

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ В ВИДЕ ЖЕСТКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ГРУНТОВОЕ ОСНОВАНИЕ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ

Рожков М.В.

Научный руководитель к.т.н., доцент, Марчук Н.И.

*Инженерно-строительный институт
Сибирский федеральный университет*

Движение транспорта, строительные работы, такие как динамическое уплотнение почвы или забивка свай на строительной площадке, а также различные техногенные воздействия, могут вызвать сильные колебания грунта. Последствием таких воздействий является распространение волн в грунте, которые возбуждают основания соседних зданий. Чтобы оценить и снизить воздействие подобных техногенных факторов на здание, необходимы знания свойств источника колебаний (воздействий), а также свойств конструкции и грунта под зданием.

Для уменьшения колебаний оснований конструкций используются различные способы. Например, можно установить барьер в почве между источником колебаний и конструкцией. Таким образом, определенный участок за преградой будет защищен от сильных динамических воздействий. В качестве преграды эффективна траншея. Но, в связи с желательной большой глубиной, устройство таких траншей обычно нелегко. Бетонная стена в качестве преграды дорога из-за больших размеров, требующихся чтобы обеспечить эффект экрана.

В работе рассматривается подход по снижению колебаний конструкций, расположенных на слабых грунтах, основанный на изменении частоты колебаний грунтового основания под фундаментом здания или сооружения, а значит перемещений и усилий в элементах здания. Для этого в определенных местах грунтового основания под верхнее строение либо под источник возмущений (колебаний) размещается искусственный подстилающий слой из жесткого материала (жесткое включение, например в виде бетонных блоков), наличие которого будет изменять частоту колебаний слоев грунтового основания, передающих колебания на верхнее строение.

Впервые эта идея была представлена в 1990г Chouw N и Schmid G в проекте по снижению вибраций и колебаний почвы (Германский патент).

Для анализа эффекта влияния жестких включений в грунтовое основание на колебания конструкций была выбрана модель 5-ти этажного каркасного здания, расчетная схема которого принималась в виде пространственной рамы с узловыми сосредоточенными массами, расположенной на сплошной фундаментной плите. Расчеты пространственной рамы на собственные колебания и вибрационные воздействия от вертикальной сосредоточенной нагрузки $P(t)=P_0 \cdot \sin(\theta t)$, приложенной к плите размером 2х2 м, толщиной 0.5м, расположенную на поверхности грунтового основания на расстоянии 20м от здания (узловая масса $m=20$ т, $P_0=196$ кН, $\theta=50$ рад/с) выполнялись по ПК SCAD Office с учетом упругих свойств грунтового основания. Грунт III категории ($E=1,1E5$ Па, $\mu=0,3$) представлен массивом $50 \times 70 \times 30 \text{ м}^3$. Используются объемные конечные элементы. Нижняя плоскость массива грунта закреплена неподвижно. Защитное устройство принималось в виде бетонного блока $2 \times 2 \times 2 \text{ м}^3$, располагаемого под источником возбуждения колебаний на разной глубине грунтового основания.

Исследовалось изменение усилий (изгибающих моментов) в конструкциях верхнего строения (пространственной рамы) в зависимости от глубины расположения бетонного блока.

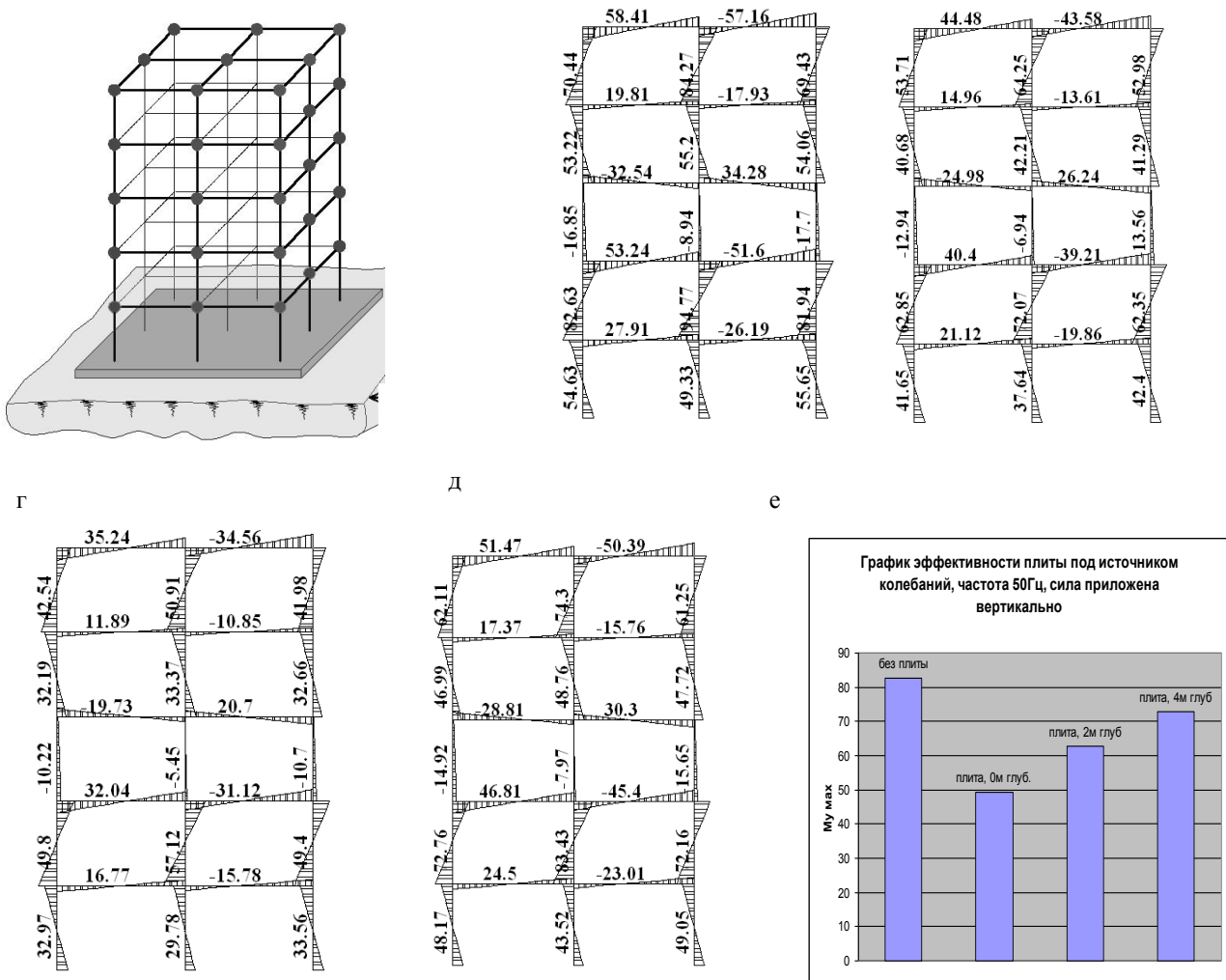


Рис. 1. Пространственная расчетная схема 5-ти этажного каркасного здания на фундаментной плите, расположенной на грунтовом основании: а – общий вид; б-д - эпюры изгибающих моментов ($\text{kN}\cdot\text{m}$) в средней раме без жесткой подстилки, с подстилкой в виде бетонного блока под силой $P(t)$ на глубине $h = 2\text{м}$, $h = 0\text{м}$ и $h = 4\text{м}$, соответственно; е - изменение M_{max} в зависимости от глубины расположения жесткого включения (бетонного блока).

Как видно из полученных результатов (рис.1, б-е) эффект защиты сооружения от динамического вибрационного воздействия проявляется тем больше, чем ближе по глубине к поверхности располагается жесткое включение. Так наибольшее уменьшение усилий в здании достигнуто при расположении жесткого включения под силой $P(t)$ у поверхности грунтового основания (при $h = 0$).

Выполненные численные исследования показывают, что использование в качестве защитного устройства жесткого включения в основание под источником возбуждения значительно уменьшает колебания и усилия в верхнем строении, но с удалением жесткого включения от поверхности на глубину эффективность влияние жесткого включения резко уменьшается.

Дальнейшее продолжение исследований будет направлено на учет жесткого включения, располагаемого под зданием, на снижение в нем перемещений и усилий.