

УДК 519.62

**ДЕКОМПОЗИЦИОННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ
КЛАССОВ**

Д. Г. Зеленцов, д.т.н., профессор

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

dmyt_zel@mail.ru

Р. В. Коструб, аспирант

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

kostrub.r.v@gmail.com

В этой работе предложен декомпозиционный метод решения дифференциальных уравнений моделирующих поведение конструкций, которые работают в агрессивной среде. Есть два этапа решения: этап предсказания и этап коррекции. Результаты численных экспериментов показывают, что с использованием предложенного подхода может быть уменьшено число итераций на этапе прогнозирования.

Zelentsov D.G., Kostrub R. V. Decomposition method of solving differential equations of certain classes. In this article, we propose a decomposition approach to solving differential equations that model behavior of constructions that operate in the aggressive environment. There are two stages of this class of solutions: the stage prediction of the constructions and the stage of correction. The results of numerical experiments using the proposed approach can reduce the number of iterations in step forecasting.

Ключевые слова: КОРРОЗИЯ, ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ОПТИМИЗАЦИЯ.

Keywords: CORROSION, DIFFERENTIAL EQUATIONS, OPTIMIZATION.

При решении практических задач, связанных с прогнозированием долговечности металлических конструкций, функционирующих в агрессивных средах (АС), особое значение приобретает проблема точности моделирования коррозионных процессов. В общем случае моделирование коррозии во времени предполагает численное решение задачи Коши для систем дифференциальных уравнений (СДУ), описывающих процесс накопления геометрических повреждений. Повышение точности за счёт увеличения количества узлов временной сетки приводит к резкому увеличению вычислительных затрат.

В настоящей работе предлагается алгоритм решения задачи прогноза долговечности корродирующих статически неопределимых шарнирно-стержневых конструкций (ШСК), основанный на априорном определении зависимости внутренних усилий в стержнях и численном решении только одного дифференциального уравнения.

Долговечность любого конструкционного элемента может быть определена аналитически, то есть точно (для принятой модели коррозионного износа) [1]. Таким образом, решение задачи прогноза долговечности статически определимых ШСК, функционирующих в АС, сводится к решению независимых дифференциальных уравнений. Это решение может также служить приближённой оценкой долговечности статически неопределимых конструкций. Его погрешность будет определяться законом изменения усилий в стержневых элементах [1].

В статически неопределимых конструкциях усилие в данном элементе зависит от изменяющихся во времени жесткостных характеристик всех элементов. Именно это определяет связь между уравнениями СДУ.

Функция, аппроксимирующая зависимость усилия в стержне от времени $Q(t)$, может быть построена только в результате решения СДУ. Если зависимость усилия в элементе, который определяет долговечность конструкции в целом, от времени будет формализована, то вместо системы дифференциальных уравнений достаточно получить решение единственного уравнения, причём, с любой степенью точности.

На расхождение между гипотетическим точным решением СДУ и решением одного уравнения будет влиять только погрешность аппроксимации.

Исходя из этого, решение задачи долговечности предлагается проводить в два этапа.

Первый этап (этап прогноза) предполагает численное решение СДУ с минимальным количеством узловых точек для определения номера элемента, определяющего долговечность конструкции, и построения для него аппроксимирующей функции $Q = Q(t)$. В результате реализации первого этапа определяется приближённое значение долговечности конструкции, подверженной коррозионному износу.

На втором этапе (этапе коррекции) численно решается единственное дифференциальное уравнение, описывающее процесс коррозионного разрушения в этом элементе при формализованной зависимости внутреннего усилия от времени.

Результаты численных экспериментов позволили сделать вывод о том, что полином третьей степени весьма точно аппроксимирует закон изменения внутреннего усилия. Следовательно, на временном интервале $[0; t^*]$, где t^* – долговечность стержневого элемента, достаточно четырёх узловых точек. Таким образом, на этапе прогноза задача расчёта напряжённого состояния корродирующей конструкции решается только четыре раза.

Вывод: впервые предложен декомпозиционный метод решения дифференциальных уравнений моделирующих поведение конструкций, которые работают в агрессивной среде. Применение метода позволяет снизить количество итераций численного метода, что приводит к уменьшению затрат машинного времени.

- [1] Зеленцов Д.Г. Информационное обеспечение расчётов корродирующих объектов. Математические модели и концепция проектирования систем [Текст] / Д.Г. Зеленцов, О.А. Ляшенко, Н.Ю. Науменко. – Днепропетровск: УГХТУ, 2012. – 264 с.