

ЗАХІДНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ І МОН УКРАЇНИ
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г. В. КАРПЕНКА НАН УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ „ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”
УКРАЇНСЬКЕ ТОВАРИСТВО З МЕХАНІКИ РУЙНУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ
НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ІМЕНІ ШЕВЧЕНКА
РЕДАКЦІЯ ЖУРНАЛУ „ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ”
РЕДАКЦІЯ ЖУРНАЛУ „МАШИНОЗНАВСТВО”

ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА РАЦІОНАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ, ВИГОТОВЛЕННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИНОБУДІВНИХ КОНСТРУКЦІЙ

1-а Міжнародна науково-технічна конференція

Присвячена 90-річчю Національної академії наук України

Праці конференції

22 — 24 жовтня 2008 р.
м. Львів

The model of driving wheel of main circulation pump, which will allow adequately to take into account the technological defects of construction, is offered in this work. The created model will allow to estimate the deformed state and also crack growth resistance of constructions at the dynamic loadings.

Виробництво спеціального насосного устаткування для енергоблоків атомних електростанцій здійснюється в спеціалізованих цехах, які оснащені найсучаснішим устаткуванням і мають могутню випробувальну базу. Устаткування виготовляється в повній відповідності з вимогами і правилами Держатоменергоназору України і проходить жорсткий технічний контроль. При сучасних рівнях безпеки, що ставляться до устаткування атомних електростанцій, всі елементи головного циркуляційного насоса перевіряються численними випробуваннями і натурними експериментами. Але не дивлячись на це, потрібно проводити розрахунки елементів конструкції на міцність і теоретично обґрунтовувати результати експериментів.

Розглядається один з найвідповідальніших вузлів циркуляційного насоса — робоче колесо, що складається з основного й покривного дисків і лопаток. При проведенні експериментів було встановлено, що через технологічні обмеження поверхня з'єднання лопатки з диском зварюється не повністю, а залишається непровар, який може впливати на картину напружено-деформованого стану колеса насоса. Тому була створена тривимірна скінченноелементна модель робочого колеса циркуляційного насоса ГЦН-195М з використанням ізопараметричного скінченного елемента SOLID95, що дає можливість врахувати умову непровару в місцях з'єднання лопаток з дисками.

Геометрична модель робочого колеса була побудована засобами графічного програмного комплексу SolidWorks. З метою проведення складного статичного і динамічного розрахунку складної геометрії експортували створену геометричну модель в ANSYS. Була перевірена відповідність нової моделі і початкової. Щоб пришвидшити розрахунки і зменшити розмірності задач, була використана циклічна симетрія конструкції. Був виділений сектор циклічної симетрії, проведені розрахунки і порівняльний аналіз результатів для сектора і повної моделі з метою обґрунтування використання циклічної симетрії. Технологічний дефект моделювався так: поверхня з'єднання лопатки з диском розбивалася на три поверхні. Крайні смуги-поверхні загальні для диска і лопатки (ці поверхні вважаються звареними разом), середні ж смуги об'єму лопатки і об'єму диска для кожного своя, в середній поверхні об'єми не з'єднані один з одним, що і є моделлю непровару. Шляхом проведення серії тестових розрахунків при різній густині скінченноелементних сіток упевнилися в правильності отриманих циклічно-симетричних моделей, що враховують і не враховують непровар.

Розроблена модель робочого колеса циркуляційного насоса ГЦН-195М, яка дає змогу адекватно врахувати умову непровару в місцях з'єднання лопаток з основним і покриваючим дисками. В ході роботи були створені декілька моделей початкової конструкції: повна, циклічно-симетрична без врахування непровару, циклічно-симетрична з врахуванням непровару. Аналіз результатів розрахунків підтвердив адекватність створених моделей і їхню придатність для аналізу тріщиностійкості конструкції з реальними навантаженнями і оцінки розвитку тріщини в місцях непровару.

Проведені числові дослідження показали, що наявність цих дефектів впливає на НДС робочого колеса. Коефіцієнт концентрації напружень для дослідженого дефекту змінювався в межах від 81,3 МПа для моделі без урахування дефекту до 108 МПа для моделі з урахуванням дефекту. Розроблена скінченноелементна модель може ефективно використовуватися для діагностики працездатного стану й оцінки міцності робочих коліс циркуляційних насосів на основі даних дефектоскопічного контролю, проведеного в експлуатаційних умовах.

ПРО ПОВЕДІНКУ НАПРУЖЕНЬ БЛЯ КІНЦІВ ТРІЩИНИ У КУТОВІЙ ТОЧЦІ МЕЖІ ПОДІЛУ СЕРЕДОВИЩ

ON THE STRESS BEHAVIOUR NEAR THE TIPS OF THE CRACK AT THE CORNER POINT OF THE INTERFACE OF MEDIA

Леонід Кіпніс, Геннадій Хазін, Віра Колмакова

Уманський державний педагогічний університет ім. П. Тичини,
Україна, 20300, Черкаська обл., м. Умань, вул. Садова, 2.

The plane static symmetrical problem of the theory of elasticity for the crack at the corner point of the interface of two isotropic media is considered. The solution of the problem is constructed by the Wiener-Hopf method. The stress behaviour near the tips of the crack is investigated.

Розглянуто плоску статичну симетричну задачу теорії пружності для кусково-однорідної ізотропної площини з межею поділу середовищ у формі сторін кута, яка містить тріщину скінченної довжини, що виходить з кутової точки. На нескінченності реалізується асимптотика, яка є розв'язком аналогічної задачі без тріщини, що породжується єдиним на інтервалі $]-1;0[$ коренем її характеристичного рівняння. Довільна стала, яка входить у цей розв'язок, вважається заданою. Вона характеризує інтенсивність зовнішнього поля і повинна визначатись з розв'язку зовнішньої задачі.

З використанням апарату інтегрального перетворення Меліна задача зводиться до функціонального рівняння Вінера-Хопфа у смугі комплексної площини, що містить уявну вісь. Будується точний розв'язок функціонального рівняння, який виражається через інтеграли типу Коші і гамма-функції. При цьому факторизація коефіцієнта рівняння на уявній осі здійснюється шляхом його розщеплення на функцію, що елементарно факторизується за допомогою гамма-функцій, і функцію, що факторизується за формулою Гахова. На основі розв'язку рівняння Вінера-Хопфа виводиться формула для коефіцієнта інтенсивності напружень у кінці тріщини. Досліджується на стійкість рівновагу тріщини.

Досліджено поведінку напружень біля кутової точки крайової задачі теорії пружності. Показано, що ця точка є концентратором напружень зі степеневою особливістю. Показник степеня сингулярності напружень залежить від кута, відношення модулів Юнга та від коефіцієнтів Пуасона. Цей показник є найменшим на інтервалі $]-1;0[$ коренем певного трансцендентного рівняння.

Якщо відношення e_0 модуля Юнга матеріалу з тріщиною до модуля Юнга матеріалу без тріщини менше за одиницю (вважається, що коефіцієнти Пуасона дорівнюють 0,3), то при зростанні кута між тріщиною і межею поділу середовищ концентрація напружень біля кутової точки спочатку послаблюється, а потім посилюється. При цьому значення кута, для якого концентрація напружень буде найменшою, належить інтервалу від 80° до 90° і збільшується зі збільшенням e_0 .

Якщо $e_0 > 1$, то при зростанні кута концентрація напружень біля кутової точки спочатку посилюється, а потім послаблюється. При цьому значення кута, для якого концентрація напружень буде найбільшою, належить інтервалу від 90° до 110° і збільшується зі збільшенням e_0 .

Якщо кут прямує до нуля чи до 180° , показник степеня сингулярності напружень прямує до $-0,5$. Зі збільшенням e_0 концентрація напружень біля кутової точки посилюється.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ВНАСЛІДОК ЇХ ДИСИПАТИВНОГО РОЗІГРІВУ ПРИ ЦИКЛІЧНОМУ ДЕФОРМУВАННІ

MATHEMATICAL MODEL OF THE TEMPERATURE FIELD IN THE ELEMENTS
OF CONSTRUCTIONS DUE TO DISSIPATION GENERATED BY CYCLIC DEFORMATION

Вікторія Клим

Дніпропетровський національний університет,
Україна, 49050, м. Дніпропетровськ, проспект Гагаріна, 72.