



## Машина і обладнання технологічних процесів будівельної індустрії

УДК 693.242.523

Д.Я. Свиридюк, аспірант КНУБА

### ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ЛАБОРАТОРНОГО ЗМІШУВАЧА

**АНОТАЦІЯ.** Розглянуто робочий процес лабораторного бетонозмішувача та вплив конструктивно-технологічних параметрів на приготування сумішей з певними реологічними властивостями.

**Ключові слова:** лабораторний змішувач, контрольні зразки бетону, інтенсифікація, гомогенна суміш, мікродеформування, ступінь сепарації.

**SUMMARY.** Considered laboratory workflow concrete mixer and effect constructive and technological parameters for the preparation of mixtures of certain rheological properties.

**Keywords:** laboratory mixer, control samples of concrete, intensification, homogeneous mixture mikrodeformuvannya, the degree of separation.

**Вступ.** Лабораторні змішувачі застосовують для підбору складів бетону на підприємствах з виробництва товарного бетону та збірного залізобетону, для перемішування будівельних сумішей при виготовленні контрольних зразків бетону та для моделювання в лабораторних умовах роботи виробничих змішувачів.

**Огляд останніх досліджень.** Проаналізувавши роботи, в яких досліджувалися бетонні суміші і їх приготування при звичайних (не швидкісних) робочих процесах змішувачів [1, 2, 3, 4] підкреслюється наступне: 1) комплексні процеси утворення сумішей включають в себе механічні та фізико-хімічні часткові процеси; 2) у зв'язку з короткочасністю процесів перемішування бетонних сумішей для першого наближення допустимо знехтувати хімічними процесами, що відбуваються в сумішах; 3) механічний процес утворення суміші є комплексним, оскільки містить в собі два часткових, причому «протилежних» один одному, процесів - змішування і сепарування; та саме в силу цього він ніколи не призводить до отримання «ідеальної» суміші.

**Постановка проблеми.** Перемішування можна характеризувати як процес, що складається в тому, що з зернистих матеріалів утворюється гомогенна суміш. Однорідність приготовленої суміші характеризується тим, що будь-яка проба, узята в обсязі, досить великому в порівнянні з розмірами самого великого зерна заповнювача, має один і той же склад. Для створення гомогенної суміші необхідно, щоб траєкторії окремих компонентів перетиналися з орбітами інших компонентів. Чим більше часток залучаються до такої рух, тим інтенсивніше процес перемішування. Якість перемішування, яке визначається рівномірністю розподілу вихідних матеріалів між собою, залежить від відносної швидкості робочих органів змішувачів та суміші, об'єму змішуваного матеріалу і часу перемішування. Лабораторний бетонозмішувач повинен задовольняти всі або більшість перерахованих умов.

**Основний матеріал і результати.** Розглянемо фізичну сутність процесу змішування який проходить в лабораторному змішувачі. У процесі змішування можна виділити наступні основні етапи: перенесення об'ємів змішуваних компонентів; деформування (тобто витягування цих об'ємів у зоні змішування); мікродеформування змішуваних мас усередині окремих об'ємів і між ними. Очевидно, що найбільш ефективно змішування буде здійснюватися під впливом зовнішніх навантажень, що інтенсифікують процеси масообміну. Тому при приготуванні різних будівельних багатокомпонентних сумішей і розчинів, що володіють необхідною однорідністю, найбільше застосування знаходить процес механічного змішування.

З числа характеристик якості сумішей найбільш важливою є ступінь сепарації суміші  $S$  - центральний абсолютний момент статистичної щільності розподілу фізичної щільності компонентів суміші по всьому об'ємі:

$$S = \frac{1}{V \cdot \bar{\rho}_{ci}} \sum_m \sum_n |\rho_i - \bar{\rho}_i| \Delta V_e, \quad (1)$$

де  $V$  - повний геометричний об'єм суміші;  $\rho_{cm}$  - середня щільність суміші в усьому її об'ємі;  $\rho_i$  - щільність  $i$ -го компонента на даній ділянці суміші;  $\Delta V_e$  - середня щільність  $i$ -го компонента в усьому об'ємі суміші;  $m$  - кількість компонентів суміші;  $n$  - кількість «елементів» - елементарних ділянок суміші.

Згідно з раніше ухваленим у вітчизняній літературі визначенням, інтенсивність дії змішувального пристрою (вона ж інтенсивність змішування) характеризується зазвичай наступними величинами:

- часом досягнення конкретного технологічного результату при постійній частоті обертання або частотою обертання (кутовою швидкістю змішувальних лопатей) змішувального механізму при постійній тривалості процесу;
- потужністю, що витрачається на змішування, приведеної до одиниці об'єму або маси змішувального матеріалу.

Слід розуміти, що кожна з перерахованих вище величин є мірою інтенсивності змішування не взагалі, а лише для конкретного змішувального апарату, що працює з конкретним середовищем. Тому вкрай важливо знайти величину, яка найближче корелюється з раціональністю конструкції змішувача.

Визначимо основні фактори, що обумовлюють раціональність конструкції змішувача.

Універсальний критерій інтенсивності змішування повинен бути визначений як швидкість зміни ступеня змішування в часі  $dI/dt$ .

У дослідженнях [4] за основний чинник, який зумовлює раціональність конструкції змішувача, прийнята однорідність суміші, що виражається ступенем її сепарації  $S$ , що характеризує ступінь наближення суміші до матеріалу з деяким ідеальним порядком розподілу в ньому компонентів цієї суміші. При цьому швидкість змішування, що представляє собою зменшення ступеня сепарації, і виражена рівнянням

$$\left(\frac{dS}{dx}\right)' = -k_1 \cdot S \quad (2)$$

служить критерієм інтенсивності процесу змішування.

Швидкість сепарації, пропорційна різниці мас і поточному значенню ступеня сепарації, виражається відношенням:

$$\left(\frac{dS}{dx}\right)'' = k_2 (S_{\max} - S). \quad (3)$$

Аналіз інтегральної форми сукупного процесу сумішоутворення, що включає, як вже зазначалося вище, в себе два частинних і протилежних процесів - змішування і сепарування, описується формулою:

$$S = a + (S_{\max} - a) \cdot e^{-k \cdot x}, \quad (4)$$

де:  $S$  - центральний абсолютний момент статистичної щільності розподілу фізичної щільності компонентів суміші по всьому розглянутому обсягом;  $a$  й  $k$  - постійні, що характеризують процес змішування і залежні від природи і стану змішуються матеріалів, а також від конструкції і режиму роботи змішувача;  $x$  - показник загального потокового руху суміші в змішувачі

Варіюючи параметрами, що характеризують міру впливу змішувального механізму на суміш, можна досягти необхідної інтенсивності змішування при необхідних показниках якості суміші.

Порядок отриманих величин відповідає значенням ступеня сепарації, отриманим раніше в експериментальних дослідженнях, а характер зміни ступеня сепарації суміші в

часі, при заданих реологічних, конструктивних і технологічних параметрах, як і слід було очікувати, підпорядковується експоненціальній залежності (див. рис 1).

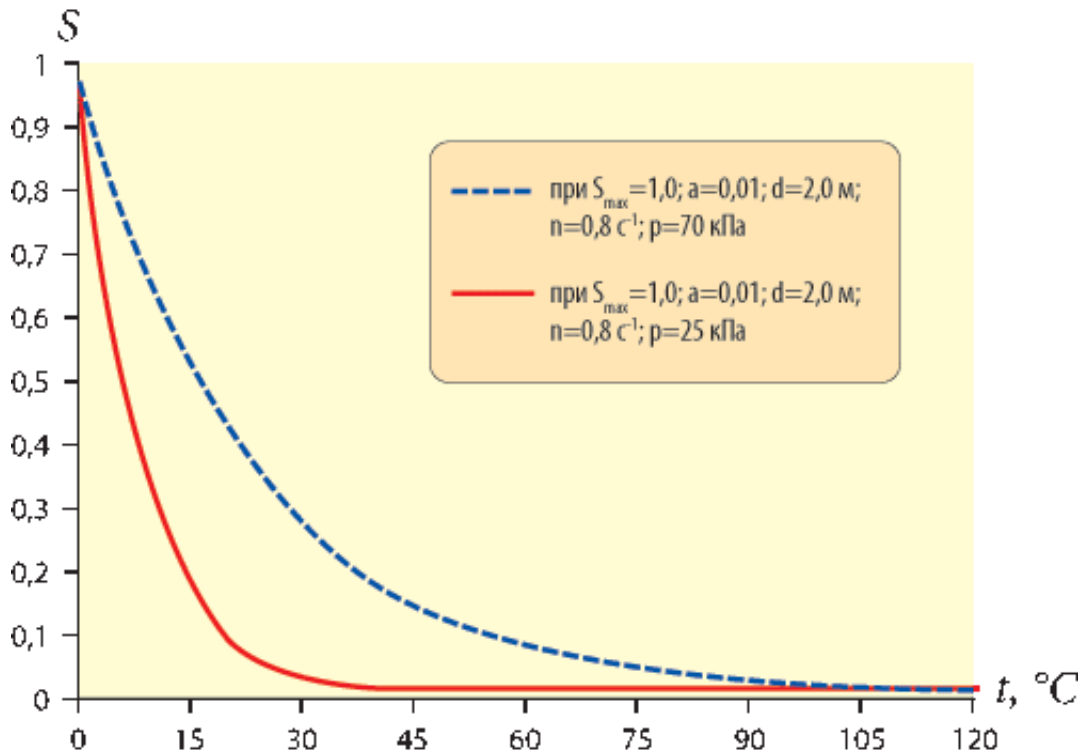


Рисунок 1. Графіки залежності ступеня сепарації  $S$  від тривалості змішування  $t$ .

#### Висновки.

1. При приготуванні сумішей з меншим питомим руховим опором лопатки інтенсивність процесу змішування значно зростає

2. Значні потенційні можливості щодо вдосконалення змішувальної техніки закладені, насамперед, в орієнтації її конструктивно-технологічних параметрів на приготування сумішей з певними реологічними властивостями.

#### Література

1. Назаренко І.І. Машини для виробництва будівельних матеріалів: [підруч.] / І.І. Назаренко. – К.: КНУБА, 1999. – 488 с.
2. Богомолов А. А. Конструирование и динамическое исследование узлов механического оборудования предприятий строительных материалов / А.А. Богомолов, М. М Бунин // – Тр. Моск. инж.-строит. ин-т и Белгород. технол. ин-т строит. матер., 1974, вып. 2, с. 51–60.
3. Богомолов А. А. Механизация технологических процессов промышленности строительных материалов / А.А. Богомолов, М. М Бунин // – Тр. Моск. инж. – строит. ин-т и Белгород. технол. ин-т строит. матер., 1974, вып. 5, с. 29–36
4. Создание и эксплуатация строительных машин при вариационном выборе технических решений / [М.В. Бунин, В.В. Ничке, И.Г. Кириченко, А.А. Богомолов]. – Киев: УМК ВО, 1992. – 196 с.