

ВІДГУК
офіційного опонента
доктора технічних наук, професора, професора
кафедри професійної освіти Київського національного університету
будівництва і архітектури ПОЧКИ Костянтина Івановича
на дисертаційну роботу ЛЕВЧЕНКА Олександра Петровича
«Обґрунтування параметрів бункера-живильника бетонозмішувальної
установки», подану на здобуття наукового ступеня
доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія»
за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

1. Актуальність теми дисертаційного дослідження. Підвищення ефективності сучасного будівельного виробництва безпосередньо пов'язане з удосконаленням технологічного обладнання для приготування бетонних сумішей. Визначальним фактором якості монолітного та збірного залізобетону є стабільність і точність дозування вихідних компонентів. У реальних умовах експлуатації бетонозмішувальних установок (БЗУ) однією з найбільш гострих проблем залишається нестабільність подачі вологих дрібнозернистих заповнювачів (піску, гранвідсіву) з приймальних бункерів унаслідок утворення стійких динамічних і статичних склепінь. Це призводить до значних похибок дозування (до 5-7 % замість нормативних 2-3 % за ДСТУ Б В.2.7-96-2000), порушення водоцементного відношення, зниження міцності бетону та перевитрат в'язучого матеріалу. Існуючі математичні моделі витікання сипких матеріалів та конструкції систем живлення, як правило, не враховують сумісний вплив геометричних параметрів бункера, кінематики робочих органів та мінливої вологості середовища. У зв'язку з цим науково-технічна задача обґрунтування раціональних конструктивних і кінематичних параметрів бункера-живильника з активним робочим органом, що забезпечує стабільну масову витрату незалежно від вологості матеріалу, є безумовно актуальною та своєчасною.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота Левченка О.П. відповідає профілю та тематиці науково-дослідних робіт кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», спрямованих на створення та модернізацію ефективного ресурсо- й енергозберігаючого обладнання для будівельної індустрії.

3. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій. Одержані автором наукові положення базуються на правильному застосуванні фундаментальних законів механіки сипких середовищ, теорії граничної рівноваги Мора-Кулона, критеріїв витікання Дженіке та Беверлоо, а також теорії механізмів і машин.

Достовірність результатів підтверджує висока збіжність теоретичних моделей з даними експериментальними дослідженнями: розбіжність між розрахунковими та дослідницькими значеннями порогової частоти обертання розпушувача не перевищує 8 % у всьому дослідженому діапазоні вологості ($W=2-10\%$) та 5 % для промитого матеріалу ($W=6-10\%$). Адекватність розробленої математичної моделі масової підтверджена статистичними критеріями Фішера ($F_{\text{розр}}=1,55 < F_{\text{табл}}=1,64$) та Кохрена при визначенні коефіцієнтів $R_2=0,963$. Крім того, надійність розробок призвела до успішної виробничої верифікації на дію бетонозмішувальних установок продуктивністю 60 м³/год (ТОВ «Асфер Груп»).

4. Наукова новизна та практичне значення одержаних результатів.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у теоретичному та експериментальному розвитку основ управління потоками вологих сипких матеріалів у бункерах-живильниках бетонозмішувальних установок:

– вперше теоретично обґрунтовано механізм стабілізації витікання вологих сипких матеріалів шляхом переведення воронкового режиму течії у масовий за рахунок примусового механічного зниження ефективного кута

внутрішнього тертя нижче критичного значення за допомогою активного розпушувача з ортогональним (на 90°) кутовим зміщенням штирів;

- вперше розроблено математичну модель масових витрат матеріалу Q_p ($W, \omega, R_{ш}$), яка встановлює аналітичний зв'язок між витратою, вологістю та кінематичними параметрами розпушувача;

- доведено, що при перевищенні порогової частоти обертання у 2,5 рази ($\omega \geq 2,5\omega_{кр}$) масова витрата стає інваріантною до вологості матеріалу, а коефіцієнт варіації не перевищує 3 % при $W \leq 6$ %;

- експериментально доведено значення порогової частоти обертання розпушувача, перевищення якого забезпечує різке зниження коефіцієнта варіації продуктивності системи дозування на 40-60 %;

- теоретично обґрунтовано критерії доцільності застосування активних розпушувачів, що застосовуються для дрібнозернистих матеріалів фракції 0-5 мм на основі числа Бонда ($B_o < 1$), що враховує переважання сил поверхневого натягу над гравітаційними.

Практична цінність роботи полягає у створенні нової конструкції активного розпушувача з горизонтальним валом (подано заявку на патент України на винахід) та розробці інженерної методики розрахунку конструктивно-кінематичних параметрів системи живлення для бетонозмішувальних установок продуктивністю 30-120 м³/год. Впровадження результатів на ТОВ «Асфер Груп» дозволило знизити коефіцієнт варіації продуктивності з 21,0 % до 2,1 %, знизити кількість аварійних зупинок через склепіння з 7,9 до 0,14 на зміну, підвищити точність дозування до $\pm 1,7$ % та скоротити питомі енерговитрати на 16,4 % при терміні окупності менше 1 місяця.

5. Оцінка змісту, структури, обсягу та оформлення дисертації.

Дисертація викладена науковою мовою, логічно структурована та містить вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел зі 107 найменувань. Матеріал розділів послідовно розкриває постановку задачі

дослідження, теоретичне моделювання, експериментальну верифікацію та практичне впровадження. Оформлення роботи повністю відповідає вимогам згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р. (зі змінами).

6. Повнота висвітлення результатів у публікаціях та академічна доброчесність. Основні положення дисертації відображено у 5 наукових статтях (у тому числі 2 – у виданнях, індексованих у базах Scopus/WoS, та 3 – у фахових виданнях України категорії «Б»), заявці на винахід, що на даний момент перебуває на стадії експертизи, та матеріалах конференцій.

Здобувачем дотримано принципів академічної доброчесності, вимог авторського права та норм наукової етики. У роботі забезпечено коректне використання наукових джерел, оформлення посилань і цитувань. Ознак академічного плагіату чи неправомірного використання результатів інших дослідників не виявлено.

7. Дискусійні положення, зауваження та побажання.

Поряд із загальною високою оцінкою дисертаційної роботи Левченка О.П. до її змісту є наступні зауваження та дискусійні питання:

1. У першому розділі під час огляду існуючих рішень автору доцільно було б навести більш глибокий порівняльний аналіз із сучасними закордонними конструкціями живильників для бетонозмішувальних установок безперервної дії великої потужності, що дозволило б чіткіше окреслити межі застосування розробленого пристрою.

2. У математичній моделі масової витрати (вираз 2.29) використовуються емпіричні коефіцієнти опору штиря $K_{оп}$ та ефективності розпушувача k_{η} .

3. У роботі варто було б детальніше пояснити фізичні межі їх змін у разі переходу від кварцового піску до інших заповнювачів (наприклад, гранітного відсіву з гострокутною формою зерна). Експериментальні

дослідження в розділі 3 виконані для бункера з кутом нахилу стінок $\alpha=60^\circ$. Збільшення обсягів експериментальних досліджень, їх розширення на бункери з іншими кутами нахилу дозволило б оцінити універсальність запропонованих кінематичних критеріїв.

4. В окремих випадках при виведенні формул (зокрема, при переході від рівнянь Янссена до оцінки нормальних напружень у площині арки склепіння) допущення щодо нестисливості середовища потребують ширших пояснень.

5. Оформлення деяких тривимірних графіків (поверхонь відгуку) та кінематичних схем у тексті дисертації потребує покращення якості візуалізації та уніфікації позначень з основним текстом.

Зазначені зауваження мають переважно дискусійний та рекомендаційний характер і не знижують високого наукового рівня та практичної цінності дисертаційної роботи.

6. Загальний висновок. Дисертаційна робота Левченка Олександра Петровича «Обґрунтування параметрів бункера-живильника бетонозмішувальної установки» є завершеною, самостійною науково-кваліфікаційною працею, яка вирішує актуальну науково-технічну задачу підвищення ефективності бетонозмішувальних установок, відповідає вимогам щодо оформлення згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р. (зі змінами).

Отримані результати характеризуються науковою новизною, мають достатній рівень теоретичного обґрунтування, експериментального підтвердження та практичного впровадження. Зауваження, наведені у відгуку, мають дискусійний та рекомендаційний характер і не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота та публікації здобувача повністю відповідають вимогам п. 6-9 «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 № 44 від 12 січня 2022 р. (зі змінами), а її автор, Левченко Олександр Петрович, безумовно заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри професійної освіти
Київського національного університету
будівництва і архітектури

Костянтин ПОЧКА