

TECHNICAL SCIENCES

STRUCTURE AND PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS

СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Vitaliy Dorofyeyev¹

Hanna Zinchenko²

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-630-0-2>

Об'єкти нашого дослідження – композиційні будівельні матеріали і вироби із постійною змінною у часі структурою. Дослідженнями встановлено, що в поняття структури матеріалу входить як кристалічна решітка, так і дисперсні структури полікристалічного тіла, а також розповсюдження дефектів різного рівня. Будівельним матеріалам властива ієрархічна послідовність структурних рівнів. Під структурою композиційних будівельних матеріалів і виробів розуміють топологію об'єкта з фіксованими зв'язками між окремими структурними елементами будь-якого масштабового рівня. Для того, щоб описати поведінку двох і більше підсистем використовують складні моделі. Зазвичай складають два види моделей – фізичну і структурну. Фізична показує, які параметри визначають поведінку підсистеми. Структурна або графічна модель розкриває порядок розташування підсистем, дозволяє виявити прямі і оборотні зв'язки між ними і оцінити ймовірність реалізації того чи іншого рішення.

Таким чином, для опису структури об'єкта необхідно розробити її модель, що являє собою відображення об'єкта на рівні, що розглядається, з певними граничними умовами. Це дає можливість прийняти наступне визначення: структура являє собою модель об'єкту з визначеними сукупностями стійких зв'язків, що забезпечує цілісність його і тотожність самому собі.

В якості об'єкта розглянемо виріб, який повинен відповідати певним функціональним вимогам і забезпечувати такі для об'єктів, у склад яких він входить. Властивості виробу визначаються комплексом взаємодіючих між собою складових, що дозволяє уявити виріб як систему з багатьма

¹ Odesa Polytechnic National University, Ukraine

² Odesa Polytechnic National University, Ukraine

елементами, які знаходяться в певних взаємодіях і зв'язках один з одним і утворюючих цілісність і єдність.

Властивості виробів у значній мірі залежать від властивостей матеріалу, із якого вони виготовлені, і визначаються ними. Під властивостями в загальному випадку розуміють комплекс характеристик визначаючих споживче значення виробів із них [1, с. 165].

Експлуатаційні навантаження на виріб і конструкцію викликають у них розповсюдження деформацій і напружень, які сприймають і перерозподіляють між окремими структурними елементами матеріалу. Несуча здатність конструкції визначається здатністю матеріалу продовжувати виконувати свої функції в нових умовах.

Показано, що аналіз роботи матеріалу при дії експлуатаційних навантажень можна проводити як з позицій механіки неперервної середи (макромеханіки), так і з позицій представлення матеріалу у вигляді дискретних структурних елементів (мікромеханіки). Макромеханічні підходи полягли в основу розроблення методів випробувань (розмір і форма зразків при визначенні механічних характеристик матеріалів).

Для того, щоб описати механізми і умови формування середніх параметрів виходять із уявлень фізичної механіки, мікромеханіки і структурної механіки.

При виділенні структурних неоднорідностей необхідно виходити із спільності механізмів формування загального напружено-деформованого стану і умов рівноваги окремих частин конструкції.

Характер перерозподілу деформацій залежить від розташування, довжини і орієнтування тріщин і мікротріщин. В зв'язку з тим, що тріщини проходять етапи розвитку: від зародження, збільшення до необратимого росту магістральної тріщини, можна уявити, що усі рівні структурних неоднорідностей приймають участь в руйнуванні матеріалів і виробів.

Таким чином, структура конструкції містить у собі всі різновиди структур матеріалу і необхідно вивчати поведінку конструкції, як поліструктурної, за допомогою складних неоднорідних моделей. Фізичну модель композиційної будівельної конструкції можна уявити системою підмоделей.

На макорівні структуру конструкції можна уявити як структурний піделемент, який входить в систему більш складної конструкції (балка у системі багатоповерхової рами). Таке виділення дозволяє визначати ступінь впливу експлуатаційних навантажень [2, с. 366].

Структура конструкції декілька трансформується за рахунок реакції матеріалу підструктурних елементів на зовнішні впливи. При аналізі її на

макрорівні виходять із моделі матеріалу як безперервного середовища, яке має комплекс середніх фізико-механічних характеристик.

Аналіз поведінки (умов рівноваги, несуча здатність) при прийнятій моделі проводять із позицій суцільного середовища. У випадку появи і росту експлуатаційних тріщин застосовують методи механіки руйнування. При цьому модельне уявлення матеріалу як суцільного ізотропного чи анізотропного середовища не змінюється. Таким чином, на макрорівні структура конструкції представлена конструктивно-оформленим матеріалом, властивості якого характеризуються середніми параметрами якості і структурними піделементами у вигляді сталї арматури. Поява тріщин вносить до неї зміни за рахунок перерозподілу мікротріщин і структурних елементів, а також перерозподілу внутрішнього напружено-деформованого стану.

Характерні структури конструкції можна уявити, як підсистеми (підструктури) першого порядку у графічній моделі конструкції.

Формування макроструктури конструкції залежить від стійкості зв'язку між окремими структурними піделементами. Тому можна виділити в якості самостійної підструктури елемент, що забезпечує сумісність роботи двох різнорідних матеріалів – бетону і арматури.

У виділеному структурному елементі є особиста система внутрішніх зв'язків. На окремих ділянках можуть виникнути локальні деформації як в окремих зонах матеріалів, що контактують (бетону і арматури), так і в зоні їх контакту (в залежності від профілю арматури).

При аналізі цієї підструктури модельна уява про матеріал конструкції не змінюється.

Як бетон, так і сталі арматура представляється у вигляді суцільного середовища. В структуру конструкції можна ввести новий елемент – границю розділу матричного матеріалу (бетону) і арматури. Формування її залежить від рельєфу поверхні арматури, складу матричного матеріалу і режимів його твердіння. Під дією виникаючого поля деформацій змінюється структура і властивості матриці на границі розділу, що веде до зміни матеріалу як безперервного середовища. Можуть бути скоректовані такі параметри, як міцність зчеплення арматури з бетоном (адгезія), що не потребує перегляду роботи конструкції.

При появі в конструкції тріщин можна виділити два підходи до оцінки її несучої здатності. Традиційний шлях полягає в фіксації появи тріщин, визначення їх розмірів і внесення корективів в розрахункові схеми. Другий підхід полягає у використанні положень механіки руйнування. Задача зводиться до вивчення умов розвитку тріщин в гетерогенному матеріалі конструкції, при цьому основна увага приділяється концентрації напружень в гирлі магістральної тріщини. Використання механіки

руйнування при оцінці роботи композиційних будівельних матеріалів не змінює представлення матеріалу як суцільного середовища. Проведений аналіз методів розрахунку будівельних конструкцій не дозволив визначити методи, враховуючі гетерогенність матеріалу і її вплив на загальний і локальний напружено-деформований стан конструкції.

Широко представлені моделі структурних осередків композитів на рівні «розчинна частина-заповнювачі». Незалежно від виду моделей, розрахункових схем і призначення, виділили у безперервному матеріалі зони, які формують безперервність.

До них відносять границі розділу розчинної частини і заповнювачів для бетонів та матричного матеріалу і включень. На границях розділу виникає різка зміна властивостей матеріалу, взаємодія матричного матеріалу і включень приводить до формування поверхні розділу і до можливої зміни цілісності матриці. Все це дозволяє виділити у структурі конструкції дискретні структурні неоднорідності типу «матричний матеріал-заповнювачі».

Виділення такої структурної неоднорідності можливо при переході від моделі матеріалу як безперервного середовища до моделі матеріалу, що складається із дискретних структурних неоднорідностей. Перехід до дискретної (структурної) моделі потрібен при розкритті механізму формування структур матеріалів на будь-яких рівнях структурних неоднорідностей. Розуміння механізмів організації структури дає можливість управління ними з метою направленої зміни властивостей (середніх характеристик) матеріалу як безперервної середи.

Дискретна структура конструкції особливо наглядно проявляється на рівні структурної неоднорідності «дискретне в'язуче-дисперсійне середовище».

Таким чином структуру конструкції можна подати різними моделями, вид яких залежить від поставленої мети, аналізу і вивчення її поведінки при дії експлуатаційних навантажень, а також причин, які це пояснюють. При цьому моделі можуть бути розглянуті як для матеріалу суцільного середовища, так і для матеріалу дискретної (блочної) структури.

Список використаних джерел:

1. Дорофєєв В. С., Вировой В. М. Технологічна пошкодженість будівельних матеріалів і конструкцій. Одеса : Місто майстрів, 1998. С. 165.
2. Зінченко Г. І., Голофєєва М. О., Бураченко О. Д. Структуроутворення будівельних композитів на макрорівні / Abstracts of XXII International Scientific and Practical Conference «Modern scientific space and learning in special conditions», May 05 – 07, Toronto, Canada. – 2023. – С. 366-369.