

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ РОЗМІРІВ ГЛАДКИХ ФІБР ДЛЯ ФІБРОНАБРИЗКБЕТОННОГО КРІПЛЕННЯ

В сьогоденні умовах актуальним є питання зниження собівартості, енергоємності та трудомісткості кріплення виробок.

Перспективними в цьому напрямку є набризкбетонне кріплення армоване сталевими фібрами, яке дозволяє застосовувати несучу здатність приконтурного масиву, менш трудомістке та матеріаломістке.

Сучасна технологія фібронабрикбетону (ФНБ) використовується з 1970х років і добре зарекомендувала себе при вирішенні широкого спектру геотехнічних задач таких як: возведення обделок тунелів і кріплення підземних гірничих виробок, ремонт і посилення будівельних конструкцій, створення вибухостійких покриттів, забезпечення стійкості бортів кар'єрів, а також відкосів у дорожньому будівництві. Проте, не дивлячись на наведені переваги і високі експлуатаційні характеристики цього матеріалу, його максимальний потенціал досі не розкрито.

Ефективність ФНБ, який дозволяє застосовувати несучу здатність приконтурного масиву, наряду з традиційними видами кріплення підтверджується продуктивністю праці та меншою вартістю

Одним з сучасних напрямків застосування ФНБ є створення вибухостійкого покриття обделок тунелів, але як впливає форма та розміри різних фібр на міцність композиту та ударну в'язкість не зовсім зрозуміло.

Зі зменшенням діаметру і при постійному об'ємному вмісті фібр значно підвищується міцність композиту, що наглядно продемонстровано при застосування вуглецевих нанотрубок для створення ультра міцного фібробетону

Найпоширеніші на цей час для підземного використання є сталеві гачкуваті фібри діаметром від 0,6 до 1,0 мм, які дозволяють отримати високу міцність контактної зони на зсув, але зі зменшенням діаметру втрачають жорсткість, і, як наслідок, втрачають ефект анкерування. Тому, визначення розмірів гладких фібр, які будуть зміцнювати бетон таким же чином як і гачкуваті фібри, є актуальною задачею.

У якості критерію ефективності діаметру та довжини гладких сталевих фібр може виступати міцність на розтягування.

Беручи за основу модель розподілу напружень навколо фібри запропоновану Аутватером і враховуючи питому площу поверхні фібр, міцність цементного композиту на розтягування може бути розрахована за формулою

$$\sigma_p = 2 \cdot \Phi_j \cdot \tau \cdot \frac{l}{d} \cdot V_f + \sigma_m \cdot V_m,$$

де Φ_j – коефіцієнт армування, який враховує довжину та орієнтування фібр у просторі, наявність дефектів і взаємодію фібр між собою;

τ – міцність контактної зони на зсув;

σ_m і V_m – відповідно межа міцності та об'ємний вміст матриці;

l і d – відповідно довжина і діаметр фібр.

Для врахування обох механізмів роботи композита – без та з висмикуванням фібр, пропонується виконувати чисельне модулювання згідно алгоритму наведеного на рис. 1.

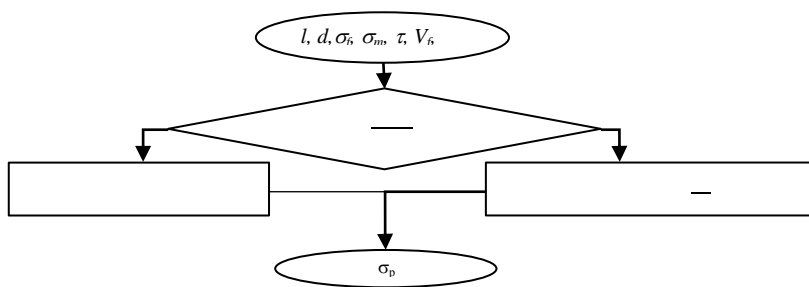


Рис. 1. Блок-схема для розрахунку міцності композиту на розтягування

Отже, зростання питомої площі поверхні фібр веде до зростання тертя, і, як наслідок, міцності на розтягання та ударної в'язкості. Для досягнення максимального ефекту армування ФНБ, діаметр гладких фібр повинен

зменшуватися. Це дозволить уникнути висмикування фібр під час навантаження і, таким чином, використати ефект армування максимально.

До технологічних чинників, що обмежують довжину фібр можна віднести:

- діаметр матеріального шлангу, який обмежується діаметром 50...60 мм;
- діаметром сопла, який коливається від 38 до 42 мм.

Для запобігання утворення пробок у матеріальному трубопроводі, відповідна максимальна довжина фібр не може перевищувати 60 % діаметра сопла і може коливатися від 23 до 25 мм.