

$$\left. \begin{aligned} \lambda_1 \frac{\partial T_1(\tau, R_1)}{\partial r} &= \lambda_2 \frac{\partial T_2(\tau, R_1)}{\partial r} \\ T_1(\tau, R_1) &= T_2(\tau, R_1) \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Выводы

В результате исследований была получена математическая модель СВЧ-нагрева панта оленя. Данный процесс делится на две стадии: размораживание и нагрев. Для первого случая было получено практические соотношения для оценки стадии размораживания в зависимости от влажности объекта, удельной теплоты плавления жидкой фракции объекта и величины удельной поглощаемой СВЧ-мощности в единице объема или массы.

При математической постановке задачи СВЧ-нагрева было принято решение представить пант как двухслойный цилиндр. Исследование воздействия на него тепловых полей было осуществлено с помощью дифференциального уравнения теплопроводности Фурье. В итоге для решения задачи определения температурных полей при нагреве ЭМП СВЧ была получена система дифференциальных уравнений.

Литература

1. Горин А.Д., Шелепов В.Г. Результаты исследований теплофизических характеристик пантов северного оленя. В сб. Роль сельскохозяйственной науки в стабилизации и развитии агропромышленного комплекса Крайнего севера./ РАСХН. Сиб. отд-ние. ЯкутНИИСХ. – Новосибирск, 2002. С. 209-211
2. Горин А.Д., Шелепов В.Г. Сушка пантов северного оленя с использованием СВЧ-энергии// в сб. Шестая Всесоюзная научн.-техн. конф. «Электрофизические методы обработки пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья» / М.: 1989.

УДК 532.137: 666.97

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ СУМІШІ ПРИ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ ФІБРОБЕТОНУ

Ан Г.Ю., магістрант, Валуйскова С.С., магістрант, Андрєв І.А., доц., к.т.н.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

Розглянуто ламінарне конвективне змішування компонентів суміші в процесі віброекструзії фібробетону в каналах різної форми і зроблений порівняльний аналіз якості змішування. Наведені рекомендації щодо проектування віброекструдерів, що змішують.

It was considered laminar convective mixing in the mixing process vibroextrusion fiber –reinforced concrete in the channels of different shapes and the comparative analysis of the quality of mixing. Provides guidelines for designing mixing vibroextruder.

Ключові слова: віброекструзія, фібробетон, змішування, дозатор-живильник.

Метою статті є удосконалення процесу віброекструзійного змішування фібр з цементно-піщаним розчином на основі аналізу результатів попередніх досліджень.

Вступ

Спосіб віброекструзії фібробетону, який був розроблений у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут», дозволяє здійснювати виробництво тонкостінних будівельних виробів з повною або частковою заміною металевої арматури на будь-яку фіброву. При цьому виключається грудкування чи руйнування фібр при змішуванні і формуванні, підвищується ефективність використання фібр за рахунок можливості їх орієнтування у виробі.

Процес змішування компонентів суміші є важливим етапом у виготовленні будь-яких композицій і впливає на фізико-механічні властивості і зовнішній вигляд виробів, що формуються. Умова макрооднорідності суміші у віброекструзійній технології забезпечується розподілом і змочуванням фібр у тонкому шарі розчину перед змішуванням. Традиційним пристроєм для отримання тонкого шару розчину у віброекструзійній технології є дозатор-живильник для безперервної подачі на транспортерну стрічку декількох суцільних джгутів розчину вкупі з вібростолом. При проходженні стрічки по поверхні вібростолу джгути розчину розтікаються по всій ширині транспортерної стрічки, утворюючи рівномірний тонкий шар.

При віброекструзії фібробетонних виробів має місце ламінарне конвективне змішування, кількісним критерієм якого є сумарна деформація зсуву. Вадодою ламінарного конвективного змішування є нерівномірність зсувних деформацій у всьому об'ємі матеріалу. При цьому змішувальний ефект у центральних частинах будь-якого каналу залишається низьким через те, що деформації зсуву γ в цих місцях наближаються до нуля.

Конструкції дозаторів-живильників цементно-піщаного розчину

Останнім часом були запропоновані конструкції, які містять направляючі канали у нижній частині дозатора-живильника [1, 2]. В результаті цього покращується якість цементно-піщаних джгутів, тому що формування їх здійснюється поступово при проходженні розчином каналів, а не у вирізах стінки дозатора-живильника.

У нижній частині удосконаленого дозатора-живильника розчину [1] жорстко закріплюються направляючі канали у вигляді зрізаних пірамід. Процес течії у таких каналах можна описати запропонованими раніше формулами [3, 4]. Для перевірки адекватності цих двох методик розрахунку були проведені експериментальні дослідження, побудовано графічні залежності зміни відносної швидкості руху цементно-піщаного розчину $u_{\text{ср}}/u_{\text{срmax}}$ у перерізі каналу (рисунок 1, 2) залежно від кута нахилу напрямку руху Φ до вертикалі. Експериментальні значення нанесені на теоретичні криві. Похибка вимірювання швидкості руху експериментальної рідини становить 5,47 %.

Проведені експерименти підтвердили теорію плинності цементно-піщаного розчину. Відносна похибка при цьому складає 4,79 %, 12,39 % та 5,15 %, 9,21 %, відповідно, для першого [3] і другого [4] випадків розрахунку.

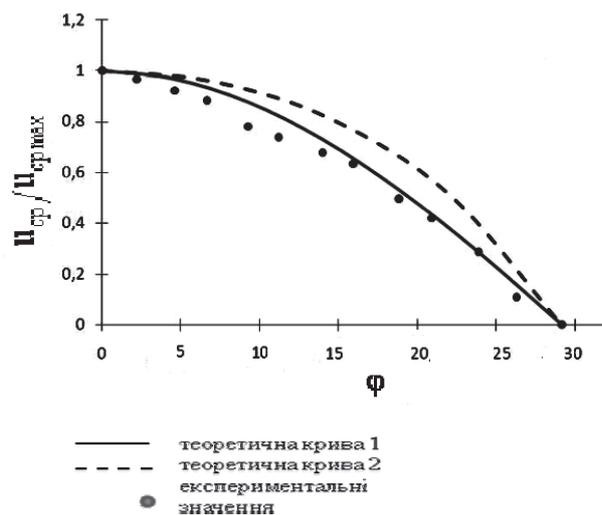


Рис. 1 – Розподіл відносних швидкостей на однаковій відстані від пари плоских поверхонь

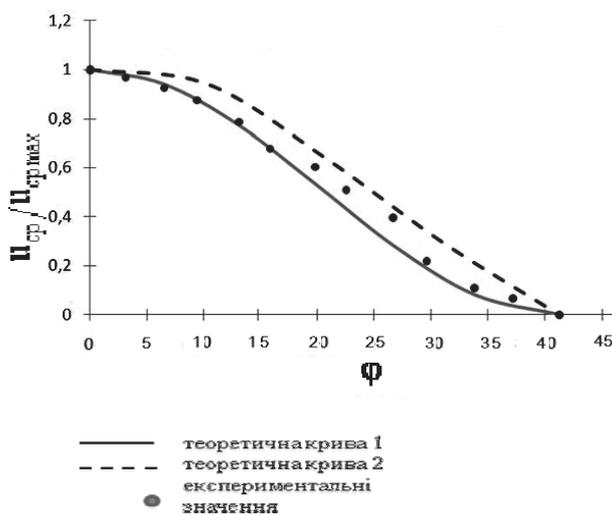


Рис. 2 – Розподіл відносних швидкостей по діагоналі пірамідального каналу квадратного поперечного перерізу

В іншому дозаторі-живильнику [2] направляючі канали також поступово звужуються у напрямку виходу, але мають вихідний переріз і вирізи на нижніх крайках каналів у вигляді півкіл. На відміну від попередньої конструкції «джгути» розчину звужуються до гори і їх розтікання по ширині вітки стрічкового транспортера здійснюється більш рівномірно, за рахунок чого покращується якість шару розчину і зменшується час повного розтікання. Відмінністю направляючих каналів цього дозатора-живильника є ще те, що по довжині вони змінюють свою конфігурацію. На цей час поки ще не існує формул для опису течії цементно-піщаного розчину в таких каналах.

Удосконалення віброекструдера для змішування компонентів суміші.

Вплив форми каналів бункера віброекструдера на рівномірність змішування можна проаналізувати за допомогою функції розподілу деформацій $F(\gamma)$ [5]. Залежності $F(\gamma)$ від відносної деформації зсуву $\frac{\gamma}{\bar{\gamma}}$ подані на рисунку 3.

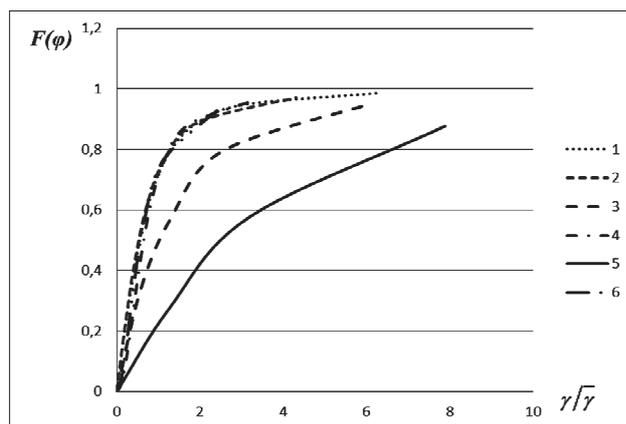


Рис. 3 – Залежності функції розподілу деформацій $F(\gamma)$ від відносної деформації зсуву $\frac{\gamma}{\bar{\gamma}}$ для: плоского симетричного каналу, який звужується (1); плоско-паралельного каналу (2); плоского несиметричного каналу, який звужується (одна стінка вертикальна) (3); конічного каналу (4); кільцевого каналу (5); круглого каналу (6)

З рисунку 3 видно, що якість змішування набагато вище у кільцевому каналі (частка об'ємної витрати, що піддається деформації вище середнього рівня при цьому становить 0,795).

Через те, що необхідна сумарна деформація зсуву $\sum \bar{\gamma}$ для забезпечення якісного змішування залежить від геометрії каналів і їх кількості, складу суміші, а також від матеріалу і питомої поверхні фібр, тому при розробці нових конструкцій віброекструдерів необхідне проведення нескладних дослідів, які моделюють процес плинину суміші у каналах бункера віброекструдера.

Так, з урахуванням отриманих результатів авторами був спроектований віброекструдер для формування тонкостінних виробів, який містить паралельні кільцеві і конічні канали [6]. Таке конструктивне виконання забезпечує можливість рівномірної подачі фібробетону з віброекструдера-змішувача у формуючий віброекструдер і вирівнювання величини деформації зсуву у всьому об'ємі оброблюваної суміші, що покращує якість виробу, який формується.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Розроблені нові конструкції дозаторів-живильників цементно-піщаного розчину, які підвищують якість кінцевого продукту. Зроблений порівняльний аналіз процесу течії розчину у пірамідальному каналі за результатами теоретичних розрахунків і експерименту. Проведені експерименти підтвердили адекватність запропонованої теорії течії цементно-піщаного розчину.

Виконаний порівняльний аналіз процесу ламінарного конвективного змішування при віброекструзії фібробетону у шести каналах різного поперечного перерізу. Показано, що недоліком процесу у будь-якому каналі є нерівномірність деформацій зсуву у всьому об'ємі матеріалу.

Для сильно наповнених фібрами композицій необхідним є застосування декількох каналів, які спроможні забезпечити необхідну сумарну деформацію зсуву і перерозподіл суміші для вирівнювання зсувних деформацій у всьому об'ємі.

У подальших дослідженнях планується виконати математичний опис процесу течії розчину у каналах дозатора-живильника з вихідним перерізом у вигляді півкільця, а також особливості протікання процесу змішування компонентів визначених фібробетонних сумішей у каналах іншої конфігурації.

Література

1. Пат. 54489 Україна, МПК (2009) B28B 13/00. Пристрій для одержання шару цементно-піщаного розчину / Андреев І.А., Смірнова К.О.; заявник і патентовласник вони ж. – № u201006014; заявл. 18.05.2010; опубл. 10.11.2010, бюл. № 21.
2. Пат. 69438 Україна, МПК (2012.01) B28B 13/00. Пристрій для одержання шару цементно-піщаного розчину / Андреев І.А., Валуйскова С.С.; заявник і патентовласник вони ж. – № u201112885; заявл. 02.11.2011; опубл. 25.04.2012, бюл. № 8.
3. Андреев І.А. Плин розчину в каналах дозатора-живильника віброекструзійної установки / І.А. Андреев, К.О. Смірнова // Вісник НТУУ «КПІ», серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2010. – №2. – С. 17-20.

4. Воронін Л.Г. Розрахунок плинущої цементно-піщаної розчину в каналах дозатора-живильника віброструйної установки / Л.Г. Воронін, І. А. Андреев, К.О. Смірнова // *Кераміка: наука и жизнь*. – 2011. – №1(11). – С. 49-53.
5. Андреев І.А. Ефективність змішування компонентів суміші при віброструйній фібробетоні установки / І.А. Андреев, Г.Ю. Ан // „Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання”. Збірник тез доповідей II міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (01-04 квітня 2012 р., м. Київ, Україна). – 2012. – С. 40-41.
6. Висновок № 8504/ЗУ/12 про видачу пат. України від 20.04.2012, МПК (2011.01) B28B 13/00. Віброструйний дозатор для змішування фібробетонних сумішей / Андреев І.А., Ан Г.Ю.; заявник і патентовласник вони ж. – № u201112883; заявл. 02.11.2011.

УДК 66.021

ВПЛИВ ДИНАМІКИ РУХУ ДИСПЕРСНОЇ ФАЗИ НА РОЗМІРИ ГРАНУЛЯЦІЙНИХ ВЕЖ

Артюхов А.Є., канд. техн. наук, доцент, Демченко А.М., студент,
Сумський державний університет, м. Суми

Проведено опис динаміки руху дисперсної фази у грануляційній вежі під дією висхідного потоку повітря. Оцінено вплив силових факторів на дисперсну фазу та визначено умови її рівноваги, деформування і дроблення під час польоту. Наведено результати розрахунку граничних умов рівноваги дисперсної фази.

The dynamics description of the dispersed phase motion in the granulation tower under upward air flow are worked out. The influence of power factors on dispersed phase was evaluated and the conditions of its equilibrium, deformation and fragmentation during flight were defined. The calculating results of boundary conditions of dispersed phase equilibrium are presented.

Ключові слова: динаміка, рівновага, дисперсна фаза, грануляційна вежа

Одним з найбільш розповсюджених методів одержання гранульованого продукту для використання в якості мінеральних добрив і вибухових речовин в гірничодобувній галузі є застосування грануляційних веж [1]. Такий метод забезпечує високу продуктивність по готовому продукту та його необхідні якісні показники. Розбрикування розплаву у вільній об'єм з подальшим охолодженням і кристалізацією крапель у зустрічному потоці повітря здійснюється в залізобетонних або металевих грануляційних вежах, висота яких досягає 100 м. Враховуючи, що комплекси для одержання гранульованої продукції таким способом були споруджені в 60-70-х роках минулого століття, актуальною постає проблема створення нових грануляційних веж зі зниженою висотою польоту гранул [2].

Визначний вплив на висоту грануляційної вежі чинить динаміка руху дисперсної фази та кінетика її охолодження та кристалізації. Від характеру руху краплі розплаву після вильоту з гранулятора, на початковому етапі її переміщення вздовж вертикальної осі грануляційної вежі, а також впродовж польоту охолодженої гранули після кристалізації верхніх шарів краплі розплаву залежить висота грануляційної вежі. При цьому потрібно враховувати, що під час польоту дисперсна фаза повинна зберігати сферичну форму і не руйнуватись впродовж всього часу перебування в грануляційній вежі.

Дослідження динаміки руху суцільної фази в об'ємі грануляційної вежі становить інтерес з точки зору можливості зменшення висоти її падіння, і як наслідок, зменшення загальної висоти грануляційної вежі.

Об'єкт дослідження – грануляційні вежі у виробництві мінеральних добрив і гранул для потреб гірничодобувної галузі промисловості.

Предмет дослідження – динаміка руху дисперсної фази в робочому об'ємі грануляційної вежі.

Завданням представленої роботи є комплексне вивчення динаміки руху дисперсної фази з метою визначення умов початку її деформації «підвисання» у зустрічному потоці повітря. Вирішення цієї задачі дозволить підібрати такий гідродинамічний режим руху дисперсної фази, при якому стає можливим проведення в повній мірі процесу її кристалізації й охолодження при зменшенні вертикальної складової переміщення.

Вирішення поставленого завдання стає можливим при проведенні теоретичного аналізу механізмів впливу на краплю зовнішніх сил, які призводять до зміни її форми і дроблення.