (ЛВМ), одним із найскладніших етапів є виготовлення керамічних ливарних форм, якість яких значно впливає на властивості та якість виливків. Однак, за малої серійності його застосування є недоцільним через високу вартість оснащення для виготовлення моделей. Крім того воскові моделі не бажано застосовувати при точному литті, особливо для деталей з тонкою геометрією, які легко руйнуються або деформуються при обробці або зануренні у вогнетривку суспензію. Тому актуальним є розробка нових рішень, які б дозволяли зменшити виробничі витрати та підвищити ресурсоефективність технології ЛВМ.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційну роботу виконано в Фізико-технологічному інституті металів і сплавів НАН України в рамках науково-дослідної роботи згідно тем:

№ III-34-21-706 «Наукові та технологічні засади процесів одержання функціональних литих та композиційних виробів із багатокомпонентних сплавів з використанням полімерних моделей, що видаляються» (Постанова бюро ВФТПМ НАН України від 22.09.2020 №10, № державної реєстрації 0121U108734);

№ III-40-22-719 «Розроблення новітніх технологій для одержання захисних модулів багатофункціонального призначення» (Постанова бюро ВМ НАН України від 28.09.2021 №15, № державної реєстрації 0122U000662);

№ III-49-24-730 «Розроблення науково-обґрунтованих інноваційних технологічних процесів одержання литих виробів з використанням полімерних моделей» (Постанова бюро ВМ НАН України від 14.11.2023 №18, № державної реєстрації 0124U000578);

Наукового проєкту «Ефективні процеси виготовлення керамічних форм при малосерійному виробництві складнопрофільних литих деталей» (договір від 03.07.2023 №43-06/11-2023, № державної реєстрації 0123U102997).

Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1. Вперше розроблено технологію виготовлення керамічних оболонкових форм зі зв'язувальними компонентами на водній основі для лиття складнопрофільних виливків із жароміцних сплавів за полілактидними моделями методом 3D-друку. Розроблена технологія не потребує спеціальних умов сушіння та є екологічно безпечною.
2. Встановлено відмінність у міцності зразків керамічних оболонкових форм: кераміка на водних зв'язувальних компонентах з вогнетривким наповнювачем корундом має удвічі вищу міцність порівняно з аналогами на основі гідролізованого етилсилікату.
3. Вперше встановлено відмінність у газопроникності дослідної кераміки, яка суттєво залежить від форми, розмірів і характеру упаковки сферичних частинок вогнетривких компонентів. Різниця полягає в тому, що газопроникність кераміки, виготовленої з використанням водних зв'язувальних компонентів, на 20% вища порівняно з аналогічною керамікою на основі гідролізованого етилсилікату. Це пояснюється тем, що при перетворенні α -кварцу в α -кристоболіт через α -тридиміт протікає глибока структурна перебудова, яка супроводжується значним збільшенням елементарної комірки. При цьому об'єм матеріалу збільшується на 15 % і відповідно проходить зменшення щільності.
4. Встановлено, що керамічні оболонкові форми на основі корунду з використанням водних зв'язувальних компонентів в інтервалі температур від температури плавлення (1450°C) до 1600°C не взаємодіють з жароміцними розплавами. Це дозволяє мати високу чистоту поверхні у виливках, що сприяє зменшенню браку лопаток газотурбінних двигунів за пригаром.
5. Уперше розроблено моделі на основі полілактиду 3D-друком, призначені для виготовлення керамічних оболонкових форм з метою отримання

виливків деталей газотурбінних двигунів. Експериментально визначено, що такі моделі мають мінімальну усадку ~0,4 %, екологічнобезпечні та їх використання сприяє скороченню робочого циклу.

Практичне значення отриманих результатів

Результати проведених досліджень були використані при розробці технологічних рекомендацій з удосконалення виготовлення керамічних оболонкових форм для одержання складнопрофільних деталей ГТД. При виконанні роботи запропоновано використання ЗК на водній основі замість етилсилікату для виготовлення керамічних форм, досліджено їх взаємодії з рідким металом. Розроблено технічні рекомендації щодо використання 3D моделей з екологічного пластику для виготовлення керамічних оболонкових форм для малосерійного виробництва лопаток ГТД.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень, які були отримані в процесі виконання роботи перевірено на ДП НВКГ «Зоря-Машпроект» (Акт дослідно-промислової перевірки від 21.04.2023 додається), а також можуть бути застосовані на вітчизняних підприємствах газотурбобудування.

Апробація/використання результатів дисертації

Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на міжнародних науково-технічних конференціях та симпозиумах: Міжнародній конференції «Інноваційні технології та інжиніринг у зварюванні - PolyWeld-2021» (27-28 травня 2021 р., м. Київ); Міжнародній науковій он-лайн конференції CAMPE-2021 (18-20 жовтня 2021 р., м. Харків); XVIII Міжнародній науково-практичній конференції ЛИТВО 2022 XI Міжнародна науково-практична конференція МЕТАЛУРГІЯ 2022 (04-06 жовтня 2022 р., м. Харків – м. Київ); XV Міжнародній науково-технічній конференції «Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів» (08-09 листопада 2022р., м. Запоріжжя); Міжнародній

науковій конференції «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 12» (15 – 16 грудня 2022р., м. Київ); X Міжнародній науково-технічній конференції з нагоди 116-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН КРАМАРОВА Володимира Савовича (23-24 лютого 2023р., НУБіП України, м. Київ) – С.269-370; XXII Міжнародній онлайн-конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (19-20 квітня 2023 року) – С. 15-17; XV Міжнародній науково-технічній конференції «Нові матеріали і технології в машинобудуванні» (27-28 квітня 2023 року); IX науково-практичній конференції молодих вчених України «Металеві матеріали, їх виробництво та перспективи застосування в сучасній промисловості» (18 травня 2023 року); IX міжнародній науково-технічній конференції «Перспективи технології, матеріали й обладнання в ливарному виробництві» (25-27 вересня 2023 року); XIX міжнародній науково-практичній конференції «Литво 2023» (10-12 жовтня 2023 року) – С. 102-104; XI Міжнародній науково-технічній конференції з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН КРАМАРОВА Володимира Савовича (22-23 лютого 2024р., НУБіП України, м. Київ); XX ювілейній міжнародній науково-практичній конференції «Литво 2024» XIII міжнародній науково-практичній конференції «Металургія 2024», с. 131-135 (28-30 травня 2024р., Україна, Київ-Харків); VIIth International Conference on Welding and Related Technologies (WRT 2024, 7-10 October 2024, Yaremche, Ukraine).

Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Квасницької К.Г. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

Перелік публікацій за темою дисертації

1. Balitskii, A.I.; Kvasnytska, Y.H.; Ivaskevych, L.M.; **Kvasnytska, K.H.**; Balitskii, O.A.; Miskiewicz, R.M.; Noha, V.O.; Parkhomchuk, Z.V.; Veis, V.I.; Dowejko, J.M. Improvement of Hydrogen-Resistant Gas Turbine Engine Blades: Single-Crystal Superalloy Manufacturing Technology *Materials* 2024, 17, 4265. <https://doi.org/10.3390/ma17174265> **(Scopus, Q1)** *(Особистий внесок автора полягає у підготовці зразків, плануванні і проведенні дослідів, обробці і аналізі отриманих результатів);*
2. Alexander I. Balitskii, Yuliia H. Kvasnytska, Lyubomir M. Ivaskevych, **Kateryna H. Kvasnytska**, Olexiy A. Balitskii, Inna A. Shalevska, Oleg Y. Shynskii, Jaroslaw M. Jaworski, Jakub M. Dowejko Hydrogen and Corrosion Resistance of Nickel Superalloys for Gas Turbines, Engines Cooled Blades *Energies* 2022 EISSN 1996-1073, Published by MDPI 16(3),1154. <https://doi.org/10.3390/en16031154> **(Scopus, Q2)**. *(Особистий внесок автора полягає у підготовці зразків, проведенні дослідів, визначенні корозійної стійкості зразків);*
3. O.I. Balitskii, Yu.H. Kvasnytska, L.M. Ivaskevych, H.P. Mialnitsa, **K.H. Kvasnytska** Fatigue refractory of the blades of gas-turbine engines made of a new refractory nickel alloy *Materials Science*, Vol. 57, No. 4, January, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11003-022-00568-z> *(Особистий внесок автора полягає у підготовці зразків, проведенні дослідів для визначення тривалої міцності дослідних зразків);*
4. Yu.H. Kvasnytska, L.M. Ivaskevych, A.I. Balitskii, K.H. Kvasnytska, H.P. Mialnitsa Structural and mechanical properties of the nickel alloy of gas-turbine engine blades *Materials Science*, Vol. 57, No. 5, March, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11003-022-00596-9> *(Особистий внесок автора полягає у плануванні і проведенні дослідів, виборі параметрів режимів, обробці і аналізі отриманих результатів);*
5. Lyubomir Ivaskevich, Alexander Balitskii, Iuliia Kvasnytska, **Kateryna Kvasnytska**, Heorhiy Myalnitsa Thermal Stability, Cyclic Durability and Hydrogen

- Resistance of Cast Nickel-Cobalt Alloys for Gas Turbine Blades CAMPE 2021: Advances in Mechanical and Power Engineering, pp 147–155.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-18487-1_15 (Особистий внесок автора полягає у плануванні і проведенні дослідів, обробці і аналізі отриманих результатів);
6. S. Ye. Kondratyuk, V. I. Veis, Z. V. Parkhomchuk, Y. H. Kvasnytska, **K. H. Kvasnytska** Thermokinetic Parameters of Solidification and Gradient Structure of Steel Castings Metallophysics and Advanced Technologies 2023, vol. 45, No. 7, pp. 865–872, <https://doi.org/10.15407/mfint.45.07.0865> (Особистий внесок автора полягає у відборі літературних джерел та їх аналізі);
7. Y. H. Kvasnytska, I. A. Shalevska, A. I. Balitskii, L. M. Ivaskevich, I. I. Maksiuta, **K. H. Kvasnytska** Influence of Refractory Elements on Phase–Structural Stability of Heat-Resistant Corrosion-Resistant Alloys for Gas Turbine Blades Metallophysics and Advanced Technologies 2023, vol. 45, No. 8, pp. 975–992, <https://doi.org/10.15407/mfint.45.08.0975> (Особистий внесок автора полягає у плануванні і проведенні дослідів, виборі параметрів режимів, обробці і аналізі отриманих результатів);
8. Yu. H. Kvasnytska, L. M. Ivaskevych, A. I. Balitskii, H. P. Mialnitsa, **K. H. Kvasnytska** Evaluation of the endurance limit of cooled blades of gas-turbine engines made of heat-resistant nickel alloy *Materials Science*, Vol. 59, No. 3, November, 2023, <https://doi.org/10.1007/s11003-024-00783-w> (Особистий внесок автора полягає у проведенні експериментальних дослідів, аналізі отриманих результатів);
9. **K.H. Kvasnytska**, Y.H. Kvasnytska, Z.V. Parkhomchuk, V.O. Noha, V.I. Veis & P.B. Kaliuzhnyi Features of the formation of a directional structure of complex-profile castings. Proceedings of the VIIth International Conference on Welding and Related Technologies (WRT 2024, 7-10 October 2024, Yaremche, Ukraine), pp. 34-37. <https://doi.org/10.1201/9781003518518-7> (Особистий внесок автора полягає у проведенні дослідних плавок, виборі їх режимів, підготовка статті до публікації та оприлюднення матеріалів на конференції);

10. Квасницька Ю.Г., Максюта І.І., Шалевська І.А., **Квасницька К.Г.**, Нога В.О. Застосування керамічних фільтрів при виплавці заготовок з жароміцних сплавів *Процеси лиття*, 2023, №2 (152), С. 41-48, <https://doi.org/10.15407/plit2023.02.041> (Особистий внесок автора полягає у відборі літературних джерел та їх аналізі, підготовці статті);

11. Ю.Г. Квасницька, Г.П. Мьяльниця, **К.Г. Квасницька**, І.І. Максюта, В.О. Нога Дослідження структурних особливостей жароміцного нікелевого сплаву для лопаток газотурбінного двигуна *Сучасна електрометалургія*, 2023, №2, С. 41-45, <https://doi.org/10.37434/sem2023.02.06> (Особистий внесок автора полягає у підготовці статті до публікації, аналізі літератури);

12. П.Б. Калюжний, **К.Г. Квасницька**, О.В. Нейма, О.В. Михнян Р.В. Лютий Вивчення властивостей керамічних ливарних форм і суспензій зі зв'язувальними компонентами на водній основі *Процеси лиття*, 2024, №3 (157), С. 28-35. <https://doi.org/10.15407/plt2024.03.028> (Особистий внесок автора полягає у проведенні досліджень, обробці і аналізі отриманих результатів, підготовці статті до публікації);

13. **К.Г. Квасницька** Шляхи усунення недоліків технології лиття деталей газотурбінних двигунів. *Процеси лиття*, 2025, №19 (159), с. 22-33. <https://doi.org/10.15407/plit2025.01.022>.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

14. Іваськевич Л.М., Балицький О.І., Квасницька Ю.Г., **Квасницька К.Г.**, Мьяльниця Г.П. Термостійкість, циклічна довговічність і воднева стійкість литих нікель-кобальтових сплавів для лопаток газових турбін // Матеріали Міжнародної наукової он-лайн конференції SAMPE-2021 (18-20 жовтня 2021 р., м. Харків). (Особистий внесок автора полягає у обробці і аналізі отриманих результатів, підготовці матеріалів до публікації);

15. Шинський О.Й., Квасницька Ю.Г., Максюта І.І., Михнян О.В., **Квасницька К.Г.** Особливості стабілізації фазово-структурних характеристик сучасних

вітчизняних жароміцних сплавів для деталей ГТД подовженого ресурсу роботи // Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції ЛИТВО 2022, XI Міжнародної науково-практичної конференції МЕТАЛУРГІЯ 2022 (04-06 жовтня 2022 р., м. Харків – м. Київ) – С. 146-148. *(Особистий внесок автора полягає у плануванні і проведенні дослідів, виборі параметрів режимів, обробці і аналізі отриманих результатів);*

16. Шинський О.Й., Квасницька Ю.Г., Максютя І.І., Михнян О.В., **Квасницька К.Г.** Використання методів зниження забруднення фосфором розплавів жароміцних сплавів // Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції ЛИТВО 2022, XI Міжнародної науково-практичної конференції МЕТАЛУРГІЯ 2022 (04-06 жовтня 2022 р., м. Харків – м. Київ) – С. 148-150. *(Особистий внесок автора полягає у відборі літературних джерел та їх аналізі);*

17. Шинський О.Й., Квасницька Ю.Г., Максютя І.І., Михнян О.В., **Квасницька К.Г.** Оцінка структурної стабільності і оптимізація системи легування методом PHASOMP // Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції ЛИТВО 2022, XI Міжнародної науково-практичної конференції МЕТАЛУРГІЯ 2022 (04-06 жовтня 2022 р., м. Харків – м. Київ) – С. 151-153. *(Особистий внесок автора полягає у виборі складу легуючих елементів сплаву, проведення розрахунків, обробці і аналізі отриманих результатів);*

18. Квасницька Ю.Г., Шинський О.Й., Максютя І.І., **Квасницька К.Г.** Дослідження структурно-фазової стабільності жароміцних корозійностійких сплавів для робочих лопаток ГТД // Збірка матеріалів XV Міжнародної науково-технічної конференції «Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів» (08-09 листопада 2022р., м. Запоріжжя) – С. 86-90. *(Особистий внесок автора полягає у виборі параметрів, режимів обробки і аналізі отриманих результатів);*

19. О.В. Нейма, В.С. Дорошенко, **К.Г. Квасницька** Аналіз 3D-друку моделей для вибору пластика, що газифікується // Міжнародна Наукова Конференція

«Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 12» (15 – 16 грудня 2022р., м. Київ) – С. 91-92. *(Особистий внесок автора полягає у аналізі літератури і постановки задачі досліджень);*

20. **Квасницька К.Г.** Шляхи вдосконалення технології одержання складнопрофільних деталей за моделями, що витоплюються // Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди 116-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН КРАМАРОВА Володимира Савовича (23-24 лютого 2023р., НУБіП України, м. Київ) – С.269-370. ;

21. **Kvasnytska K.H.** Ways of improving the technology of obtaining complex-profile parts based on melted models // Збірник тез доповідей XXII міжнародної онлайн-конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (19-20 квітня 2023 року) – С. 15-17;

22. Квасницька Ю.Г., Максютя І.І., Михнян О.В., Нейма О.В., **Квасницька К.Г.** Умови ефективного видалення кремнію та сірки з розплавів жароміцних сплавів при вакуумно-індукційному плавленні // Матеріали XV Міжнародної науково-технічної конференції «Нові матеріали і технології в машинобудуванні» (27-28 квітня 2023 року) – С.158-164. *(Особистий внесок автора полягає у проведенні металографічних досліджень та їх аналізі);*

23. **Kvasnytska K.H.** Methods of improving the technology for obtaining complex-profile parts based on melted models // Матеріали IX науково-практичної конференції молодих вчених України «Металеві матеріали, їх виробництво та перспективи застосування в сучасній промисловості» (18 травня 2023 року) – С. 27-29.

24. Максютя І.І., Михнян О.В., Нейма О.В., **Квасницька К.Г.**, Нога В.О. Коригування ступеня засміченості спрямовано закристалізованих виливків

жароміцних сплавів при використанні фільтрації // Матеріали IX міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи технології, матеріали й обладнання в ливарному виробництві» (25-27 вересня 2023 року) – С. 83-84. *(Особистий внесок автора полягає у проведенні металографічних досліджень, їх аналізі, оформленні матеріалів доповіді);*

25. Калюжний П.Б., **Квасницька К.Г.**, Нейма О.В. Переваги використання водних зв'язувальних компонентів для виготовлення керамічних форм // Матеріали IX міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи технології, матеріали й обладнання в ливарному виробництві» (25-27 вересня 2023 року) – С. 56-58. *(Особистий внесок автора полягає у підготовці зразків, проведенні експериментальних дослідів, аналізі отриманих результатів).*

26. Ю.Г. Квасницька, І.І. Максjuta, О.В. Михнян, О.В. Нейма, **К.Г. Квасницька** Механізм нейтралізації лужних металів при отриманні високоточних деталей із жароміцних сплавів // Матеріали XIX міжнародної науково-практичної конференції «Литво 2023» (10-12 жовтня 2023 року) – С. 102-104. *(Особистий внесок автора полягає у проведенні експериментальних досліджень, їх аналізі, оформленні матеріалів доповіді);*

27. **К.Г. Квасницька** Визначення технологічних властивостей вогнетривких суспензій на основі різних видів зв'язувальних компонентів // XI Міжнародна науково-технічна конференція з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН КРАМАРОВА Володимира Савовича (22-23 лютого 2024р., НУБіП України, м. Київ);

28. **К. Г. Квасницька**, П. Б. Калюжний, О. В. Нейма, О. В. Михнян, В. О. Нога Методи визначення технологічних властивостей керамічних форм // Матеріали XX ювілейної міжнародної науково-практичної конференції Литво 2024 XIII міжнародної науково-практичної конференції Металургія 2024 (28-30 травня 2024р., Україна, Київ-Харків) – С.131-135. *(Особистий внесок автора полягає у*

підготовці і оприлюдненні доповіді, проведенні експериментальних дослідів, аналізі отриманих результатів).

Виходячи з аналізу вищенаведених робіт, можна зробити висновок про успішне виконання встановлених вимог щодо необхідної кількості наукових публікацій перед представленням дисертаційної роботи Квасницької К.Г. до захисту, а також про достатню повноту висвітлення наукових та практичних результатів в опублікованих матеріалах.

Розглянута дисертаційна робота Квасницької Катерини Геннадіївни «Вдосконалення технології виготовлення керамічних оболонкових форм для одержання виливків деталей газотурбінних двигунів», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 136 Металургія за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред'являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми ФТІМС НАН України «Металургія» зі спеціальності 136 – Металургія.

Голова семінару

д.т.н., проф.

зав.відділу фізико-хімії сплавів

ФТІМС НАН України



Анатолій ВЕРХОВЛЮК

Секретар семінару

к.т.н., с.н.с.



Олена НЕСТЕРУК