

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

Національного університету

"Львівська політехніка"

Д.н., проф. Іван ДЕМИДОВ

\_\_\_\_\_ 2024р.

**ВИСНОВОК**

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів докторської дисертації доцента кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва Центральноукраїнського національного технічного університету, кандидата технічних наук, доцента ЯЦУНА Володимира Володимировича на тему «Динаміка двочастотних резонансних вібр машин, що працюють на ефекті Зомерфельда», поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин**

Призначені рішенням Вченої ради Національного університету "Львівська політехніка" (протокол № 11 від 26 квітня 2024 р.) рецензенти, а саме:

- **ПУКАЧ Петро Ярославович**, директор Інституту прикладної математики та фундаментальних наук Національного університету «Львівська політехніка», доктор технічних наук, професор;

- **ХАРЧЕНКО Євген Валентинович**, завідувач кафедри опору матеріалів та будівельної механіки Інституту будівництва та інженерних систем Національного університету «Львівська політехніка», доктор технічних наук, професор;

- **ВІКОВИЧ Ігор Андрійович**, професор кафедри транспортних технологій Національного університету «Львівська політехніка», доктор технічних наук, професор,

розглянувши докторську дисертацію ЯЦУНА Володимира Володимировича «Динаміка двочастотних резонансних вібр машин, що працюють на ефекті Зомерфельда» (тему дисертації затверджено на засіданні Вченої ради Центральноукраїнського національного технічного університету «29» вересня 2014 р., протокол № 1), наукові публікації, в яких висвітлено основні наукові результати, а також за результатами розширеного засідання кафедри "Будівельних, дорожніх машин і будівництва" та кафедри "Деталей машин та прикладної механіки" Центральноукраїнського національного технічного університету (протокол № 4 від 1 листопада 2017р.), підготували висновок про наукову новизну, теоретичне і практичне значення результатів докторської дисертації:

1. Дисертація ЯЦУНА Володимира Володимировича, представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин, є кваліфікаційною науковою працею, підготовленою у вигляді рукопису, характеризується єдністю змісту,

відповідає принципам академічної доброчесності, підготовлена здобувачем самостійно. За обсягом, актуальністю, рівнем наукової новизни та практичної цінності робота відповідає вимогам п. 7-9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 листопада 2021 року.

**2. Актуальність теми дослідження.** Серед вібромашин типу грохотів, вібросит, сепараторів перспективними є машини із двочастотними збудниками вібрацій. У таких машинах під час коливань короба (решета, сита тощо) з низькою частотою виконується основний техпроцес у вигляді сепарації, просіювання тощо. Коливання з більш високою частотою забезпечують самоочищення короба і зміну механічних властивостей оброблюваного матеріалу для збільшення інтенсивності основного технологічного процесу. Так, двочастотні вібрації забезпечують більш ефективніший поділ за крупністю мінеральної сировини, зневоднювання вугілля або фракціонування піску. З іншого боку, резонансні машини більш енергоефективні. Їх віброзбудники меншої маси збуджують коливання платформи з більшою амплітудою. Резонансні режими коливань платформи широко застосовуються у вібраційних млинах, грохотах, столах тощо.

Для збудження резонансних коливань використовуються електромагнітні і інерційні віброзбудники. При цьому інерційні віброзбудники мають більшу потужність і надійність роботи.

Отже, з прикладної точки зору актуально розробити вібромашини, що суміщають у собі переваги двочастотних і резонансних вібромашин з інерційними збудниками вібрацій.

Найбільш простий спосіб збудження резонансних коливань інерційними віброзбудниками, заснований на ефекті Зомерфельда. Але цей метод вивчений недостатньо.

Не вирішено багато фундаментальних проблем і у загальній теорії вібраційних машин з інерційними віброзбудниками, що працюють на ефекті Зомерфельда. Вони, зокрема, наступні.

1. Не розроблено методів збудження двочастотних вібрацій інерційними віброзбудниками, що працюють на ефекті Зомерфельда, конструкцій віброзбудників.

2. Не розроблено методів визначення динамічних характеристик вібраційних машин з інерційними збудниками двочастотних вібрацій, що працюють на ефекті Зомерфельда.

3. Не досліджено динаміку вібраційних машин з інерційними збудниками двочастотних вібрацій, що працюють на ефекті Зомерфельда.

Вказані технічні недоліки та істотна неповнота теорії стосуються найбільш загальних, фундаментальних питань з розробки двочастотних вібраційних машин з інерційними віброзбудниками, що працюють на ефекті Зомерфельда. Тому надолуження цієї неповноти є актуальною науковою проблемою.

Таким чином, дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-

технічної **проблеми динаміки та міцності машин** – розробленню методів дослідження динаміки двочастотних резонансних вібромашин з інерційними віброзбудниками, що працюють на ефекті Зомерфельда

**3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва Центральноукраїнського національного технічного університету: «Динаміка двочастотних резонансних вібромашин, що працюють на ефекті Зомерфельда». До основи роботи покладено матеріали, які узагальнюють результати досліджень, що були виконані автором в Центральноукраїнського національного технічного університету за планами НДР в рамках наступних держбюджетних тем Міністерства освіти і науки України: “Динаміка механічних систем, до складу яких входить обертове несуче тіло із приєднаними тілами”, держреєстрація № 0116U001486, період виконання 2016-2018 р.р., “Конструкція та працездатність високопродуктивних і енергоефективних вібромашин з віброзбудниками у вигляді пасивних автобалансирів”, держреєстрація № 0117U003725, період виконання 2017-2020 р.р.

**4. Особистий внесок здобувача в одержанні наукових результатів.** Усі наукові результати в дисертаційній роботі, зокрема ті, що складають наукову новизну, одержані особисто автором. Зокрема це: способи збудження двочастотних вібрацій [1, 23, 26–28, 30, 31, 34]; конструкції збудників двочастотних вібрацій [24, 25, 29–31]; результати дослідження динаміки одномасових [2–8, 11–14, 20–22, 33, 36, 37], двомасових [7, 9, 10, 19], тримасових вібромашин [7, 17, 18]; метод дослідження ефекту Зомерфельда, що ґрунтується на параметричному розв'язанні задачі із застосуванням елементів теорії біфуркації рухів [8, 9, 14, 17, 18, 19, 21]; результати і експериментальні методи дослідження динаміки вібромашин, зокрема ті, що ґрунтуються на регресійному аналізі сигналів [6, 11, 22, 33, 35]. Співавтору Філімоніхіній І.І. належать енергетичні методи досліджень [13, 20, 37]; результати розв'язання модельної задачі у частині апробації емпіричних і енергетичних методів дослідження [13, 37]. Співавтору Філімоніхину Г.Б. належить конструкція стенду для дослідження явища застрягання кулі [22].

**5. Ступінь використання у дисертації матеріалів і висновків кандидатської дисертації здобувача.** У докторській дисертації «Динаміка двочастотних резонансних вібромашин, що працюють на ефекті Зомерфельда» матеріали кандидатської дисертації «Працездатність пасивних автобалансирів при зрівноваженні крильчаток осьових вентиляторів» Яцуна В.В. не використовувались.

**6. Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків, які сформульовані в дисертації.** Висвітлені в дисертаційній роботі Яцуна В.В. наукові положення, висновки та рекомендації є експериментально і

теоретично обґрунтованими, достовірними та апробованими. Обґрунтування наукових положень, розвинутих в дисертації, базується на глибокому теоретичному аналізі досліджених явищ та процесів і комплексі експериментальних досліджень, які було проведено на сучасному рівні. Останнє підтверджується комплексним використанням сучасних методів та методик досліджень, а саме:

- у теоретичних дослідженнях достовірність результатів обумовлена використанням: фізично обґрунтованих припущень при побудові і аналізі математичних моделей одно-, дво- і тримасових вібротомашин; відомих методів теорій коливань, стійкості рухів механічних систем, біфуркації рухів; методів малого параметра;

- в експериментальних дослідженнях – використанням: стандартного вимірювального і балансувального обладнання; проведенням експериментів з дотриманням вимог міжнародних і державних стандартів; візуального спостереження за поведінкою системи при стробоскопічному освітленні.

Теоретичні та експериментальні результати добре погоджуються між собою.

## **7. Наукова новизна одержаних результатів.**

У роботі вперше:

- запропоновано використовувати пасивні автобалансири у якості інерційних збудників двочастотних вібрацій і встановлено, що автобалансир працює як два незалежних інерційних збудника вібрацій. Вібротомашина має режими усталеного руху, близькі до двочастотних. На цих рухах вантажі в автобалансири створюють постійну неврівноваженість, не можуть наздогнати ротор і застряють на певній частоті, близької до резонансної. Цим вантажі працюють як перший – резонансний віброзбудник, що збуджує вібрації із частотою застрягання вантажів. Другий віброзбудник утворюється дебалансною масою, на корпусі автобалансира. Маса обертається із частотою обертання ротора й збуджує більш швидкі вібрації із цією частотою;

- розроблені аналітико-числові методи дослідження динаміки вібротомашин з віброзбудниками у вигляді пасивних автобалансирів. Методи ґрунтуються на елементах теорії біфуркацій рухів, методі малого параметра, ідеї параметричного розв'язання рівняння частот, яке призначене для пошуку можливих частот застрягання вантажів;

- встановлено, що незважаючи на сильну асиметрію опор, автобалансир збуджує практично ідеальні двочастотні вібрації. Відхилення від двочастотного закону пропорційні відношенню маси вантажів до маси всієї машини. Тому для реальних машин вони не перевищують 2%. У вібротомашини завжди існує непарна кількість кутових швидкостей застрягання вантажів. Одна швидкість застрягання вантажів близька до швидкості обертання ротора. Інші – народжуються і зникають парами в околі певної резонансної частоти коливань вібротомашини. Кожному режиму застрягання вантажів відповідає свій діапазон кутових швидкостей застрягання, причому діапазони, що відповідають різним режимам не

перетинаються. Локально асимптотично стійкими є тільки непарні режими застрягання, зокрема, якщо пронумерувати їх в порядку зростання кутових швидкостей застрягання вантажів;

- встановлено, що параметри вібрацій платформ можна змінювати у широких межах шляхом зміни зовнішніх і внутрішніх сил опору, сумарної маси вантажів та кутової швидкості обертання ротора;

- встановлено, що при збудженні коливань, з використанням ефекту Зомерфельда, виникають переважно резонансні коливання системи відповідної форми, які можна використовувати наступним чином:

- у випадку одномасової вібромашини для виникнення відповідної форми коливань платформи не потрібні додаткові кінематичні обмеження, що накладаються на рух платформи, достатньо, щоб при резонансі вона здійснювала потрібні коливання;

- у випадку двомасової вібромашини можна спроектувати протифазну вібромашину, у якій платформи коливаються у протифазі, а головний вектор сил, що діє на станину з боку опор наближається до нуля, така вібромашина практично не передає вібрації на фундамент;

- у випадку тримасової вібромашини можна спроектувати антирезонансну вібромашину, в якій робоча платформа (активна) коливається у протифазі з реактивною платформою, а платформа, що встановлена на станину майже не коливається, така вібромашина практично не передає вібрації на фундамент і на станину;

- розроблений експериментальний метод дослідження ефекту Зомерфельда в збудниках резонансних вібрацій маятникового, кульового чи роликового типу в умовах, коли спостереження за рухом дебалансних мас неможливе чи ускладнене, який ґрунтується на обробці методами регресійного аналізу сигналів, що поступають з аналогових давачів обертів і вібропришвидшень. Метод перевірений на спеціально створеному стенді ротора на ізотропних пружно-в'язких опорах, що здійснює просторовий рух і автобалансира з однією кулею. З допомогою методу досліджена динаміка одномасової вібромашини з кульовим і маятниковим віброзбудниками.

## **8. Практичне значення одержаних результатів.**

Розроблені основи теорії і конструювання резонансних полічастотних вібромашин з віброзбудниками; технічні рішення (патенти) з конструкції нових віброзбудників і вібромашин у вигляді пасивних автобалансирів на основі ефекту Зомерфельда в збудниках, зокрема, одержано 2 патенти на способи і 7 патентів на корисні моделі України; технічні рекомендації з проектування, впровадження і забезпечення працездатності нових вібраційних машин.

Виконано господарчі договори з: СФГ «Личук» на виконання науково-дослідної роботи «Дослідження можливостей зменшення вібрацій сільсько-господарської техніки шляхом зменшення незрівноваженостей обертових частин» з обсягом фінансування 60,0 тис. грн.; департаментом інфраструктури та промисловості КОДА «Забезпечення сепарації насіння

зернових культур за рахунок розробки та впровадження енергозберігаючої, ресурсозберігаючої, енергоефективної, інноваційно-нової, універсальної вібромашини широкого призначення» з обсягом фінансування 50,0 тис. грн.

Результати дисертаційної роботи застосовні як при проектуванні і розрахунку параметрів широкого класу нових вібромашин, так і при модернізації існуючих: грохотів, вібросит, вібромлинів, вібростолів тощо.

**9. Повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих наукових працях.** Дисертація Яцуна В.В. містить особисто отримані здобувачем науково обґрунтовані результати, а кількість та якість наукових праць, опублікованих за її матеріалами, відповідають постанові Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 листопада 2021 року «Деякі питання присудження (позбавлення) наукових ступенів», що затверджує «Порядок присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук».

Основні положення й наукові результати дисертації викладено у 40 опублікованих роботах, серед яких: 22 статті у наукових фахових виданнях України та інших держав, які індексовані міжнародними науко-метричними базами даних Scopus та/або Web of Science, 2 патенти України на винахід і 7 патентів України на корисну модель, 9 матеріалів і тез доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях, зокрема, 1 – у виданні, що індексується у Scopus.

#### **Статті у періодичних виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus та/або Web of Science**

1. Filimonikhin, G.; **Yatsun, V.**; Matsui, A.; Olijnichenko, L.; Pukalov, V. Determining experimentally the patterns of the manifestation of the Sommerfeld effect in a ball auto-balancer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, [S. 1.], v. 5, n. 7 (119), p. 96–104, 2022. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265578>

*(Здобувачем розроблено експериментальний метод дослідження ефекту Зомерфельда у випадку, коли спостереження за рухом вантажів у вібробуднику ускладнене чи неможливе), (Q2, Scopus).*

2. Filimonikhin, G., **Yatsun, V.**, Matsui A., Kondratets V., Pirogov V. (2022). Selection and research of stability of the steady state motions of a single-mass resonance vibrating machine working on the Somerfeld effect. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(7(117), 68-76. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259567>

*(Здобувачем виконано розв'язання модельної задачі з точними методами), (Q2, Scopus).*

3. **Yatsun, V.**, Filimonikhin, G., Filimonikhina, I., Haleeva, A. (2021). Determining the energy efficiency of a resonance single-mass vibratory machine whose operation is based on the Sommerfeld effect. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5(7 (113), 44–51. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.241950>

*(Здобувачем виконано визначення енергоефективності одномасової вібромашини, що працює на ефекті Зомерфельда), (Q2, Scopus).*

4. **Filimonikhin, G.**, Yatsun, V., Kyrychenko, A., Hrechka, A., Shcherbyna, K. Synthesizing a resonance anti-phase two-mass vibratory machine whose operation is based on the Sommerfeld effect. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – Vol. 6, N 7 (108). – P. 42-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217628>

*(Здобувачем виконано синтез і досліджено динаміку двомасової протифазної вібромашини, що працює на ефекті Зомерфельда), (Q2, Scopus).*

5. **Yatsun, V.**, Filimonikhin, G., Pirogov, V., Amosov, V., Luzan, P. Research of anti-resonance three-mass vibratory machine with a vibration exciter in the form of a passive auto-balancer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – Vol. 5, N 7 (107). – P. 89-97. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.213724>

*(Здобувачем виконано синтез і дослідження динаміки тримасової антирезонансної вібромашини, що працює на ефекті Зомерфельда), (Q2, Scopus).*

6. **Yatsun V.**, Filimonikhin G., Haleeva A., Krivoblotsky L., Machok Y., Mezitis M., Podoprygora N., Sadovyi M., Strautmanis G. Searching for the two-frequency motion modes of a three-mass vibratory machine with a vibration exciter in the form of a passive auto-balancer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – Vol. 4, N 7 (106). – P. 103-111. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209269>

*(Здобувачем виконано дослідження динаміки узагальненої тримасової вібромашини, що працює на ефекті Зомерфельда), (Q2, Scopus).*

7. **Yatsun, V.** Studying the steady-state vibrations of a two-mass vibratory machine excited by a passive auto-balancer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – Vol. 3, N 7 (105). – P. 79–87. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2020.204882>

*(Здобувачем виконано дослідження динаміки узагальненої двомасової вібромашини, що працює на ефекті Зомерфельда), (Q2, Scopus).*

8. **Yatsun, V.** Experimental study of resonance vibrations of the vibratory machine excited by a ball auto-balancer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – Vol. 2, N 1 (104). – P. 32–40. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2020.201105>

*(Здобувачем запропоновані методи дослідження і виконано експериментальне дослідження динаміки універсальної резонансної вібромашини з кульовим віброзбудником), (Q2, Scopus).*

9. **Yatsun V.**, Filimonikhin G., Podoprygora N., Pirogov V. Studying the excitation of resonance oscillations in a rotor on isotropic supports by a pendulum, a ball, a roller. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – Vol. 6, N 7 (102). – P. 32–43. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.182995>

*(Здобувачем виконано розв'язання модельної задачі зі збудження*

*кругових резонансних вібрації кулею, роликом чи маятником*), (Q2, Scopus).

10. Filimonikhin G., **Yatsun V.**, Filimonikhina I., Ienina I., Munshtukov I. Studying the load jam modes within the framework of a flat model of the rotor with an Autobalancer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – Vol. 5, N 7 (101). – P. 51-61. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.177418>

*(Здобувачем виконано виділення всіх можливих режимів застрягання вантажів у віброзбуднику з багатьма вантажами у рамках плоскої моделі)*, (Q2, Scopus).

11. **Yatsun, V.**, Filimonikhina, I., Podoprygora, N., Hurievska, O. (2018). Motion equations of the singlemass vibratory machine with a rotaryoscillatory motion of the platform and a vibration exciter in the form of a passive autobalancer. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 6(7 (96)), 58–67. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2018.150339>

*(Здобувачем створена модель і диференціальні рівняння руху одномасової вібромашини з поворотно-коливальним рухом платформи і віброзбудником, що працює на ефекті Зомерфельда)*, (Q2, Scopus).

12. **Yatsun, V.**, Filimonikhin, G., Nevdakha, A., Pirogov, V. (2018). Experimental study into rotational-oscillatory vibrations of a vibration machine platform excited by the ball auto-balancer. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 4(7 (94)), 34–42. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2018.140006>

*(Здобувачем створено стенд, методи і отримані результати експериментального дослідження динаміки одномасової вібромашини з поворотно-коливальним рухом платформи і віброзбудником, що працює на ефекті Зомерфельда)*, (Q2, Scopus).

13. **Yatsun V.**, Filimonikhin G., Haleeva A., Nevdakha A. (2018) On stability of the dual-frequency motion modes of a single-mass vibratory machine with a vibration exciter in the form of a passive auto-balancer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Vol. 2, N 7 (92). – P. 59–67. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2018.128265>

*(Здобувачем отримані результати з числового дослідження стійкості різних режимів руху одномасової вібромашини з віброзбудником, що працює на ефекті Зомерфельда)*, (Q2, Scopus).

14. **Yatsun V.**, Filimonikhin G., Dumenko K., Nevdakha A. (2018) Search for the dualfrequency motion modes of a dualmass vibratory machine with a vibration exciter in the form of passive autobalancer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Vol. 1, – N 7 (91). – P. 47–54. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2018.121737>

*(Здобувачем досліджені двочастотні режими руху двомасової вібромашини, що працює на ефекті Зомерфельда)*, (Q2, Scopus).

15. **Yatsun V.**, Filimonikhin G., Dumenko K., Nevdakha A. (2017) Search for two-frequency motion modes of single-mass vibratory machine with vibration exciter in the form of passive auto-balancer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Vol. 6, – N 7(90). – P. 58–66. DOI:



<http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2017.117683>

*(Здобувачем досліджені двочастотні режими руху одномасової вібромашини, що працює на ефекті Зомерфельда) , (Q2, Scopus).*

16. **Yatsun V.**, Filimonikhin G., Dumenko K., Nevdakha A. (2017) Equations of motion of vibration machines with a translational motion of platforms and a vibration exciter in the form of a passive auto-balancer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Vol. 5, – N 1(89). – P. 19–25. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2017.111216>

*(Здобувачем складені і досліджені диференціальні рівняння руху одно-, дво- і тримасових вібромашин з віброзбудниками кульового, роликового, маятникового типу) , (Q2, Scopus).*

17. **Yatsun V.**, Filimonikhin G., Dumenko K., Nevdakha A. (2017) Experimental research of rectilinear translational vibrations of a screen box excited by a ball balancer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Vol. 3, N 1 (87). – P. 23–29. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2017.101798>

*(Здобувачем створено стенд, запропоновані методи досліджень і отримані результати експериментального дослідження динаміки одномасової вібромашини з поступальним рухом платформи і віброзбудником, що працює на ефекті Зомерфельда) , (Q2, Scopus).*

18. Filimonikhin G., **Yatsun V.** (2017) Conditions of replacing a single-frequency vibro-exciter with a dual-frequency one in the form of passive auto-balancer. Scientific Bulletin of National Mining University. № 1. – P. 61–68. – Way of Access: <http://nvngu.in.ua/index.php/ru/component/jdownloads/finish/66-01/8594-01-2017-filimonikhin/0>

*(Здобувачем досліджено умови і запропоновано методу заміни звичайного інерційного віброзбудника двочастотним віброзбудником, що працює на ефекті Зомерфельда) , (Q3, Scopus).*

19. Filimonikhin G., **Yatsun V.**, Lichuk M., Filimonikhina I. (2016) Research by a 3D modelling of the screen box flat translatory vibrations excited by a ball auto-balancer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Vol. 6, N 7 (84). – P. 16–22. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2016.85460>

*(Здобувачем отримані результати з дослідження 3D моделюванням динаміки одномасової вібромашини з поступальним рухом платформи і віброзбудником, що працює на ефекті Зомерфельда) , (Q2, Scopus).*

20. Filimonikhin G., **Yatsun V.**, Dumenko K. (2016) Research into excitation of dual frequency vibrational-rotational vibrations of screen duct by ball-type auto-balancer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Vol. 3, N 7(81). – P. 47–52. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2016.72052>

*(Здобувачем запропоновані методи і отримані результати з дослідження 3D моделюванням динаміки одномасової вібромашини з поворотно-коливальним рухом платформи і віброзбудником, що працює на ефекті Зомерфельда) , (Q2, Scopus).*

21. Филимонихин Г.Б., **Яцун В.В.** Исследование процесса возбуждения двухчастотных вибраций шаровым автобалансиром грохота ГИЛ 42.

Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. – Т. 1, N 7(79). - С. 17-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2016.59881>

*(Здобувачем виконано 3D модель грохота ГІЛ 42 з кульовим збудником двочастотних вібрацій і отримані результати дослідження її динаміки) , (Q2, Scopus).*

22. Филимоныхин Г.Б., **Яцун В.В.** Способ возбуждения двухчастотных вибраций пассивными автобалансирами. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – Т. 4, N 7(76). - С. 9-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2015.47116>

*(Здобувачем запропоновано спосіб збудження двочастотних вібрацій пасивними автобалансирами і приклади його реалізації) , (Q2, Scopus).\*

### Патенти:

23. Пат. 119678 України (на 20 р.), МПК В06В 1/16 (2006.01), Спосіб збудження двочастотних вібрацій / Філімоніхін Г.Б., **Яцун В.В.**; заявка № а201703804; заявл. 18.04.2017; опубл. 25.07.2019, Бюл. №14/2019.

*(Здобувачем запропоновано спосіб збудження двочастотних вібрацій пасивними автобалансирами і приклади його реалізації)*

24. Пат. 119679 України (на 20 р.), МПК В06В 1/16 (2006.01), Спосіб збудження двочастотних ударно-коливальних вібрацій / Філімоніхін Г.Б., **Яцун В.В.**; заявка № а201703914; заявл. 20.04.2017; опубл. 25.07.2019, Бюл. №14/2019.

*(Здобувачем запропоновано спосіб збудження двочастотних ударно-коливальних вібрацій пасивними автобалансирами і приклади його реалізації)*

25. Пат. 140801 України на корисну модель, МПК В07В 1/40, В06В 1/16, G01М 1/32 (2006.01), Збудник двочастотних вібрацій / Філімоніхін Г.Б., **Яцун В.В.**, Давидов В.С.; заявка № u201908899; заявл. 23.07.2019; опубл. 10.03.2020, Бюл. №5/2020.

*(Здобувачем запропоновано пристрій для збудження двочастотних вібрацій, що працює на ефекті Зомерфельда)*

26. Пат. 140803 України на корисну модель, МПК В07В 1/40, В06В 1/16, G01М 1/32 (2006.01), Збуджувач двочастотних вібрацій / Філімоніхін Г.Б., **Яцун В.В.**, Пух О.В.; заявка № u201908908; заявл. 23.07.2019; опубл. 10.03.2020, Бюл. №5/2020.

*(Здобувачем запропоновано пристрій для збудження двочастотних вібрацій, що працює на ефекті Зомерфельда)*

27. Пат. 140805 України на корисну модель, МПК В07В 1/40, В06В 1/10, G01М 1/32 (2006.01), Збудник двочастотних вібрацій / Філімоніхін Г.Б., **Яцун В.В.**, Носик В.М.; заявка № u201908913; заявл. 23.07.2019; опубл. 10.03.2020, Бюл. №5/2020.

*(Здобувачем запропоновано пристрій для збудження двочастотних вібрацій, що працює на ефекті Зомерфельда)*

28. Пат. 132928 України на корисну модель, МПК В06В 1/16 (2006.01), G01М 1/32 (2006.01), Збуджувач двочастотних вібрацій / Філімоніхін Г.Б.,

**Яцун В.В.**; заявка № а201703021; заявл. 30.03.2017; опубл. 25.03.2019, Бюл. №6/2019.

*(Здобувачем запропоновано пристрій для збудження двочастотних вібрацій, що працює на ефекті Зомерфельда)*

29. Пат. 133639 України на корисну модель, МПК В07В 1/40 (2006.01), F04D 29/66 (2006.01), G01M 1/32 (2006.01), Збудник двочастотних вібрацій / Філімоніхін Г.Б., **Яцун В.В.**, Шиндер А.В.; заявка № u201812268; заявл. 11.12.2018; опубл. 10.04.2019, Бюл. №7/2019.

*(Здобувачем запропоновано пристрій для збудження двочастотних вібрацій, що працює на ефекті Зомерфельда)*

30. Пат. 137093 України на корисну модель, МПК В06В 1/16 (2006.01), Спосіб збудження двочастотних вібрацій / Філімоніхін Г.Б., **Яцун В.В.**; заявка № а201703497; заявл. 10.04.2017; опубл. 10.10.2019, Бюл. №19/2019.

*(Здобувачем запропоновано спосіб збудження двочастотних вібрацій з використанням ефекту Зомерфельда)*

31. Пат. 92337 України на корисну модель, МПК F04D 29/66 (2006.01), Застосування пасивного автобалансира як збудника кругових двочастотних вібрацій / Філімоніхін Г.Б., **Яцун В.В.**; заявка № u201402718; заявл. 18.03.2014; опубл. 11.08.2014, Бюл. №15.

*(Здобувачем запропоновано застосування пасивного автобалансира як збудника кругових двочастотних вібрацій, наведені приклади застосування)*

### **Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

32. Filimonikhin G., Yatsun V., Filimonikhina I. (2020). Investigation of oscillations of platform on isotropic supports excited by a pendulum. E3S Web Conf. 168 article N 00025, 11 p. doi: <https://10.1051/e3sconf/202016800025>

*(Здобувач виконав розв'язання модельної задачі з дослідження резонансних режимів руху платформи одномасової вібромашини, збуджених маятником, вільно насадженим на вал електродвигуна)*

33. Yatsun V., Filimonikhin G. Studying the load jam modes within the framework of a flat model of the rotor with an auto-balancer. 2nd International scientific and technical internet conference “Innovative development of resource-saving technologies of mineral mining and processing”, Petroşani, Romania. November 15, 2019, Book of abstracts, P. 201-204. Точка доступу: <http://www.knu.edu.ua/konferencii/mizhnarodna-naukovo-tehnichna-internet-konferenciya-lystopad-2019-r>

*(Здобувач визначив теоретично можливі режими застрягання вантажів у віброзбуднику з багатьма вантажами у рамках плоскої моделі вібромашини)*

34. Yatsun, V. Experimental research of rectilinear translational vibrations of a vibrator platform by a ball autobalancer. International scientific and technical internet conference “Innovative development of resource-saving technologies of mineral mining and processing”, Petroşani, Romania. — 2018. — С. 193-194.

*(Здобувач експериментально дослідив прямолінійні поступальні*

*коливання вібраційної платформи кульовим автобалансиром)*

35. Філімоніхін Г.Б., Яцун В.В. Механізм збудження двочастотних вібрацій пасивними автобалансирами. 12-й міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові". Тези доповідей. Львів. 28-29 травня 2015.

*(Здобувач описав механізм збудження двочастотних вібрацій пасивними автобалансирами в вібромашинах)*

36. Філімоніхін Г.Б., Яцун В.В. Експериментальне дослідження двочастотних вертикальних вібрацій платформи, збуджених кульовим автобалансиром. XIV Міжнародна науково-технічна конференція „Вібрації в техніці та технологіях”. Тези доповідей. Дніпропетровськ. 21-25.09.2015., С. 21.

*(Здобувач створив стенд і провів експериментальні дослідження двочастотних прямолінійних поступальних вібрацій платформи, збуджених кульовим автобалансиром)*

37. Яцун В.В., Філімоніхін Г.Б. 3D моделирование возбуждения автобалансиром двухчастотных колебаний платформы грохота с использованием SOLIDWORKS И COSMOS MOTION. Дев'ята міжнародна науково-практична конференція "Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС 2014". Тези доповідей. Чернігів-Жукин. 23-27 червня 2014, С.218–221.

*(Здобувач створив 3D модель одномасового грохота, запропонував методи і провів дослідження двочастотних вібрацій, збуджених кульовим автобалансиром)*

38. Яцун В.В. Динаміка двочастотних резонансних вібромашин, що працюють на ефекті Зомерфельда / В.В. Яцун // V Міжнародна науково-практична конференція "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 19-21 квітня 2023 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2023, с.132-134.

*(Здобувач описав динамічні процеси, які спонукать до збудження двочастотних вібрацій пасивними автобалансирами в вібромашинах)*

39. Яцун В.В. Динаміка будівельних вібромашин, що працюють в резонансному режимі / В.В. Яцун // Міжнародна науково-технічна on-line конференція «Проблеми будівельного та транспортного комплексів», 23-24 травня 2023 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2023, с.166-167.

*(Здобувач описав динаміку будівельних вібромашин, що працюють в резонансному режимі)*

40. Яцун В.В. Динаміка резонансних вібраційних машин з інерційними збудниками двочастотних вібрацій / В.В. Яцун // «Вібрації в техніці та технологіях», Матеріали XIX Міжнародної науково-технічної конференції, 23-25 травня 2023 р. – К.: КНУБА, 2023, с. 58-61.

*(Здобувач описав динаміку резонансних вібраційних машин з інерційними збудниками двочастотних вібрацій)*

## **10. Впровадження результатів наукових досліджень. Результати**

роботи впроваджені на: ТОВ “АЛЪЯНСБУДСЕРВІС”; ПП “ЦЕНТРВІЙСЬК-БУД”, ТОВ “Травел-ВН”, ТОВ “Трейд-ВВ”, Кіровоградська обласна аграрна господарська асоціація шляхобудівельних підприємств “Кіровоградоблаго-шляхбуд”; Державне підприємство “Агентство місцевих автомобільних доріг”, ТОВ “Агропромислова компанія імені О.В. Гіталова”, ТОВ “Елгран”, дочірнє підприємство “Управління виробничо-технологічної комплектації” асоціації “КІРОВОГРАДОБЛАГРОШЛЯХБУД”; використовуються у навчальному процесі кафедри деталей машин та прикладної механіки ЦНТУ. Підприємства відносяться до різних галузей промисловості – будівельної (зокрема з виробництва будівельних матеріалів), дорожньо-будівельної, видобувної, сільськогосподарської тощо.

**11. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо.** Матеріали дисертації обговорювалися на: XXX–XXXV наукових конференціях викладачів, аспірантів та співробітників ЦНТУ (2014-2022 р.р.); 9-й міжнародній науково-практичній конференції "Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС 2014" (Чернігів-Жукин, 2014); XIV Міжнародній науково-технічній конференції „Вібрації в техніці та технологіях” (Дніпропетровськ, 2015); International scientific and technical internet conference “Innovative development of resource-saving technologies of mineral mining and processing” (Petroșani, Romania, 2018); 2nd International scientific and technical internet conference “Innovative development of resource-saving technologies of mineral mining and processing” (Petroșani, Romania, 2019); E3S Web Conf. (2020), V Міжнародній науково-практичній конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems" (Кропивницький 2023), Міжнародній науково-технічній on-line конференції “Проблеми будівельного та транспортного комплексів” (Кропивницький 2023), XIX Міжнародній науково-технічній конференції “Вібрації в техніці та технологіях” (Київ, 2023). У повному обсязі дисертація обговорювалася на розширеному засіданні кафедри "Будівельних, дорожніх машин і будівництва" та кафедри “Деталей машин та прикладної механіки” ЦНТУ (Кропивницький, 2024).

**12. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення.** Дисертація викладена професійно, кваліфіковано та грамотно. Матеріали логічно систематизовані та коректно оформлені. За структурою, мовою та стилем викладення дисертація відповідає вимогам МОН України.

**13. Відповідність принципам академічної доброчесності.** У процесі перевірки на академічний плагіат рукопису дисертації Яцун В.В. встановлено відповідність електронного варіанту дисертації, наданого здобувачем, паперовому варіанту дисертації. У результаті перевірки, дисертації Яцуна В.В. академічного плагіату не виявлено.

**14. Відповідність дисертації паспорту спеціальності, за якою вона представлена до захисту.** Робота відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.02.09 – динаміка та міцність машин, зокрема на пряму досліджень: «Динаміка двочастотних резонансних вібротомашин, що працюють на ефекті Зомерфельда».

**15. Характеристика здобувача, ступінь наукової зрілості.** Проведені дослідження та опубліковані наукові праці характеризують Яцуна В.В. як кваліфікованого фахівця і дослідника. Здобувач на високому рівні володіє методологією наукових досліджень. Йому притаманне логічне мислення, вміння ставити наукові завдання та пропонувати нестандартні шляхи їх вирішення, виділяти основні та вторинні аспекти. Яцун В.В. є сформованим, кваліфікованим науковцем з глибоким теоретичним та практичним рівнем підготовки.

### **ВИСНОВОК**

Дисертація Яцуна Володимира Володимировича «Динаміка двочастотних резонансних вібротомашин, що працюють на ефекті Зомерфельда» є завершеною кваліфікаційною науковою працею виконаною здобувачем самостійно, у якій розв'язано актуальну науково-технічну проблему з розроблення методів дослідження динаміки двочастотних резонансних вібротомашин з інерційними вібротомашинами, що працюють на ефекті Зомерфельда.

У 40 наукових публікаціях повністю відображені результати дисертації, з них 22 статті у наукових фахових виданнях України та інших держав, які індексовані міжнародними наукометричними базами даних Scopus та/або Web of Science, 2 патенти України на винахід і 7 патентів України на корисну модель, 9 матеріалів і тез доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях, зокрема, 1 – у виданні, що індексується у Scopus.


Дисертація підготовлена за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин, і відповідає паспорту спеціальності 05.02.09 – динаміка та міцність машин (Перелік наукових спеціальностей, затверджений Наказом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України 14 вересня 2011 року № 1057), та вимогам, які ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня доктора наук, п. 7 та 9 Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року №1197.

З урахуванням актуальності теми дослідження, наукової новизни, теоретичного та практичного значення одержаних результатів, впровадження їх у практику, обґрунтованості висновків на основі одержаних достовірних результатів, особистому внеску здобувача у розв'язання важливої науково-технічної проблеми, достатньої повноти викладення матеріалів дисертації, що характеризується єдністю змісту, відповідності принципам академічної доброчесності, а також беручи до уваги наукову зрілість та професійні якості Яцуна Володимира Володимировича, рекомендувати дисертацію «Динаміка двочастотних резонансних вібротомашин, що працюють на ефекті Зомерфельда» для подання до розгляду у спеціалізовану вчену раду на

здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю  
05.02.09 – динаміка та міцність машин.


Рецензенти:

директор Інституту прикладної математики та фундаментальних наук  
Національного університету  
«Львівська політехніка»,  
доктор технічних наук, професор



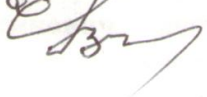
Петро ПУКАЧ

завідувач кафедри опору матеріалів  
та будівельної механіки  
Інституту будівництва  
та інженерних систем  
Національного університету  
«Львівська політехніка»,  
доктор технічних наук, професор



Свген ХАРЧЕНКО

професор кафедри  
транспортних технологій  
Інституту механічної  
інженерії та транспорту  
Національного університету  
«Львівська політехніка»,  
доктор технічних наук, професор



Ігор ВІКОВИЧ