



УДК 693.542.523

М.О. Клименко, асистент КНУБА

## ВПЛИВ КОНСТРУКЦІЇ ЛОПАТЕВОГО АПАРАТУ НА ЯКІСТЬ ГРАВІТАЦІЙНОГО ПЕРЕМІШУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ

**АНОТАЦІЯ.** Наведено результати дослідження впливу лопатевого апарату гравітаційних бетонозмішувачів на якість процесу перемішування будівельних сумішей. Запропонований критерій оцінки параметрів змішувальних органів, які чинять найбільший вплив на процес перемішування.

**Ключові слова:** гравітаційний бетонозмішувач, лопать, якість перемішування

**SUMMARY.** The research results of influence of the drum concrete mixer inner devices on quality of mixing process of construction mixes are given. The criterion of an assessment of parameters of mixing bodies which have the greatest impact on hashing process is offered.

**Key words:** drum concrete mixer, paddle, quality of mixing process.

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день вибір параметрів робочих органів є найвідповідальнішим моментом у створенні гравітаційних бетонозмішувачів, оскільки конструкція робочих органів і їхні параметри відіграють вирішальну роль у визначенні технологічної характеристики машини.

Правильне конструктивне оформлення барабана і лопатевого апарату дозволяє не тільки ефективно вирішити завдання розподілу в елементарному об'ємі вихідних компонентів у заданій пропорції, тобто забезпечити необхідну якість перемішування за мінімальний проміжок часу, але і розширити границі використання циклічних гравітаційних бетонозмішувачів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Як відомо, робочі органи циклічних гравітаційних бетонозмішувачів складаються з двох елементів: безпосередньо змішувального барабана і лопатевого апарату, закріпленого на його внутрішній поверхні [1, 2, 3, 7].

Попередніми дослідженнями [8, 9] приймається, що осьові і радіальні потоки змішувального середовища створюються як внутрішніми стінками барабана гравітаційних бетонозмішувачів, так і його лопатями. Ступінь участі в процесі перемішування кожного із цих елементів визначається не тільки їхніми параметрами, але і властивостями перемішуваної суміші. Певні дослідження [5, 3], проведені за часів СРСР та в більш пізній період, стосувалися переважно форми барабана, жодним чином не торкаючись питання конструктивного виконання лопатевого апарату. Як наслідок, розроблені нормативні документи [6] та рекомендації з проектування [2] повністю оминають це питання. Поодинокі дослідження лопатевого апарату описують здебільшого особливості нової запропонованої конструкції [4] або носять характер порівнянь конкретних моделей з дуже обмеженими узагальненнями.

Отже, до теперішнього часу відсутня не тільки методика визначення конструкції внутрішнього змішувального апарату гравітаційних бетонозмішувачів, але й науково обґрунтовані підходи вирішення даної проблематики.

**Мета дослідження:** Виконати аналіз внутрішніх змішувальних органів, які використовуються в гравітаційних бетонозмішувачах. Здійснити оцінку параметрів лопатевого апарату, що мають найбільший вплив на результат перемішування. Розробити експериментальний стенд та виконати експериментальні дослідження для встановлення меж найбільш раціональних значень параметрів змішувальних лопатей. Надати рекомендації щодо вибору конструкції лопатей та їх розмірів при перемішуванні різних будівельних сумішей.

**Виклад основного матеріалу.** Першу частину дослідів було проведено в виробничих умовах на стенді бетонного вузла відділення ЗБВ заводу «Перемога»

(м. Ірпінь, Київської обл.).

Випробувальний стенд змонтований на базі бетонозмішувального відділення, яке побудоване за висотною схемою встановлення технологічного обладнання (рис.1). До складу стенду входить:

- відділення приймання та зберігання сировинних компонентів, яке складається з трьох бункерів для інертних заповнювачів загальним об'ємом 55 т та силосу цементу ємністю 17,2 т. Додатково використаний стаціонарний склад цементу СБ-33В, об'ємом 28 т який оснащений пневмокамерним насосом ТА-23А продуктивністю 20 т/год. Для транспортування сировинних компонентів використане: пневмотранспортне обладнання із гвинтовим пневматичним насосом ТА-39А, який під'єднаний до рукавів діаметром 75 мм і забезпечений стисненим повітрям розходом до 5 м<sup>3</sup>/хв при тиску 0,2 МПа.
- дозувальне відділення, яке складається з чотирьох дозаторів: дозатор цементу – ваговий автоматичний дозатор АД-400-БЦ на тензOMETричних датчиках із одnogвинтовим шнековим живильником, що має похибку дозування  $\pm 1,0\%$  (клас точності за ГОСТ10223-97 – 1); дозатор щебню - ваговий автоматичний дозатор АД-800-2БЩ на тензOMETричних датчиках із похибкою дозування  $\pm 1,0\%$  (клас точності за ГОСТ10223-97 – 2); дозатор піску - ваговий автоматичний дозатор АД-800-2БЩ на тензOMETричних датчиках із похибкою дозування  $\pm 1,0\%$  (клас точності за ГОСТ10223-97 – 2); дозатор щебню - ваговий автоматичний дозатор АД-200-БЖ на тензOMETричних датчиках із похибкою дозування  $\pm 0,5\%$  (клас точності за ГОСТ10223-97 – 1). Усі дозатори виготовлені на заводі ПАО «Кіровоградський завод дозувальних автоматів», м. Кіровоград та мали атестати метрологічної повірки.



Рисунок 1. Загальний вид бетонозмішувального вузла, пневмокамерного насоса та дозаторів цементу і щебню.

Робота станда здійснювалася за наступним принципом. За сигналом з пульта керування включається збірний транспортер складу заповнювачів, що розташований в технологічному напрямку розхідних бункерів сировинних компонентів. Потім включається магістральний стрічковий живильник бункера крупного заповнювача і заповнювач надходить у збірний ваговий бункер. Потім відважується необхідна кількість піску і також подається в збірний бункер. Після цього включенням шнекового живильника здійснюється подача цементу з проміжного силосу у вагову ємність дозатора.

Бетонозмішувальний стенд (рис.2) являє собою змішувач С-739, на траверсі якого змонтовано один із барабанів різної геометрії об'ємом 100, 250 або 330 л за завантаженням, що мають механізм зміни взаємного розташування і кута встановлення змінних лопатей.



а)



б)

Рисунок 2. Дослідний стенд з гравітаційним змішувачем і змінними лопатями:

а) загальний вигляд; б) змінні лопаті.

Для зміни взаємного розташування горловинних і донних лопатей на радіальній поверхні барабана передбачено кілька точок встановлення вузла кріплення лопатей, конструкція яких забезпечує можливість їх встановлення в барабані під необхідним кутом до осі обертання з потрібною величиною зазору між нижнім краєм лопаті і поверхнею барабана. Прокладки між лопаттю і кронштейном кріплення дозволяють змінювати кут між лопаттю і поверхнею барабана. Передбачені на поверхні барабана кілька точок

встановлення вузла кріплення лопатей, дозволяють таким чином змінювати взаємне розташування горловинних і донних лопатей, створюючи змінний або перехресний вид потокоутворення.

На пульті керування стендами встановлений комплект приладів для вимірювання потужності привода робочих органів бетонозмішувача. Час завантаження сухих компонентів регулюється зміною швидкості руху стрічки живильника.

Рухливість бетонної суміші визначалася за ДСТУ Б В.2.7-114-2002 (ГОСТ 10181-2000). Дані за всіма показниками, включаючи спожиту механізмом обертання барабана потужність, напрямок руху суміші, тощо фіксувався автоматизованою системою обробки дослідних даних на основі комп'ютерної системи АЦП фірми Saturn Data. Збір експериментальних даних руху суміші в барабані та показників спожитої потужності було проведено за допомогою програм, створених із використанням компілятора «Borland Turbo Pascal v.7.1».

Розгляд отриманих експериментальних даних показує, що збільшення кута встановлення лопатей до певної величини супроводжується рівномірним зростанням невивантаженої бетонної суміші. Для донних лопатей такою величиною є кут  $35-37^\circ$ , а для горловинних –  $20-22^\circ$ . Подальше збільшення кута встановлення лопатей приводить до прогресуючого налипання, що починає перевищувати регламентовані нормативними документами 5%. Отже, значення кутів встановлення лопатей не повинні перевищувати  $22^\circ$  для горловинних і  $36^\circ$  для донних лопатей.

Результати досліджень питання визначення кількості лопатей наведено на графіку рис.3. Як бачимо, для змішувача із об'ємом барабана за завантаженням 100 л, кількість лопатей повинна бути обраною чотирьом, а для змішувачів із об'ємом барабана за завантаженням 330 л і більше їх число може досягати 9.

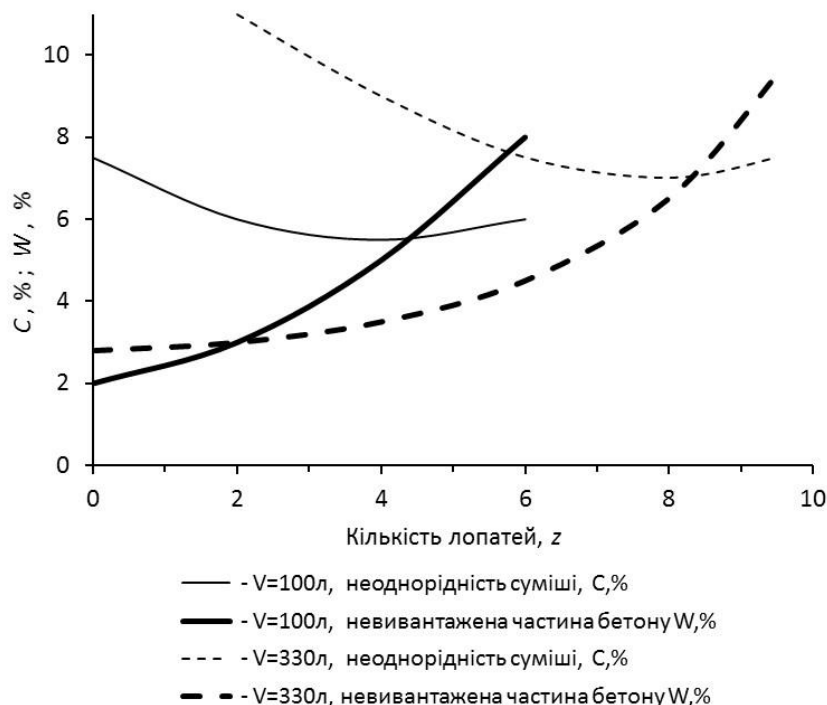


Рисунок 3. Вплив кількості лопатей на ефективність процесу перемішування і величину налипання суміші.

Отримані дані показують, що збільшення числа лопатей не призводить до поліпшення якості перемішування і супроводжується збільшеним налипанням. Отриманий





результат справедливий для бетонозмішувача об'ємом 250 л, в якого довжина розгортки циліндричної частини не дозволяла ефективно розташувати чотири пари лопатей зі збереженням всіх елементів перехресного потокоутворення.

Треба зазначити, що експериментальними дослідженнями були охоплені також лопаті із ламаною конструкцією, гратчасті та лопаті із виконаними в них круговими отворами і поздовжніми пазами (рис.4).



Рисунок 4. Рух суміші по лопаті ламаної конструкції із круговими отворами і поздовжніми пазами.

Проте через недостатню повноту зібраного експериментального матеріалу висновки щодо використання такого виду лопатей наразі відсутні. Поряд з цим попередній аналіз отриманих даних дозволяє стверджувати про суттєве покращення перемішування такими лопатями, особливо для змішувача із об'ємом за завантаженням 100 л, який може вважатися за приоб'єктний. Для цих змішувачів максимальна кількість таких лопатей становить 4, а їх форма повинна відповідати комбінованому типу за умови створення ними переважно радіальних потоків в напрямку від дна барабана. Також у змішувачах об'ємом 100 і 250 л можуть використовуватися лопатеві апарати із двома елементами, тому що продуктивність цих машин визначається не змішувачем, а швидкістю ручного дозування сухих компонентів і їхнього ручного завантаження.

#### **Висновки**

1. Проведений аналіз вітчизняних і закордонних змішувачів, які використовуються для перемішування сухих будівельних сумішей, дозволив визначити конструктивні

особливості внутрішніх змішувальних робочих органів гравітаційних бетонозмішувачів.

2. Розроблений експериментальний стенд та виконані експериментальні дослідження, які дозволили визначити межі найбільш раціональних значень параметрів змішувальних лопатей, здатних забезпечити процес перемішування із регламентованим рівнем якості будівельних сумішей.

#### *Література*

1. Назаренко І.І. Машины для виробництва будівельних матеріалів: Підручник. – К.: КНУБА, 1999. – 488 с.
2. Бауман В.А., др. Механическое оборудование предприятий строительных материалов изделий и конструкций: Учебник для строительных вузов. / В.А. Бауман, Б.В. Клушанцев, В.Д. Мартынов. – М.: Машиностроение, 1981. – 324с.
3. Королев К.М. Механизация приготовления и укладки бетонной смеси. – М.: Стройиздат, 1986. – 136 с.
4. Манукян Г.С. Разработка и исследование смесителя гравитационно-принудительного действия. – Автореф. дис. канд. техн. наук. – К., 1981. – 17с.
5. Бауман В.А. Применение принципа теории подобия при исследовании барабанов бетономешалок. // Исследование машин и механизмов для строительных и дорожных машин. – М.: Машгиз, 1950.
6. ГОСТ 16349-85. Смесители циклические для строительных материалов. Технические условия. Межгосударственный стандарт. М. – 1985. – 11с.
7. Ferraris C.F. Concrete Mixing Methods and Concrete Mixers: State of the Art// Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. – Vol. 106. – No. 2. – P.391-399, – 2001.
8. Sonnenberg R. Concrete mixers and mix systems// Concrete Precast Plant Technology. – 64. – P.88-98. – 1998.
9. Beitzel H. Concrete production plants and mixers some aspects of their design and operation// Beton Fertigteil-Technik. – Part 2, P.305-310. – 1984.