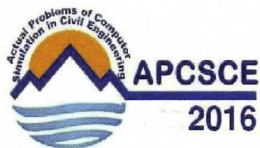


VI Международный симпозиум

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ



Тезисы докладов



Владивосток
2016

Российская академия архитектуры и строительных наук

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»

Акционерное общество
«Научно-исследовательский центр «Строительство»

Закрытое акционерное общество
«Научно-исследовательский центр СтаДиО»



НИЦ строительство
научно-исследовательский центр



**VI Международный симпозиум
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**VI International Symposium
ACTUAL PROBLEMS OF COMPUTATIONAL SIMULATION
IN CIVIL ENGINEERING**

Российская Федерация, г. Владивосток

15 – 20 августа 2016 года

УДК 004.9

ББК 94.3

Ч-52

Ч-52 **VI Международный симпозиум «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений» = VI International Symposium "Actual Problems Of Computational Simulation In Civil Engineering"**, Российская Федерация, г. Владивосток, 15–20 августа 2016 года / Российская академия архитектуры и строительных наук, Дальневосточный федеральный университет, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Научно-исследовательский центр «Строительство», Научно-исследовательский центр СтаДиО». – Владивосток : Дальневост. федерал. ун-т, 2016. – 182 с.

ISBN 978-5-7444-3840-1.

УДК 004.9

ББК 94.3

Научное издание

**VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ»**

**VI INTERNATIONAL SYMPOSIUM
"ACTUAL PROBLEMS OF COMPUTATIONAL SIMULATION
IN CIVIL ENGINEERING"**

Российская Федерация, г. Владивосток,
15–20 августа 2016 года

В авторской редакции

Подписано в печать 02.08.2016.

Формат 60×84 / 16. Усл. печ. л. 10,58. Уч.-изд. л. 12,81.

Тираж 140 экз. Заказ 326.

Дальневосточный федеральный университет
690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

Отпечатано в типографии

Дирекция публикационной деятельности ДВФУ
690990, г. Владивосток, ул. Пушкинская, 10

ISBN 978-5-7444-3840-1

© Оформление: ФГАОУ ВО «ДВФУ», 2016

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАПРОЕКТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

М.С.Барабаш
ООО «ЛИРА САПР», (г. Киев, Украина)

MODELLING OF BEYOND-DESIGN LOADS IN LIFE CYCLE RESEARCH

M.Barabash
LIRA SAPR Ltd. (Kiev, Ukraine)

Представлена методика, позволяющая выполнить моделирование запроектных воздействий и проанализировать НДС конструкций. Методика заключается в выполнении нелинейного расчета на особое (аварийное) сочетание нормативных нагрузок и воздействий, включающее нормативные постоянные и длительные нагрузки, а также воздействие гипотетических локальных разрушений несущих конструкций.

Определяющее значение при проектировании имеет методика моделирования зданий с учетом реальной работы конструкций, нелинейных свойств материалов, учета процесса поэтапного возведения, а также построение запроектной конструктивной схемы здания с учетом изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) в течении жизненного цикла. Моделирование запроектных воздействий необходимо для исследования живучести конструкции, возможности и механизма ее приспособления при аварийном выходе из строя отдельных конструктивных элементов.

Предлагаются подходы, позволяющие перейти от ранее принятой концепции расчета (расчетная схема – НДС) к современной – моделирование процессов жизненного цикла (процесс возведения, процесс нагружения и др.). В частности, предлагается методика моделирования зданий при запроектных воздействиях с учетом приспособляемости конструкций.

В результате внутреннего структурного изменения конструктивного элемента (повреждение, или выход его из строя) в конструктивной системе начинается процесс изменения режима работы групп элементов с нормального на запроектный. Данный процесс сопровождается развитием пластических деформаций и (в зависимости от свойств материала и времени протекания процесса) накоплением повреждений. В дальнейшем реализуется два сценария: происходит накопление "критической массы" элементов, которые повредились и вышли из строя, при этом происходит обрушение сооружения, либо происходит локализация повреждений без дальнейшего разрушения смежных зон конструкции. С этой точки зрения компьютерное моделирование процесса деформирования и разрушения сооружений позволяет выявить эффекты приспособляемости и выявить дополнительные резервы несущей способности конструктивной системы в целом.

Процессы деформирования, разрушения и обрушения конструкций сооружений по своей сути являются развитыми сильно нелинейными процессами,

сопровождающимися большими пластическими деформациями и перемещениями, контактным взаимодействием между группами элементов, динамическими нагружающими эффектами в момент отказа элементов конструкций.

Такой анализ может быть сделан в рамках нелинейного динамического расчета, однако его выполнение при массовом проектировании на данное время не представляется возможным из-за большой ресурсоемкости расчета. В то же время, можно считать несостоятельной и попытку моделирования процесса "прогрессирующего" разрушения на основе линейно-упругого расчета, использованную в некоторых работах и программных комплексах.

Предлагается математическое моделирование процесса нагружения на основе уточненного шагового метода, как основного метода при моделировании процессов жизненного цикла конструкций.

$$\{\sigma_i\} = \{\sigma_{i-1}\} + \{\Delta\sigma_i\}$$

$$\{\Delta\sigma_i\} = [D]_i \times \{\Delta\varepsilon\}_i,$$

где $[D]$ – переменная матрица упругопластичности элемента с трещинами на i -том шаге;

$\{\Delta\varepsilon\}$ – тензор приращения деформации;;

$\{\Delta\sigma\}$ – тензор приращения напряжений.

На первом этапе выполняется расчет конструкции в эксплуатационной стадии или в нескольких монтажных и эксплуатационных стадиях, с учетом истории возведения конструкции, которые предшествуют локальному разрушению. При этом учитывается физическая и геометрическая нелинейность работы конструкции. Расчет проводится на постоянные и временные нагрузки, которые входят в особое сочетание усилий. Напряженно-деформированное состояние первого этапа является стартовым для второго этапа, на котором выполняется расчет схемы с исключенными из работы элементами. Нагрузкой на втором этапе являются усилия в удаленных элементах, увеличенные на коэффициент, учитывающий динамику процесса. Расчет проводится в физической и геометрически нелинейной постановке. Если при этом окажется, что некоторые элементы модели не удовлетворяют условию прочности (то есть разрушаются), то расчет продолжается на следующей стадии без этих элементов. Проверка на прочность элементов, которые остались, выполняется без учета продольного изгиба. Расчет будет завершен либо локализацией процесса разрушения, либо полным разрушением несущей системы. В некоторых случаях целесообразно рассматривать работу перекрытий над удаленной колонной (пилоном, стеной) при больших прогибах как висячей железобетонной оболочки с учетом мембранных эффектов обусловленных физической и геометрической нелинейностью ее работы.

Таким образом можно сделать вывод, что для обеспечения приспособляемости конструкций к различным воздействиям, в том числе и запроектным необходимо рассчитывать конструкции в нелинейной постановке, что обеспечит учет критерия безопасности и максимального предотвращения аварийных ситуаций наиболее экономичным способом.