

Модель Винклера. Влияние изменения коэффициента жесткости на деформации и внутренние усилия системы.

При расчете конструкций, опирающихся на основание, грунтовое основание обычно представляется некоторой механической моделью. Модель должна передавать основные свойства основания и иметь соответствующее математическое описание.

Наиболее популярной моделью грунтового основания является модель Винклера. Основное допущение этой модели составляет прямо пропорциональная зависимость между реакцией основания и вертикальным перемещением (прогибом) его поверхности:

$$p(x,y) = c \cdot w(x,y),$$

где $w(x,y)$ – прогиб основания в точке с координатами (x,y) ;

$p(x,y)$ – интенсивность реактивного давления основания на единицу площади;

c – коэффициент, характеризующий жесткость упругого основания. Его физический смысл – величина реактивного давления при осадке единицы площади основания на единицу длины.

Модель Винклера может быть интерпретирована как непрерывный набор пружин, на которые опирается конструкция. Она является моделью “клавишного” типа, предполагающей, что осадки грунта возникают только непосредственно под сооружением.

Рассмотрим балку постоянного сечения, опирающуюся на основание Винклера.

Длина балки составляет 9 м. Поперечное сечение – прямоугольное с высотой $h = 0,9$ м и шириной $b = 0,5$ м. Первые два пролета балки загружены равномерно распределенной нагрузкой величиной 40 кН/м. К узлам 3 и 5 приложены узловые нагрузки 200 кН и 100 кН соответственно. В узел 7 приложен момент величиной 120 кН·м.

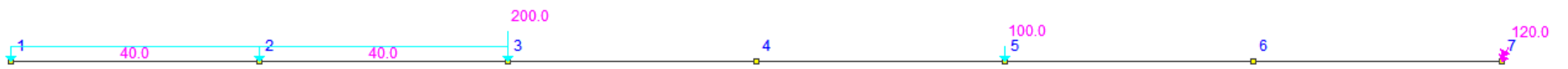


Рис. 1 Расчетная схема

Расчет внутренних усилий производится с помощью программы Structure CAD 11.3 для двух случаев:

- 1 – конструкция опирается на основание, с коэффициентом жесткости $c_1 = 5000 \text{ кН/м}^3$;
- 2 – конструкция опирается на основание, с коэффициентом жесткости $c_2 = 50000 \text{ кН/м}^3$.

Случай 1

Эпюры усилий

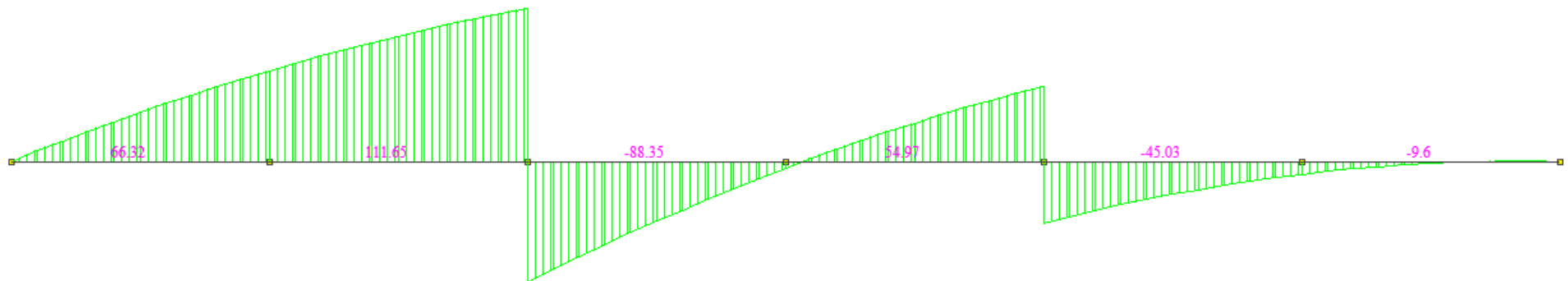


Рис. 2 Перерезывающая сила, Q

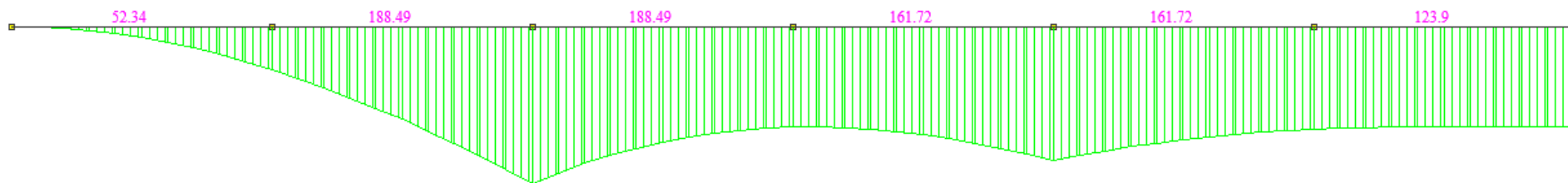


Рис.3 Изгибающий момент, М

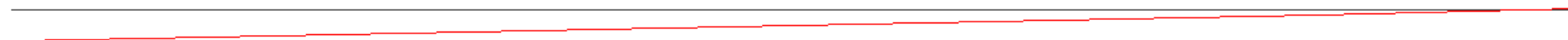


Рис. 4 Деформация балки



Рис. 5 Численное описание деформации балки

Случай 2

Эпюры усилий

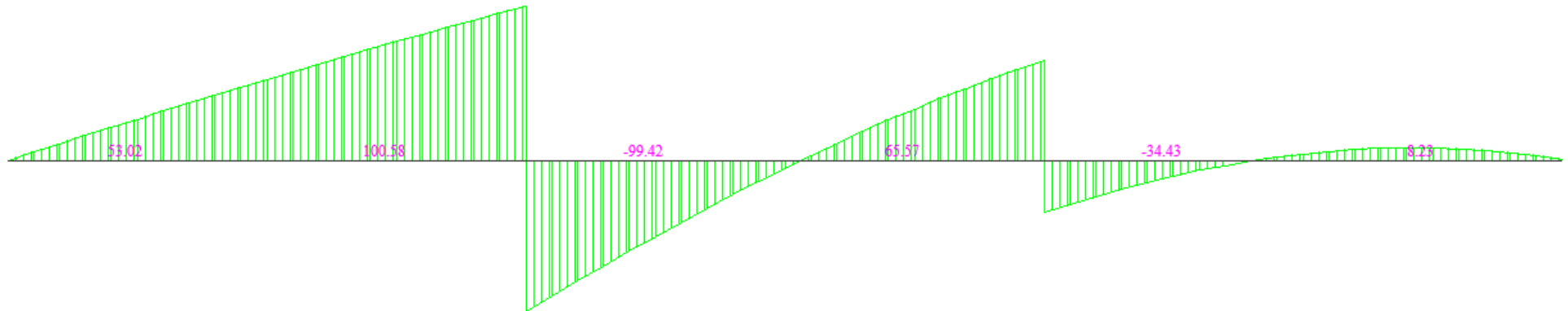


Рис. 6 Перерезывающая сила, Q

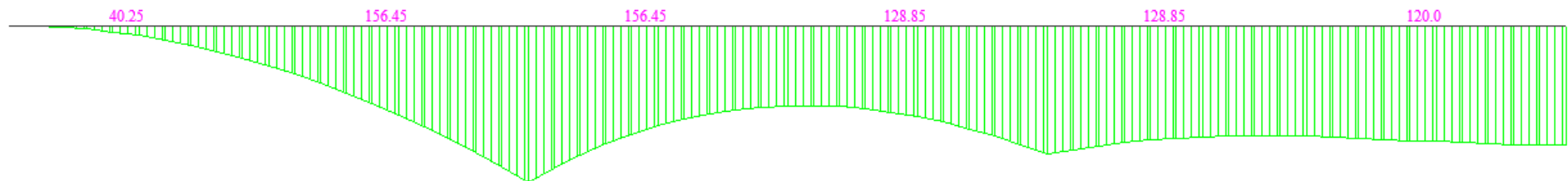


Рис. 7 Изгибающий момент, M

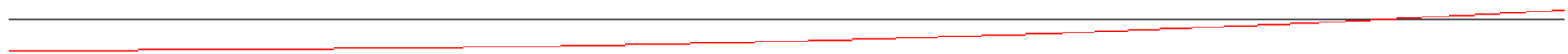


Рис. 8 Деформация балки



Рис. 9 Численное описание деформации балки

В данной работе была исследована балка на упругих основаниях – модель Винклера.

Были построены эпюры внутренних усилий и деформации для системы с одним закруглением и различными значениями коэффициента жесткости основания.

Наглядно показано, что при значительном изменении коэффициента жесткости основания (в десять раз) значения внутренних усилий (перерезывающей силы и изгибающего момента) в сечениях балки изменяются мало. Другая картина наблюдается, при сравнении деформаций в первом и во втором случаях.

Это можно объяснить тем, что в модели Винклера реакция основания (которая зависит от типа грунта основания) имеет прямую зависимость с прогибом – деформацией системы. Чем тверже материал основания, соответственно коэффициент жесткости основания этого материала выше, тем меньше деформации системы.

Литература

1. Колосова Г.С. Решение одномерных задач строительной механики численными методами. М. 1993. 84с.
2. Якимов С.К. Расчет балок на упругих основаниях. Л. 1971. 175 с
3. Биргер И.А. Сопротивление материалов. М. 1986. 560 с