

УДК 666.97

*Р.С. Пиляєв, заступник директора ДНДІ проектно-конструкторських інноваційних технологій в енергетиці і енергозбереження*

## ОЦІНКА ТА АНАЛІЗ ЗМІШУВАЧІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ВОДНО-ЦЕМЕНТНОЇ СУСПЕНЗІЇ

**Актуальність проблеми.** В сучасному стані розвитку будівельної галузі України постає нагальне питання поліпшення якості виробів та конструкцій при зменшенні витрат на виконання відповідних процесів. В значній мірі це відноситься до процесів приготування бетонних сумішей і розчинів де ключовою операцією є перемішування компонентів. Основним технологічним обладнанням для реалізації цього процесу є змішувачі, що мають велику чашу як за конструкцією так і за параметрами [1, 2]. Особливим є клас змішувачів для приготування водно-цементних суспензій, параметри і конструктивні характеристики яких змінюються в широких межах. Тому вибір і обґрунтування як конструкції так і їх параметрів є задачею актуальною, оскільки відіграють важливу роль в забезпеченні ефективності процесу.

**Оцінка існуючих схем змішувачів.** Змішувачі у найбільш узагальненому випадку можна розділити на швидкохідні та тихохідні.

До швидкохідних належать пропелерні та турбінні змішувачі різних типів, а також спеціальні типи змішувачів, наприклад дискові, лопатеві, тощо. Ці змішувачі у залежності від форми лопаток (лопатеї) та методу їх розміщення можуть створювати радіальний, осьовий та радіально-осьовий потік рідини (рис.1).

Радіальний створюють турбінні змішувачі закритого типу, а також турбінні змішувачі з прямими або вигнутими лопатками. Осьовий потік можуть створювати пропелерні та шнекові змішувачі, а точніше – пропелерні та шнекові змішувачі з дифузором. Проміжний радіально-осьовий потік створюють турбінні змішувачі з лопатками, котрі встановлені з нахилом до площини обертання змішувача.

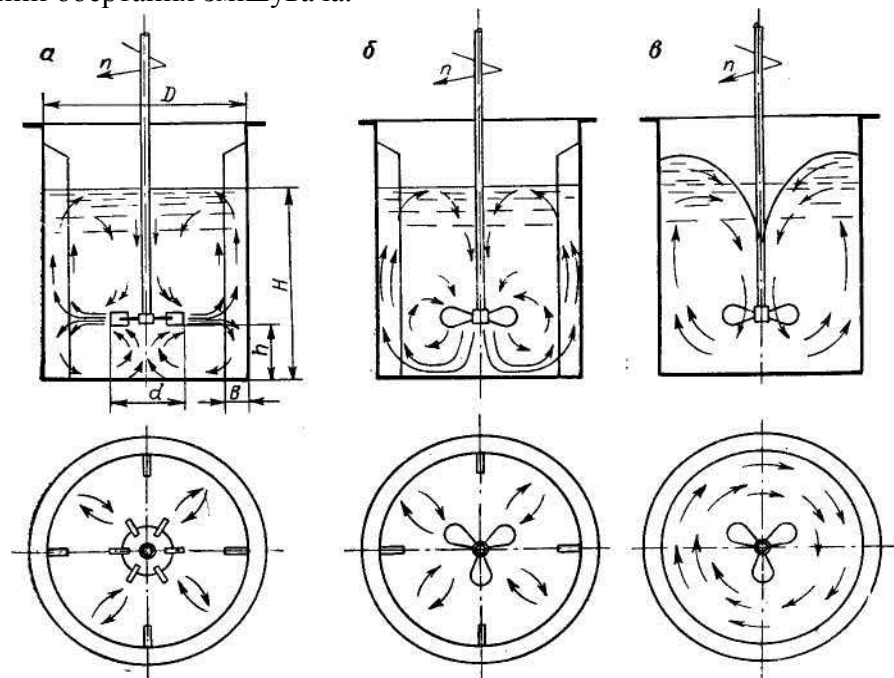


Рис.1 Схема роботи турбінних та пропелерних швидкохідних змішувачів. *a* – турбінний, апарат (сосуд) із перегородками; *b* – пропелерний, апарат із перегородками; *v* – турбінний або пропелерний, апарат без перегородок.



Швидкохідні змішувачі частіше за все працюють у апаратах з відображаючими перегородками. Відсутність перегородок призводить до завихрення рідини в апараті та утворенню воронки (рис.1, в). Кількість перегородок та розміри їх зазвичай складають: кількість перегородок  $J = 2 \div 6$ , ширина  $B = 1/12 \div 1/10 D$ ; частіше за все зустрічається  $J = 4$ . Для крупних агрегатів із діаметром  $D > 4$  м рекомендується застосовувати більшу кількість перегородок ( $J = 6$ ).

Перегородки можуть бути розташовані у самої стінки апарату або на деякій відстані від неї, встановлюватися під кутом відносно радіусу обертання змішувача, а також мати висоту, котра буде рівною, або меншою рівня рідини. Варіанти розміщення перегородок показані на рис.2. Розміщення *a* застосовується для рідин із невеликою в'язкістю, що наближена до в'язкості води, розміщення *б* – для рідин середньої в'язкості (7 – 10 Па·с, тобто 7000 ÷ 10 000 сП). Для таких рідин розміщення *a* призвело б до утворення застійних зон навколо перегородки. Для рідин з в'язкістю  $> 50$  Па·с (50 000 сП) взагалі не варто використовувати перегородки. Якщо в апараті зі змішувачем знаходиться спіральний змішувик, рекомендується встановлювати перегородки всередині змішувика. У цьому випадку перегородки можуть одночасно бути опорою для змішувика.

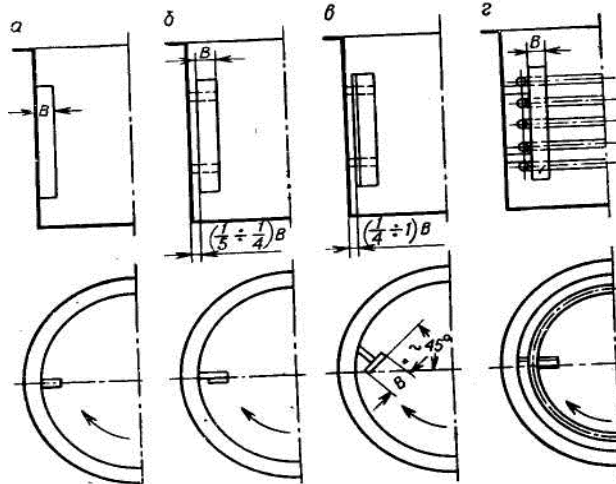


Рис.2 Способи встановлення перегородок.

*a* – для рідин із невеликою в'язкістю; *б* – для рідин із середньою в'язкістю; *в* – для рідин із великою в'язкістю; *г* – посуд із змішувиком.

До тихохідним відносяться лопатеві, якірні та рамні змішувачі. Вони створюють головним чином окружний потік рідини, тобто рідина обертається навколо осі апарату (рис.3). У цю групу входять також шнекові та стрічкові змішувачі.

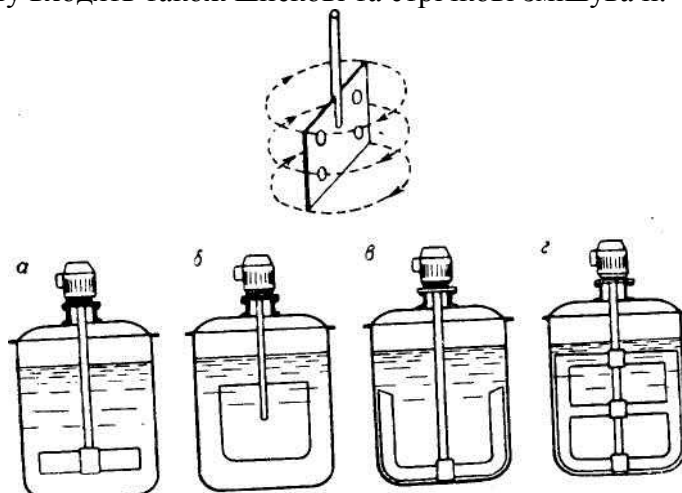


Рис.3 Схема роботи тихохідних змішувачів, що створюють коловий потік рідини  
*a* – лопатевий; *б* – листовий; *в* –якірний; *г* – рамний.

Окрім перерахованих існують спеціальні конструкції змішувачів, наприклад змішувачі, що створюють великі напруження зсуву (фактично ними можуть бути деякі типи турбінних змішувачів, вібраційні, скребкові змішувачі).

В сучасний стан відсутній універсальний критерій, котрий дозволив би визначити відповідність змішувача для даного процесу.

Очевидно, необхідні аналітичні дослідження процесу взаємодії робочих органів з рідиною або конкретною сумішшю, які дозволять запропонувати відповідний критерій ефективності робочого процесу. При цьому мають бути враховані як фізичні параметри суміші так і параметри робочих органів та їх конструктивні особливості. В табл.1 наведені дані для вибору змішувачів [2] із яких слідує, що існує великий діапазон зміни геометричних параметрів, що в цілому утруднює їх вибір.

В роботі [2] наведено графік (рис.4) областей використання окремих типів змішувачів для рідин із різною в'язкістю.

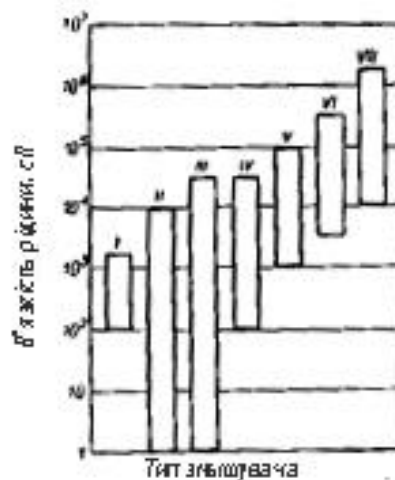


Рис.4 Діапазон використання різних типів змішувачів:

*I* – якірний; *II* – пропелерний; *III* – турбінний із плоскими лопатками; *IV* – лопатевий; *V* – рамний; *VI* – шнековий; *VII* – стрічковий

Із графіку слідує, що широкую область застосування мають турбінні та пропелерні змішувачі, котрі придатні для перемішування рідин із великим діапазоном в'язкості. Інші змішувачі мають більш вузьку область застосування. За цим графіком неважко встановити також, що для перемішування рідин з дуже високою в'язкістю найліпше пристосовані шнекові і стрічкові змішувачі. Для перемішування рідин з середньою в'язкістю можна використовувати декілька типів змішувачів.



Таблиця 1. Рекомендовані геометричні параметри змішувачів

Процес	Тип змішувача	Величина або явище, що лімітують процес	Геометричні параметри апарату із змішувачем		
			$D/d$	$H/D$	Кількість змішувачів на одному валу, розміщення
Перемішування	Турбінні Пропелерні Лопатеві <i>Об'єм</i>	Циркуляція в об'ємі	3—6	Будь-яке	Один або кілька
Диспергування рідин, що не перемішуються	Турбінні Пропелерні Лопатеві <i>Витрати</i>	1. Діаметр крапель 2. Рециркуляція	3—3,5	1—0,5	$h/H \leq 1/2$
Розчинення частинок твердого тіла	Турбінні Пропелерні Лопатеві <i>Об'єм</i>	1. Напруження зсуву 2. Циркуляція в об'ємі	1,6—3,2	0,5—2	$h/H \leq 1/2$
Перемішування систем газ – рідина	Турбінні Пропелерні Лопатеві <i>Витрати газу</i>	1. Напруження зсуву 2. Циркуляція 3. Великі швидкості	2,5—4	4—1	1. Кілька найбільш низький на висоті $h = d$ 2. Самовсмоктуюча, під поверхнею рідини
Перемішування рідини із великою в'язкістю	Турбінні Пропелерні Лопатеві <i>В'язкість</i>	1. Циркуляція в об'ємі. 2. Невеликі швидкості	1,5—2,5	0,5—2	Один або кілька

**Висновки.**

1. Застосування інтенсифікуючих процесів приготування водно-цементної суспензії дає можливість суттєво поліпшити фізико-механічні властивості рідин і сумішей.
2. В сучасний стан відсутнім є загальноприйнятий критерій оцінки та вибору змішувачів для приготування водно-цементних суспензій.
3. Вирішення проблеми створення високоефективного змішувального обладнання лежить в площині пошуку розташування належним чином лопатей та активізації процесу перемішування шляхом підбору та визначення параметрів і режимів на основі дослідження взаємодії робочих органів змішувачів із оброблюваною сумішшю.

*Література*

1. Назаренко І.І. Машини для виробництва будівельних матеріалів. К.: КНУБА, 1999.- 488с.
2. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками. Л.: Химия, 1975.- 384с.