

*Пример оформления рефератов*

Декомпозиційний метод розв'язання систем диференціальних рівнянь в задачах моделювання процесів корозійного деформування

Зеленцов Д.Г., Ляшенко О.А.

У даній роботі пропонується і обґрунтовується метод розв'язання систем диференціальних рівнянь (СДР), які моделюють процес зміни в часі напружено-деформованого стану конструкцій внаслідок впливу агресивних середовищ (процес корозійного деформування). Завданням моделювання є визначення довговічності конструкції, тобто часу її безвідмовної роботи. Розмірність СДР, яка моделює процес корозійного деформування, визначається скінченно-елементною моделлю досліджуваного об'єкта. Праві частини диференціальних рівнянь містять функції механічних напружень. Для обчислення напружень використовується метод кінцевих елементів. Пропонований декомпозиційний метод, який засновано на перетворенні вихідних диференціальних рівнянь системи шляхом введення в них функцій, що описують вплив інших рівнянь, і подальшому вирішенні одного з цих рівнянь. На підставі аналізу факторів, які впливають на зміну напруження в області даного кінцевого елемента, запропоновано ввести у відповідне диференціальне рівняння функцію, яка апроксимує зміни внутрішніх зусиль в часі. В цьому випадку розбіжність результатів розв'язання вихідної СДР і окремого рівняння буде визначатися лише похибкою апроксимації залежності внутрішнього зусилля від часу. В роботі показано, що це дозволить багаторазово знизити обчислювальні витрати. Крім того, в цій статті для чисельного розв'язання СДР пропонується використовувати модифікований алгоритм методу Ейлера зі змінним кроком інтегрування по аргументу. Результатом рішення є визначення довговічності кородуючих конструкцій, тобто часу роботи до моменту вичерпання несучої здатності. Для ілюстрації запропонованого методу розв'язано задачу розрахунку довговічності кородуючої плосконапруженої пластини. Наводяться результати чисельних експериментів, які підтверджують точність пропонованого чисельного рішення при мінімальних обчислювальних витратах. Запропонований в статті декомпозиційний метод розв'язання СДР, які моделюють процес корозійного деформування плосконапружених пластин, може бути узагальнений на інші класи конструкцій.

**Ключові слова:** декомпозиційний метод, агресивне середовище, процес корозійного деформування, система диференціальних рівнянь, плосконапружені кородуючі пластини.

Декомпозиционный метод решения систем дифференциальных уравнений в задачах моделирования процессов коррозионного деформирования

Зеленцов Д.Г., Ляшенко О.А.

В настоящей работе предлагается и обосновывается метод решения систем дифференциальных уравнений (СДУ), моделирующих процесс изменения во времени напряжённо-деформированного состояния конструкций вследствие воздействия агрессивных сред (процесс коррозионного деформирования). Задачей моделирования является определение долговечности конструкции, то есть времени её безотказной работы. Размерность СДУ, которая моделирует процесс коррозионного деформирования, определяется конечно-элементной моделью исследуемого объекта. Правые части дифференциальных уравнений содержат функции механических напряжений. Для вычисления напряжений используется метод конечных элементов. Предлагаемый декомпозиционный метод основан на преобразовании исходных дифференциальных уравнений системы путём введения в них функций, описывающих влияние остальных уравнений, и последующем решении одного из этих уравнений. На основании анализа факторов, влияющих на изменение напряжения в области данного конечного элемента, предложено ввести в соответствующее дифференциальное уравнение функцию,

аппроксимирующую изменение внутренних усилий во времени. В этом случае расхождение результатов решения исходной СДУ и отдельного уравнения будут определяться лишь погрешностью аппроксимации зависимости внутреннего усилия от времени. В работе показано, что это позволит многократно снизить вычислительные затраты. Кроме того, в настоящей статье для численного решения СДУ предлагается использовать модифицированный алгоритм метода Эйлера с переменным шагом интегрирования по аргументу. Результатом решения является определение долговечности корродирующих конструкций, то есть времени работы до момента исчерпания несущей способности. Для иллюстрации предлагаемого метода решена задача расчёта долговечности плосконапряжённой пластины, подверженной коррозионному износу. Приводятся результаты численных экспериментов, подтверждающие точность предлагаемого численного решения при минимальных вычислительных затратах. Предложенный в статье декомпозиционный метод решения СДУ, моделирующих процесс коррозионного деформирования плосконапряжённых пластин, может быть обобщён на другие классы конструкций.

**Ключевые слова:** декомпозиционный метод, агрессивная среда, процесс коррозионного деформирования, система дифференциальных уравнений, плосконапряжённые корродирующие пластины.

Decomposition method for solving systems of differential equations for the problems of modelling corrosion deformation processes

Zelentsov D.G., Liashenko O.A.

The article offers and justifies a method for solving systems of differential equations (SDE) that simulate time changes of stress and strain state due to the influence of corrosive environment (the process of corrosion deformation). The task of modelling is the determination of the construction durability that is the time of its flawless operation. The finite element model of the object under study determines dimension of SDE modelling the process of corrosion deformation. The right-hand sides of the differential equations contain functions of mechanical stresses. The finite element method is used for calculating stresses. The proposed decomposition method is based on the transformation of the initial differential equations by introducing in them functions describing the influence of the remaining equations and the subsequent solution of one of these equations. Based on the analysis of the factors influencing the stress change in the area of the given finite element, we propose to introduce into the corresponding differential equation a function approximating the change of internal forces over time. In this case, the discrepancy between the results of the initial SDE solution and an individual equation is determined only by the error in approximating the dependence of the internal force on time. The article shows that this allows a multi-rate reduction of computational costs. In addition, for a numerical solution of SDE, we propose to use a modified algorithm of the Euler method with a variable integration step by argument. The result of the solution is determination of corrosive construction durability, i.e. operating time before exhaustion of bearing capacity. To illustrate the proposed method, we solved the problem of calculating the durability of a flat-plate subjected to corrosive wear. The article provides the results of numerical experiments confirming the accuracy of the proposed numerical solution with minimal computational costs. The decomposition method for solving SDE modelling the process of corrosion deformation of plane-stressed plates can be generalized to other classes of constructions.

**Keywords:** decomposition method, corrosive environment, process of corrosion deformation, system of differential equations, plane-stress corroding plates.