

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.

© 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, закріплений 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).

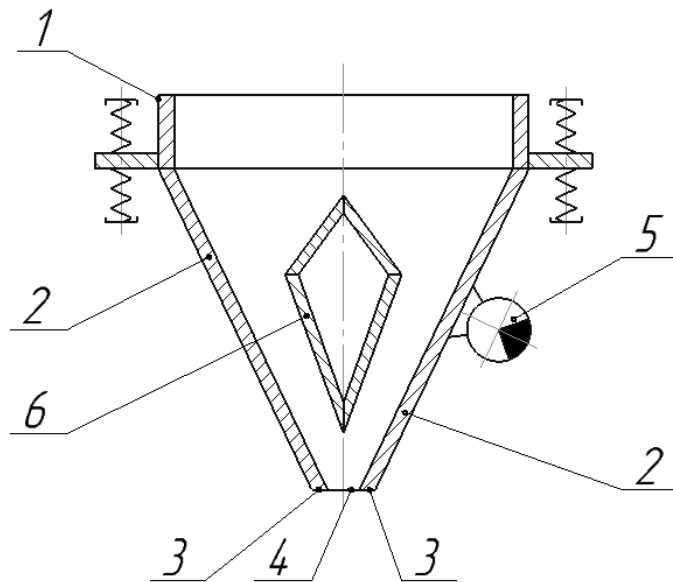
Цілі статті. Задачею статті є представлення основних результатів теоретичних досліджень процесу орієнтування фібр при віброекструзії плоских фібробетонних виробів в удосконаленому віброекструдері.

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 паузейлевий 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 звучується [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)

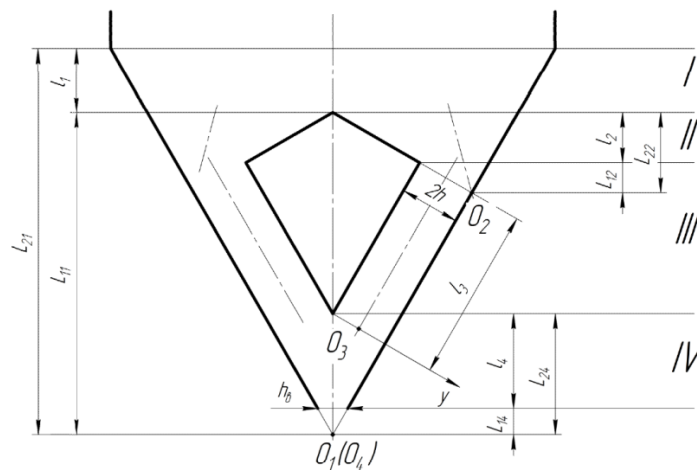


Рис. 2 – Розрахункова схема процесу плинусуміші у каналах бункера віброекструдера

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

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 сумішшю плоского каналу, що звужується:

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

Кут нахилу фібр α_3 відносно осі плинусуміші в результаті проходження сумішшю плоскої щілини 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 сумішшю 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 $\alpha_1 = \beta_1 + \varphi_1$.

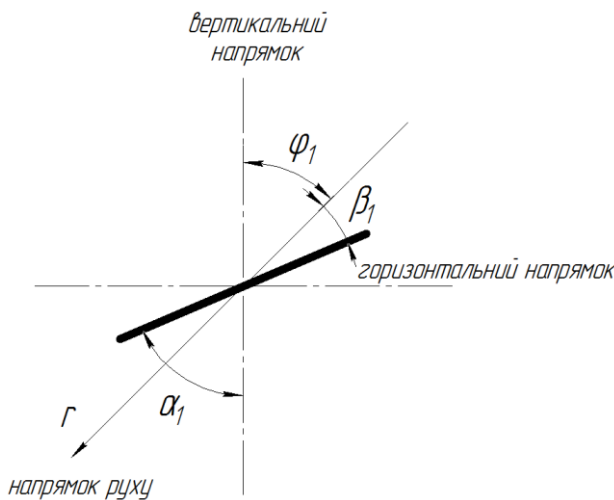


Рис. 3 – Положення фібр після проходження першої зони ($0^\circ < \varphi_1 < \varphi_0$)

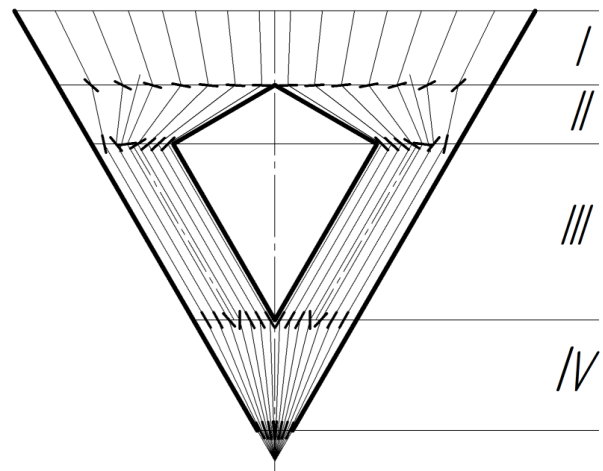


Рис. 4 – Розташування фібр в процесі формування виробу у запропонованому віброекструдері

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 виробах.

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 І. А. Вискозиметр для віброекструдированого фібробетона / І. 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 плину 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