

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри
машинобудування Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського

Вакуленка Романа Андрійовича

на дисертаційну роботу **Михайлика Вадима Григоровича** на тему

**«Обґрунтування параметрів робочих процесів гідроприводного
однорізцевого розчинонасоса з комбінованим компенсатором пульсації**

тиску», подану до одноразової спеціалізованої вченої ради у Національному
університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» на здобуття ступеня
доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 133
Галузеве машинобудування

Актуальність роботи. Стрімкий розвиток будівельної галузі та поява нових видів будівельних і оздоблювальних сумішей із різними фізико-механічними та реологічними властивостями зумовлюють необхідність удосконалення обладнання для їх транспортування. Існуючі конструкції розчинонасосів не завжди забезпечують стабільну подачу таких матеріалів без зміни їх структури, розшарування або погіршення технологічних властивостей. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні універсальних насосних систем, здатних ефективно працювати з широким спектром сучасних будівельних сумішей, забезпечуючи збереження їх однорідності та експлуатаційних характеристик.

Сучасне будівництво висуває дедалі вищі вимоги до продуктивності обладнання, його об'ємного коефіцієнта корисної дії та стабільності технологічного процесу. Значні масштаби житлового, промислового й інфраструктурного будівництва, а також реалізація проєктів із реконструкції та відновлення пошкоджених споруд потребують використання високопродуктивних розчинонасосів, які забезпечують рівномірну подачу розчинів із мінімальними пульсаціями на значні відстані як по горизонталі, так і по вертикалі. Надійність насосного обладнання безпосередньо впливає на безперервність виконання оздоблювальних робіт, ефективність використання трудових ресурсів і якість готової будівельної продукції.

Одним із пріоритетних напрямів удосконалення розчинонасосів є підвищення їх енергоефективності. Значна кількість моделей, що перебувають в експлуатації, характеризується суттєвими енергетичними втратами, які збільшують собівартість виконання робіт. Використання сучасних електроприводів із частотним керуванням, регульованих гідроприводів, удосконалених кінематичних схем, модернізованих клапанних вузлів і нових конструкцій робочих органів дає можливість скоротити споживання енергії, підвищити коефіцієнт корисної дії обладнання та покращити його техніко-економічні показники.

Не менш важливою проблемою залишається забезпечення високої довговічності та експлуатаційної надійності насосного обладнання. Робочі елементи поршневого розчинонасосів функціонують в умовах інтенсивного абразивного зношування, дії цементного середовища, значних знакозмінних навантажень і

підвищеного робочого тиску. Такі умови експлуатації прискорюють зношування поршнів, клапанів, ущільнень і циліндрів, що призводить до збільшення витрат на технічне обслуговування та ремонт. З огляду на це актуальним є вдосконалення конструкції насосних вузлів, застосування сучасних зносостійких і композитних матеріалів, а також ефективних технологій зміцнення деталей.

Сучасні тенденції розвитку будівельної техніки передбачають широке використання цифрових технологій. Оснащення розчинонасосів електронними системами керування, автоматичного регулювання продуктивності, контролю робочих параметрів, діагностування технічного стану та захисту від перевантажень забезпечує стабільність технологічного процесу, підвищує безпеку експлуатації обладнання й мінімізує вплив людського фактора.

Особливу увагу привертає вдосконалення конструкцій однопоршневих розчинонасосів, які широко використовуються у штукатурних агрегатах і будівельних станціях завдяки простоті будови, високій ремонтпридатності та економічності. Перспективним напрямом їх модернізації є зменшення пульсацій тиску під час подачі розчину, що забезпечує рівномірніше транспортування сумішей, скорочення енергоспоживання, зменшення втрат через клапанні механізми та збільшення ресурсу основних деталей.

Для України питання вдосконалення розчинонасосів набуває особливої актуальності у зв'язку з необхідністю масштабного будівництва, реконструкції та відновлення житлових, громадських і промислових об'єктів. Виконання значних обсягів будівельно-оздоблювальних робіт потребує використання мобільного, високопродуктивного, енергоощадного та надійного обладнання, здатного забезпечити якісне транспортування й нанесення сучасних будівельних сумішей у різноманітних виробничих умовах..

Отже, **об'ємний розчинонасос є одним із ключових елементів сучасних штукатурних агрегатів і відіграє важливу роль у механізації оздоблювальних процесів.** Від рівня його конструктивної досконалості, експлуатаційної надійності та технічних характеристик безпосередньо залежать продуктивність праці, якість виконання оздоблювальних робіт, ефективність використання матеріальних і енергетичних ресурсів, а також стабільність технологічного процесу. У зв'язку з цим розроблення та вдосконалення конструкцій розчинонасосів, спрямованих на підвищення продуктивності, ресурсу роботи, енергоефективності, рівня автоматизації та універсальності використання, є одним із пріоритетних напрямів розвитку сучасного будівельного машинобудування і технологій механізації будівельно-оздоблювальних робіт.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність та новизна.

Наукові положення, викладені у дисертаційній роботі, а також сформульовані автором висновки є логічними, аргументованими та достатньо обґрунтованими. Отримані результати становлять вагомий внесок у розвиток методів математичного моделювання технологічних процесів транспортування будівельних сумішей і спрямовані на підвищення ефективності їх виконання в умовах будівельного виробництва. На основі комплексних теоретичних досліджень, підтверджених

експериментальними випробуваннями, автором вирішено актуальне науково-прикладне завдання, пов'язане з удосконаленням конструкції гідроприводного розчинонасоса, оснащеного комбінованим компенсатором пульсацій тиску. При цьому обґрунтовано раціональні параметри робочого органа (поршня) та конструктивні характеристики комбінованого компенсуючого пристрою.

Достовірність і наукова обґрунтованість отриманих результатів підтверджуються коректним використанням сучасного математичного апарату, застосуванням методів аналітичного та фізичного моделювання, методики планування багатофакторного експерименту, а також узгодженістю теоретичних розрахунків із результатами експериментальних досліджень. Високий рівень достовірності забезпечено використанням сучасних вимірювальних засобів і загальноновизнаних методик проведення експериментальних досліджень.

Преамбула та вісім пунктів загальних висновків повною мірою відображають зміст виконаних досліджень, основні наукові результати та практичне значення отриманих розробок.

У преамбулі наведено узагальнену характеристику виконаної роботи, визначено основні напрями проведених досліджень і окреслено можливості практичного використання отриманих результатів.

У першому пункті загальних висновків здійснено комплексний аналіз конструктивних особливостей і принципів роботи вітчизняних та зарубіжних поршневих розчинонасосів, а також насосів із гідравлічним приводом. Особливу увагу приділено оцінюванню ефективності застосування гідроприводів і компенсаторів акумулювання розчинних сумішей як засобів зменшення пульсацій тиску під час подачі матеріалу.

Другий пункт присвячено аналізу особливостей функціонування однопоршневого розчинонасоса, обладнаного гідравлічним приводом і компенсатором пульсацій тиску. Крім того, розглянуто роботу конструкцій із електромеханічним та гідравлічним приводами компенсаторів пульсацій, а також досліджено вплив застосування компенсаторів збільшеного об'єму на стабільність процесу транспортування будівельних сумішей.

На основі розробленої математичної моделі функціонування гідропривода виконано теоретичне обґрунтування закону переміщення робочого органа та отримано аналітичні залежності для визначення тиску розчину під час тактів всмоктування $p_{t_{min}}$ та нагнітання $p_{t_{max}}$ для умов $0 \leq t_{3M} \leq t_{H2}; t_{H2} \leq t_{3M} \leq t_{6C}$.

Крім того, встановлено функціональні залежності зміни тиску розчину під час тактів нагнітання p_{max} та всмоктування p_{min} з урахуванням переміщення поршня для умов $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ та $t_0 \leq t \leq t_K$. Встановлено, що застосування гідравлічного привода забезпечує зменшення пульсацій тиску приблизно на 3-5 %.

У третьому пункті загальних висновків наведено результати теоретичних досліджень, присвячених оцінюванню впливу комбінованого компенсатора пульсацій тиску на характер подачі розчину трубопроводом. Встановлено, що використання запропонованої конструкції компенсатора дозволяє знизити рівень пульсацій тиску в межах 2–5 %. Також теоретично обґрунтовано методику визначення раціонального

об'єму камери комбінованого компенсатора на основі аналізу процесу акумулювання розчинної суміші.

Четвертий пункт присвячено дослідженню гідродинамічних процесів, що відбуваються у робочій камері та клапанних вузлах розчинонасоса. На підставі проведеного аналізу отримано залежності, які описують рух всмоктувального і нагнітального клапанів, а також визначено величину втрат розчинної суміші в однопоршневому гідроприводному розчинонасосі, обладнаному комбінованим компенсатором пульсацій тиску. Окремо виконано комп'ютерне моделювання процесу формування тиску подачі в гідравлічній системі насоса. Крім того, аналітично досліджено зміну об'ємного коефіцієнта корисної дії з урахуванням стискуваності розчину у всмоктувальній камері та наявності зворотних витоків.

У п'ятому пункті загальних висновків наведено результати теоретичного дослідження процесів дифузійної проникності матеріалу замкненої камери компенсуючого пристрою та проаналізовано їх вплив на ефективність роботи системи компенсації пульсацій.

Шостий пункт містить результати експериментальних досліджень, спрямованих на визначення пульсацій тиску в системі подачі розчину. Експериментально встановлено, що застосування комбінованого компенсатора збільшеного об'єму забезпечує покращення досліджуваних показників порівняно з базовою конструкцією: на 1,5 % при $\Pi_1=8$ см, на 3% при $\Pi_2=10$ см та на 4% при $\Pi_3=12$ см. Порівняння результатів теоретичних розрахунків із даними експериментів засвідчило їх достатню узгодженість, при цьому максимальна розбіжність не перевищує 5 %.

У сьомому пункті загальних висновків наведено результати трифакторного експерименту, які підтверджують переваги гідроприводного розчинонасоса з комбінованим компенсатором пульсації тиску. Встановлено, що запропонована конструкція забезпечує підвищення продуктивності та об'ємного коефіцієнта корисної дії, а також зменшує ступінь пульсації тиску приблизно на 4 %. За результатами досліджень визначено раціональні діапазони технологічних параметрів роботи: $\Pi = 9,5 \dots 10,5$ см; $p = 1,0 \dots 1,5$ МПа; $V_{\text{комп}} = 47 \dots 65$ дм³; $\beta = 37,5 \dots 52,5^\circ$.

За даними багатофакторного експерименту максимальне значення об'ємного ККД 84,4 % досягнуто при перекачуванні будівельного розчину рухомістю $\Pi = 8$ см із використанням компенсатора об'ємом $V_{\text{комп}} = 75$ дм³, спеціальної вставки під кутом нахилу $\beta = 45^\circ$ у всмоктувальній камері та підпружиненого нагнітального клапана. Реалізація зазначених конструктивних рішень забезпечує підвищення об'ємного ККД приблизно на 5 %.

Експериментально встановлено, що потужність, необхідна для роботи гідроприводного розчинонасоса з комбінованим компенсатором пульсації тиску, є меншою приблизно на 21 % порівняно з конструкцією, обладнаною компенсатором збільшеного об'єму. Для цього режиму також визначено оптимальні технологічні параметри: $\Pi = 10 \dots 11$ см; $p = 1,0 \dots 1,5$ МПа; $V_{\text{комп}} = 47 \dots 56$ дм³; $\beta = 37,5 \dots 52,5^\circ$.

У восьмому пункті загальних висновків наведено результати експериментальних досліджень, які підтверджують, що зміна коефіцієнта жорсткості

пневмобалона має нелінійний, близький до параболічного характер. Встановлено, що залежність цього параметра від тиску в замкненій камері не описується відомими математичними закономірностями, такими як лінійна, гіперболічна, арифметична чи геометрична прогресії, а визначається особливостями роботи пневмобалона в різних режимах навантаження.

Експериментально також встановлено, що затухання коливань у замкненій камері відбувається протягом кожного робочого циклу розчинонасоса незалежно від величини тиску підкачування. Крім того, дослідження показали, що процес насичення повітрям вільної камери компенсатора є поступовим і залежить від властивостей будівельного розчину. Зі зменшенням його рухомості та збільшенням об'єму інтенсивність насичення повітрям зростає, що пояснюється зменшенням вмісту водної фази та збільшенням кількості мікропорожнин. Водночас суттєвий вплив на цей процес має площа контакту між повітряною та розчинною камерами, яка визначається конструктивним виконанням компенсатора.

У дев'ятому пункті загальних висновків зазначено, що за результатами теоретичних, експериментальних досліджень і випробувань натурного зразка розроблено науково обґрунтовану методику розрахунку основних робочих параметрів однопоршневого розчинонасоса з комбінованим компенсатором пульсації тиску. На її основі підготовлено комплект технічної документації на розчинонасос РНг-4,5.

Достовірність отриманих наукових результатів підтверджується комплексним застосуванням методів математичного моделювання, статистичного опрацювання експериментальних даних, системного та емпіричного аналізу, а також положень теоретичної механіки. Експериментальні дослідження виконано на спеціально розробленому лабораторному стенді із використанням методів планування багатофакторних експериментів і сучасних програмних засобів статистичної обробки результатів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробленні та теоретичному обґрунтуванні нових положень щодо закономірностей функціонування однопоршневого гідроприводного розчинонасоса з комбінованим компенсатором пульсації тиску. У процесі досліджень встановлено особливості руху будівельних сумішей залежно від закону переміщення робочого органа. Доведено, що забезпечення сталої швидкості поршня під час такту нагнітання та використання комбінованого компенсуючого пристрою в режимі всмоктування сприяють стабілізації тиску подачі за рахунок акумулювання частини потоку розчинної суміші.

У дисертаційній роботі:

- уперше теоретично встановлено вплив закону руху робочого органа гідроприводного розчинонасоса та конструктивних параметрів комбінованого компенсатора пульсації тиску на формування тиску подачі, величину пульсацій потоку та основні робочі характеристики установки. Виконано порівняльний аналіз із конструкцією однопоршневого розчинонасоса, обладнаного комбінованим компенсатором збільшеного об'єму;

- розроблено математичний опис процесу акумулювання будівельної суміші компенсатором у період його повної розрядки та зниження тиску газового середовища

під час такту всмоктування, що дало змогу обґрунтувати методику визначення конструктивного об'єму компенсатора, приведеного до атмосферних умов;

- досліджено закономірності дифузійної проникності матеріалу замкненої камери компенсатора та ущільнювальних елементів при взаємодії з газовою і рідинною фазами залежно від температурного режиму та механічних навантажень;

- одержано аналітичні залежності для визначення основних параметрів роботи гідроприводного розчинонасоса, зокрема продуктивності, об'ємного коефіцієнта корисної дії, рівня пульсацій тиску та енергоспоживання. Достовірність отриманих результатів підтверджено багатofакторними експериментальними дослідженнями та їх порівнянням із показниками розчинонасоса, обладнаного електромеханічним приводом;

- експериментально визначено закономірності зміни жорсткості замкненої камери (пневмобалона) компенсатора в процесі її вертикального стискання, а також досліджено характеристики затухання коливань, що визначають ефективність вібропоглинання;

- встановлено закономірності насичення повітрям вільної камери компенсатора та визначено величину відносного повітрянасичення залежно від умов експлуатації розчинонасоса.

Апробація і повнота викладу результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні результати дисертаційного дослідження пройшли апробацію у 2023–2026 роках на наукових семінарах, круглих столах і науково-практичних конференціях, що проводилися в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Луцькому національному технічному університеті, Національному університеті «Чернігівська політехніка» та Київському національному університеті будівництва і архітектури:

- 75-й науковій конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету на базі Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», у період з 01 травня по 26 травня 2023 року;

- VI Всеукраїнській науково-технічній конференції «Створення, експлуатація і ремонт автомобільного транспорту та будівельної техніки», Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (11 травня 2023 року);

- Міжнародній конференції «Матеріали та технології в інженерії (MTI-2023): інженерія, матеріали, технології, транспорт», Луцький національний технічний університет (16-18 травня 2023 р.);

- VII Всеукраїнській науково-технічній конференції «Створення, експлуатація і ремонт автомобільного транспорту та будівельної техніки», Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (25 квітня 2024 р);

- 76-й науковій конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету на базі Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (14 травня-25 травня 2024 р);

- XIV Міжнародній науково-практичній конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем», НУ «Чернігівська політехніка» (23-24 травня 2024 р., м. Чернігів);

– XVII Міжнародній науково-практичній конференції «Академічна й університетська наука: результати та перспективи», Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (12-13 груд. 2024 р.);

– VIII Всеукраїнській науково-технічній конференції «Створення, експлуатація і ремонт автомобільного транспорту та будівельної техніки», Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (24 квітня 2025 р);

– VI Міжнародній науково-практичній конференції «Енергоощадні машини і технології», Київський національний університет будівництва і архітектури (20-21 трав. 2025 р., м. Київ).

– IX Всеукраїнській науково-технічній конференції «Створення, експлуатація і ремонт автомобільного транспорту та будівельної техніки», Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (24 квітня 2026 р);

– 78-й науковій конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету на базі Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (14 травня – 25 травня 2026 р);

Основні результати дисертаційної роботи висвітлено у 24 наукових публікаціях, серед яких 7 статей у фахових наукових виданнях України та 17 тез доповідей міжнародних, всеукраїнських і університетських наукових конференцій. Зміст опублікованих праць повністю відображає результати проведених досліджень і відповідає вимогам МОН України щодо апробації та публікації матеріалів дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Важливість отриманих автором результатів для науки й народного господарства, а також рекомендації щодо їхнього використання.

За результатами виконаних теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтовано конструктивно-технологічні параметри й розроблено конструкцію гідроприводного однопоршневого розчинонасоса з комбінованим компенсатором пульсації тиску, призначеного для перекачування будівельних розчинів і легких бетонних сумішей у складі малогабаритних штукатурних агрегатів та станцій. На основі узагальнення отриманих результатів сформульовано практичні рекомендації щодо проектування та вибору раціональних параметрів робочого органа і комбінованого компенсатора пульсації тиску. Виробничі випробування підтвердили ефективність запропонованої конструкції та доцільність її практичного застосування.

На основі результатів теоретико-експериментальних досліджень розроблено методику розрахунку основних параметрів роботи гідроприводного однопоршневого розчинонасоса, що стала основою для створення комплексу конструкторської документації на дослідно-виробничий зразок машини.

Дослідний зразок було впроваджено під час виконання будівельно-оздоблювальних робіт на об'єктах ТОВ «КОНТУР БУД ЛТД» (м. Полтава, вул. Буровиків, 4) та ТОВ «ПОЛТАВАБУДТЕХНІКА» (м. Полтава, вул. Довженка, 2а), де він використовувався під час реконструкції складських приміщень і виконання внутрішніх опоряджувальних робіт.

Результати техніко-економічної оцінки підтвердили доцільність переобладнання розчинонасоса для транспортування штукатурних і будівельних

розчинів. Очікуваний річний економічний ефект від упровадження становить 65 537,56 грн, а розрахунковий термін окупності не перевищує 0,3 року.

Отримані результати можуть бути використані під час проектування та модернізації будівельних машин, у виробничій практиці підприємств будівельної галузі, а також у подальших наукових дослідженнях, присвячених удосконаленню обладнання для транспортування будівельних сумішей.

Загальна оцінка змісту дисертації. Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (129 найменувань) і 5 додатків. Загальний обсяг роботи становить 215 сторінок, у тому числі 72 рисунки та 30 таблиць.

У вступі (с. 20-28) обґрунтовано актуальність обраної теми, визначено зв'язок дослідження з науковими програмами, сформульовано мету, завдання та об'єкт дослідження, висвітлено наукову новизну, практичне значення одержаних результатів, а також наведено відомості щодо їх апробації.

У першому розділі (с. 29-81) «Аналіз сучасного положення створення вискооефективного гідроприводного однопоршневого розчинонасоса» виконано аналіз призначення, умов експлуатації та основних вимог до сучасних розчинонасосів. Розглянуто конструктивні особливості вітчизняних і зарубіжних моделей, машин із гідравлічним приводом, а також існуючих компенсуючих пристроїв і принципів їх роботи. На підставі проведеного аналізу обґрунтовано вибір конструктивної схеми гідроприводного однопоршневого розчинонасоса з комбінованим компенсатором пульсації тиску для подальших теоретичних та експериментальних досліджень.

У другому розділі (с. 83-137) «Теоретичні дослідження робочих процесів гідравлічного розчинонасоса з комбінованим компенсатором пульсації тиску та порівняльний аналіз з роботою розчинонасоса з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму» здобувачем наведено результати теоретичного дослідження процесу транспортування будівельних сумішей. На основі математичного моделювання отримано залежності для визначення ступеня пульсацій тиску, об'єму компенсатора, параметрів подачі розчину, об'ємного коефіцієнта корисної дії та потужності розчинонасоса. Крім того, виконано комп'ютерне моделювання процесу формування тиску в гідравлічній системі, визначено раціональні параметри клапанних вузлів і досліджено дифузійну проникність матеріалу замкненої камери компенсатора.

У третьому розділі (с. 138-187) «Експериментальні дослідження визначення технічних параметрів роботи гідроприводного розчинонасоса та порівняльний аналіз з розчинонасосом з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму» наведено програму експериментальних досліджень, описано лабораторний стенд і вимірювальне обладнання, викладено методики проведення експериментів, оброблення результатів та їх статистичного аналізу.

За результатами експериментальних досліджень виконано оброблення та аналіз отриманих даних, зокрема визначено ступінь пульсацій тиску, продуктивність і енергетичні показники розчинонасосів із різними типами приводів та конструкціями компенсаторів. Досліджено зміну жорсткості пневмобалона при вертикальному стисканні, процес затухання коливань замкненої камери, відносне насичення повітрям

компенсатора, а також дифузійну проникність матеріалу замкненої камери при взаємодії з газовою та рідинною фазами.

У четвертому розділі (с. 188-196) «Методика визначення основних показників однопоршневого гідроприводного розчинонасоса з комбінованим компенсатором пульсації тиску» наведено технічні характеристики досліджуваних конструкцій розчинонасосів, запропоновано методику розрахунку основних робочих показників гідроприводного розчинонасоса з комбінованим компенсатором пульсації тиску та сформульовано рекомендації щодо подальшого вдосконалення його конструкції.

У висновках узагальнено основні наукові та практичні результати дослідження. Дисертаційна робота достатньо ілюстрована рисунками, схемами, графіками й таблицями, а сформульовані висновки та рекомендації повністю відповідають отриманим результатам. Матеріал викладено логічно, послідовно та відповідно до вимог, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Загальні зауваження та дискусійні положення щодо матеріалів дисертаційної роботи.

До дисертаційної роботи є такі зауваження:

1. У дисертаційній роботі достатньо детально розглянуто конструктивні рішення компенсаторів пульсації тиску та обґрунтовано переваги запропонованої конструкції. Водночас доцільно було б ширше представити порівняння запропонованого комбінованого компенсатора з іншими сучасними типами пневматичних та мембранних компенсаторів за критеріями довговічності, технологічності виготовлення та експлуатаційної надійності.

2. Недостатньо висвітлено питання відповідності матеріалу пневмобалона умовам роботи з огляду на тиск, температуру, абразивність розчину та можливу дифузію вологи.

3. Наведені результати порівняння переважно стосуються різних варіантів виконання компенсатора, тоді як для оцінки конкурентоспроможності конструкції доцільно було б навести порівняльні показники продуктивності, енергоефективності та рівня пульсацій із конкретними сучасними аналогами.

4. Будівельні розчини є складними неньютонівськими середовищами, властивості яких можуть змінюватися залежно від рухомості, часу перемішування та швидкості зсуву. Тому доцільним було б додатково оцінити вплив реологічних властивостей розчину на ступінь пульсацій тиску.

5. Незрозуміло в який момент циклу роботи розчинонасоса змодельовано акумулюючу дію вільної і замкненої камер та деформування гумотканинної оболонки замкненої камери та які фактори і параметри впливають на цей процес.

6. Експериментальні дослідження визначення жорсткості пневмобалона через вертикальне стискування та визначений процес затухання вертикальних коливань пневмобалона можна вважати некоректними, так як пневмобалон, як замкнена камера компенсатора виконує акумулюючу дію на перекачуванні розчинні суміші дещо за іншими умовами роботи.

7. В роботі бракує практичних рекомендацій для виробництва, експлуатації та обслуговування розчинонасоса з комбінованим компенсатором, що ускладнює

можливість його комерційного застосування..

В цілому, представленні зауваження суттєво не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Михайлика Вадима Григоровича на тему «Обґрунтування параметрів робочих процесів гідроприводного однопоршневого розчинонасоса з комбінованим компенсатором пульсації тиску» є завершеним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне науково-прикладне завдання, спрямоване на підвищення ефективності транспортування будівельних розчинів шляхом обґрунтування раціональних конструктивно-технологічних параметрів гідравлічної частини розчинонасоса та комбінованого компенсатора пульсації тиску. Основні результати дослідження повною мірою відображені у наукових публікаціях автора, опублікованих у фахових виданнях України, а також апробовані на міжнародних, всеукраїнських і університетських науково-практичних конференціях. Отримані теоретичні положення та практичні рекомендації мають наукову й прикладну цінність і можуть бути використані під час проєктування та вдосконалення конструкцій розчинонасосів для транспортування легких бетонів і будівельних розчинів різної рухомості. Зміст дисертації підтверджує належний рівень наукової підготовки автора та його здатність самостійно вирішувати складні науково-прикладні завдання. За актуальністю теми, науковою новизною, практичним значенням отриманих результатів і рівнем їх апробації дисертаційна робота Михайлика В. Г. відповідає вимогам пунктів 5, 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», що затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ № 341 від 21.03.2022 р., № 502 від 19.05.2023 р., № 507 від 03.05.2024 р.), та «Основним положенням вимог до оформлення дисертації (затверджених Наказом Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 р. № 40), а її автор, Михайлик Вадим Григорович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри машинобудування
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського

Роман ВАКУЛЕНКО