

4. Ramesh, G., Prabhu, N.K., “Review of Thermo-physical Properties, Wetting and Heat Transfer Characteristics of Nanofluids and their Applicability in Industrial Quench Heat Treatment”, *Nanoscale Res. Lett.*, Vol. 6, No. 1, 2011, pp. 334–349.
5. Moore, D., “Safer Liquid Quenchants”, *Heat Treating Progress*, Vol. 1, 2001, pp. 29–33.
6. Kobasko, N. I., Batista, A. A., Jr., Canale, L.C.F., Totten, G.E., Dobryvechir, V.V., “Cooling Capacity of Coconut Oil, Palm Oil, and a Commercial Petroleum Oil by Solving the Heat Conductivity Inverse Problem”, *Materials Performance and Characterization*, Vol. 2, No. 1, 2013, pp. 1–21.
7. Dolinsky A.A., Moskalenko A.A., Grabova T.L., Kobasko N.I., Logvinenko P.N. Cooling Intensity of Micro- and Nanofluids to Be Used as a Quenchant for Hardening of Steel Parts and Tools // *Proceeding of the 4th WSeaS International Conference on Fluid Mechanics and Heat & Mass Transfer (FLUIDSHEAT '13)*, Dubrovnik, Croatia, June 25-27, 2013, p. 88-93.
8. Долинский А.А., Грабов Л.Н., Москаленко А.А., Грабова Т.Л., Логвиненко П.Н. Исследование влияния дискретного энергетического воздействия на охлаждающую способность микро- и наножидкостей // *Промышленная теплотехника*. – 2013. – Т. 35, № 1. – С. 5-12.
9. Долинский А.А. Метод ДИВЭ в инновационных технологиях и теплообменном оборудовании / А.А. Долинский, Л.М. Грабов, Т.Л. Грабова // *Промышленная теплотехника*. – 2012. – Т. 34, № 3. – С. 18–30.
10. Moskalenko, A.A., Kobasko, N.I., Protsenko, L.N., Logvinenko, P.N. et. al., “Development of Methods and Equipment to Determine the Cooling Capacity of the Quenching Media”, *The Tenth Anniversary of the International Industrial Conference "Efficiency of Research, Resources and Industrial Potential in Modern Conditions" Slavsk*, 18-22 Feb., 2010, pp. 209–212.
11. ISO 9950:1995: Industrial Quenching Oils Determination of Cooling Characteristics–Nickel-Alloy Probe Test Method, International Standard, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1995.
12. ASTM D6200: Standard Test Method for Determination of Cooling Characteristics of Quench Oils by Cooling Curve Analysis, Annual Book of ASTM Standards, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2007.
13. ASTM D6200-01. Standard Test Method for Determination of Cooling Characteristics of Quench Oils by Cooling Curve Analysis, 2001, p. 6.
14. Kobasko, N.I., Souza, E.C., Canale, L.C.F., Totten, G.E., “Vegetable Oil Quenchants: Calculation and Comparison of the Cooling Properties of a Series of Vegetable Oils”, *J. Mechanical Engineering*, Vol. 56, No. 2, 2010, pp. 131–142.
15. Kondratjev, G.M., *Thermal Measurements*, Mashgiz, Moscow, 1957, p. 240.

УДК 532.137: 666.97

ВІБРОЕКСТРУЗІЯ ФІБРОБЕТОННИХ ПЛИТ ПОКРИТТЯ

Воронін Л.Г., канд. техн. наук, Андрєєв І.А., канд. техн. наук,
Шмельова Д.Ю., студентка

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ

Встановлена можливість віброекструзійного виготовлення бетонних плит покриття, армованих базальтовими фібрами. Запропоновано метод розрахунку процесу ізотермічного, ламінарного плинку ньютонівської рідини в каналах складних поперечних перерізів. Визначено розміри каналу віброекструдера для формування базальтофіробетонних плит покриття.

The possibility of making concrete slabs vibroextrusion coating reinforced with basalt fiber. A method for calculating the isothermal process, laminar flow of a Newtonian fluid in the channels of complex cross-sections. The sizes of the channel forming vibroextruder basalt fibroconcrete cover plates.

Ключові слова: фіробетон, віброекструдер, бетон, плита покриття, базальтова фібра.

Вступ

Дисперсне армування бетону фібрами покращує його основні фізико-механічні характеристики і зменшує масу виробів порівняно з їх залізобетонними аналогами. Властивості базальтофіробетону дозволяють виготовляти з цього матеріалу різноманітні будівельні конструкції, які в наш час знаходять широке застосування.

Спеціально розроблений в НТУУ «КПІ» процес віброекструзії фібробетону забезпечує виробництво тонкостінних будівельних виробів з повною або частковою заміною металевої арматури на будь-яку фіброву (у тому числі і відходи виробництва). При цьому виключається грудкування чи руйнування фібр при змішуванні і формуванні, підвищується ефективність використання дисперсної арматури за рахунок можливості її орієнтування у виробі, підвищується густина кінцевого продукту і т. ін.

Постановка задачі

Задачею роботи є розробка процесу і обладнання для віброекструзії фібробетонних плит покриття.

Застосування і експериментальне виготовлення базальтофібробетонних плит покриття замість залізобетонних аналогів

Ребристі залізобетонні плити (рис. 1) використовують в основному для створення покриття промислових будов. При виготовленні таких плит використовують металеву арматуру, з якої роблять сітки потрібної форми й розмірів. Сітки укладають у форму, заливають бетоном і формують вироби під впливом вібрації. Такі плити мають великий попит, їх транспортування здійснюється звичайними тягачами с причепами і напівпричепами, що дозволяє швидко доставити їх на місце будування.

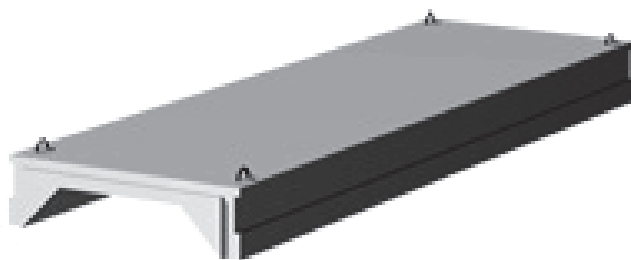


Рис. 1 – Плита ребриста залізобетонна 2ПГ6-3АтVт

Віброекструзійне виготовлення базальтофібробетонних виробів було відпрацьоване на дослідно-промисловій установці. Встановлена можливість виготовлення таких плит покриття замість аналогічних залізобетонних виробів 2ПГ6-3АтVт і визначені їх розміри (рис. 2). При цьому металева напружена арматура закладається тільки у ребрах плити [1]. Ефективність використання саме базальтових фібр, як найкращих з класу неметалевої дисперсної арматури підтвердили результати останніх дослідів, які були проведені в Інституті електрозварки ім. Е.О.Патона НАН України, НДІСК, КНУСА і закордоном [2].

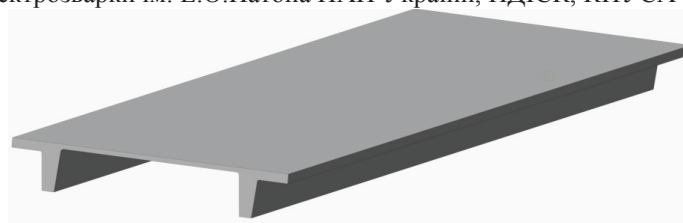


Рис. 2 – Базальтофібробетонна плита покриття

Характеристики плит покриття наведені у таблиці.

Таблиця – Габаритні розміри і маси плит покриття

| Найменування | Довжина, мм | Ширина, мм | Висота, мм | Маса, т |
|---|-------------|------------|------------|---------|
| Плита ребриста залізобетонна 2ПГ6-3АтVт | 5980 | 1490 | 300 | 1,5 |
| Плита базальтофібробетонна | 5980 | 1490 | 250 | 1,08 |

Випробування показали, що міцність виготовлених базальтофібробетонних плит покриття на руйнівне навантаження перевищує розрахункову у 1,4 рази. Але, після термовологої обробки на деяких плитах у тонкій стінці виявлялися пошкодження, які можна пояснити меншою швидкістю віброекструзії в цьому місці.

Математичний опис процесу

Для вирішення задачі плин у каналі скористаємося прямокутною системою координат (x, y, z) з напрямком руху вздовж осі z.

У випадку ламінарного ізотермічного плинущу нестисливої ньютонівської рідини у каналі довільного поперечного перерізу рівняння Нав'є-Стокса приймає наступний вигляд:

$$\Delta U_z = \frac{\partial^2 U_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_z}{\partial y^2} = \frac{1}{\mu} \frac{\partial p}{\partial z}. \quad (1)$$

де U – швидкість, м/с; μ – динамічна в'язкість рідини, Па·с; p – тиск, Па.

Для області з контуром криволінійної форми Γ :

$$U_z(x, y)|_{\Gamma} = 0. \quad (2)$$

Крайові умови задачі встановлені з припущення про нерухомість рідини біля стінок каналу.

Розв'язання задачі (1), (2) проводимо методом скінчених різниць. З цією метою введемо рівномірну по кожному напрямку різницьву сітку:

$$\bar{\omega} = \{x_i = (i-1)h; y_j = (j-1)l; i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k\},$$

де h і l – кроки сітки по координатам x і y .

На сітці $\bar{\omega}$ задачі (1), (2) поставимо у відповідність різницьві рівняння, апроксимуючи похідні скінчено-різницьвими співвідношеннями. Тоді в індексних позначеннях отримаємо:

$$\left[\frac{(U_{i-1,j} - 2U_{i,j} + U_{i+1,j})}{h^2} \right] + \left[\frac{(U_{i,j-1} - 2U_{i,j} + U_{i,j+1})}{l^2} \right] = \frac{1}{\mu} \frac{\partial p}{\partial z}; \quad (3)$$

$$U_{i,j}|_{\Gamma} = 0. \quad (4)$$

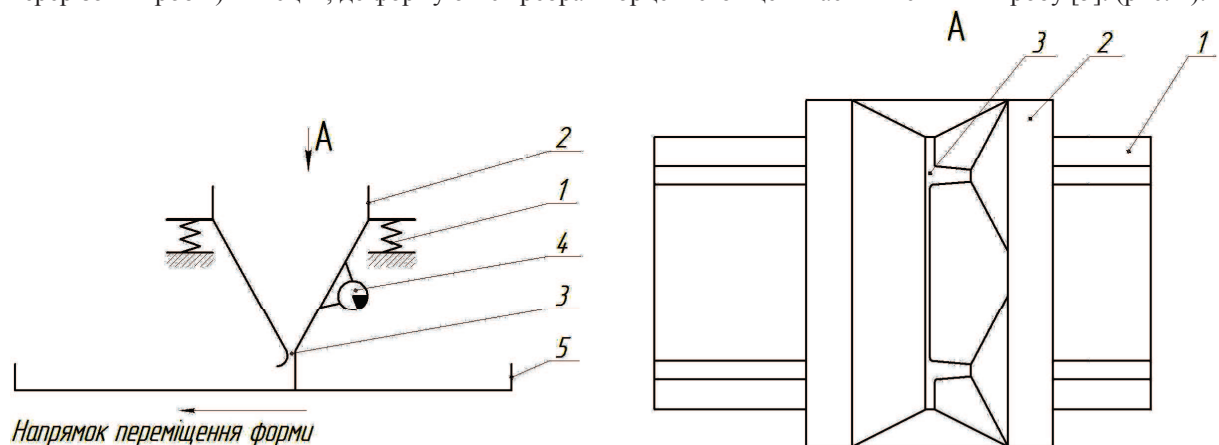
У випадку області довільної форми накладаємо умову, що лінії сітки, які паралельні осі y , можуть перетинати границю Γ тільки у двох точках. Тоді систему алгебраїчних рівнянь (3), (4) можна розв'язати методом блочної ітерації із застосуванням прогонки по рядку [3].

Практичне застосування запропонованого методу розрахунку

Для унеможливлення появи пошкоджень у тонкій стінці плит покриття було запропоновано живий переріз роздавального вікна зменшити в місцях, де формуються ребра і торцеві стовщені частини виробу порівняно з відповідними ділянками поперечного перерізу плит покриття. При цьому необхідно було забезпечити однакову продуктивність різних ділянок роздавального вікна (місце формування робер, торцевих стовщених частин стінки і середньої частини стінки плит), що припадають на одиницю відповідних площ поперечного перерізу виробів, які формуються.

Геометрія каналу віброекструдера була визначена в результаті використання запропонованого методу розрахунку. При цьому вважалось, що фібробетонна суміш у вібраційному полі є псевдоньютонівською системою [4], а плин – ізотермічний і ламінарний.

За результатами виконаних досліджень запропонована конструкція віброекструдера для виготовлення плит покриття, в якому живий переріз роздавального вікна звужений (порівняно з поперечним перерізом виробів) в місцях, де формуються ребра і торцеві стовщені частини стінки виробу [5]. (рис. 4).



1 – пружні опори; 2 – бункер; 3 – роздавальне вікно; 4 – збудник коливань; 5 – форма.

Рис. 4 – Віброекструдер для формування фібробетонних плит покриття

Висновки і перспективи подальших досліджень. Встановлена можливість віброекструзійного виготовлення бетонних плит покриття, армованих базальтовими фібрами.

Запропонований метод розрахунку може застосовуватися для опису процесу ізотермічного, ламінарного плинну будь-якої суміші, які являють собою псевдоньютонівські системи, в каналах складних поперечних перерізів.

У подальших дослідженнях планується розглянути особливості процесу віброекструзійного формування фібробетонних виробів іншої конфігурації.

Література

1. Андреев І.А. Виготовлення фібробетонних плит покриття / І.А.Андреев, Д.Ю.Шмельова // Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання: V міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених (Київ, 20-23 листопада 2013 р.): тез. допов. – 2013.– С. 33-34.
2. Влияние материала фибры на эксплуатационные свойства бетонов // Будівельний журнал. – 2012. – № 7-8 (82-83). С. 61-62.
3. Демидович Б.П. Численные методы анализа / Б.П. Демидович, И.А.Марон, Э.З.Шувалова. – М.: Наука, 1967. – 368 с.
4. Андреев И.А. Вискозиметр для виброэкструзируемого фибробетона / И.А.Андреев, П.Н. Магазий // Хим. машиностроение: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – 1987.– Вып. 45.– С. 95-99.
5. Заявка на пат. України № u201402784 від 19.03.2014, МПК (2014.01) B28B 13/00. Віброекструдер для формування фібробетонних плит покриття / Андреев І.А., Воронін Л.Г., Шмельова Д.Ю.

УДК 678.027

РЕСУРСО-ЕНЕРГООЩАДНИЙ ПРОЦЕС ЕКСТРУЗІЇ НА КАСКАДНОМУ ДИСКОВО-ШЕСТЕРЕННОМУ ЕКСТРУДЕРІ

Мітусов Р.О., магістрант, Швед М.П., канд. техн. наук, доц., Швед Д.М., інж.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

Проведено аналіз каскадних схем екструзії, дозуючого шестеренного насосу і його продуктивності. Проаналізовано вплив опору зазорів шестеренного насосу на точність дозування.

Analysis of cascade extrusion schemes, gear pump and his productivity have been done. The affect the accuracy of dosing by the clearance resistance have been analyzed.

Ключові слова: екструзія, каскадний екструдер, продуктивність, точність дозування.

Постановка проблеми

На сьогоднішній день широкого розповсюдження отримали одночерв'ячні екструдери в яких процеси завантаження, плавлення, гомогенізації, створення тиску та дозування виконуються одним робочим органом – черв'яком. Його геометрія найкраще підходить для якогось одного полімеру, а для переробки інших він працює зі зниженою продуктивністю, яка сягає 45-75 % [1].

Для підвищення ефективності переробки полімерних матеріалів, коли необхідно забезпечити підвищену пластифікацію і змішування, введення добавок, фарбування, переробку композиційних матеріалів часто використовують каскадні схеми екструзії, де вищезгадані процеси розділено на окремі операції з автономним керуванням. Каскадні установки порівняно з традиційними черв'ячними екструдерами мають кращі питомі показники і більш широку номенклатуру матеріалів, що перероблюються. Технологія багатостадійної екструзії використовується фірмами :Battenfeld, Barmag(Німеччина), Buss (Швейцарія і іншими).[2,3]

Аналіз одночерв'ячних каскадних екструдерів, коли за створення тиску та дозування відповідає в'язкісний черв'ячний насос показав, що такий насос дуже чутливий навіть до незначної зміни опору формуючого інструменту при цьому відбувається пульсація продуктивності, що призводить до збільшення допуску на геометричні розміри виробів і, як наслідок, до перевитрат сировини і енергії.

Мета

Створення ресурсо-енергоощадної каскадної схеми екструзії та відповідного обладнання.

Викладення основного матеріалу

Використання каскадних установок дозволяє встановлювати раціональні режими роботи окремих операцій або їх груп при якісному веденні всього технологічного процесу.

Розмежування операцій дає змогу більш точно корегувати і більш просто досягати оптимальних режимів роботи. При створенні таких екструдерів необхідно вирішувати ряд наступних задач :