

Рішення разової спеціалізованої вченої ради

про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Михайло Ємець, 1998 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2021 році Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро за спеціальністю 113 Прикладна математика, навчається в аспірантурі Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України з 2021 р. до цього часу, виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Прикладна математика».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України від 02.07.2025 р. № 195, у складі:

Голови разової ради – Сергія Давидова, доктора технічних наук, професора кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України;

Рецензентів – Олександра Губіна, кандидата технічних наук, доцента кафедри аерогідромеханіки та енергомасопереносу Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України;

Юлії Бразалук, кандидата фізико-математичних наук, доцента кафедри аерогідромеханіки та енергомасопереносу Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України;

Офіційних опонентів – Юрія Кваші, доктора технічних наук, старшого наукового співробітника, завідувача відділу динаміки гідромеханічних і віброзахисних систем Інституту технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України

Віталія Перцевого, кандидата технічних наук; старшого наукового співробітника Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України;

на засіданні «5» вересня 2025 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 11 Математика та статистика Михайлу Ємцю на підставі прилюдного захисту дисертації «Моделювання газодинамічних і теплообмінних процесів в двигуні з центральним тілом автофажної ракети» за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Дисертацію виконано у Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – Андрій Дреус, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри аерогідромеханіки та енергомасопереносу Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису із дотриманням вимог пункту 6 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 (зі змінами). У дисертаційній роботі вперше розроблено комплексну математичну та комп'ютерну модель газодинамічних і тепломасообмінних процесів у двигуні з центральним тілом для нового перспективного типу ракет із автофажним принципом. На основі термодинамічних розрахунків визначено енергетичні та газодинамічні характеристики для низки перспективних пар пального з окислювачами, доведено ефективність та працездатність двигуна з визначеними паливами. Вперше розроблено тривимірну чисельну модель течії газів (продуктів згоряння) в камері згоряння й соплі автофажного двигуна та проведено серію чисельних експериментів з різними параметрами із перевіркою збіжності. Розроблену математичну модель розрахунку газодинамічних та теплообмінних процесів можна застосовувати при попередньому проектуванні двигунів даного типу. Дисертація виконана державною мовою із дотриманням вимог до оформлення дисертації, встановлених МОН України. Обсяг основного тексту дисертації відповідає нормам, встановленим освітньо-науковою програмою “Прикладна математика” за спеціальністю 113 Прикладна математика Дніпровського

національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України.

Здобувач має 8 наукових публікацій за темою дисертації, з них 4 статті у закордонних фахових виданнях та проіндексовані у базі даних Scopus, зокрема 2 з них входять до третього квартилю (Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal, 4 тези доповідей в матеріалах вітчизняних і міжнародних конференцій; публікації відповідають вимогам пунктів 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, зокрема:

1. Yemets, M., Yemets, V., Harkness, P., Dron, M., Worrall, K., Pashkov, A., Yemets, T., Kostytsyn, O. and Zhuravel, P., 2018. Caseless throttleable solid motor for small spacecraft, Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC 2018. ISSN: 00741795 | (Scopus).

2. Yemets, V., Dron, M., Dreus, A., Pashkov, A. and Yemets, M., 2021. Heat Flows in the Gasification Chamber of the Polymer Propelled Autophage Launch Vehicle, Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC 2021. ISSN: 00741795 | (Scopus).

3. Dreus, A., Yemets, V., Dron, M., Yemets, M., & Golubek, A. (2022). A simulation of the thermal environment of a plastic body of a new type of launch vehicle at the atmospheric phase of the trajectory. Aircraft Engineering and Aerospace Technology, 94(4), 505-514. doi:10.1108/AEAT-04-2021-0100. (Scopus, SCImagoJR Q3).

4. Dreus, A., Yemets, M., Dron, M., Khaminich, O., Rudominskyi, M. CFD Analysis of Gas-Dynamic and Heat Transfer Processes in a Propulsion System using Polymer Fuel, Journal of Advanced Research in Numerical Heat Transfer, 2024, doi: [10.37934/arnht.36.1.4366](https://doi.org/10.37934/arnht.36.1.4366). (Scopus, SCImagoJR Q3).

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці:

Голова спеціалізованої вченої ради Давидов С. О., доктор технічних наук (05.07.02 – проектування, виробництво та випробування літальних

апаратів), професор, професор кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара. Зауважень немає.

Офіційний опонент Юрій Кваша, доктор технічних наук (01.02.05 – механіка рідини, газу та плазми), старший науковий співробітник, завідувач відділу динаміки гідромеханічних і віброзахисних систем Інституту технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України. Зауваження:

1. У роботі недостатньо уваги приділено аналізу припущень та обмежень запропонованої математичної моделі. Зокрема, доцільно було б обговорити, як впливають на результати моделювання такі фактори, як можливі нестационарні режими роботи двигуна, тривимірні ефекти течії чи достатність перевірки сіткової збіжності обчислювальної моделі. У дисертації переважно розглянуто усталені режими і рівноважні реакції; більш детальна оцінка впливу цих спрощень на достовірність отриманих результатів окреслила б область застосовності моделі.

2. Хоча в роботі наведено порівняння з результатами окремих експериментальних випробувань, обсяг такої верифікації є обмеженим. У подальшому було б корисно провести більш широку експериментальну перевірку основних теоретичних положень і чисельних прогнозів, наприклад, шляхом створення й тестування прототипу автофажного ракетного двигуна. Такий крок дозволив би остаточно підтвердити практичну дієвість запропонованих рішень і розрахункових методик.

3. Текст дисертації місцями містить незначні стилістичні огріхи та друкарські помилки. Зокрема, трапляються неточності у позначеннях фізичних величин і одиниць виміру, подекуди порушена єдність термінології.

Офіційний опонент Віталій Перцевий, кандидат технічних наук (05.14.06 Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика), старший науковий співробітник, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України. Зауваження:

1. У роботі бракує систематичного параметричного аналізу для оцінки впливу ключових змінних на моделювання роботи двигуна. Наприклад, було б корисно дослідити як варіювання співвідношення пального/окислювач, діаметра паливного стрижня чи швидкості його подачі впливають на тягу та ефективність.

2. У дисертації проведене моделювання для варіанту із геометричною постановкою, де центральне тіло повністю розміщене в камері згоряння, і не виходить за критичний переріз. Варто було би розглянути конфігурацію з виступанням центрального тіла за критику в соплі, оскільки такі сопла теж є перспективними для автофажних двигунів, і такі конфігурації описані в попередніх експериментальних роботах.

3. Доцільно було би виокремити розділ із технічними рекомендаціями та висновками моделювання.

Офіційний рецензент Олександр Губін, кандидат технічних наук (01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи), доцент, доцент кафедри аерогідромеханіки та енергомасопереносу, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Міністерство освіти і науки України. Зауваження:

1. Моделювання процесів змішування та горіння виконано в спрощеному вигляді. Фактично приймається, що компоненти палива й окислювача миттєво перемішуються та згорають після потрапляння до камери, тоді як просторово-часові аспекти цих процесів не досліджувалися. Доцільно було б провести 3D-моделювання нестационарного процесу інжекції палива в камеру згоряння, випаровування (газифікації), перемішування та згоряння палива в камері. Такий підхід, хоча і виходить за рамки поставлених у роботі завдань, дозволив би краще відобразити реальну картину протікання процесів і оцінити вплив просторових факторів на результати.

2. У дисертації недостатньо досліджено теплофізичні властивості матеріалів у широкому діапазоні температур та умов. Залишається нез'ясованим, наскільки точно враховані теплові ефекти, які зазнають полімерне паливо та твердий окислювач при нагріванні до високих температур. Більш глибокий аналіз змін теплофізичних параметрів компонентів палива та окислювача (теплоємності, теплоти фазових переходів, розкладання тощо) підвищив би достовірність моделі.

3. Автор концентрується на порівнянні автофажного двигуна із традиційним твердопаливним і таке співставлення наведено (зокрема, за питомим імпульсом). Проте було б цікаво розширити аналіз, включивши порівняння також з рідинними ракетними двигунами або іншими перспективними схемами (гібридними, багаторазовими і т.д.). Наприклад, в дисертації можна було б додатково обговорити, в яких сценаріях автофажна ракета має найбільші переваги: для виведення малих супутників, для

суборбітальних польотів, для систем видалення космічного сміття тощо. Також варто було б згадати про закордонні аналоги: відомо, що дослідження в галузі автофажних ракет ведуться, наприклад, у Великій Британії та Франції. Порівняння отриманих в дисертації результатів з опублікованими даними інших авторів показало б пріоритетність і унікальність напрацювань здобувача.

4. Автору слід було б більш виразно та чітко відокремити новизну в математичній моделі або в підході до моделювання.

5. Слід відзначити, що в роботі мають місце синтаксичні помилки, описки, також автори слід більш уважно ставитися до форматування та оформлення тексту.

Офіційний рецензент Юлія Бразалук, кандидат фізико-математичних наук (01.02.05 – механіка рідини, газу та плазми), доцент, доцент кафедри аерогідромеханіки та енергомасопереносу, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Міністерство освіти і науки України. Зауваження:

1. У дисертації не вказано який тип ліцензії використовувався на комерційний програмний пакет Ansys в якому були проведені чисельні моделювання (студентська, академічна, чи комерційна версії). Варто це зазначити й, за наявності, додати довідку від установи – отримувача ліцензії.

2. Прийняте припущення про надходження компонентів у газифікованому стані потребує обґрунтування. В реальній конфігурації можливе потрапляння палива у пастоподібному чи рідкому стані з подальшим випаровуванням. В такому випадку слід було би розглядати задачу горіння пастоподібного палива. Отже, слід було би зазначити межі застосування поточної моделі, та детальніше дослідити межі фазових переходів в конструкції двигуна в подальших дослідженнях.

3. В дисертації проведені розрахунки для зменшеної лабораторної моделі двигуна. Варто було би зазначити характеристики ракети для якої тестується такий зменшений двигун, а також порівняти його із повномасштабним двигуном для ракети-носія.

Результати відкритого голосування:

«За» - 5 членів ради,

«Проти»- немає.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Михайлу Ємцю ступінь доктора філософії з галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої

вченої ради



Сергій ДАВИДОВ