

ХІМІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

УДК 532.137: 666.97

АНДРЕЄВ І. А., к. т. н., доц.; ГАЙДІН Є. М., магістрант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ВІБРОЕКСТРУЗІЙНЕ ФОРМУВАННЯ ПЛОСКИХ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ З ПІДВИЩЕНОЮ ПОЗДОВЖНЬОЮ ОРІЄНТАЦІЄЮ ФІБР

Для виготовлення якісних фібробетонних плоских плит авторами була запропонована нова конструкція віброекструдера з направляючим пристроєм у вигляді дельтоїда. Удосконалений апарат дозволяє використовувати фібробетонні суміші різних складів, досягаючи при цьому переважно поздовжньої орієнтації фібр у всьому виробі. Запропонована методика розрахунку степені орієнтування фібр при плинні фібробетонної суміші в каналі бункера віброекструдера і у готовому плоскому виробі. Визначено вплив геометрії формуючого каналу на розташування дисперсної арматури у виробі. Розроблено програму і надано результати розрахунку розташування фібр у плоскій плиті товщиною 40 мм. Результати роботи передбачається використовувати при проектуванні нового віброекструзійного обладнання для виготовлення фібробетонних виробів.

Ключові слова: віброекструзія, фібробетон, орієнтація фібр.

DOI: 10.20535/2306-1626.1.2018.143345

© Андреев И. А., Гайдін Є. М., 2018.

Вступ. В процесі віброекструзії здійснюється природне орієнтування фібр вздовж осі формування за рахунок зсувних деформацій, які виникають при плинні суміші в каналі бункера віброекструдера. Але така орієнтація дисперсної арматури різниться по перерізу виробів, пропорційна сумарним деформаціям зсуву і залежить від розмірів і конструкції формуючого обладнання.

Ефективність дисперсного армування збільшується при направленій орієнтації фібр уздовж діючих зусиль у виробі. Для забезпечення переважно поздовжньої орієнтації фібр у плоскому виробі авторами було запропоновано віброекструдер виконувати зі спеціальним направляючим пристроєм [1]. Удосконалений віброекструдер містить бункер 1 з похилими плоскими стінками 2, які своїми нижніми ділянками 3 утворюють роздавальне вікно 4, закріпленій на бункері 1 збуджувач коливань 5, а також змонтований в бункері 1 направляючий пристрій 6, який у поздовжньому перерізі має вигляд дельтоїда. Верхня і нижня пари плоских стінок направляючого пристрою 6 утворюють з похилими плоскими стінками 2 бункера 1 дві пари симетричних каналів (рис. 1).

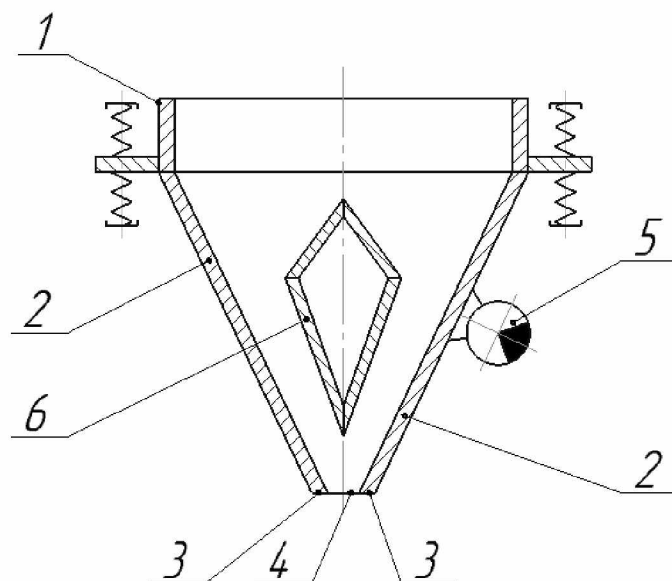
Цілі статті. Задачею статті є представлення основних результатів теоретичних досліджень процесу орієнтування фібр при віброекструзії плоских фібробетонних виробів в удосконаленому віброекструдері.

Математичний опис процесу орієнтування фібр при віброекструзії. При розгляді процесу віброекструзії враховуємо, що вібруючі фібробетонні суміші являють собою псевдоньютонівські системи [2].

В процесі віброекструзії фібробетонна суміш послідовно проходить чотири зони (рис. 2), де канали довжиною l_i відрізняються за своєю формою. В першій, третій і четвертій зонах здійснюється плин між плоскими збіжними нерухомими стінками, а у другій – в плоскій щілині, який можна розглядати як плоский пузайлевий плин.

Висота шару суміші у бункері при віброекструзії підтримується постійною. Вважається, що на поверхні суміші у бункері фібри розташовані горизонтально. За напрямком плин суміші у 1, 2 і 4 каналах приймаються прямі, які проходять через точки перетину продовжень похилих стінок каналів. Конструктивно приймаємо для 3 зони нахил нижньої частини направляючого пристрою таким же, як і нахил стінок бункера віброекструдера.

Для розрахунку орієнтування фібр при плинні суміші у 1, 2 і 4 зонах скористаємось отриманою раніше формулою для визначення кута нахилу фібр β відносно осі плин у результаті проходження сумішшю плоского каналу, що звужується [3]:



1 – бункер, 2 – плоскі похилі стінки, 3 – нижні ділянки стінок, 4 – роздавальне вікно, 5 – збуджувач коливань, 6 – направляючий пристрій

Рис. 1 – Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів (поздовжній розріз)

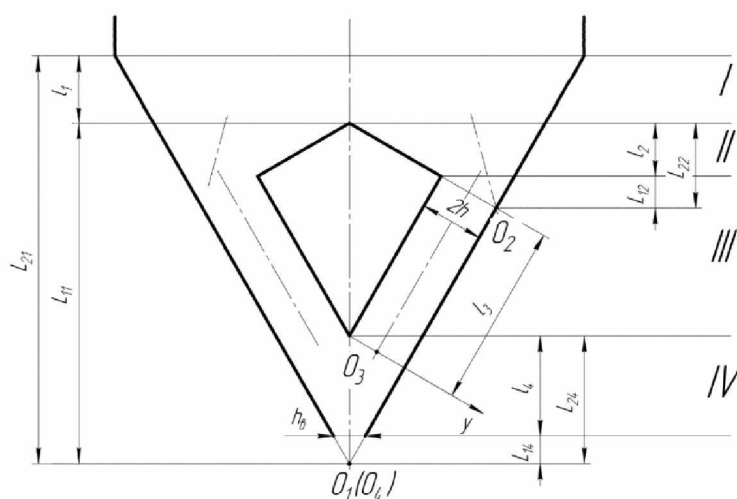


Рис. 2 – Розрахункова схема процесу плинущі суміші у каналах бункера віброекструдера

$$\beta_i = \operatorname{arccctg} \left| \frac{2 \sin 2\varphi (L_{2i} - L_{1i})^2}{L_{1i} L_{2i} (\cos 2\varphi_i - \cos 2\varphi_0) \ln \frac{L_{2i}}{L_{1i}}} \right|,$$

де L_{1i} - відстань від початку координат до вихідного зрізу каналу, м; $L_{2i} - L_{1i} = l_i$ - довжина каналу, м; φ_0 - кут нахилу стінки каналу до вертикалі, рад; φ_i - поточний кут, рад; i - номер каналу.

Кут нахилу фібр α_3 відносно осі формування в результаті проходження сумішню плоского каналу, що звужується:

$$\alpha_i = \beta_i + \varphi_i.$$

Кут нахилу фібр α_3 відносно осі плин у результаті проходження сумішню плоскої щілині шириною $2h$ довжиною l (3 зона) визначається за формулою [4]:

$$\alpha_3 = \operatorname{arccctg} \left| \frac{2yl_3}{h^2 - y^2} \right|,$$

Розглянемо праву частину симетричного бункера віброекструдера.

При проходженні сумішню 1 зони фібри будуть розвертатися проти годинникової стрілки на кут $90^\circ - \varphi_1 - \beta_1$, але не більше ніж $90^\circ - \varphi_1$ і найбільший розворот буде біля стінки бункера, де деформація зсуву максимальна: $\alpha_1 = \varphi_{01} = 30^\circ$ (рис. 3). По осі бункера віброекструдера ($\varphi_1 = 0^\circ$) деформація зсуву дорівнює 0, фібри розвертатися не будуть і тому кут $\alpha_1 = 90^\circ$. На виході з першої зони при $0^\circ < \varphi_1 < \varphi_0$ кут нахилу фібр до осі формування $\alpha_1 = \beta_1 + \varphi_1$.

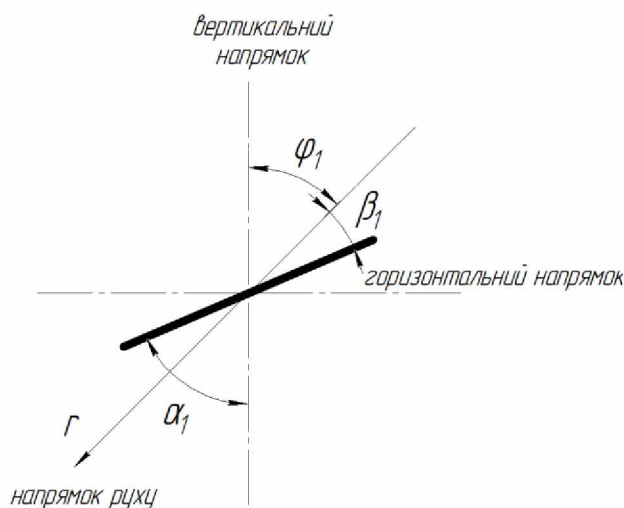


Рис. 3 – Положення фібр після проходження першої зони ($0^\circ < \varphi_1 < \varphi_0$)

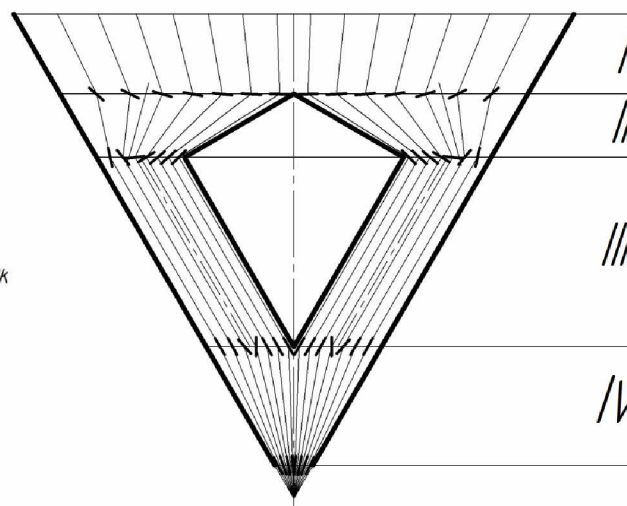


Рис. 4 – Розташування фібр в процесі формування виробу у запропонованому віброекструдері

У 2 і 3 зонах треба враховувати що фібри при плинні суміші будуть розвертатися на кут $90^\circ - \varphi_i - \beta_i$ за або проти годинникової стрілки залежно від їх розташування відносно середньої лінії. У 4 зоні розворот фібр при плинні фібробетонної суміші буде здійснюватися проти годинникової стрілки. В лівій частині бункера віброекструдера фібри при плинні суміші будуть розвертатися у протилежний бік симетрично осі бункера.

Аналіз виконаних розрахунків і рекомендації. Запропонована конструкція віброекструдера дозволяє здійснити переважно поздовжню орієнтацію дисперсної арматури у плоских виробках.

Зміна ступеня орієнтування здійснюється зміною геометрії каналів бункера віброекструдера.

За наведеною вище методикою була розроблена програма розрахунку, яка дозволяє спостерігати розворот фібр при плинні суміші в віброекструдері залежно від геометрії його каналів.

Для випадку формування плоского фібробетонного виробу товщиною 40 мм був спроектований віброекструдер, який забезпечує орієнтацію фібр у виробі близьку до поздовжньої (середній по товщині кут відхилення від поздовжнього положення складає близько ...°). Розташування фібр всередині і на виході з віброекструдера подано на рисунку 4.

Результати роботи передбачається використовувати при проектуванні нового віброекструзійного обладнання для формування дисперсноармованих виробів.

У подальших дослідженнях за цією темою планується розглянути особливості протікання віброекструзійного процесу при формуванні виробів іншої конфігурації.

Список використаної літератури

1. Патент України на корисну модель № 123183. Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів / авт. винах. Андреев І. А., Гайдін Є. М. – опубл. у бюл. 12.02.2018, № 3, МПК (2017) В28В 13/00.
2. Андреев И. А. Вискозиметр для виброэкструдированного фибробетона / И. А. Андреев, П. Н. Магазий // Хим. машиностроение: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – 1987.– Вып. 45.– С. 95-99.
3. Андреев І. А. Ефективність дисперсного армування при віброекструзії фібробетону / І. А. Андреев, В. В. Фурманська // Вісник національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, серія „Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження”. – 2008. – №1. – С. 19-22.
4. Андреев І. А. Орієнтування дисперсної арматури під час плинку фібробетонної суміші в каналах бункера віброекструдера / І. А. Андреев, М. Т. Довжик // Вісник національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, серія „Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження”. – 2009. – №1 (3). – С. 29-32.

Надійшла до редакції 31.05.2018

Andreiev I. A., Haidin Ye. M.

VIBRATION EXTRUSION OF FLAT FIBER-REINFORCED CONCRETE PRODUCTS WITH MAINLY LONGITUDINAL ORIENTATION OF FIBERS

For the production of high-quality fiber-reinforced concrete slabs, the authors proposed a new design of the vibration extruder with a guide device in the form of a deltoid. The improved device allows the use of fibrous concrete mixes of different compositions, thus achieving mainly longitudinal orientation of fibers throughout the product. The technique of calculating the degree of orientation of fibers during the flow of fibro concrete mix in the channel of the vibration extruder bunker and in the finished flat product is proposed. The influence of the geometry of the forming channel on the location of the disperse fittings in the product is determined. The program was developed and the results of calculating the location of fibers in a flat plate with a thickness of 40 mm are given. The results of the work are supposed to be used when designing a new vibration extrusion equipment for the manufacture of fiber-reinforced concrete products.

Keywords: vibration extrusion, fiber-reinforced concrete, the orientation of the fibers.

References

1. Patent of Ukraine for Utility Model № 123183. Vibration Extruder for the Formation of Flat Fiber Concrete Wares / Andreiev I. A., Haidin Ye. M. – 12.02.2018, № 3, IPC (2017) B28B 13/00.
2. Andreiev I. A. Viscometer for vibroextruded fibrous concrete / I. A. Andreiev, N. P. Mahazii // Chem. mechanical engineering: Rep. interd. scientific-techn. Sat. – 1987.– No. 45. – P. 95-99.
3. Andreiev I. A. Efficiency of disperse reinforcement during vibroextrusion of fiber concrete / I. A. Andreiev, V. V. Furmanska // Proceedings of the national technical university of ukraine “kyiv polytechnic institute”, a series of «Chemical engineering, ecology and resource saving». – 2008. – No. 1. – P. 19-22.
4. Andreiev I. A. The orientation of the disperse armature during the flow of fibro concrete mix in the channels of the vibration extruder / I. A. Andreiev, M. T. Dovzhyk // Proceedings of the national technical university of ukraine “kyiv polytechnic institute”, a series of «Chemical engineering, ecology and resource saving». – 2009. – No. 1 (3). – P. 29-32.