Научная статья
Original article
УДК 624.07

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ НЕЛИНЕЙНОСТЬ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЯ

GENETIC NONLINEARITY IN DETERMINING THE STRESS-STRAIN STATE OF A BUILDING

Пантелеев Иван Андреевич, Студент магистратуры Архитектурно-строительного института, Тольяттинского Государственного Университета (445020 Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская 14 (центральный кампус)), тел. 8(927)895-36-05, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6681-2138, panteleivan@yandex.ru.

Ivan. A. Panteleev, Master's degree student of the Institute of Architecture and Civil Engineering, Togliatti State University (14 Belorusskaya str., Togliatti, 445020 Russia (central campus)), tel. 8(927)895-36-05, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6681-2138 , panteleivan@yandex.ru.

Аннотация. В данной статье рассматривается понятие генетической нелинейности при определении напряженно-деформированного состояния здания, потому что в настоящее время в нормативных документах нет каких-либо строгих требований и алгоритмов к расчетам с учетом поэтапности возведения. Это может приводить к существенным погрешностям в результатах расчета, на стадии проектирования. Таким образом, задача исследования напряженно-деформированного состояния с учетом поэтапного изменения расчетных моделей

является актуальной и требует реализации при проведении расчета несущих конструкций сооружений и зданий.

Abstract. This article discusses the concept of genetic nonlinearity in determining the stress-strain state of a building, because currently there are no strict requirements and algorithms for calculations in regulatory documents, taking into account the phased construction. This can lead to significant errors in the calculation results at the design stage. Thus, the task of studying the stress-strain state, taking into account the gradual change of the calculation models, is relevant and requires implementation when calculating the load-bearing structures of structures and buildings.

Ключевые слова: генетическая нелинейность, учёт стадийности возведения здания, напряженно-деформированное состояние здания.

Keywords: genetic nonlinearity, taking into account the stages of the construction of the building, the stress-strain state of the building.

Напряженно-деформированное состояние здания с каркасом из монолитного железобетона

«В настоящее время в нормативных документах не существует строгих требований к расчетам с учетом стадийности возведения» [1]. Проектирование зданий и сооружений сильно изменяется и вместе с этим открываются различные характеристики, влияющие на подбор несущих конструкций, каркасов тех или иных зданий и сооружений. «Учет последовательности возведения здания с различной конструктивной схемой широко обсуждается учеными и проектировщиками. Объяснением этому служит несовпадение реальной работы конструкций здания на различных стадиях их возведения с заложенными проектными решениями» [2]. На данный момент одной из наиболее информативных характеристик для определения элементов каркаса здания является напряженно-деформированное состояние здания (далее - НДС).

НДС–комплекс напряжений и деформаций, которые возникают под действием на физическое тело внешних нагрузок, температуры и иных факторов. Сумма всех напряжений полностью характеризует напряжённое состояние тела.

Для определения НДС здания в настоящее время пользуются программными комплексами, в которых уже используются вышеуказанные методы. Данные комплексы способны рассчитать НДС отдельных конструкций и всего каркаса полностью при правильном задании расчётной модели здания и корректном нагружении элементов данного здания.

Существует ряд нелинейных зависимостей, которые следует учитывать при расчете конструкций проектируемого здания. Основные виды нелинейностей:

- Физическая [5];
- Геометрическая;
- Конструктивная;
- Генетическая.

Генетическая нелинейность.

В проектировании совсем недавно появилось понятие «генетическая нелинейность».

Генетическая нелинейность связана с этапами создания конструкции, в процессе которого в том или ином порядке могут вводиться или убираться отдельные элементы системы, прикладываться или удаляться нагрузки, т. е. переход с одного этапа монтажа к другому сопровождается изменением расчётной схемы. На этапах монтажа производится суммирование компонентов НДС. Несмотря на то, что каждый этап описывается соотношениями линейной строительной механики, в результате изменения расчетной схемы задача проектирования зданий и сооружений является нелинейной.

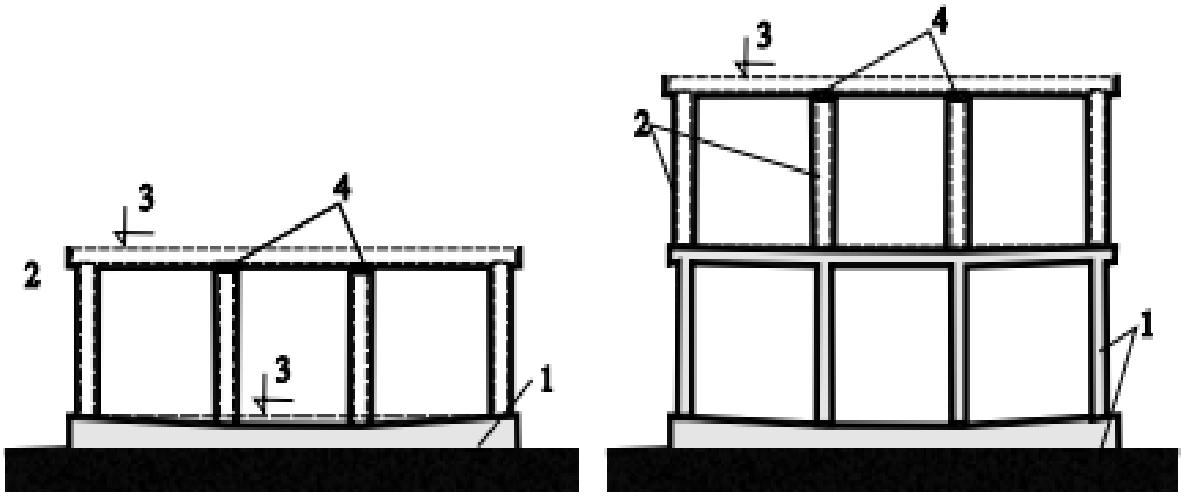

Рис. 1.1. Схема изменения расчетной модели в процессе возведения:

1 –часть здания, построенная на предыдущем этапе; 2 – этап здания, возводимый на данной стадии; 3 – проектная отметка элементов конструкции на существующей стадии; 4 – приращение длины элемента конструкции, возникающее в результате появления деформаций нижележащих частей конструкции на предыдущих этапах строительства.

Следует отметить, что пример возведения здания, изображенный на рисунке 1.1, несет характер постадийного наращивания. Данная технология служит причиной возрастания длины вертикальных конструкций, а также приводит к увеличению перемещений этажей в горизонтальной плоскости, вследствие чего ось здания отклоняется от вертикального положения. Возникновение перечисленных отклонений обусловлено нерегулярностью жесткостей здания, а также неравномерными деформациями основания возводимой конструкции.

Можно сделать вывод, что генетическая нелинейность является важной и значимой частью при проектировании высотных зданий с каркасом из монолитного железобетона.

Расчёт с учётом генетической нелинейности подразумевает под собой учёт НДС на каждой стадии строительства и пошаговое приложение нагрузки на расчётную модель.

Алгоритм расчёта при учёте стадийности возведения здания

При расчёте НДС здания с учётом стадийности возведения подразумевается следующий алгоритм:

Проектируемое здание разбивается на n стадий: Первая стадия – возведение первого этажа, вторая – возведение второго этажа и т.д. После этого производится расчёт конструкций каждого этажа, учитывая все горизонтальные и вертикальные перемещения элементов, возникшие на предыдущих стадиях, а также изменения модули упругости элементов, также нужно брать во внимание на возможное заниженное значение прочности и жесткости бетона, в связи с недобором прочности на момент монтажа следующей стадии. «Но сейчас имеется возможность проводить компьютерное моделирование различных процессов» [4] и все эти нюансы и особенности реализованы в расчётных программных комплексах, таких как ЛИРА-САПР, SCADOffice и т.д.

Программные комплекс для исследования генетической нелинейности

При определении напряженно-деформированного состояния конструкций здания необходимо использовать программные комплексы, дающие возможность учитывать очерёдность возведения здания поэтапно и изменение расчётной конструктивной схемы каркаса здания.

В подавляющем большинстве рассмотренных статей, для определения НДС здания используются программные комплексы ЛИРА-САПР, SCAD-office. В данных программах возможно отразить последовательность возведения здания «в режиме «Монтаж», в нем моделируется преднапряжение создаваемое на строительной площадке, которое передается и на другие элементы конструкции» [3], так же они дают возможность произвести компьютерное моделирование на всех стадиях создания разного рода конструкций, принять в расчёт сбор монтажных нагрузок, а также вести контроль над поэтапной трансформацией конструктивной схемы в целом. Следует отметить, что комплект функций перечисленных программ принимают участие на каждом этапе монтажа конструкции. В течение протекания данных этапов возможно снятие некоторых нагрузок с конструкций и демонтаж отдельных частей. Также, параллельно с ними ведется расчет конструктивной схемы, которая в свою очередь состоит из

смонтированных либо демонтированных элементов. Параллельно ведется учет текущей прочности бетона [6], а также его модуля деформации.

Таким образом можно сделать вывод, что область генетической нелинейности недостаточно изучена, но существующие программные комплексы позволяют учитывать постадийность возведения здания и дают возможность производить расчеты напряженно-деформированного состояния здания.

Список используемой литературы

1. Мкртычев, О.В. Анализ изменения усилий в конструкциях при учете стадийности возведения/М.И. Андреев //Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2018. - №4. - С. 293-298.
2. Сапожников А.К, Григоршев С.М. Учет последовательности возведения зданий методом конечных элементов с поэтажным формированием расчетной модели // Строительная механика и расчет сооружений, 2010, №.1. - С. 19-26.
3. Перельмутер, А. В. Расчет и проектирование конструкций в среде SCAD Office /А. В. Перельмутер // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – №6. – С 3-4.
4. Назаров Ю.П., Симбиркин В.Н., Городецкий А.С. Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла конструкций // Актуальные проблемы исследований по теории сооружений: Сборник научных статей в 2-х частях / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. Часть 2. - М.: ЦПП, 2009. - С. 204-216.
5. Toshin D.S. Perspectives of the application for the nonlinear deformation model in the calculations of reinforced concrete elements // Materials Science Forum. – 2019. Т. 974. P. 505-509.
6. Тошин Д.С., Ровенская Е.А. Влияние условий длительного твердения на прочность тяжелого бетона // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2020. № 2 (45). С. 71-75.

References

1. Mkrtychev, O.V. Analysis of changes in forces in structures taking into account the stages of construction/M.I. Andreev //Construction mechanics of engineering structures and structures. – 2018. - No. 4. - pp. 293-298.

2. Sapozhnikov A.K., Grigorshev S.M. Taking into account the sequence of construction of buildings by the finite element method with the floor-by-floor formation of the calculation model // Construction mechanics and calculation of structures, 2010, No. 1. - pp. 19-26.
3. Perelmuter, A.V. Calculation and design of structures in the SCAD Office environment / A.V. Perelmuter // Engineering and Construction Journal. - 2011. – No. 6. – From 3-4.
4. Nazarov Yu.P., Simbirkin V.N., Gorodetsky A.S. Computer modeling of the processes of the life cycle of structures // Actual problems of research on the theory of structures: A collection of scientific articles in 2 parts / V.A. Kucherenko TSNIISK. Part 2. - M.: ESPC, 2009. - P. 204-216.
5. Toshin D. S. Perspectives of the application for the nonlinear deformation model in the calculations of reinforced concrete elements // Materials Science Forum. – 2019. T. 974. P. 505-509.
6. Toshin D.S., Rovenskaya E.A. Influence of long-term hardening conditions on the strength of heavy concrete // Academic Bulletin of UralNIIproekt RAASN. – 2020. № 2 (45). Pp. 71-75.

© Пантелеев И.А., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022.

Для цитирования: Пантелеев И.А. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ НЕЛИНЕЙНОСТЬ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЯ // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022.