

ЭЛЕМЕНТЫ РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПЕРЕКРЫТИЙ НА ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА STARK ES

Е. С. Гейценредер¹⁾

1) преподаватель Армавирского механико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, egeytsenreder@mail.ru.

Аннотация. В данной статье рассмотрены возможности использования программного комплекса STARK ES для расчета прогибов железобетонных конструкций междуэтажных перекрытий.

Ключевые слова: программное обеспечение, расчетная модель, междуэтажные перекрытия, элементы каркаса, прогибы, трещинообразование.

ELTMENTS FOR CALCULATING REINFORCED CONCRETE FLOOR STRUCTURES FOR VERTICAL MOVEMENTS USING THE STARK ES SOFTWARE PACKAGE

E.S. Geytsenreder¹⁾

1) Lecturer of the Armavir Mechanical-Technological Institute (branch) of FSBEI HE "Kuban State Technological University", Armavir, Russia, egeytsenreder@mail.ru

Abstract. This article discusses the possibilities of using the STARK ES software package for calculating the deflections of reinforced concrete structures of interfloor ceilings.

Key words: software, calculation model, floor floors, carcass elements, deflections, crack formation.

Программный комплекс STARK ES используется для численного моделирования и расчета конструкций зданий и сооружений при различных статических и динамических силовых и кинематических воздействиях на основе метода конечных элементов.

Рассмотрим применение программного комплекса в части расчета вертикальных перемещений конструкций междуэтажных перекрытий на примере каркасного многоэтажного жилого здания. Здание состоит из двух блок-секций с одинаковым количеством этажей, разделенных

деформационным швом на всю высоту здания. Требуется определить прогибы плит перекрытий при действии нормативных длительных вертикальных нагрузок с учетом образования трещин в бетоне плит.

В качестве расчетной модели каркаса здания будем использовать пространственную оболочечно-стержневую конечно-элементную модель (рис. 1).

При её разработке руководствуемся следующими положениями и предпосылками:

- 1) В расчетную модель каркаса вводим только несущие конструктивные элементы. Считаем, что поэтажно опёртые наружные стены, а также перегородки не участвуют в работе каркаса, и лишь создают дополнительные нагрузки на плиты перекрытий.
- 2) Плоские плиты перекрытий, фундаментную плиту, а также несущие стены моделируем элементами плоской оболочки, имеющими шесть степеней свободы в узле с учетом сдвиговых деформаций по толщине оболочки на основе теории Миндлина-Рейсснера.
- 3) Колонны представляем стержневыми конечными элементами общего вида. Элементы колонн считаем жестко сопряженными с элементами плит перекрытий и фундаментной плитой.
- 4) Сопряжения стержневых элементов, представляющих колонны, с пластинчатыми элементами плит перекрытий этажей моделируем с использованием абсолютно твердых тел, реализующих кинематическую гипотезу о недеформируемых поперечных сечениях колонн. Такой подход позволяет получить более корректные результаты при определении усилий и армирования в надколонных зонах плит, поскольку он смягчает нежелательный эффект сингулярности, свойственный методу конечных элементов.
- 5) Ребра жесткости, усиливающие плиты перекрытий, моделируем стержневыми конечными элементами прямоугольного сечения, сопряженными с плитами с эксцентриситетом относительно срединной плоскости плиты, которую они подкрепляют. На величину эксцентриситета, равную расстоянию между центром тяжести ребра и срединной плоскостью плиты, вводится абсолютно жесткая вставка (STARK ES это делает автоматически).
- 6) Рассматриваем вариант описания жесткости грунта основания как деформируемое основание. Грунтовое основание здания представляем моделью упругого основания с переменными в плане значениями коэффициента постели (такое моделирование возможно при расположении подошвы всех фундаментов здания на одной и той же вертикальной отметке).
- 7) Физико-механические характеристики грунтов основания принимаем по результатам инженерно-геологических изысканий. Расчетная модель

основания - Винклера, двухстадийная работа грунта по СП 22.13330.2011.

8) Учитываем только горизонтальную составляющую ветровой нагрузки по направлению действия ветра.

Для определения вертикальных перемещений плит перекрытий (прогибов) с учетом трещинообразования в бетоне выполним проверку деформации плит перекрытия здания с целью соблюдения эстетико-психологических требований по п. 15.1.1 г) СП 20.13330.2011. К расчету примем характерные плиты перекрытий здания.

Прогибы плиты определяются при действии нормативной постоянной и длительно нагрузок с использованием нормативных характеристик материалов по СП 63.13330.2012, соответствующих длительному нагружению.

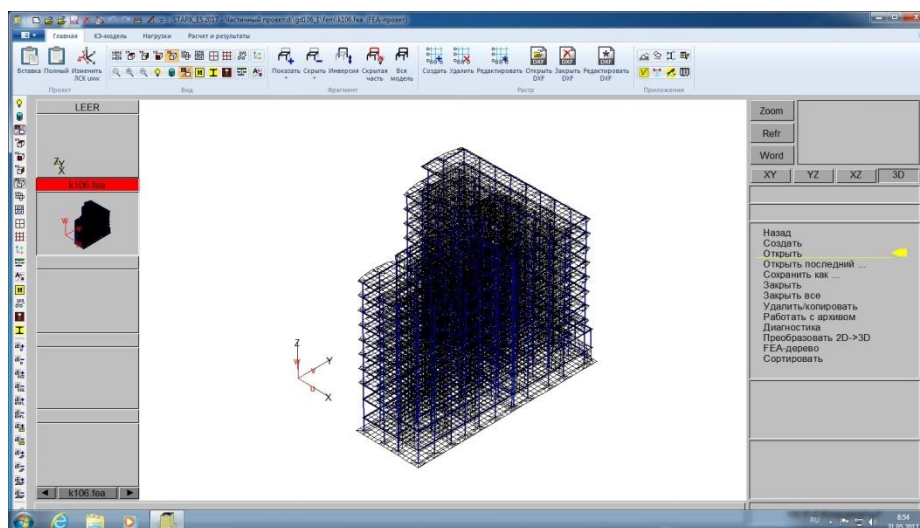


Рис. 1. Модель пространственного каркаса здания

Расчет выполняется в физически нелинейной постановке с учетом фактически принятого (проектного) продольного армирования плиты (в STARK ES при физически нелинейном расчете используется криволинейная с ограниченной ниспадающей ветвью диаграмма деформирования для бетона и диаграмма Прандтля для стали).

В расчете используются комбинаций нормативных постоянных и длительно вертикальны нагрузок на перекрытие. Для перевода полных расчетных значений нагрузок на перекрытие, которые заданы в модели, в нормативные длительно нагрузки, используем переводные коэффициенты, равные K_d/K_n . Коэффициенты для остальных, в т. ч. снеговых, ветровых и сейсмических нагружений, задаем равными нулю.

Статический расчет проводится итерационным методом.

Графический результат деформируемой схемы плиты перекрытия на отм. -0,300 представлен на рисунке 2 (принятый коэффициент увеличения изображения деформированной схемы - 300 раз).

Максимальное абсолютное значение вертикального перемещения плиты составило 59,8768 мм. Это значение не превышает предельно допустимого значения прогиба, установленного в СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия», рассчитанного с учетом линейной интерполяции табличных данных, - 143,33 мм.

Графический результат деформируемой схемы плиты перекрытия на отм. +3,900 представлен на рисунке 3 (принятый коэффициент увеличения изображения деформированной схемы - 300).

Максимальное абсолютное значение вертикального перемещения плиты в блок-секции БС-1 составило 60,809 мм. Это значение не превышает предельно допустимого значения прогиба, установленного в СП 20.13330.2011, рассчитанного с учетом линейной интерполяции табличных данных, - 84,67 мм.

Максимальное абсолютное значение вертикального перемещения плиты в блок-секций БС-2 составило 61,2805 мм. Это значение не превышает предельно допустимого значения прогиба, установленного в СП 20.13330.2011, рассчитанного с учетом линейной интерполяции табличных данных, - 92,117 мм.

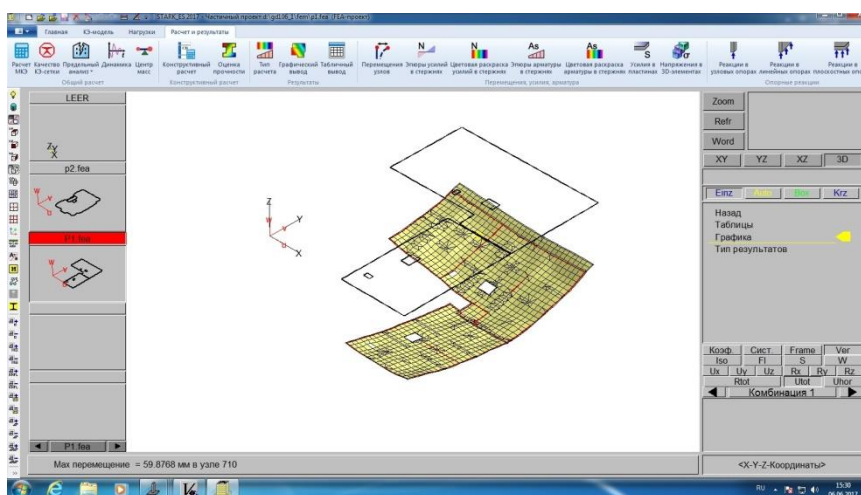


Рис. 2. Прогиб плиты на отм. -0,300

Максимальное абсолютное значение вертикального перемещения плиты в блок-секций БС-2 составило 61,2805 мм. Это значение не превышает предельно допустимого значения прогиба, установленного в СП 20.13330.2011, рассчитанного с учетом линейной интерполяции

табличных данных, - 92,117 мм.

На основании расчетов делаются заключительные выводы о том, что значения вертикальных перемещений (прогибов) междуэтажных перекрытий не превышают допустимых значений, установленных в нормативной документации.

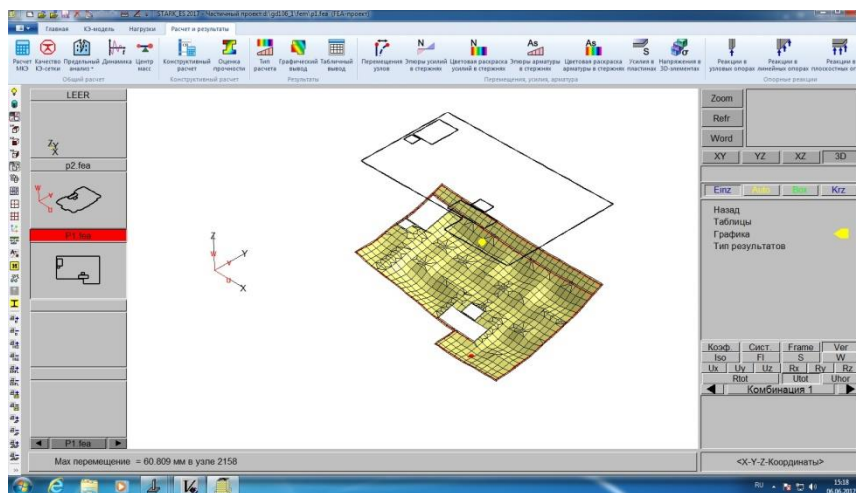


Рис. 3. Прогиб плиты на отм. +3,900

Таким образом, проект здания многоэтажного жилого дома, обеспеченный расчетом железобетонных конструкций в области вертикальных перемещений междуэтажных перекрытий, удовлетворяет требованиям нормативной документации и возможен к реализации.

Список использованных источников:

1. Горovenko Л.А. Математические методы компьютерного моделирования физических процессов// Международный журнал экспериментального образования. Пенза: ИД «Академия естествознания», 2017. - №2. - с. 92-93.