

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Министерство образования и науки Украины

Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт)
Донецкий национальный технический университет
Национальный горный университет



**Проконова М.В., Прокопов А.Ю., Борщевский С.В.,
Лабинский К.Н., Григорьев А.Е., Гапеев С.Н.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам по дисциплине
«Техническое программное обеспечение САПР»

Новочеркасск – Донецк – Днепропетровск – 2006

УДК 681.3

Рецензент докт. техн. наук, проф. каф. «ППГСИСМ» Ягодкин Ф.И.

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Техническое программное обеспечение САПР» [Текст]/Сост. М.В. Прокопова, А.Ю. Прокопов, С.В. Борщевский, Лабинский К.Н., А.Е.Григорьев, С.Н.Гапеев; Министерство образования и науки РФ, Шахтинский ин-т (филиал) ЮРГТУ(НПИ). Министерство образования и науки Украины, ДонНТУ, НГУ – Новочеркасск: ЮРГТУ, Донецк: ДонНТУ, Днепропетровск: НГУ.- 2006. – 23 с. – 60 экз.

Приведены цели и порядок выполнения лабораторных работ, разработаны индивидуальные варианты заданий.

Предназначены для студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство» всех форм обучения.

© Шахтинский институт ЮРГТУ,
Донецкий НТУ, Днепропетровский НГУ, 2006
© Прокопова М.В., Прокопов А.Ю.,
Борщевский С.В., Лабинский К.Н.,
Григорьев А.Е., Гапеев С.Н., 2006

№5219

ВВЕДЕНИЕ

Системы автоматизированного проектирования, информационные технологии проникли во все сферы деятельности человека, нет ни одной отрасли производства, где бы они не применялись для облегчения проектирования. Самое простое общение происходит в современном мире посредством электронных средств связи. Деловые переговоры, встречи, презентации, подписание контрактов осуществляется при помощи информационных технологий. Делопроизводство ведется на электронных носителях информации. Проектирование различных конструкций, моделей, систем и даже процессов происходит при помощи компьютерных средств. Современному инженеру необходимы знания об информационных технологиях, возможности применения их в проектировании и строительстве шахт и подземных сооружений.

Техническое программное обеспечение САПР должно давать значительное облегчение и ускорение при проектировании с применением программ, предназначенных для создания графических документов при проектировании строительных конструкций, сооружений, исследования напряженно-деформированного состояния различных конструкций. Данные методические указания должны способствовать в освоении информационных технологий, основанных на изучении различных программных комплексов (ПК) и Internet-технологий.

Лабораторная работа № 1 ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ НА ПРОЧНОСТЬ В ПК «STRUCTURE CAD»

Цель работы: получить навыки работы в ПК «Structure Cad». Научиться создавать модель строительной конструкции, производить расчет строительной конструкции на прочность, принимать решение о пригодности данной конструкции в строительстве.

Оборудование: компьютерный класс, ПК «Structure Cad» (демо-версия).

Исходные данные: Исследовать напряженно-деформированное состояние фермы. Получить эпюры напряжений и значения перемещений и напряжений при заданной нагрузке. Сравнить с пределами прочности материала и сделать выводы о прочности конструкции. Геометрические и прочностные характеристики фермы, а также все необходимые данные приведены в индивидуальных вариантах заданий.

Схемы моделей ферм приведены на рис. 1.1. и 1.2.

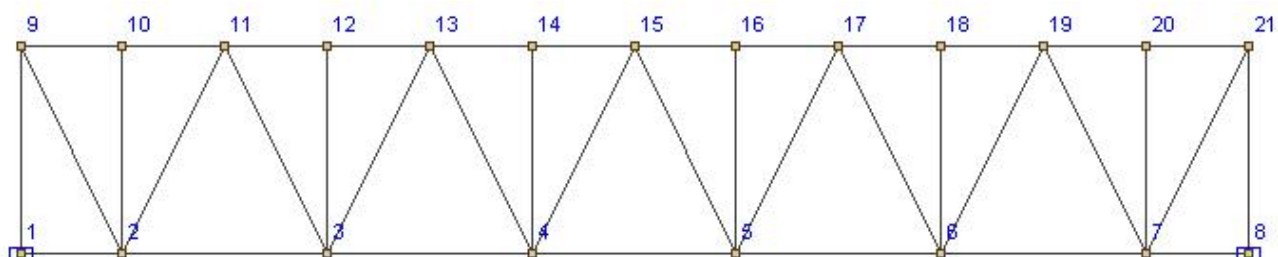


Рис. 1.1. Схема фермы с параллельными поясами

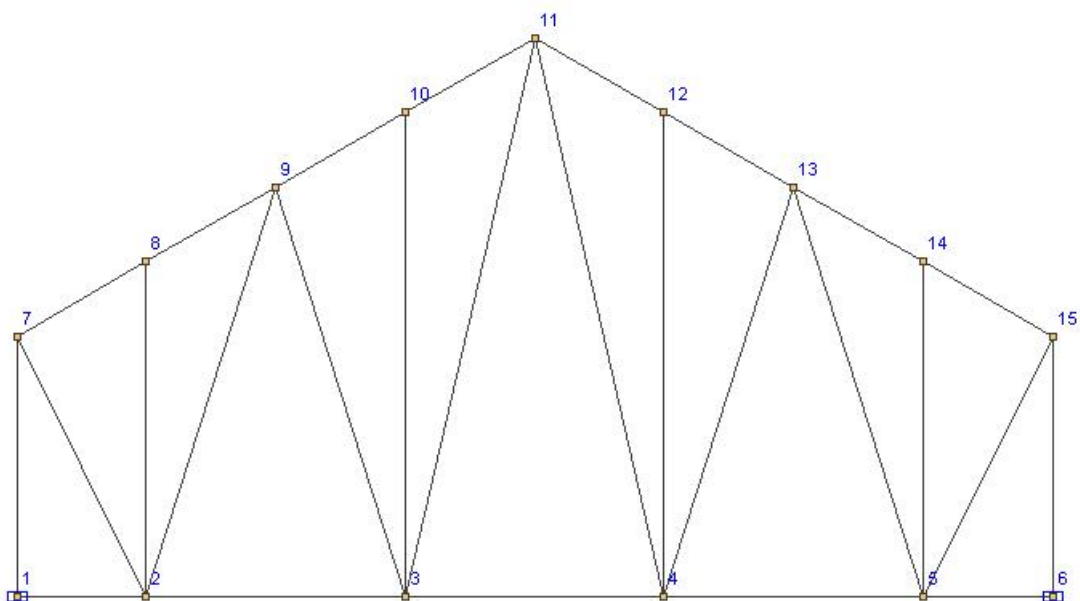


Рис. 1.2. Схема двускатной фермы

Ход работы:

1. Создание компьютерной модели:
 - в соответствии с исходными данными создать геометрическую модель фермы (выбрать тип, задать размеры, закрепить конструкцию);
 - присвоить ферме жесткостные характеристики (материал и сечение балок);
 - определить, из каких конечных элементов состоит ферма, выбрать необходимый тип конечных элементов и присвоить элементам схемы.
2. Проверить соответствие модели при помощи фильтров отображения.
3. Произвести нагружение модели:
 - для первого нагружения выбрать узлы или элементы и приложить заданные нагрузки;
 - проверить правильность задания нагрузок и сохранить это нагружение под № 1;
 - выполнить второе нагружение, проверить правильность задания нагрузок и сохранить нагружение № 2.
4. Перейти в режим расчета. Выполнить расчет.
5. Перейти в режим просмотра результатов.
6. Получить эпюры напряжений и схемы деформированной фермы при двух нагружениях.
7. Таблицы результатов напряжений и перемещений изучить, отметить на схеме номера узлов, которые получили наибольшие смещения под действием нагрузок и номера элементов, в которых возникают максимальные напряжения.
8. Сравнить полученные максимальные напряжения с пределом прочности материала фермы.
9. Сделать выводы о прочности и устойчивости фермы.

Варианты заданий

Вариант 1

Ферма с параллельными поясами. Пролет $L=30\text{ м}$, высота фермы $H=0,5\text{ м}$, длина панели $L_p=5\text{ м}$, из стали обыкновенной, сечением $10\text{ см} \times 10\text{ см}$. Тип конечных элементов (КЭ) – пространственный стержень. Жесткие вставки в крайние нижние узлы. Нагружение произвести в 2-а этапа:
1-е нагружение : узловая нагрузка по оси Z , $P=50\text{ Н}$, распределенная нагрузка на стержни по оси Z , $P=200\text{ Н/м}$. 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X , с изменением $t=10\text{ град.}$, нагрузка от собственного веса.

Вариант 2

Ферма двускатная. Пролет $L=40\text{ м}$, высота фермы $H=2\text{ м}$, длина панели $L_p=5\text{ м}$, угол наклона балки 30 град. , из стали обыкновенной, сечением $10\text{ см} \times 10\text{ см}$. Тип конечных элементов (КЭ) – пространственный стержень. Связи в крайних узлах. Нагружение произвести в 2-а этапа:

1-е нагружение : узловая нагрузка по оси Z , $P=5000\text{Н}$ на верхние узлы, распределенная нагрузка на стержни по оси Z , $P=1000\text{ Н/м}$. 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X , с изменением $t=10\text{ град.}$, нагрузка от собственного веса.

Вариант 3

Ферма с параллельными поясами. Пролет $L=30\text{м}$, высота фермы $H=1\text{м}$, длина панели $L_p=5\text{м}$, из стали легированной, сечением $10\text{ см} \times 10\text{ см}$. Тип конечных элементов (КЭ) – пространственный стержень. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : узловая нагрузка по оси Z , $P=500\text{Н}$, распределенная нагрузка на стержни по оси Z , $P=200000\text{Н/м}$. 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X , с изменением $t=10\text{ град.}$, нагрузка от собственного веса.

Вариант 4

Ферма с параллельными поясами. Пролет $L=20\text{м}$, высота фермы $H=0,5\text{м}$, длина панели $L_p=5\text{м}$, из стали обыкновенной, сечением $20\text{ см} \times 20\text{ см}$. Тип конечных элементов (КЭ) – пространственный стержень. Жесткие вставки в крайние нижние узлы. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : узловая нагрузка по оси Z , $P=500\text{Н}$, распределенная нагрузка на стержни по оси Z , $P=2000\text{ Н/м}$. 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X , с изменением $t=10\text{ град.}$, нагрузка от собственного веса.

Вариант 5

Ферма двускатная. Пролет $L=40\text{м}$, высота фермы $H=2\text{м}$, длина панели $L_p=5\text{м}$, угол наклона балки 30 град. , из стали легированной, сечением $20\text{см} \times 10\text{ см}$. Тип конечных элементов (КЭ) – пространственный стержень. Связи в крайних узлах. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : узловая нагрузка по оси Z , $P=50000\text{Н}$ на верхние узлы, распределенная нагрузка на стержни по оси Z , $P=1000\text{ Н/м}$. 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X , с изменением $t=10\text{ град.}$, нагрузка от собственного веса.

Вариант 6

Ферма с параллельными поясами. Пролет $L=30\text{м}$, высота фермы $H=1\text{м}$, длина панели $L_p=5\text{м}$, из стали обыкновенной, сечением $10\text{ см} \times 10\text{ см}$. Тип конечных элементов (КЭ) – пространственный стержень. Жесткие вставки в крайние нижние узлы. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : узловая нагрузка по оси Z , $P=500\text{Н}$, распределенная нагрузка на верхние горизонтальные стержни по оси Z , $P=1000\text{Н/м}^2$. 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X , с изменением $t=50\text{ град.}$, нагрузка от собственного веса.

Вариант 7

Ферма двускатная. Пролет $L=40\text{м}$, высота фермы $H=2\text{м}$, длина панели $L_p=5\text{м}$, угол наклона балки 30 град. , из стали обыкновенной, сечением $15\text{ см} \times$

15 см. Тип конечных элементов (КЭ) – пространственный стержень. Связи в крайних узлах. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : узловая нагрузка по оси Z, $P=5000\text{Н}$ на верхние узлы. сосредоточенная нагрузка на стержни по оси Z, $P=1000\text{ Н}$, $A=0,1$. 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X, с изменением $t=10$ град., нагрузка от собственного веса.

Вариант 8

Ферма с параллельными поясами. Пролет $L=30\text{м}$, высота фермы $H=1\text{м}$, длина панели $L_p=5\text{м}$, из стали легированной, сечением $10\text{ см} \times 10\text{ см}$. Тип конечных элементов (КЭ) – пространственный стержень. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : узловая нагрузка по оси Z, $P=500\text{Н}$, распределенная нагрузка на горизонтальные верхние стержни по оси Z, $P=200000\text{Н/м}$. 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X, с изменением $t=10$ град., нагрузка от собственного веса.

Вариант 9

Ферма с параллельными поясами. Пролет $L=30\text{м}$, высота фермы $H=3\text{м}$, длина панели $L_p=5\text{м}$, из стали обыкновенной, сечением $20\text{ см} \times 20\text{ см}$. Тип конечных элементов (КЭ) – пространственный стержень. Жесткие вставки в крайние нижние узлы. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : узловая нагрузка по оси Z, $P=500\text{Н}$, распределенная нагрузка на горизонтальные стержни по оси Z, $P=1000\text{Н/м}$. 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X, с изменением $t=50$ град., нагрузка от собственного веса.

Вариант 10

Ферма двускатная. Пролет $L=40\text{м}$, высота фермы $H=4\text{м}$, длина панели $L_p=5\text{м}$, угол наклона балки 30 град., из стали обыкновенной, сечением $30\text{ см} \times 30\text{ см}$. Тип конечных элементов (КЭ) – пространственный стержень. Связи в крайних узлах. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : узловая нагрузка по оси Z, $P=5000\text{Н}$ на верхние узлы. сосредоточенная нагрузка на горизонтальные и наклонные стержни по оси Z, $P=1000\text{ Н}$, $A=0,1$. 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X, с изменением $t=10$ град., нагрузка от собственного веса.

Лабораторная работа №2 **ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО** **СОСТОЯНИЯ КАРКАСА СООРУЖЕНИЯ В ПК «STRUCTURE CAD»**

Цель работы: получить навыки работы в ПК «Structure Cad». Научиться создавать модель строительной конструкции, производить расчет строительной конструкции на прочность, принимать решение о пригодности данной конструкции в строительстве.

Оборудование: компьютерный класс, ПК «Structure Cad» (демо-версия).

Исходные данные: Исследовать напряженно-деформированное состояние каркаса здания. Схему каркаса здания представить в виде рамы с вертикальными колоннами и горизонтальными балками (ригелями). Получить эпюры напряжений и значения перемещений и напряжений при заданной нагрузке. Сравнить с пределами прочности материала и сделать выводы о прочности конструкции. Определить, какие элементы здания получают большие деформации: колонны или балки? Геометрические и прочностные характеристики модели, а также все необходимые данные приведены в индивидуальных вариантах заданий. Схема модели рамы приведена на рис. 2.1.

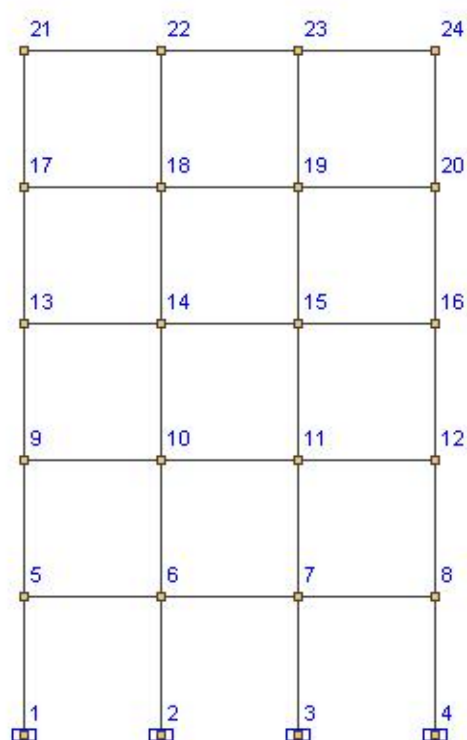


Рис. 2.1. Схема рамы

Ход работы:

1. Создание компьютерной модели:

- в соответствии с исходными данными создать геометрическую модель каркаса здания (выбрать тип, задать размеры, закрепить конструкцию);
- присвоить модели жесткостные характеристики (материал и сечение элементов конструкции);
- определить, из каких конечных элементов состоит модель, выбрать необходимый тип конечных элементов и присвоить элементам схемы.

2. Проверить соответствие модели при помощи фильтров отображения.

3. Закрепить модель (наложить связи).

4. Произвести нагружение модели:

- для первого нагружения выбрать узлы или элементы и приложить заданные нагрузки;
- проверить правильность задания нагрузок и сохранить это нагружение под № 1;

– выполнить второе нагружение, проверить правильность задания нагрузок и сохранить нагружение № 2.

5. Перейти в режим расчета. Выполнить расчет.

6. Перейти в режим просмотра результатов.

7. Получить эпюры напряжений и схемы деформированной модели при двух нагружениях.

8. Таблицы результатов напряжений и перемещений изучить, отметить на схеме номера узлов, которые получили наибольшие смещения под

действием нагрузок и номера элементов, в которых возникают максимальные напряжения.

9. Сравнить полученные максимальные напряжения с пределом прочности материалов, из которых состоит каркас здания.

10. Сделать выводы о прочности и устойчивости каркаса сооружения.

Варианты заданий

Вариант 1

Схема здания: пролет $L_p = 2\text{ м}$, количество пролетов $n = 3$, высота этажа $H_s = 3\text{ м}$, количество этажей $n = 3$, колонны из бетона класса В 30 сечением $20 \times 20\text{ см}$, ригели из стали обыкновенной сечением тавр $b = 10\text{ см}$, $h = 30\text{ см}$, $b_1 = 20\text{ см}$, $h_1 = 10\text{ см}$. Тип конечных элементов (КЭ) – стержень плоской рамы. Закрепить колонны на фундаментах. Нагружение произвести в 2-а этапа:

1-е нагружение : сосредоточенная нагрузка по оси Z, $P = 10000\text{ Н}$, $A = 1\text{ м}$, распределенная нагрузка по оси Z, $P = 100\text{ Н/м}^2$.

2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X, с изменением $t = 10$ град., нагрузка от собственного веса.

Вариант 2

Схема здания: пролет $L_p = 1\text{ м}$, количество пролетов $n = 3$, высота этажа $H_s = 2\text{ м}$, количество этажей $n = 5$, колонны из бетона класса В15 сечением $30 \times 10\text{ см}$, ригели из стали обыкновенной сечением тавр $b = 10\text{ см}$, $h = 30\text{ см}$, $b_1 = 20\text{ см}$, $h_1 = 10\text{ см}$. Задать тип конечных элементов (КЭ) – 2 (стержень плоской рамы). Закрепить колонны на фундаментах. Нагружение произвести в 2-а этапа:

1-е нагружение : сосредоточенная нагрузка по оси Z, $P = 5000\text{ Н}$, $A = 0.2\text{ м}$, распределенная нагрузка по оси Z, $P = 500\text{ Н/м}^2$.

2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X, с изменением $t = 10$ град.; нагрузка от собственного веса.

Вариант 3

Схема здания: рама, длина пролета $L_p = 2\text{ м}$, количество пролетов $n = 2$, высота этажа $H_s = 3\text{ м}$, количество этажей $n = 4$, колонны из бетона класса В 30 сечением $20 \times 20\text{ см}$, ригели из стали обыкновенной сечением тавр $b = 10\text{ см}$, $h = 30\text{ см}$, $b_1 = 20\text{ см}$, $h_1 = 10\text{ см}$. Задать тип конечных элементов (КЭ) – стержень плоской рамы. Закрепить колонны на фундаментах. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : сосредоточенная нагрузка по оси Z, $P = 10000\text{ Н}$, $A = 1\text{ м}$; распределенная нагрузка по оси Z, $P = 100\text{ Н/м}^2$.

2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X, с изменением $t = 10$ град.; нагрузка от собственного веса.

Вариант 4

Схема здания: рама, длина пролета $L_p = 1\text{ м}$, количество пролетов $n = 3$, высота этажа $H_s = 2\text{ м}$, количество этажей $n = 5$, колонны из бетона класса В15

сечением 10×10 см, ригели из стали обыкновенной сечением тавр $b=10$ см, $h=30$ см, $b_1=20$ см, $h_1=10$ см. Задать тип конечных элементов (КЭ) – стержень плоской рамы. Закрепить колонны на фундаментах. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : сосредоточенная нагрузка по оси Z , $P=5000$ Н, $A=0.1$ м; распределенная нагрузка по оси Z , $P=500$ Н/м². 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X , с изменением $t=10$ град.; нагрузка от собственного веса.

Вариант 5

Схема здания: рама, длина пролета $L_p=2$ м, количество пролетов $n=3$, высота этажа $H_s=3$ м, количество этажей $n=3$, колонны из стали обыкновенной сечением 20×20 см, ригели из стали обыкновенной сечением тавр $b=10$ см, $h=30$ см, $b_1=20$ см, $h_1=10$ см. Задать тип конечных элементов (КЭ) – стержень плоской рамы. Закрепить колонны на фундаментах. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : сосредоточенная нагрузка по оси Z , $P=10000$ Н, $A=1$ м; распределенная нагрузка по оси Z , $P=100$ Н/м². 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X , с изменением $t=10$ град.; нагрузка от собственного веса.

Вариант 6

Схема здания: рама, длина пролета $L_p=1$ м, количество пролетов $n=3$, высота этажа $H_s=2$ м, количество этажей $n=5$, колонны из бетона класса В15 сечением 30×10 см, ригели из стали обыкновенной сечением тавр $b=10$ см, $h=30$ см, $b_1=20$ см, $h_1=10$ см. Задать тип конечных элементов (КЭ) – стержень плоской рамы. Закрепить колонны на фундаментах. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : сосредоточенная нагрузка по оси Z , $P=50$ Н, $A=0.5$ м; распределенная нагрузка по оси Z , $P=50000$ Н/м². 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X , с изменением $t=40$ град.; нагрузка от собственного веса.

Вариант 7

Схема здания: рама, длина пролета $L_p=4$ м, количество пролетов $n=3$, высота этажа $H_s=3$ м, количество этажей $n=2$, колонны из бетона класса В15 сечением 30×10 см, ригели из стали обыкновенной сечением тавр $b=10$ см, $h=30$ см, $b_1=20$ см, $h_1=10$ см. Задать тип конечных элементов (КЭ) – стержень плоской рамы. Закрепить колонны на фундаментах. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : сосредоточенная нагрузка по оси Z , $P=50$ Н, $A=2$ м; распределенная нагрузка по оси Z , $P=500$ т/м². 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X , с изменением $t=40$ град.; нагрузка от собственного веса.

Вариант 8

Схема здания: рама, длина пролета $L_p=4$ м, количество пролетов $n=2$, высота этажа $H_s=3$ м, количество этажей $n=2$, колонны из бетона класса В15 сечением 30×30 см, ригели из стали обыкновенной сечением тавр $b=10$ см,

$h=30\text{см}$, $b_1=20\text{см}$, $h_1=10\text{см}$. Задать тип конечных элементов (КЭ) – стержень плоской рамы. Закрепить колонны на фундаментах. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : сосредоточенная нагрузка на перекрытие первого этажа по оси Z, $P=50\text{Н}$, $A=2\text{м}$; распределенная нагрузка на кровлю по оси Z, $P=500\text{ т/м}^2$. 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X, с изменением $t=40\text{ град.}$; нагрузка от собственного веса.

Вариант 9

Схема здания: рама, длина пролета $L_p=3\text{м}$, количество пролетов $n=3$, высота этажа $H_s=3\text{м}$, количество этажей $n=5$, колонны из бетона класса В15 сечением $20\times 20\text{см}$, ригели из бетона марки В 15 сечением $10\times 10\text{см}$. Задать тип конечных элементов (КЭ) – стержень плоской рамы. Закрепить колонны на фундаментах. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение: сосредоточенная нагрузка на ригели по оси Z, $P=50\text{Н}$, $A=1.5\text{м}$; распределенная нагрузка на ригели по оси Z, $P=0,5\text{ т/м}^2$. 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X, с изменением $t=40\text{ град.}$; нагрузка от собственного веса.

Вариант 10

Схема здания: рама, длина пролета $L_p=3\text{м}$, количество пролетов $n=3$, высота этажа $H_s=3\text{м}$, количество этажей $n=5$, колонны из бетона класса В20 сечением $30\times 30\text{см}$, ригели из бетона марки В 20 сечением $20\times 20\text{см}$. Задать тип конечных элементов (КЭ) – стержень плоской рамы. Закрепить колонны на фундаментах. Нагружение произвести в 2-а этапа: 1-е нагружение : сосредоточенная нагрузка на ригели по оси Z, $P=50\text{Н}$, $A=1.5\text{м}$; распределенная нагрузка на ригели по оси Z, $P=0,5\text{ т/м}^2$. 2-е нагружение: температурная нагрузка вдоль оси X, с изменением $t=40\text{ град.}$; нагрузка от собственного веса.

Лабораторная работа № 3 ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БЕТОННОЙ ПЛИТЫ В ПК «STRUCTURE CAD»

Цель работы: научиться создавать модель строительной конструкции, производить расчет строительной конструкции на прочность, принимать решение о пригодности данной конструкции в строительстве. Получить навыки работы в ПК «Structure Cad».

Оборудование: компьютерный класс, ПК «Structure Cad» (демо-версия).

Исходные данные: Исследовать напряженно-деформированное состояние бетонной плиты. Получить поля напряжений и значения перемещений и напряжений при заданной нагрузке. Сравнить с пределами

прочности материала и сделать выводы о прочности конструкции. Определить, в каком месте плита получит наибольшие деформации. Сделать выводы о пригодности эксплуатации данной бетонной плиты. Геометрические и прочностные характеристики модели, а также все необходимые данные приведены в индивидуальных вариантах заданий.

Схема модели бетонной плиты приведена на рис. 3.1.

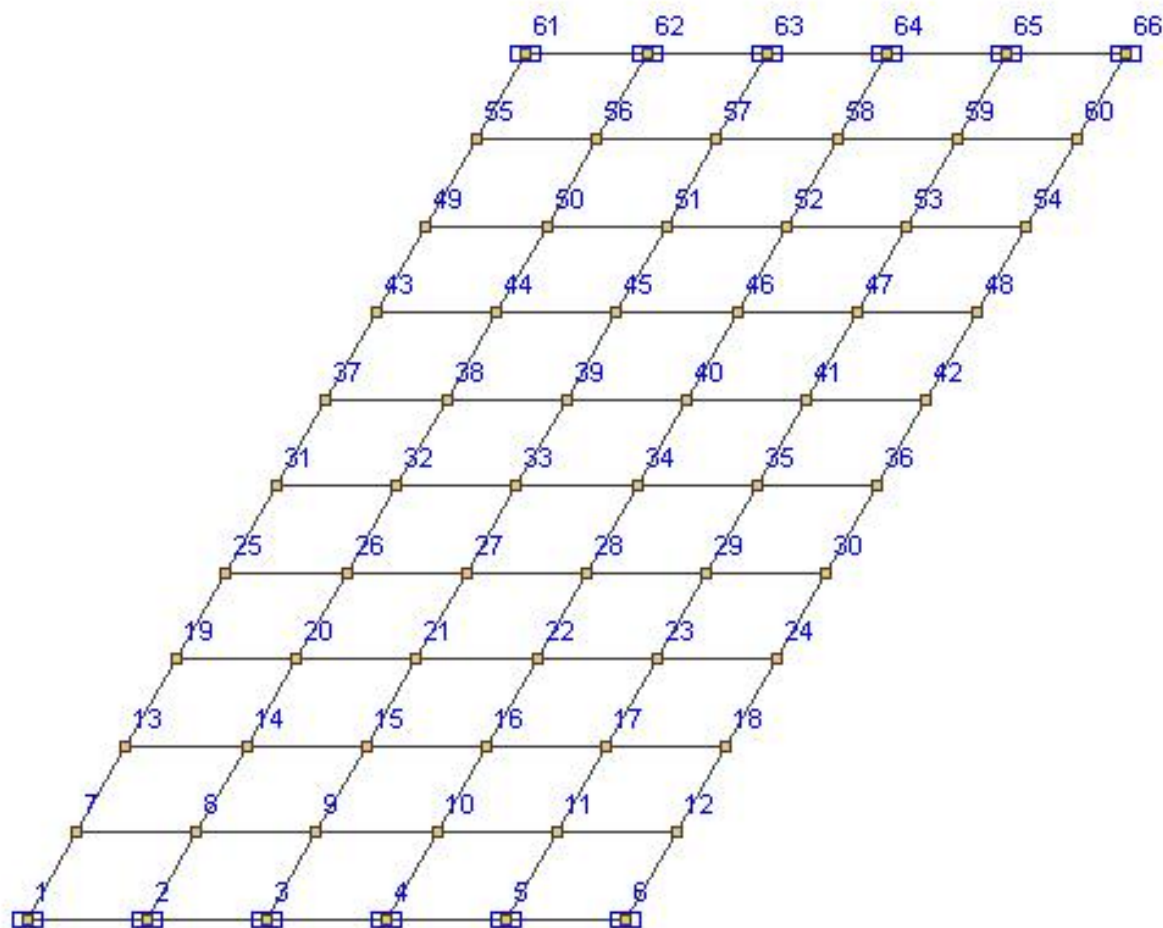


Рис. 3.1. Схема бетонной плиты

Ход работы:

1. Создание компьютерной модели:

- в соответствии с исходными данными создать геометрическую модель бетонной плиты (выбрать тип, задать размеры, закрепить конструкцию);
- присвоить модели жесткостные характеристики (материал и толщина плиты);
- определить, из каких конечных элементов состоит модель, выбрать необходимый тип конечных элементов и присвоить элементам схемы.

2. Проверить соответствие модели при помощи фильтров отображения.

3. Закрепить модель (наложить связи).

4. Произвести нагружение модели:

- выбрать узлы или элементы и приложить заданные нагрузки;

— проверить правильность задания нагрузок и сохранить это загрузение;

5. Перейти в режим расчета. Выполнить расчет.

6. Перейти в режим просмотра результатов.

7. Получить поля напряжений и схемы деформированной плиты.

8. Таблицы результатов напряжений и перемещений изучить, отметить на схеме номера узлов, которые получили наибольшие смещения под действием нагрузок и номера элементов, в которых возникают максимальные напряжения.

9. Сравнить полученные максимальные напряжения с пределом прочности материалов, из которого изготовлена плита.

10. Сделать выводы о прочности бетонной плиты.

Варианты заданий

Вариант 1

Бетонная плита (пластина) с размерами конечных элементов (КЭ) по оси X: 0,2м, количество $n=5$, по оси Y: 0,2 м, $n=5$. Бетон класса В25, толщина плиты – 0,3м. Коэффициенты постели $C_1=29,374$, $C_2=1,93273$. Закрепить по контуру. Задать тип конечных элементов (КЭ) – прямоугольный КЭ плиты. Рассчитать параметры напряженно-деформированного состояния бетонной плиты от действия следующей нагрузки: собственный вес; распределенная нагрузка по оси Z, $P=20000 \text{ Н/м}^2$.

Вариант 2

Бетонная плита (пластина) с размерами конечных элементов (КЭ) по оси X: 0,5м, количество $n=5$, по оси Y: 0,5м, $n=5$. Бетон класса В25, толщина плиты 1 м. Коэффициенты постели $C_1=29,374$, $C_2=1,93273$. Закрепить по контуру жестко. Задать тип конечных элементов (КЭ) – прямоугольный КЭ плиты. Рассчитать параметры напряженно-деформированного состояния бетонной плиты от действия следующей нагрузки: распределенная нагрузка по оси Z, $P=20000 \text{ Н/м}^2$.

Вариант 3

Бетонная плита (пластина) с размерами конечных элементов (КЭ) по оси X: 0,2м, количество $n=5$, по оси Y: 0,2 м, $n=5$. Бетон класса В15, толщина плиты 0,3м. Закрепить по контуру жестко. Задать тип конечных элементов (КЭ) – прямоугольный КЭ плиты. Рассчитать параметры напряженно-деформированного состояния бетонной плиты от действия следующей нагрузки: собственный вес; распределенная нагрузка по оси Z, $P=20000 \text{ Н/м}^2$.

Вариант 4

Бетонная плита (пластина) с размерами конечных элементов (КЭ) по оси X: 0,5м, количество $n=3$, по оси Y: 0,5 м, $n=6$. Бетон класса В25, толщина плиты 0,5м. Закрепить по контуру жестко. Задать тип конечных элементов

(КЭ) – прямоугольный КЭ плиты. Рассчитать параметры напряженно-деформированного состояния бетонной плиты от действия следующей нагрузки: температурная нагрузка вдоль оси X, с изменением $t=30$ град., сосредоточенная нагрузка на середину одного КЭ по оси Z, $P=8000\text{Н}$.

Вариант 5

Бетонная плита (пластина) с размеры конечных элементов (КЭ) по оси X: 0,2м, количество $n=5$, по оси Y: 0,2 м, $n=5$. Бетон класса В25, толщина плиты 0,2м. Коэффициенты постели $C_1=29,374$, $C_2=1,93273$. Закрепить по контуру жестко. Задать тип конечных элементов (КЭ) – прямоугольный КЭ плиты. Рассчитать параметры напряженно-деформированного состояния бетонной плиты от действия следующей нагрузки: собственный вес; распределенная нагрузка по оси Z, $P=2000000 \text{ Н/м}^2$.

Вариант 6

Бетонная плита (пластина) с размерами конечных элементов (КЭ) по оси X: 0,5м, количество $n=5$, по оси Y: 0,5 м, $n=5$. Бетон класса В25, толщина плиты 0,25 м. Коэффициенты постели $C_1=29,374$, $C_2=1,93273$. Закрепить по контуру жестко. Задать тип конечных элементов (КЭ) – прямоугольный КЭ плиты. Рассчитать параметры напряженно-деформированного состояния бетонной плиты от действия следующей нагрузки: собственный вес; сосредоточенная нагрузка на середину одного КЭ по оси Z, $P=8000\text{Н}$.

Вариант 7

Бетонная плита (пластина) с размерами конечных элементов (КЭ) по оси X: 0,25м, количество $n=5$, по оси Y: 0,5 м, $n=5$. Бетон класса В 15, толщина плиты 0,25 м. Коэффициенты постели $C_1=29,374$, $C_2=1,93273$. Закрепить по контуру жестко. Задать тип конечных элементов (КЭ) – прямоугольный КЭ плиты. Рассчитать параметры напряженно-деформированного состояния бетонной плиты от действия следующей нагрузки: собственный вес; равномерно распределенная нагрузка на по оси Z, $P=8000\text{Н/м}^2$.

Вариант 8

Бетонная плита (пластина) с размерами конечных элементов (КЭ) по оси X: 0,25 м, количество $n=5$, по оси Y: 0,2 м, $n=5$. Бетон класса В 15, толщина плиты – 0,3м. Коэффициенты постели $C_1=29,374$, $C_2=1,93273$. Закрепить по контуру. Задать тип конечных элементов (КЭ) – прямоугольный КЭ плиты. Рассчитать параметры напряженно-деформированного состояния бетонной плиты от действия следующей нагрузки: собственный вес; распределенная нагрузка по оси Z, $P=5000 \text{ Н/м}^2$.

Вариант 9

Бетонная плита (пластина) с размерами конечных элементов (КЭ) по оси X: 0,25м, количество $n=5$, по оси Y: 0,25м, $n=5$. Бетон класса В 15, толщина плиты 0,4 м. Коэффициенты пастели $C_1=29,374$, $C_2=1,93273$. Закрепить по контуру жестко. Задать тип конечных элементов (КЭ) – прямоугольный КЭ плиты.

Рассчитать параметры напряженно-деформированного состояния бетонной плиты от действия следующей нагрузки: собственный вес; распределенная нагрузка по оси Z, $P=20000 \text{ Н/м}^2$.

Вариант 10

Бетонная плита (пластина) с размерами конечных элементов (КЭ) по оси X: 0,25 м, количество $n=5$, по оси Y: 0,25 м, $n=5$. Бетон класса В 15, толщина плиты 0,4 м. Закрепить по контуру жестко. Задать тип конечных элементов (КЭ) – прямоугольный КЭ плиты. Рассчитать параметры напряженно-деформированного состояния бетонной плиты от действия следующей нагрузки: собственный вес; распределенная нагрузка по оси Z, $P=20000 \text{ Н/м}^2$.

Лабораторная работа № 4 РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТА И ОСАДКИ ФУНДАМЕНТА В ПК «LIRA – WINDOWS-9.0»

Цель работы: научиться работать в ПК «Lira – Windows – 9.0», освоить принципы компьютерного моделирования.

Оборудование: компьютерный класс, ПК «Lira – Windows – 9.0».

Исходные данные: Создать компьютерную модель фундамента сооружения совместно с грунтовым массивом. Определить сжимающие и растягивающие напряжения в фундаменте и смещение грунта под фундаментом по оси Z, а также осадку фундамента и несущую способность грунта под фундаментом сооружения под действием нагрузки от сооружения и собственного веса фундамента и грунта по полученным изополям напряжений и перемещений.

Размеры массива грунта $20,0 \times 20,0$ м. Примерная схема модели приведена на рис. 4.1. Характеристики грунтов, фундамента и значения нагрузок задать в соответствии с вариантом.

Ход работы:

1. Выбрать тип схемы. Создать модель грунта и фундамента в виде плоских конечных элементов.

2. Выделить КЭ фундамента и создать из них отдельный блок. Задать характеристики бетона для конечных элементов фундамента.
3. Присвоить характеристики грунта под фундаментом.
4. Присвоить характеристики грунта обратной засыпки.
5. На модель наложить связи.
6. Задать значения нагрузок.
7. Выйти в режим расчета схемы.
8. Перейти в режим просмотра результатов расчета.
9. Получить изополя перемещений по оси Z. Сравнить смещение фундамента и грунтов с допустимыми значениями по СНиП (8 см).
10. Получить изополя сжимающих и растягивающих напряжений. Сравнить полученные напряжения с предельными значениями.

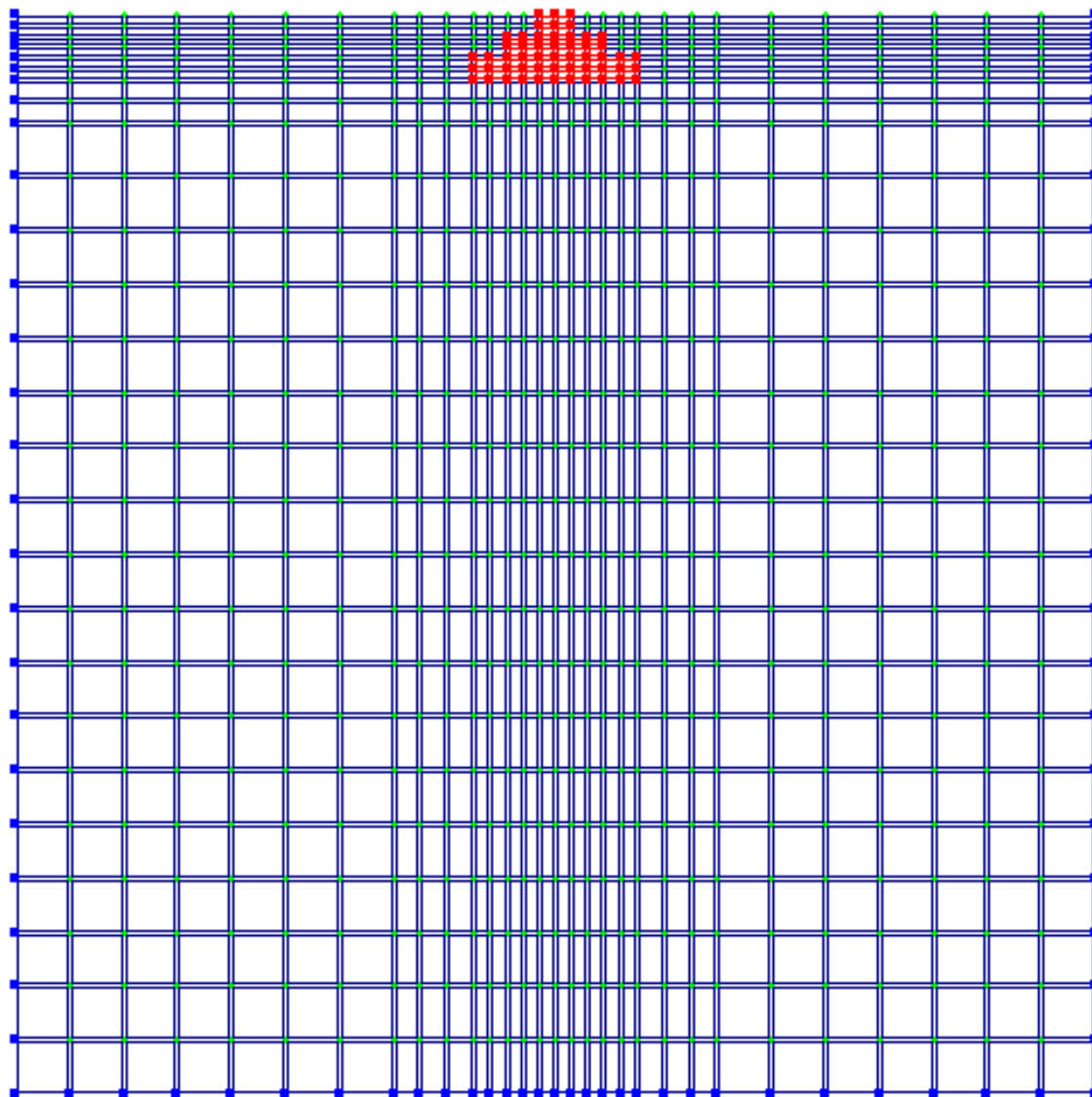


Рис. 4.1. Схема модели грунтового массива и фундамента сооружения

Варианты заданий

Вариант 1

Размеры фундамента: ширина подошвы - 3 м, ширина уступов – 0,60 м, ширина по верху – 0,60 м, высота фундамента 1,2м, с равными уступами. Фундамент выполнен из бетона класса В15 с характеристиками: $E=2,5 \times 10^{10}$ Н/м³, $V=0,2$, $p=27$ Н/м³, толщина пластин - 100 см. Грунт под фундаментом – суглинок твердый ($E=1,8 \times 10^{10}$ Н/м³, $V=0,35$, $p=19$ Н/м³). Грунт обратной засыпки фундамента – глина мягкопластичная ($E=6000$ Н/м³, $V=0,42$, $p=12$ Н/м³). Нагрузки: сосредоточенная нагрузка на обрез фундамента (на центральную точку) $P=120000$ Н; собственный вес грунтов и фундамента.

Вариант 2

Размеры фундамента: ширина подошвы - 2,2 м, ширина уступов - 0.40 м, ширина по верху - 0.60 м, высота фундамента 1.2м, с равными уступами. Фундамент выполнен из бетона класса В20 с характеристиками: $E=3,2 \times 10^{10}$ Н/м³, $V=0,2$, $p=27$ Н/м³, толщина пластин - 100 см. Грунт под фундаментом – суглинок твердый ($E=1,8 \times 10^{10}$ Н/м³, $V=0,35$, $p=19$ Н/м³). Грунт обратной засыпки фундамента – глина мягкопластичная ($E=6000$ Н/м³, $V=0,42$, $p=12$ Н/м³). Нагрузки: сосредоточенная нагрузка на обрез фундамента (на центральную точку) $P=200000$ Н; собственный вес грунтов и фундамента.

Вариант 3

Размеры фундамента: ширина подошвы - 3 м, ширина уступов - 0.60 м, ширина по верху - 0.60 м, высота фундамента 1.2м, с равными уступами. Фундамент выполнен из бетона класса В15 с характеристиками: $E=2,5 \times 10^{10}$ Н/м³, $V=0,2$, $p=27$ Н/м³, толщина пластин - 100 см. Грунт под фундаментом – песок пылеватый ($E=0,7 \times 10^{10}$ Н/м³, $V=0,4$, $p=16$ Н/м³). Грунт обратной засыпки фундамента – глина мягкопластичная ($E=6000$ Н/м³, $V=0,42$, $p=12$ Н/м³) Нагрузки: сосредоточенная нагрузка на обрез фундамента (на центральную точку) $P=120000$ Н; собственный вес грунтов и фундамента.

Вариант 4

Размеры фундамента: ширина подошвы - 3 м, ширина уступов - 0.60 м, ширина по верху - 0.60 м, высота фундамента 1.2м, с равными уступами. Фундамент выполнен из бетона класса В15 с характеристиками: $E=2,5 \times 10^{10}$ Н/м³, $V=0,2$, $p=27$ Н/м³, толщина пластин - 100 см. Грунт под фундаментом – песок пылеватый ($E=0,7 \times 10^{10}$ Н/м³, $V=0,4$, $p=16$ Н/м³) Грунт обратной засыпки фундамента - глина мягкопластичная ($E=6000$

$\text{H}/\text{м}^3$, $V=0,42$, $\rho=12 \text{ H}/\text{м}^3$). Нагрузки: сосредоточенная нагрузка на обрез фундамента (на центральную точку) $P=80000 \text{ H}$; собственный вес грунтов и фундамента.

Вариант 5

Размеры фундамента: ширина подошвы - 3 м, ширина уступов - 0.60 м, ширина по верху - 0.60 м, высота фундамента 1.2м, с равными уступами.

Фундамент выполнен из бетона класса В15 с характеристиками: $E=2,5 \times 10^{10} \text{ H}/\text{м}^3$, $V=0,2$, $\rho=27 \text{ H}/\text{м}^3$, толщина пластин - 100 см.

Грунт под фундаментом – суглинок твердый ($E=1,8 \times 10^{10} \text{ H}/\text{м}^3$, $V=0,35$, $\rho=19 \text{ H}/\text{м}^3$). Грунт обратной засыпки фундамента – глина мягкопластичная ($E=6000 \text{ H}/\text{м}^3$, $V=0,42$, $\rho=12 \text{ H}/\text{м}^3$) Нагрузки: сосредоточенная нагрузка на обрез фундамента (на центральную точку) $P=250000 \text{ H}$; собственный вес грунтов и фундамента.

Вариант 6

Размеры фундамента: ширина подошвы - 2,2 м, ширина уступов - 0.40 м, ширина по верху - 0.60 м, высота фундамента 1.2м, с равными уступами.

Фундамент выполнен из бетона класса В20 с характеристиками: $E=3,2 \times 10^{10} \text{ H}/\text{м}^3$, $V=0,2$, $\rho=27 \text{ H}/\text{м}^3$, толщина пластин - 100 см.

Грунт под фундаментом – суглинок твердый ($E=1,8 \times 10^{10} \text{ H}/\text{м}^3$, $V=0,35$, $\rho=19 \text{ H}/\text{м}^3$). Грунт обратной засыпки фундамента – глина мягкопластичная ($E=6000 \text{ H}/\text{м}^3$, $V=0,42$, $\rho=12 \text{ H}/\text{м}^3$). Нагрузки: сосредоточенная нагрузка на обрез фундамента (на центральную точку) $P=300000 \text{ H}$; собственный вес грунтов и фундамента.

Вариант 7

Размеры фундамента: ширина подошвы - 2,2 м, ширина уступов - 0.40 м, ширина по верху - 0.60 м, высота фундамента 1.2м, с равными уступами.

Фундамент выполнен из бетона класса В20 с характеристиками: $E=3,2 \times 10^{10} \text{ H}/\text{м}^3$, $V=0,2$, $\rho=27 \text{ H}/\text{м}^3$, толщина пластин - 100 см. Грунт под фундаментом - суглинок твердый ($E=1,8 \times 10^{10} \text{ H}/\text{м}^3$, $V=0,35$, $\rho=19 \text{ H}/\text{м}^3$). Грунт обратной засыпки фундамента - глина мягкопластичная ($E=6000 \text{ H}/\text{м}^3$, $V=0,42$, $\rho=12 \text{ H}/\text{м}^3$).

Нагрузки: сосредоточенная нагрузка на обрез фундамента (на центральную точку) $P=230000 \text{ H}$; собственный вес грунтов и фундамента.

Вариант 8

Размеры фундамента: ширина подошвы - 2,2 м, ширина уступов - 0.40 м, ширина по верху - 0.60 м, высота фундамента 1.2м, с равными уступами.

Фундамент выполнен из бетона класса В20 с характеристиками: $E=3,2 \times 10^{10} \text{ H}/\text{м}^3$, $V=0,2$, $\rho=27 \text{ H}/\text{м}^3$, толщина пластин - 100 см. Грунт под фундаментом - песок пылеватый ($E=0,7 \times 10^{10} \text{ H}/\text{м}^3$, $V=0,4$, $\rho=16 \text{ H}/\text{м}^3$). Грунт обратной засыпки фундамента - глина мягкопластичная ($E=6000 \text{ H}/\text{м}^3$, $V=0,42$, $\rho=12 \text{ H}/\text{м}^3$).

Нагрузки: сосредоточенная нагрузка на обрез фундамента (на центральную точку) $P=130000\text{Н}$; собственный вес грунтов и фундамента.

Вариант 9

Размеры фундамента: ширина подошвы - 2,2 м, ширина уступов - 0.40 м, ширина по верху - 0.60 м, высота фундамента 1.2м, с равными уступами. Фундамент выполнен из бетона класса В20 с характеристиками: $E=3,2 \times 10^{10} \text{Н/м}^2$, $V=0,2$, $\rho=27 \text{Н/м}^3$, толщина пластин - 100 см. Грунт под фундаментом - песок пылеватый ($E=0,7 \times 10^{10} \text{Н/м}^2$, $V=0,4$, $\rho=16 \text{Н/м}^3$). Грунт обратной засыпки фундамента - глина мягкопластичная ($E=6000 \text{Н/м}^2$, $V=0,42$, $\rho=12 \text{Н/м}^3$).

Нагрузки: сосредоточенная нагрузка на обрез фундамента (на центральную точку) $P=230000 \text{Н}$; собственный вес грунтов и фундамента.

Вариант 10

Размеры фундамента: ширина подошвы - 3 м, ширина уступов - 0,60 м, ширина по верху - 0,60 м, высота фундамента 1,2м, с равными уступами. Фундамент выполнен из бетона класса В15 с характеристиками: $E=2,5 \times 10^{10} \text{Н/м}^2$, $V=0,2$, $\rho=27 \text{Н/м}^3$, толщина пластин - 100 см. Грунт под фундаментом - суглинок твердый ($E=1,8 \times 10^{10} \text{Н/м}^2$, $V=0,20$, $\rho=19 \text{Н/м}^3$). Грунт обратной засыпки фундамента - глина мягкопластичная ($E=6000 \text{Н/м}^2$, $V=0,42$, $\rho=12 \text{Н/м}^3$).

Нагрузки: сосредоточенная нагрузка на обрез фундамента (на центральную точку) $P=8000 \text{Н}$; собственный вес грунтов и фундамента.

Лабораторная работа № 5 ИССЛЕДОВАНИЕ КАРКАСА ЗДАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ В ПК «ЛИРА-WINDOWS-9.0»

Цель работы: освоить принципы работы с программой и научиться создавать модели с объемными конечными элементами в ПК «Лира».

Оборудование: компьютерный класс, ПК «Lira – Windows – 9.0».

Исходные данные: Создать модель каркаса одноэтажного здания с сеткой колонн: 6м х 6м. По оси X – два пролета, по оси Y- один. Высота колонн 3 м. Фундамент в виде монолитной плиты под всем зданием толщиной 0,8 м. Покрытие в виде монолитной бетонной плиты толщиной 0,4 м (Рис.5.1 и 5.2). Все элементы каркаса выполнены из бетона класса В15 с жесткостными характеристиками: $E=0,023 \times 10^{10} \text{Н/м}^2$, коэффициент Пуассона $V=0.2$, плотность – 22000Н/м^3 . Размеры колонн в плане выбрать в соответствии с вариантом из табл.5.1.

Модель представить в виде объемных конечных элементов размером 0,2 x 0,2 м. Закрепить схему следующим образом: фундаментную плиту считать закрепленной по оси Z по всей площади снизу; колонны ограничить с внешних сторон по осям X и Y.

Исследовать каркас на воздействие постоянной равномерно распределенной нагрузки на покрытие сверху величиной $P=20000\text{Н/м}^2$. Добавить собственный вес конструкции.

После получения результатов перемещений узлов модели и значений напряжений на растяжение и сжатие элементов модели сравнить эти значения с пределами прочности бетона класса В15 на сжатие и растяжение ($R_{сж} = 11\text{МПа}$, $R_{раст}=1,15\text{МПа}$). Сделать выводы по работе.

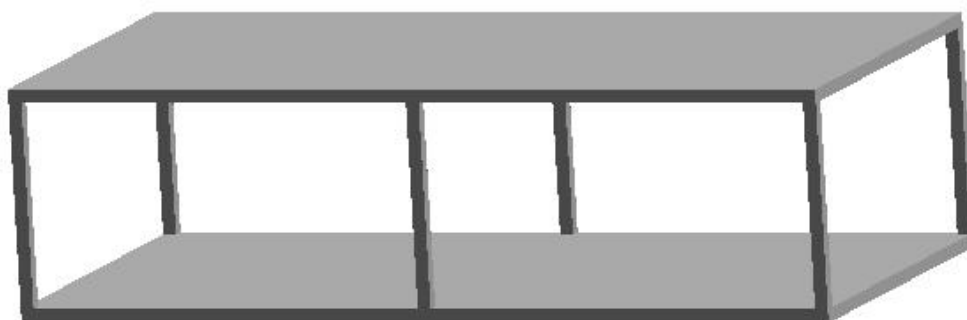


Рис.5.1. Вид каркаса здания.

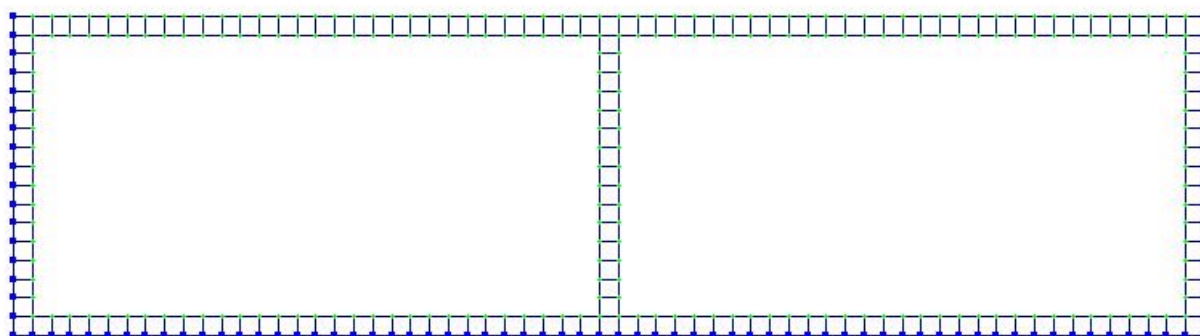


Рис.5.2. Вид модели каркаса здания в плоскости XOZ в ПК «Лира»

Ход работы:

1. Выбрать тип схемы. Создать модель в виде объемных конечных элементов.
2. Задать характеристики бетона для конечных элементов.
3. На модель наложить связи.
4. Задать значения нагрузок.

5. Выйти в режим расчета схемы.
 6. Перейти в режим просмотра результатов расчета.
 7. Получить изополя сжимающих и растягивающих напряжений.
- Сравнить полученные значения напряжений с предельными для бетона.
Сделать выводы об устойчивости каркаса.

Варианты заданий

Таблица 5.1.

Вариант	Размер колонн, м
1	0,2 × 0,2
2	0,4 × 0,4
3	0,6 × 0,6
4	0,8 × 0,8
5	1,0 × 1,0
6	1,2 × 1,2
7	0,4 × 0,8
8	0,4 × 1,0
9	0,4 × 1,2
10	0,6 × 0,8

Библиографический список

1. Structure Cad Offise. Руководство пользователя (электронный ресурс). Приложение к программе.
2. ПК «Лира-Windows-9.0». Руководство пользователя (электронный ресурс). Приложение к программе.
3. <http://www.stc.ru>
4. <http://www.lirasoft.ua>

Для заметок

Учебно-методическое издание

Марина Валентиновна Проконова
Альберт Юрьевич Прокопов
Сергей Васильевич Борщевский
Константин Николаевич Лабинский
Алексей Евгеньевич Григорьев
Сергей Николаевич Гапеев

**Методические указания к лабораторным работам
по дисциплине «Техническое программное обеспечение САПР»**

Редактор А.Ю. Прокопов
Темплан 2006 г. Подписано в печать 25.03.06. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Печать оперативная. Печ.л. 1,5. Уч.-изд. л. 1,4. Тираж 30.

Южно-Российский государственный технический университет
Шахтинский институт (филиал)
Учебно-методический отдел
Адрес института: 346500, г. Шахты, пл. Ленина

