

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, кандидата технічних наук, доцента
НЕСТЕРЕНКА Миколи Миколайовича
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»

Актуальність теми дослідження

Сучасні тенденції розвитку будівельного виробництва вимагають підвищення ефективності, надійності та економічності бетонозмішувальних установок (БЗУ). Однією з головних проблем, що суттєво знижує продуктивність БЗУ, є нестабільна подача сипких компонентів (зокрема, піску) через їх схильність до склепінноутворення при підвищеній вологості. Це призводить до порушення заданого дозування, зниження якості бетону та надмірних втрат енергії на нецільову роботу обладнання та часті аварійні зупинки. Отже, розробка нових конструктивних рішень для систем живлення БЗУ, зокрема активних розпушувачів, та обґрунтування їх параметрів є актуальним науково-технічним завданням.

Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій.

Наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими та достовірними. Обґрунтованість отриманих результатів забезпечується коректною постановкою мети і завдань дослідження, використанням положень механіки сипких середовищ, теорії механізмів і машин, методів планування експерименту, математичної статистики та регресійного аналізу.

Достовірність наукових положень підтверджується поєднанням теоретичних та експериментальних досліджень, статистичною обробкою отриманих результатів і перевіркою адекватності розробленої математичної моделі. Зокрема, експериментально підтверджено існування порогової

частоти обертання розпушувача, перевищення якої забезпечує стабілізацію процесу подачі матеріалу незалежно від його вологості та фракційного складу.

Наукова новизна одержаних результатів.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у розвитку та поглибленні наукових положень щодо стабілізації процесу живлення і дозування сипких матеріалів у бетонозмішувальних установках з урахуванням їх вологості та фізико-механічних властивостей. Автором вперше обґрунтовано механізм стабілізації витікання вологих сипких матеріалів шляхом переведення воронкового режиму течії у масовий за рахунок механічного зниження ефективного кута внутрішнього тертя активним розпушувачем.

До науково нових результатів також належить розроблена математична модель процесу витікання сипких матеріалів, яка встановлює взаємозв'язок між масовою витратою матеріалу, його вологістю та кінематичними параметрами розпушувача – частотою обертання і радіусом дії штирів.

Важливим науковим результатом є експериментальне підтвердження існування порогової частоти обертання розпушувача, після перевищення якої коефіцієнт варіації продуктивності системи дозування стає практично незалежним від абсолютної вологості та фракційного складу заповнювачів.

У цілому сформульовані положення наукової новизни мають логічний зв'язок із поставленою метою та завданнями дослідження, а отримані результати доповнюють існуючі наукові підходи до забезпечення стабільності роботи систем живлення бетонозмішувальних установок.

Практична цінність дисертації.

Практична цінність дисертаційної роботи полягає у розробленні та обґрунтуванні конструктивних і кінематичних параметрів системи живлення бетонозмішувальної установки, спрямованих на забезпечення стабільної подачі та точності дозування вологих сипких матеріалів. Запропоновано конструкцію активного розпушувача, застосування якого дає змогу запобігати

утворенню динамічних склепінь у бункері та стабілізувати процес витікання матеріалу.

Важливе практичне значення має розроблена інженерна методика визначення конструктивних і кінематичних параметрів розпушувача залежно від заданої продуктивності бетонозмішувальної установки та максимальної вологості матеріалу. Методика орієнтована на установки продуктивністю 30–120 м³/год, що розширює можливості її використання в реальних виробничих умовах.

Практична результативність запропонованих технічних рішень підтверджена їх впровадженням при модернізації системи живлення бетонозмішувальної установки продуктивністю 60 м³/год, що дозволило усунути простой, пов'язані з утворенням склепінь, та забезпечити нормативну точність дозування вологих заповнювачів.

Повнота висвітлення результатів та академічна доброчесність

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно відображені в опублікованих наукових працях здобувача. За темою дисертації опубліковано наукові статті у фахових виданнях (2 статті), у тому числі публікації у виданнях, що індексуються наукометричною базою Scopus (2 статті), а також матеріали наукових конференцій. Окремі результати досліджень, зокрема щодо математичного моделювання процесу витікання вологих сипких матеріалів, енергозберігаючої системи живлення та обґрунтування параметрів активного розпушувача, знайшли відображення у відповідних публікаціях.

Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам.

За своїм змістом, рівнем наукової обґрунтованості, актуальністю та практичною значущістю дисертаційна робота відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії.

Дотримання норм академічної доброчесності.

Дисертант дотримався норм авторського права та наукової етики, а факти академічного плагіату не виявлені. У роботі належним чином

оформлено посилання на джерела, а особистий внесок здобувача у співавторських працях чітко визначений.

Зауваження та рекомендації до дисертаційної роботи

Зважаючи на загальний високий рівень дисертаційного дослідження, слід зазначити наступні зауваження та дискусійні положення:

1. У підрозділі 1.1 наведено нормативні значення допустимих похибок дозування компонентів бетонної суміші. Водночас було б доцільно більш детально обґрунтувати, яким чином саме нестабільність подачі заповнювачів із бункера впливає на формування сумарної похибки дозування та яку її частку становить похибка, зумовлена утворенням склепінь.

2. У роботі зазначено, що при вологості піску понад 5–6 % частота аварійних зупинок через утворення склепінь різко зростає. Бажано було б уточнити, на підставі якої кількості експериментальних або виробничих спостережень встановлено саме цей критичний діапазон вологості та наскільки він може змінюватися залежно від конструктивних параметрів бункера.

3. У розділі 1 показано, що на стабільність витікання одночасно впливають вологість, гранулометричний склад, насипна густина та геометричні параметри бункера. Чи проводилася оцінка відносної значущості цих факторів, щоб визначити, які саме з них мають найбільший вплив на виникнення склепінь та нестабільність дозування?

4. У підрозділі 2.2 розглянуто механізм формування динамічних склепінь у вологих сипких матеріалах. Чи враховувалася при цьому зміна фізико-механічних властивостей матеріалу в процесі його переміщення та руйнування склепіння, зокрема можливе ущільнення матеріалу в зоні дії активного розпушувача?

5. У підрозділі 2.3 введено поняття ефективного кута внутрішнього тертя та запропоновано залежність його зниження від кутової швидкості розпушувача і довжини штирів. Бажано було б уточнити фізичний зміст декремента Δ та обґрунтувати діапазон його можливих значень, оскільки від

цього параметра безпосередньо залежить виконання умови переходу матеріалу до масового режиму течії.

6. У теоретичній моделі значна увага приділяється вологості матеріалу, однак не зовсім очевидно, якою мірою отримані залежності можуть бути поширені на різний фракційний склад заповнювачів. Бажано було б окремо оцінити вплив крупності частинок на визначення критичної частоти обертання розпушувача, оскільки це питання безпосередньо пов'язане з поставленим у роботі завданням.

7. У підрозділі 3.2 описано лабораторний комплекс та засоби вимірювання. Чи проводилася оцінка похибки вимірювання масової витрати з урахуванням похибок окремих вимірювальних приладів та нестабільності процесу витікання матеріалу?

8. У підрозділі 3.3 досліджується вплив вологості матеріалу на стабільність витікання. Чи проводилися експерименти при циклічній або змінній вологості, яка може мати місце під час реальної експлуатації бетонозмішувальної установки, а не лише при сталих значеннях вологості?

9. При проведенні експериментів доцільно було б, на нашу думку, розширити оцінку енергетичних показників роботи активного розпушувача, оскільки збільшення частоти його обертання підвищує стабільність витікання, але одночасно може призводити до збільшення потужності приводу.

10. У підрозділі 4.1 запропоновано активний розпушувач як основний елемент стабілізації процесу витікання. Чи оцінювалася надійність роботи розпушувача при тривалій експлуатації, зокрема можливість зношування штирів та зміни їх геометричних параметрів, що потенційно може впливати на стабільність дозування?

11. У підрозділі 4.2 розроблено інженерну методику визначення конструктивних і кінематичних параметрів розпушувача для бетонозмішувальних установок продуктивністю 30–120 м³/год. Було б доцільно оцінити можливість екстраполяції запропонованої методики за межі зазначеного діапазону продуктивності, зокрема для установок більшої

продуктивності.

12. При визначенні параметрів приводу активного розпушувача бажано було б врахувати не тільки номінальний режим його роботи, але й пускові навантаження, які можуть виникати при запуску приводу за наявності ущільненого матеріалу або частково сформованого склепіння над випускним отвором.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Левченко О.П. «Обґрунтування параметрів бункера-живильника бетонозмішувальної установки» є завершеним, самостійним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальне науково-практичне завдання щодо підвищення стабільності процесу живлення та дозування сипких заповнювачів у бетонозмішувальних установках за умов зміни їх вологості та фізико-механічних властивостей.

Робота відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії (постанова КМУ № 44 від 12.01.2022 р. зі змінами) та наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р., а її автор, Левченко О. П., заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування».

Рецензент

к.т.н., доцент кафедри
галузевого машинобудування
та мехатроніки
Національного університету
«Полтавська політехніка імені
Юрія Кондратюка

Микола НЕСТЕРЕНКО