

НАУКОВІ СЕМІНАРИ ФМІ НАН УКРАЇНИ

ПРОБЛЕМИ МЕХАНІКИ КРИХКОГО РУЙНУВАННЯ

(керівник – академік НАН України В. В. Панасюк)

У 2016 р. відбулося сім засідань семінару, на яких заслухано такі доповіді.

А. Є. Ліснічук. Прогнозування міцності та тріщиностійкості композитів на основі бетонної матриці. Сформульовано розрахункові моделі для прогнозування міцності за розтягу, стиску та тріщиностійкості композитів на основі цементної матриці і мікрволокон різної природи. Отримано аналітичні залежності міцності і тріщиностійкості матеріалу від механічних характеристик фаз, їх об'ємного вмісту, параметрів, які характеризують пористість матриці. Проаналізовано вплив пористості, тріщин у матеріалі та об'ємного вмісту армувальних волокон на службові характеристики композиту. Виявлено, що в окремих випадках мікротріщини на поверхнях поділу наповнювача з матрицею можуть нівелювати ефект зміцнення матриці від армування волокнами і навіть знизити міцність композиту на стиск.

В. П. Силованюк. Розроблення методів підвищення міцності та довговічності пошкоджених бетонів шляхом оптимізації властивостей ін'єкційних матеріалів. Побудовано теоретичні моделі для тіл із заповненими тріщинами, що дають можливість цілеспрямовано формувати склад композитних ін'єкційних матеріалів для досягнення необхідного зміцнення. Розроблено нові ін'єкційні матеріали для відновлення короткочасної та довготривалої міцності пошкоджених тріщинами елементів будівельних конструкцій. Виготовлено дослідні зразки та випробувано композитні ін'єкційні матеріали, щоб визначити їх реологічні та службові властивості. Виявлено високу ефективність композитних ін'єкційних матеріалів для відновлення робоздатності пошкоджених об'єктів тривалої експлуатації.

М. П. Саврук. Побудова розв'язків задач теорії пружності та механіки руйнування для ортотропних тіл з кутовими вирізами. Розроблено єдиний підхід до розв'язування плоских задач теорії пружності про концентрацію напружень біля гострих та закруглених кутових вирізів у пружному ортотропному та квазіортотропному тілах. Методом сингулярних інтегральних рівнянь вперше отримано залежності між коефіцієнтами концентрації та інтенсивності напружень для напівнескінченного кутового закругленого та гострого вирізів. Ефективність підходу проілюстровано під час визначення коефіцієнтів інтенсивності напружень у кутових вершинах межових розіркнених (ламані тріщини) та замкнених (ромбічні, лінзоподібні та інші гострокутні отвори) контурів.

О. П. Дацишин. Оцінювання довговічності елементів трибоз'єднань з урахуванням тріщиностійкості матеріалів, залишкових напружень і теплоутворення. У межах двостадійної моделі оцінювання контактної залишкової довговічності твердих тіл, підданих циклічному навантаженню, розвинуто методологію комп'ютерного дослідження поширення тріщин і утворення контактних-втомних пошкоджень, а також визначення контактної довговічності трибоз'єднань з урахуванням експлуатаційних параметрів з'єднань, характеристик циклічної тріщиностійкості матеріалів та поверхневих залишкових напружень. Отримано великий об'єм даних про залежності розмаху коефіцієнта інтенсивності напружень у циклі контакту $\Delta K_{II}(\beta)$, який контролює ріст тріщини за механізмом поперечного зсуву в зоні контакту, від кута орієнтації крайової тріщини (β), експлуатаційних параметрів системи "колесо-рейка" і, зокрема, залишкових напружень. Установлено характеристичний кут $\beta = \beta^*$ поширення зсувних крайових тріщин. Виявлено, що тріщини під цим кутом є як самостійними контактними-втомними пошкодженнями, так і основою формування таких типових дефектів,

як “риски”, “нора”, пітинг тощо. Аналогічні умови запропоновано для визначення кута, що формує “язичок фретингу” в елементах фретинг-пар. Побудовано траєкторії поширення підповерхневих тріщин та оцінено залишкову контактну довговічність деяких рейкових і колісних сталей для різних конфігурацій експлуатаційних параметрів у системі “колесо–рейка” і з урахуванням характеристик циклічної тріщиностійкості сталей на поперечний зсув та нормальний розрив. Побудовано криві контактної втоми (залежності кількості циклів кочення N_f від максимального значення контактного тиску p_0) за критерієм утворення відшарування на поверхнях кочення.

В. П. Силованюк. Розроблення принципів формування мікроструктури нових високоміцних композиційних матеріалів на основі бетону. Сформульовано розрахункові моделі для прогнозування міцності за розтягу і стиску з урахуванням тріщиностійкості композитів на основі цементної матриці. За концепцією δ_c -моделі механіки руйнування отримано аналітичну залежність для оцінювання міцності на розтяг композитів, сформованих на основі цементної матриці. Встановлено, що в об’ємі матриці оптимальний вміст базальтових волокон 2%. За результатами розрахунків і побудованими залежностями можна прогнозувати міцність та тріщиностійкість композитів на основі цементної матриці залежно від пористої структури матеріалу та властивостей армувальних волокон, формувати оптимальний вміст армувальних складників.

О. П. Остап. Оптимізація структурно-фазового стану і характеристик циклічної тріщиностійкості колісних сталей для зниження пошкоджуваності поверхні кочення високоміцних залізничних коліс. Запропоновано нову концепцію для розроблення сталей високоміцних залізничних коліс, яка враховує їх схильність до тріщиноутворення під час дії контактної втоми і термосилових експлуатаційних чинників, залежно від вмісту вуглецю у сталі. Констатовано, що для зменшення пошкоджуваності поверхні кочення таких коліс необхідно знизити вміст вуглецю з 0,63...0,67 до 0,50...0,55%. Розроблено новий комплексний критерій – діаграму експлуатаційної надійності колісних сталей, що поєднує підвищені характеристики зносотривкості і опору утворенню вищербин в умовах контактної втоми сталі. Виявлено, що кінетику пошкодження (пітингоутворенням або відшаруванням) поверхні кочення визначають характеристики циклічної тріщиностійкості колісних сталей за умов нормального відриву та поперечного зсуву. На підставі результатів про міцність, тріщиностійкість і опір контактній пошкодженості досліджених сталей для високоміцних залізничних коліс нового покоління рекомендовано колісну сталь з пониженим вмістом вуглецю (0,50...0,55%) та твердорозчинним і нітридним зміцненням внаслідок підвищеного вмісту легувальних елементів (до 1% Si і Mn кожного; до 0,17 V; до 0,013 N), а також створення бейнітно-мартенситної структури матриці запропонованим способом.

Я. Л. Іваницький. Розроблення методології визначення напружено-деформованого стану і діагностування шаруватих композитів за статичного і динамічного навантажень засобами спекл-метрології. Розроблено розрахунково-експериментальну методологію оцінювання напружено-деформованого стану шаруватого композиту під час контактної взаємодії з металічним елементом. Побудовано розподіл деформацій у зоні контакту з використанням методу цифрової кореляції зображень та визначено жорсткість закритого з’єднання і змінання отвору. Розроблено новий підхід до виявлення і локалізації внутрішніх дефектів і розшарувань у композитних матеріалах за оцінкою неоднорідності структури полів нормальних деформацій (ϵ_z) на досліджуваній ділянці поверхні методами електронної спекл-інтерферометрії. Запропоновано моделі для визначення спектра поперечних коливань (хвилі SH-типу) у з’єднанні пластини за наявності внутрішніх і міжфазних дефектів типу тріщин. Вперше побудовано залежності комплексних резонансних частот від геометричних та фізико-механічних характеристик з урахуванням через імпедансний параметр умов формування дефекту. Отримані результати дають змогу оптимізувати параметри прийнятно-передавальних вузлів сучасної діагностувальної апаратури.

М. Г. Стацюк