

# КОМПЬЮТЕРНЫЙ МОНИТОРИНГ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И РЕСУРСА СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

*Пушиной А.О., Луганцев Л.Д.*

Московский государственный университет инженерной экологии

Рассматриваются стержневые элементы конструкций химического и нефтехимического оборудования, работающие в условиях изгиба при малоцикловом термомеханическом нагружении. В общем случае к стержневой системе приложены моментные нагрузки, поперечные и продольные усилия. Температура нагрева изменяется как по длине стержневого элемента, так и по высоте поперечного сечения. Силовое и температурное воздействия изменяются во времени по заданной программе. Исследуется работа конструкции в упругопластической стадии с учетом истории нагружения. При расчете учитывается возможность изменения знаков напряжений.

Математическая модель упругопластического деформирования конструкционного материала строим на основе теории неизотермического пластического течения с трансляционным и изотропным упрочнением [1].

Для решения задачи применяется шаговый метод. При построении алгоритма расчета вводится параметр  $\tau$ , определяющий развитие процесса нагружения (обобщенное время). Программа нагружения разбивается на ряд малых этапов, расчет которых выполняется последовательно. Модель изделия представляется в виде совокупности узловых точек, количество и расположение которых зависит от характерных особенностей конструкции и требуемой точности расчета. Каждой узловой точке ставится в соответствие параметр пластичности, который принимает значение 0, если в рассматриваемой точке материал деформируется упруго, или 1, если имеет место пластическое течение.

Решение краевой задачи на шаге нагружения выполняется методом Адамса пятого порядка. Начальный отрезок, необходимый для запуска вычислительного процесса, формируется итерационным методом Милна. В результате решения краевой задачи определяются приращения напряжений и деформаций на шаге нагружения в узловых точках. После решения краевой задачи выполняется анализ параметров состояния упругих и пластических узловых точек конструкции. По результатам анализа принимается решение о переходе к расчету следующего этапа нагружения или о перерасчете предыдущего этапа.

Математическая модель кинетики процесса накопления усталостных и квазистатических повреждений построена на основе деформационно-кинетической трактовки усталостного и квазистатического разрушения.

Численная реализация разработанного метода компьютерного мониторинга упругопластического деформирования стержневых элементов осуществлена в виде программного обеспечения.

Проведён мониторинг несущей способности стержневых элементов при различных режимах нагружения. Также получены зависимости упругопластических деформаций от напряжений в опасных точках конструкции для различных конструкционных материалов.

1. Термопрочность деталей машин. Под ред. И.А.Биргера и Б.Ф.Шорра. – М., "Машиностроение". 1975. – 455 с., ил.