

ВІДГУК

офіційного опонента,

кандидата технічних наук, доцента

БЛАЖКА Володимира Володимировича

про дисертаційну роботу **ЛЕВЧЕНКА Олександра Петровича**

«Обґрунтування параметрів бункера-живильника бетонозмішувальної
установки»,

подану на здобуття ступеня доктора філософії

з галузі знань 13 «Механічна інженерія»

за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

1. Актуальність теми дослідження. Сучасне будівництво потребує безперебійного постачання якісних бетонних сумішей з суворим дотриманням рецептурного складу. Проте під час експлуатації бетонозмішувальних установок (БЗУ) технологічний процес часто порушується через зависання та склепінноутворення вологих заповнювачів (піску, гранітного відсіву) в приймальних бункерах. Збільшення вологості піску до 6–10% внаслідок мокрого промивання чи атмосферних опадів призводить до стрімкого зростання ефективного кута внутрішнього тертя та капілярної когезії зерен. Це спричиняє перехід від масового до воронкового режиму витікання, зумовлює пульсуюче витікання, збільшення похибки дозування до 5–7% та часті аварійні зупинки (до 6–10 разів за зміну). Традиційні методи (вібратори, пневмоударники) є енергоємними і часто викликають не бажане розпушення, а навпаки – віброущільнення вологих матеріалів у бункері. Тому обґрунтування конструктивно-кінематичних параметрів систем живлення матеріалом з активними механічними розпушувачами, здатними стабілізувати масову витрату та зменшити енерговитрати БЗУ, є вкрай актуальною інженерно-науковою задачею.

2. Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконувалося в межах наукових планів кафедри галузевого машинобудування

та мехатроніки Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» і безпосередньо пов'язане з вирішенням практичних завдань комплексної механізації, підвищення продуктивності та енергоефективності підприємств будівельної індустрії.

3. Ступінь обґрунтованості, достовірність і наукова новизна отриманих результатів. У роботі Левченка О. П. отримано нові наукові та практичні результати, що базуються на поєднанні теоретичного моделювання з експериментальними дослідженнями на діючому виробничому обладнанні:

- теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено умови переходу від воронкового до масового режиму руху матеріалу шляхом механічного зниження ефективного кута тертя ($\varphi_{\text{еф}} < \varphi_{\text{кр}}$) за допомогою активного розпушувача з ортогональним розташуванням штирів, який забезпечує ліквідацію зон застою матеріалу «мертвих зон»;

- отримано математичну модель витікання $Q_p(W, \omega, R_{\text{ш}})$, яка доводить, що при кутовій швидкості розпушувача $\omega \geq 2,5 \omega_{\text{кр}}$. Масова витрата стає стабільною та не залежить від вологості матеріалу, а коефіцієнт варіації продуктивності знижується до нормативних вимог ($CVQ \leq 3\%$);

- встановлено на основі аналізу числа Бонда ($Bo < 1$), що капілярне склепінноутворення є критичним лише для дрібнозернистих фракцій 0–5 мм ($d_{\text{кр}} \approx 4,4 \text{ мм}$), що чітко обмежує сферу обов'язкового застосування розпушувачів;

- обґрунтовано енергоефективність запропонованої конструкції: горизонтальне розташування вала та зсув штирів на 90° вирівнює знакозмінні навантаження від сили ваги матеріалу, зменшуючи піковий крутний момент і забезпечуючи зниження споживаної потужності приводу на 28 %.

Достовірність отриманих формул і висновків підтверджено коректною обробкою експериментальних даних за стандартом ISO 5725 (критерії Кохрена та Фішера, $R^2 = 0,963$, похибка апроксимації $RMSE = 0,69\%$) та високою збіжністю з даними виробничих випробувань.

4. Практичне значення одержаних результатів Практична цінність роботи полягає у розробці інженерної методики розрахунку параметрів розпушувача (включаючи номограми та алгоритми вибору приводу) для продуктивності БЗУ 30–120 м³/год та створення оригінальної конструкції бункера-живильника.

Успішне виробниче впровадження розробленого комплексу на ТОВ «Асфер Груп» (БЗУ продуктивністю 60 м³/год) під час роботи з проблемним промитим піском ($W=5-8\%$) підтвердило високий економічний та технологічний ефект: коефіцієнт варіації подачі знизився в 10 разів (з 21% до 2,1%), аварійні простої практично усунено (зниження з 7,9 до 0,14 випадку за зміну), точність дозування досягла $\pm 1,7\%$, а питомі енерговитрати на живлення скоротилися на 16,4%. Завдяки ліквідації простоїв термін окупності модернізації склав менш ніж 1 місяць.

5. Оцінка структури, змісту та обсягу дисертації Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури з 107 джерел та додатків, що підтверджують впровадження. Робота відзначається логічністю побудови: від аналізу проблеми та побудови математичних моделей (розділи 1–2) до їх лабораторної верифікації (розділ 3) та створення інженерного алгоритму і промислового впровадження (розділ 4). Обсяг та оформлення відповідають вимогам МОН України.

6. Публікації та академічна доброчесність Результати дисертації достатньо повно висвітлені у 4 статтях у фахових виданнях (2 – у базах Scopus/WoS, 2 – у фахових виданнях України категорії «Б»), подано заявку на винахід. У роботі дотримано всіх стандартів академічної доброчесності, проявів плагіату та некоректних запозичень не виявлено.

7. Дискусійні положення, зауваження та побажання

При загальній позитивній оцінці дисертаційної роботи варто вказати на окремі зауваження та побажання:

1. При розрахунку потужності приводу розпушувача в розділі 2 автором введено коефіцієнт рівномірності завантаження ($k_{\text{рівн}}=0,72$). Проте в роботі було б корисно навести більш детальний аналіз максимальних пускових моментів, який відображає під час пуску вала в масиві вологого матеріалу після тривалої технологічної зупинки БЗУ, коли матеріал встиг злежатися.

2. У розділі 3 та під час виробничої верифікації переконливо показано ефективність роботи розпушувача з робочим органом виконаним зі сталі 45 (HRC 42). Однак для формування вичерпних практичних рекомендацій доцільно було б навести дані щодо зносостійкості та ресурсу елементів робочого органу розпушувача при тривалій експлуатації в абразивному середовищі піску й гранітного відсіву.

3. Розроблена в розділі 4 інженерна методика орієнтована на БЗУ середньої та великої продуктивності (30–120 м³/год). Бажано було б вказати рекомендації або поправочні коефіцієнти для адаптації методики до малогабаритних мобільних бетонозмішувальних установок.

4. У тексті дисертації виявлено окремі технічні описки та незначні розбіжності у позначеннях індексів під час переходу від теоретичних рівнянь до емпіричних формул.

5. У розділі 4 під час порівняння запропонованої конструкції з прототипами (рис. 4.1) доцільно було б навести більш розгорнуті техніко-економічні критерії вибору типу живильника для різних умов будівельного майданчика.

Вказані зауваження не впливають на головні наукові й практичні здобутки автора, не спростовують отриманих висновків і не знижують загальної високої оцінки дисертаційної роботи.

8. Загальний висновок Дисертаційна робота Левченка Олександра Петровича «Обґрунтування параметрів бункера-живильника бетонозмішувальної установки» є завершеною науково-дослідною роботою, яка вирішує актуальну задачу підвищення стабільності та точності дозування у виробництві бетону. Дисертація за своїм обсягом, актуальністю, науковою

новизною та практичною цінністю повністю відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р., та наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р., а її автор – Левченко Олександр Петрович – заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри автоматизації та
комп'ютерно-інтегрованих технологій
Харківського національного університету
міського господарства імені О. М. Бекетова

Володимир БЛАЖКО