

*Б. О. Коробко, к.т.н., доц.,
А. М. Павленко, д.т.н., проф.,
А. М. Матвієнко, к.т.н., доц.,
В. В. Вірченко, асистент*

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ІНТЕНСИВНОГО ПЕРЕМІШУВАННЯ СУХОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ СУМІШІ У ЗМІШУВАЧІ ШТУКАТУРНОГО АГРЕГАТУ АШГ-4 КОНСТРУКЦІЇ ПолтНТУ

У статті представлено результати експериментальних досліджень процесів взаємодії робочих елементів шнека із змішуванням середовищем. Досліджені якість приготованого розчину та рівень енергоспоживання в процесі змішування розчинів із сухих штукатурних сумішей на різних режимах руху шнека розчинозмішувача.

Ключові слова: *змішування, суха штукатурна суміш, якість.*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. У галузевій науково-дослідницькій лабораторії механізації ручної праці Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка створено малогабаритний гідравлічний штукатурний агрегат мобільного типу АШГ - 4, призначений для приготування і транспортування по розчинопроводах штукатурного розчину. Основними галузями застосування такого агрегату є котеджне й сільськогосподарське будівництво.

На сьогоднішній день котеджне будівництво є предметом цікавості все більшої кількості покупців, які розуміють значимість та цінність земельної ділянки, власного будинку, екологічних умов проживання. У той же час сільськогосподарське будівництво є неодмінною частиною комплексу робіт з формування, розгортання, модернізації сільського господарства, як державного, так і приватного.

При цьому однією з ключових вимог сучасного будівництва є високі теплоенергетичні характеристики будівлі.

Штукатурні роботи (як зовнішні, так і внутрішні) – запорука стійкості до вологи, раціональної паропроникності, морозостійкості будівлі.

Великою популярністю при проведенні оздоблювальних робіт користуються сухі штукатурні суміші.

Сухі штукатурні суміші – це порошкоподібні будівельні матеріали, які при розведенні водою в певних пропорціях стають готовими будівельними розчинами.

Приготування штукатурного розчину із сухих штукатурних сумішей у змішувачі створеного штукатурного агрегату на різних режимах роботи його шнека не було вивчене раніше.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми й на які спираються автори, виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.

Відповідно до методики [1,2], якість процесу перемішування може бути оцінена за допомогою таких показників, як: якість перемішування та ефективність перемішування. При цьому на якість перемішування безпосередньо впливає характеристика однорідності суміші – розподіл ключового компонента в пробах суміші. За критерій оцінювання якості (однорідності) суміші приймається коефіцієнт варіації. В процесі змішування будівельних матеріалів його також називають коефіцієнтом неоднорідності, %,

$$K_{\text{var}} = \frac{100}{c} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}, \quad (1)$$

де \bar{c} – середнє арифметичне значення концентрації ключового компонента в усіх n пробах суміші, %;

c_i – концентрація ключового компонента в i -ій пробі суміші, %.

Аналіз умов проведення штукатурних робіт, котрі виконують на об'єктах Полтавської, Харківської, Сумської та інших областей України показав, що змішувальні установки з об'ємами бункерів, більшими ніж за 1,5 м, зазвичай приймають готовий товарний розчин, котрий виготовляється на розчиновому вузлі із забезпеченням однорідності складу відповідно до ДСТУ Б В.2.7-23-95 «Розчини будівельні». Змішувачі з об'ємами бункерів від 0,5 до 1,5 м³ приймають або окремі компоненти, з яких готують штукатурний розчин, або сухі штукатурні суміші, котрі вирізняються високою якістю, й змішують їх з водою при приготуванні. При цьому співвідношення вказаних способів приготування для таких змішувачів становить 1/1. На змішувачах з об'ємами бункерів до 0,5 м³ у більше ніж 80% випадків розчини готуються із сухих штукатурних сумішей різного призначення («Knauf», «Master», «Siltek» та ін.), що пояснюється високою якістю одержуваних штукатурних розчинів, розповсюдженістю та різноманітністю типів сумішей за призначенням і порівняно невисокою вартістю.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Таким чином, ставимо за мету дослідити якість процесу інтенсивного перемішування сухої штукатурної суміші у змішувачі створеного штукатурного агрегату.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

Штукатурний агрегат, котрий досліджуємо в роботі, орієнтовно матиме об'єм бункера, менший ніж $0,5 \text{ м}^3$, тому для проведення дослідження якості процесу інтенсивного перемішування у змішувачі було вибрано один з варіантів високоякісних сухих штукатурних сумішей, а саме: штукатурну суміш МР 75 на гіпсовій основі для внутрішніх робіт з підсиленою адгезією виробництва фірми «Кнауф», котра може наноситись як ручним, так і механізованим способами, що відповідає умовам її використання при експлуатації штукатурного агрегату.

Тому головним завданням змішувача є забезпечення таких етапів:

- приймання сухої штукатурної суміші;
- приймання підготованої води;
- змішування компонентів розчину із забезпеченням постійної рухомості готової розчинової суміші по всьому об'єму бункера.

Згідно з рекомендаціями [1], у виразі (1) можемо замінити \bar{c} на середню арифметичну рухомість \bar{u}_{pyx} , а c_i на рухомість i -тої проби – $u_{pyx i}$.

Звідси

$$K_{\text{var}} = \frac{100}{u_{pyx}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_{pyx i} - \bar{u}_{pyx})^2}, \quad (2)$$

де $u_{pyx i}$ – визначається відповідно до показників стандартного еталонного конуса ДСТУ Б В.2.7-23-95, см.

Під час визначення якості процесу інтенсивного перемішування у змішувачі штукатурного агрегату застосовували таке обладнання:

- натурний зразок агрегату штукатурного (рис. 1);
- стандартний конус для вимірювання рухомості контрольних проб розчину (ДСТУ Б В.2.7-23-95);
- секундомір механічний СОСпр-2б-2 (інв. № 1088 свідоцтво №2838/0698 від 27.10.11 р.);
- лінійка металева довжиною 1 м (інв. № 1096, тавро – 2011 р.) з ціною поділки 0,5 мм ГОСТ 427-75.

Прилади, котрі використовувались під час проведення експериментів, пройшли сертифікацію в 2011 р. та знаходяться на балансі випробувального центру Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка.

Визначення коефіцієнта неоднорідності залежно від часу змішування проводилося для частоти обертів шнека змішувача $n = 40 \text{ хв}^{-1}$ ($\omega = 4,186 \text{ с}^{-1}$).



Рис. 1. Зовнішній вигляд агрегату штукатурного

Кількість контрольних точок (рис. 2), схему їх розташування та послідовність відбирання проб здійснювали відповідно до рекомендацій ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний».

Відбір проб розчину починали через 60 с після початку процесу змішування, що пояснюється необхідністю забезпечення початкового рівня розподілу компонентів суміші у воді.

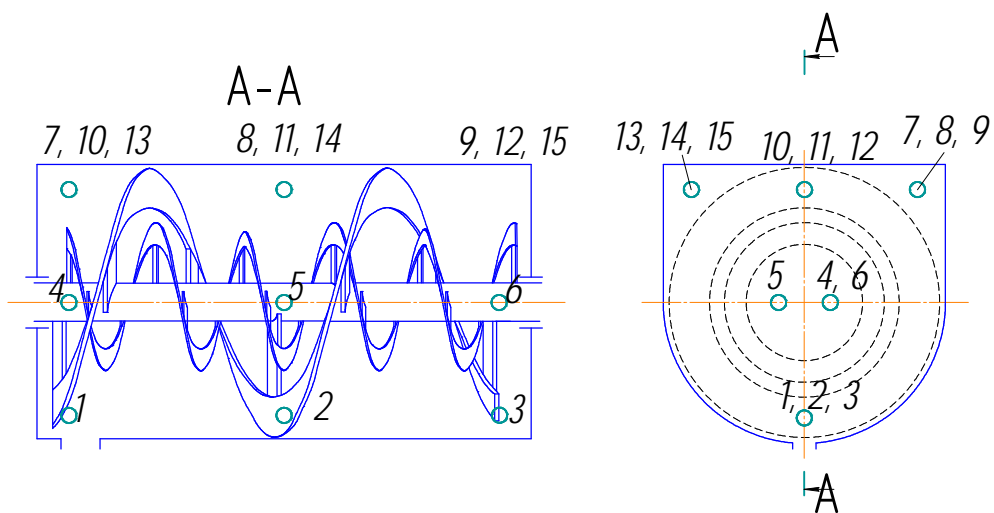


Рис. 2. Контрольні точки для відбирання проб розчинової суміші в змішувачі штукатурного агрегату АШГ-4

Відбір проб проводили конусним пробовідбірником (рис. 3а, б).

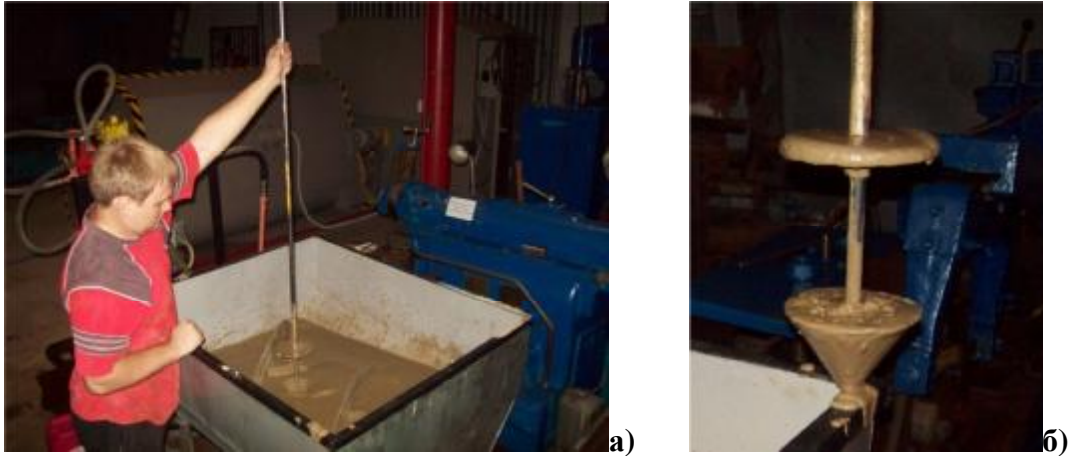


Рис. 3. Відбір проб розчину зі змішувача конусним пробовідбірником:
а – відбір проби; б – загальний вигляд конусного пробовідбірника із узятою
пробою розчину

Результати проведених досліджень відображено в таблиці 1. З них випливає, що при застосуванні процесу інтенсивного змішування в бункері змішувача штукатурної станції із частотою обертання (кутовою швидкістю) $n = 40 \text{ хв}^{-1}$ ($\omega = 4,186 \text{ с}^{-1}$) значення оптимального часу змішування $t_{\text{opt}}^{\text{зміш}} = 190 \text{ с}$, адже після змішування розчину протягом цього часу значення коефіцієнта варіації не перевищує величини $K_{\text{var}}^{\text{opt}} = 0,05$ (рис. 3).

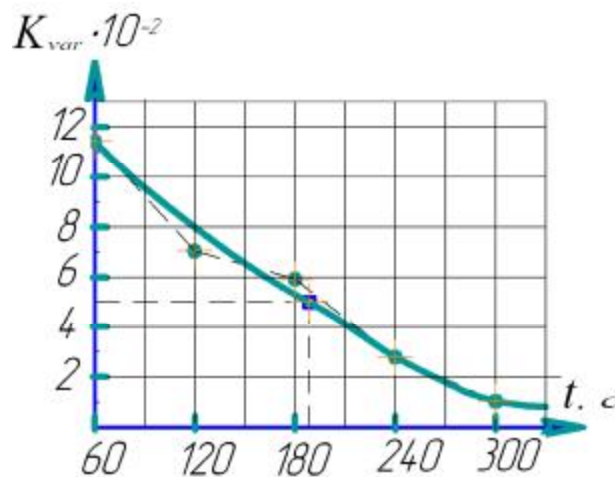


Рис. 4. Залежність коефіцієнта рухомості розчину \hat{E}_{var} у змішувачі штукатурного агрегату АШГ-4 від часу змішування

Такі показники свідчать про здатність розробленого обладнання забезпечувати якість приготування штукатурної суміші із сухих компонентів за термін, трохи більший, ніж за 3 хв. – 195 с., що відповідає сучасним вимогам до такого типу техніки.

Таблиця 1. – Залежність коефіцієнта неоднорідності рухомості розчину K_{var} в змішувачі штукатурного агрегату АШГ-4

Точки відбору проб розчину	Час змішування, с									
	60		120		180		240		300	
	$\bar{u}_{\delta\delta\delta}, \text{CM}$	$(u_{\delta\delta\delta} - \bar{u}_{\delta\delta\delta})^2$	$\bar{u}_{\delta\delta\delta}, \text{CM}$	$(u_{\delta\delta\delta} - \bar{u}_{\delta\delta\delta})^2$	$\bar{u}_{\delta\delta\delta}, \text{CM}$	$(u_{\delta\delta\delta} - \bar{u}_{\delta\delta\delta})^2$	$\bar{u}_{\delta\delta\delta}, \text{CM}$	$(u_{\delta\delta\delta} - \bar{u}_{\delta\delta\delta})^2$	$\bar{u}_{\delta\delta\delta}, \text{CM}$	$(u_{\delta\delta\delta} - \bar{u}_{\delta\delta\delta})^2$
1	10,7	0,010	10,1	0,384	9,8	0,810	10,4	0,176	10,7	0,017
2	12,1	1,690	10,6	0,014	10,9	0,040	11,1	0,078	11,0	0,029
3	11,5	0,490	10,5	0,048	10,8	0,010	10,9	0,006	10,9	0,005
4	12,9	4,410	12,0	1,638	11,6	0,810	11,4	0,033	10,8	0,001
5	10,8	0,000	10,9	0,032	10,5	0,040	10,6	0,048	10,8	0,001
6	12,8	4,000	11,3	0,336	10,1	0,360	10,5	0,102	10,6	0,053
7	9,5	1,690	9,9	0,672	10,8	0,010	10,7	0,014	10,7	0,017
8	9,0	3,240	10,2	0,270	10,1	0,360	10,5	0,102	10,9	0,005
9	9,4	1,960	9,8	0,846	10,4	0,090	11,3	0,230	10,8	0,001
10	10,3	0,250	11,9	1,392	12,1	1,960	10,6	0,048	10,9	0,005
11	11,9	1,210	11,8	1,166	9,9	0,640	10,8	0,000	11,1	0,073
12	11,5	0,490	11,3	0,336	10,7	0,000	11,4	0,336	10,8	0,001
13	9,8	1,000	10,2	0,270	11,3	0,360	10,6	0,048	10,9	0,005
14	10,3	0,250	10,4	0,102	11,1	0,160	10,9	0,006	10,7	0,017
15	10,1	0,490	10,0	0,518	10,4	0,090	10,6	0,048	10,9	0,005
$S\bar{u}_{\delta\delta\delta}$	10,8	-	10,72	-	10,7	-	10,82	-	10,83	-
$S(u_{\delta\delta\delta} - \bar{u}_{\delta\delta\delta})$	-	21,180	-	8,018	-	5,740	-	1,275	-	0,235
\hat{E}_{var}	11,38% (0,1138)		7,06% (0,0706)		5,98% (0,0598)		2,79% (0,0279)		1,19% (0,0119)	

Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі

Згідно з результатами проведених досліджень, якість приготування штукатурного розчину із сухих штукатурних сумішей у змішувачі малогабаритного гідравлічного штукатурного агрегату АШГ-4 є достатньо забезпеченою. Таким чином, застосування агрегату в сільськогосподарському та сільському будівництві є доцільним.

Література

1. Стренк Ф. *Перемешивание и аппараты с мешалками: Пер. с польск.* – Л.: Химия, 1975. – 384 с.
2. Малогабаритна розчинозмішувальна установка з гідравлічним приводом / О.Г. Онищенко, А.М. Матвієнко, В.В. Вірченко // *Збірник наукових праць (Галузеве машинобудування, будівництво).* – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – Вип. 23, Т.1. – С. 24-28.

Надійшла до редакції 20.11.2012

© Б. О. Коробко, А. М. Павленко, А. М. Матвієнко, В. В. Вірченко

УДК 693.6.002.5

*Б.О.Коробко, к.т.н., доц.,
А. М. Павленко, д.т.н., проф.,
А.М. Матвиенко, к.т.н., доц.,
В.В. Вирченко, ассистент*

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА ИНТЕНСИВНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ СУХОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ В СМЕСИТЕЛЕ ШТУКАТУРНОГО АГРЕГАТА АШГ-4 КОНСТРУКЦИИ ПОЛТНТУ

В статье представлены результаты экспериментальных исследований факторов взаимодействия рабочих элементов шнека со смешиваемой средой. Исследованы качество приготовленного раствора и уровень энергопотребления в процессе смешивания растворов из сухих штукатурных смесей на разных режимах движения шнека растворосмесителя.

Ключевые слова: *смешивание, сухая штукатурная смесь, качество.*

UDC 693.6.002.5

*B. O. Korobko, Ph. D., Associate Professor,
A. M. Pavlenko, Doctor of Technical Sciences, Professor,
A. M. Matvienko, Ph. D., Associate Professor,
V. V. Virchenko, Assistant*

The Poltava national technical university of a name of Jury Kondratyuk

**STYDY OF INTENSIVE DRY PLASTER MIXING IN PoltNTU
CONSTRUCTION MIXING MACHINE PHU-4 BUNKER**

The article presents the results of experimental studies of interaction of factors working elements of the screw with a mixing medium. Are investigated the quality of preparation of a solution and the level of energy consumption in the process of mixing the solutions of dry plaster mixes for different modes of motion of the screw mortar.

Keywords: *mixing, dry mortar, quality.*