

Дослідження параметрів процесу перемішування сумішей у вертикальному змішувачі

Владислав Нікітін, студент¹ (ORCID: 0009-0001-6836-5853), Микола Клименко, к.т.н., доцент, завідувач каф.МОТП¹ (ORCID: 0000-0002-6166-8966)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, просп. Повітряних сил, 31, Україна

АНОТАЦІЯ

Наведено результати дослідження параметрів процесу змішування сумішей у вертикальному змішувачі. Виконаний аналіз конструктивних параметрів робочого органу вертикального змішувача на якість та тривалість процесу перемішування. Подані залежності конструктивних і технологічних параметрів для забезпечення мінімізації енерговитрат.

Ключові слова: змішувальний механізм, вертикальний змішувальний вал, робочий орган.

1. ВСТУП

Як відомо, ефективність змішування залежить від багатьох фізико-механічних характеристик будівельних сумішей, тривалості процесу змішування, конструкції змішувачів та рівня заповнення робочої камери. Досягти повної однорідності суміші різних матеріалів практично неможливо, оскільки під час змішування одночасно відбувається зворотний процес розшарування. Як наслідок, навіть після тривалого змішування у будь-якому типі змішувача, завжди залишається певний рівень неоднорідності. На величину залишкової неоднорідності впливають такі чинники: фізико-механічні властивості компонентів (форма та розмір частинок, ступінь подрібнення, питома та насипна вага, вологість, тертя між частинками) і технологічні параметри (метод подачі компонентів у змішувач, точність дозування, співвідношення компонентів та тривалість циклу змішування).

2. МЕТА

Дослідити конструктивні параметри робочого органу вертикального змішувача на якість та тривалість процесу перемішування.

3. АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Змішувачі з вертикальними шнековими валами знайшли свого використання для приготування сухих будівельних сумішей завдяки їх ефективності в перемішуванні різних компонентів. Розглянемо їхні переваги та недоліки.

Переваги змішувачів з вертикальними шнековими валами:

– Висока ефективність змішування – вертикальні шнекові вали забезпечують інтенсивне перемішування суміші, що сприяє досягненню високої однорідності. Шнек піднімає матеріал знизу вгору, забезпечуючи рівномірний розподіл компонентів по всьому об'єму.

– Компактність конструкції – завдяки вертикальному розташуванню валів, ці змішувачі займають менше площі в порівнянні з горизонтальними моделями, що дозволяє використовувати їх у виробничих приміщеннях з обмеженим простором.

– Зручність у роботі з невеликими об'ємами – завдяки цьому вони добре підходять для роботи з меншими об'ємами

суміші, що робить їх ідеальними для виробництва специфічних або вузькопрофільних будівельних сумішей.

– Низьке енергоспоживання – вертикальні змішувачі мають менші енерговитрати в порівнянні з іншими типами змішувачів, що робить їх більш економічними при тривалій експлуатації.

– Мінімальна кількість залишків – шнекове змішування забезпечує постійний рух матеріалу, що зменшує кількість залишкової суміші після завершення процесу.

Недоліки змішувачів з вертикальними шнековими валами:

– Змішувачі з вертикальними шнековими валами менш ефективні при роботі з великими об'ємами матеріалів, оскільки може виникати складність з досягненням рівномірного змішування через обмежений об'єм змішувальної камери.

– Неоднорідність важких компонентів – у випадку змішування матеріалів із значною різницею в щільності, важкі компоненти можуть осідати, що ускладнює досягнення однорідності суміші.

– Через конструкцію шнекових валів, процес очищення змішувача може бути більш складним і вимагати більше часу, особливо якщо на лопатях залишаються липкі або дрібнодисперсні матеріали.

– Постійне тертя та контакт із сухими, абразивними матеріалами може призводити до швидкого зносу шнекових валів, що вимагає регулярного технічного обслуговування або заміни елементів.

– Перевантаження змішувача може призвести до зниження ефективності змішування, що негативно впливає на якість суміші. Крім того, це може спричинити перевантаження двигуна і збільшити ризик поломки.

Основною відмінністю змішувача з похилим планетарним змішувальним механізмом (рисунок 1) є те, що вал шнекового механізму розташований ексцентрично щодо вертикальної осі конічного корпусу змішувача. Шнек здійснює складний рух: навколо своєї осі – відносно та планетарно навколо осі корпусу – переносне. В результаті частинки суміші перемішуються локально та колами по стінках конічного корпусу. Поряд з цим інші частинки несуться шнеком вгору - вздовж твірної конуса, і виходять на поверхню маси суміші, а потім потоком прямують вниз уздовж вертикальної осі корпусу змішувача. Такий складний рух частинок забезпечує дуже інтенсивне їхнє перемішування та досягнення високого ступеня однорідності за короткий час. Недоліком даного змішувача є

складність виготовлення конструкції та необхідність великих зусиль на бічне переміщення шнека.



Рисунок 1. Конструкція змішувача з похилим планетарним шнековим змішувальним механізмом

4. ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Для проведення розрахункових і подальших експериментальних досліджень була розроблена конструкція лабораторного змішувача (рисунок 2), яка включає в себе ємність 2, встановлену на рамі 7, завантажувальний бункер 1 та привод 5. У середині ємності знаходиться вертикальний вал 3, на якому закріплені змішувальні механізми 4. Шнеки цих механізмів виготовлені з легованої сталі марки 40Х і мають вигнуту L-подібну форму підтримувального кронштейну. Привод змішувача здійснюється за допомогою клинопосової передачі 6 від електродвигуна змінного струму 5, що має потужність 1,1 кВт і частоту обертання 1475 об/хв.

Для вибору необхідної ширини гвинтової поверхні шнеку були проведені дослідження, в яких використовувалися шнеки з гвинтовими поверхнями шириною від 20 до 60 мм. Ці шнеки були перфоровані з різними показниками «живого перерізу». Встановлено, що оптимальною є ширина гвинтової поверхні шнеків 40 мм, а величину «живого перерізу» варто змінювати в межах від 12 до 60%. Якщо «живий переріз» перевищує 60%, частинки матеріалу при потраплянні на гвинтову поверхню шнеку відразу просипаються через отвори, і лопаті знову захоплюють їх на тому ж рівні. При «живому перерізі» менше 12% частинки порошкового матеріалу затримуються над отворами через високий коефіцієнт тертя, що збільшує енергоспоживання і спричиняє утворення застійних зон на гвинтових поверхнях лопатей.

Виходячи з цього в конструкції лопатей-шнеків лабораторного змішувача передбачено можливість їх заміни на варіанти з іншою системою перфорації. Конструкція змінних шнеків представлена на рисунку 3. Отже, окрім суцільних шнеків, досліджувалися шнеки з різними перфораціями, з відмінними розмірами і розташуванням отворів - ближче або далі від осі обертання змішувального валу.

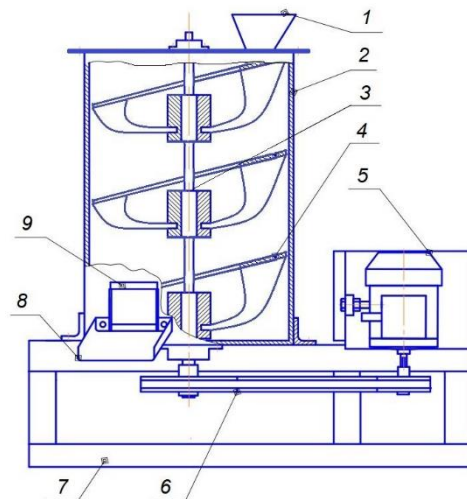


Рисунок 2. Конструкція змішувача для сухих будівельних сумішей з вертикальним валом

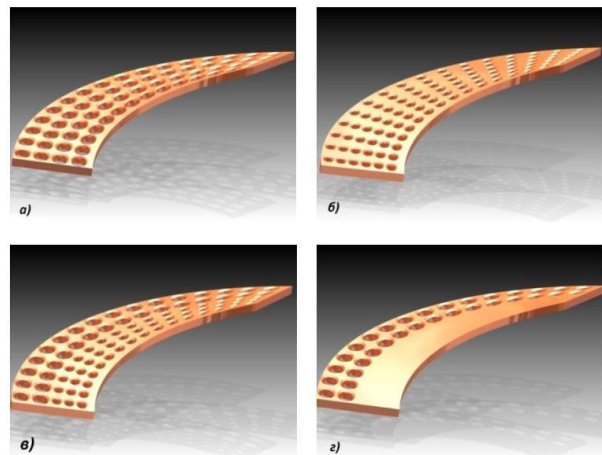


Рисунок 3. Перфоровані гвинтоподібні лопаті, що встановлюються на внутрішній стінці корпусу змішувача по спіралі:

а і б - з однаковим розміром отворів; в - із комбінованим розташуванням отворів по ширині спіральної лопаті; г - з розташуванням отворів біля стінки змішувача

5. ВИСНОВКИ

Встановлено, що змішувачі з вертикальними шнековими валами відзначаються високою ефективністю змішування при роботі з невеликими та середніми об'ємами матеріалів, економічністю та компактністю, та потребують подальших експериментальних досліджень.

Список літератури

- [1] Cavender J. Quick, thorough and gentle blending with a vertical ribbon mixer. *Powder Bulk Eng.* 2000. 14(1). 46.
- [2] Баранов Ю. О., Клименко М. О. Критерії вибору змішувача сухих будівельних сумішей. *Техніка будівництва.* 2012. №28. С. 34-40.