



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК В Г. БИШКЕКЕ (НС РАН)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР -
ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН (МНИЦ - ГП)

IX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ



СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ

27 - 28 марта 2017 года
г. Бишкек



УДК 001
ББК 30.6
С56

Ответственные редакторы: Забинякова О.Б., Матюков В.Е.

Редакционная коллегия: Имашев С.А., Лазарева Е.А., Саламатина Ю.М., Асеева А.Н.

С56 Современные техника и технологии в научных исследованиях: Сборник материалов IX Международной конференции молодых ученых и студентов. – Бишкек: НС РАН, 2017. – 426 с.

ISBN 978-9967-12-643-5

В данный сборник включены материалы IX Международной конференции молодых ученых и студентов «Современные техника и технологии в научных исследованиях», которая была проведена ФГБУН Научной станцией РАН и Международным научно-исследовательским центром – геодинамическим полигоном в г. Бишкеке. В сборнике представлены работы молодых ученых и студентов из Кыргызстана, Узбекистана, Казахстана, Таджикистана, России, Украины и других стран, охватывающие исследования в области мониторинга геосреды, физики и механики горных пород, оценки сейсмического и геологического риска, математического моделирования различных процессов и других научных направлений.

Сборник может быть полезен студентам, аспирантам и специалистам, занимающимся исследованиями в области наук о Земле, механики и математики.

Утверждено к печати Ученым советом
ФГБУН НС РАН в г. Бишкеке

УДК 001
ББК 30.6

С 1401030000-17
ISBN 978-9967-12-643-5

©ФГБУН Научная станция РАН в г. Бишкеке

©Международный научно-исследовательский
центр - геодинамический полигон в г. Бишкеке

© Коллектив авторов, 2017

Функции блока управления выполняет микроконтроллер AtMega16A. На вывод 40 поступает сигнал от усилителя. На выводе 4 генерируется сигнал ШИМ, который через ограничительный резистор R1 560 Ом поступает на управляющий вывод сервомотора.

Выводы.

1. Разработана универсальная автоматическая система управления подачей инструмента гидросуппорта станка, позволяющая при её применении:
 - a. В черновой обработке – повышение стойкости инструмента.
 - b. При чистовой обработке – повышение точности геометрических размеров и чистоты поверхности изделий.
2. Разработанное программное устройство обеспечивает обработку детали из различных материалов и с разными геометрическими размерами.

Литература

1. Адаптивное управление станками / Под ред. Б.С. Балакшина. М.: Машиностроение. 1973. 688 с.
2. Ермаков В.В. Гидравлический привод металлорежущих станков. М.: Машиностроение. 2003. 223 с.
3. Резание металлов / Грановский Г.И. и др. М.: Машгиз. 1954. 401 с.

УДК 69.04

К ЗАДАЧЕ О МОДЕЛИРОВАНИИ И РАСЧЁТЕ ДВУХЭТАЖНОГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ЖИЛОГО ДОМА ДЛЯ СЕЙСМООПАСНЫХ РАЙОНОВ

ON THE PROBLEM OF MODELING AND CALCULATION OF ENERGY-EFFICIENT TWO-STOREY RESIDENTIAL BUILDING FOR EARTHQUAKE-PRONE AREAS

Ненахова И.В., Кriuлин Е.В.

irina-nenahova-v@mail.ru, zheka120295@gmail.com

Кыргызско – Российский Славянский университет, г.Бишкек, Кыргызстан

***Аннотация.** Рассмотрена задача моделирования и расчета двухэтажного энергоэффективного жилого здания для сейсмоопасных районов. Спроектирована и воплощена в металле модель. Произведена проверка устойчивости сооружения на все виды нагрузок.*

***Ключевые слова:** модель, напряжение, сейсмика, разрушение, устойчивость, каркас.*

Введение. Ежедневно в разных точках мира происходят катаклизмы техногенного и природного характера, одними из которых являются землетрясения. Уровень сейсмического риска возрастает наряду с появлением новых строительных технологий. Рост и развитие, населенных пунктов сопровождается повышением их уязвимости к воздействию стихийных бедствий и техногенных катастроф. Физические повреждения зданий, сооружений и систем жизнеобеспечения могут привести к резкому увеличению социальных и экономических потерь, поскольку очевидно, чем выше уровень экономического и социального развития территорий, тем сложнее связи в экономике и обеспечение жизнедеятельности населения региона. Кыргызская Республика находится в сейсмически активной зоне. Наиболее опасными считаются районы - Ысык-Кульская область, Чон-Алайские и Алайские районы

Алайской впадины. Проектирование сейсмостойких зданий и сооружений может производиться только на основе ожидаемых сейсмических воздействий, выраженных в параметрах сейсмического движения грунта.

Концепция сейсмоустойчивого строительства заключается в повышении несущей способности конструкции, использование материалов, обеспечивающих минимизацию их расходов. Масса сооружения оказывает существенное влияние – чем она меньше, тем объект является более устойчивым. Из опыта предыдущих землетрясений специалисты сделали ряд выводов - каркасные и каркасно-монолитные здания обладают значительной сейсмостойкостью, монолитные и крупнопанельные ограждающие конструкции на порядок выше по сейсмостойкости блочной или кирпичной кладки.

Постановка задачи. Рассматривается задача моделирования энергоэффективного двухэтажного каркасного здания для сеймоопасных районов с расчетом несущего каркаса на сейсмическое воздействие.

При моделировании объекта (рис.1) составлялись критерии подобия, равенство которых обеспечивало подобие модели и натуре.



Рисунок 1 – Модель каркаса, выполненная в натуре.

При проектировании модели были использованы следующие критерии механического подобия:

- 1) Условие равенства максимальных относительных деформаций без ограничения жесткости системы:

$$\varepsilon_M \max = \varepsilon_H \max \quad (1)$$

где $\varepsilon_M \max$ и $\varepsilon_H \max$ - наибольшие относительные деформации в подобных точках модели и реального элемента конструкции.

- 2) Условие одинаковой жесткости без ограничения величин максимальных относительных деформаций:

$$f_M l_M = f_H l_H \quad (2)$$

где f_M и f_H – прогибы в подобных точках, l_M и l_H – пролеты модели и реальной конструкции.

Уравнение дает возможность определить характеристику жесткости реальной конструкции по результатам исследования жесткости модели. В общем случае максимальные относительные деформации в модели и в реальной конструкции в пределах упругой стадии выражаются следующим образом:

$$\begin{aligned}\varepsilon_M \max &= \frac{M_M e_M \max}{E_M I_M}, \\ \varepsilon_H \max &= \frac{M_H e_H \max}{E_H I_H},\end{aligned}\quad (3)$$

где $\varepsilon_M \max$ – максимальная относительная деформация в модели; M_M – изгибающий момент от нагрузки в модели; $E_M I_M$ – жесткость поперечного сечения модели; $e_M \max$ – максимальное расстояние от центра тяжести до нижней грани модели; $\varepsilon_H \max$, M_H , $e_H \max$, $E_H I_H$, – соответствующие параметры натуральных размеров.

В связи с тем, что основная задача эксперимента – изучение работы и испытание модели на сейсмоплатформе, то в качестве основного критерия механического подобия было принято равенство относительных деформаций на нижней поверхности модели и реальной конструкции.

В исследуемом случае критерий равенства относительных деформаций можно представить следующим образом:

$$M_M = \frac{M_H E_M I_M e_H \max}{E_H I_H e_M \max}; \quad (4)$$

$$\begin{aligned}\alpha I_M * \frac{P_M}{2} &= E_M I_M e_H \max E_H I_H e_M \max * \alpha I_H * \frac{P_H}{2}; \\ P_M &= \frac{P_H E_M I_H I_M e_H \max}{E_H I_M I_H e_M \max}; P_M = \mu n_p P_H,\end{aligned}\quad (5)$$

где $0.5P_M$ и $0.5P_H$ – сосредоточенные силы моделируемой балки и балки в натуральную величину, μ – отношение модулей упругости материалов балок, $\mu = \frac{32.51 \text{ Па}}{28.51 \text{ Па}} = 1.14$,

$n_p = \frac{l_H I_M e_H \max}{l_M I_H e_M \max}$ – константа подобия по деформациям для данного случая нагружения.
 $n_p = 0.50 P_M = 0.478 P_H$.

Относительная погрешность между максимальными относительными деформациями на нижней грани реальной конструкции и модели, которые определены по формулам, составляет 2,5%. Относительная погрешность по условию равенства прогибов реальной конструкции и опытной модели, которые определены по формуле, составляет 7,5%.

По результатам сравнения модели и реальной конструкции можно сделать вывод о возможности применения данной модели для изучения работы реальной конструкции, так как максимальные относительные деформации модели и конструкции в натуральную величину практически равны (погрешность составляет 2,5%). Кроме того, относительные прогибы модели и реальной балки различаются на 7,5%. При моделировании обязательно соблюдение хотя бы одного из условий. Но в данном случае погрешность по двум условиям находится в допустимых пределах. Поэтому данная модель наиболее точно отражает поведение реальной конструкции под нагрузкой.

Общие сведения. Сложные конструктивные решения современных зданий и сооружений, вызванные архитектурно-планировочными требованиями, необходимостью размещать тяжелое оборудование, высотой зданий, большими пролетами,

изменяющимся по высоте объемом зданий и т. д., требуют формирования расчетных схем, отвечающих их реальной работе при сейсмических воздействиях.

В таких случаях создаются расчетные схемы, обладающие значительным числом степеней свободы даже при принимаемых упрощениях и, следовательно, формируются разрешающие системы уравнений с колоссальным числом неизвестных. В решении таких систем уравнений нельзя обойтись без применения современной вычислительной техники и специализированных программ. В настоящее время наиболее распространенный метод решения строительных (и не только) задач при помощи компьютерной техники – метод конечных элементов.

В случае сейсмического воздействия нагрузки на систему меняются во времени. Иными словами, имеем:

$$N = N(t) \quad (6)$$

Здесь под функциями времени следует понимать не только нагрузки, но и усилия и перемещения. Сказанным предполагается введение в рассмотрение скоростей $\frac{dZ}{dt}$ и ускорений $\frac{d^2Z}{dt^2}$ перемещений. Возникающие при этом инерционные силы будут равны

$$I(t) = M \frac{d^2Z}{dt^2}, \quad (7)$$

где M - масса, Z - перемещение.

Очевидно, что силы инерции не могут считаться пренебрежимо малыми по сравнению с нагрузками на систему и силами упругости и их следует учитывать при составлении условий равновесия, которые принимают вид дифференциальных уравнений.

Для расчета сейсмостойкости был использован метод конечных элементов для каркасного здания в программе Scad.

Для расчетов на динамические воздействия необходимо подготовить данные о вариантах динамических нагружений и задать для каждого из этих нагружений набор характеристик соответствующего воздействия, порождающего колебания системы. Динамические нагружения должны учитывать инерционные силы. Эти силы связаны с узловыми сосредоточенными массами и массами, расположенными на элементах системы. Учитываемое направление действия инерционных сил должно соответствовать поступательным динамическим степеням свободы, отвечающим граничным условиям и признаку схемы. Допускается использование различных инерционных характеристик в разных нагружениях (например, исследуется движение системы с временными нагрузками и без).

При задании инерционных свойств узлов в соответствующем окне необходимо задать массу и направление, в котором будут учитываться создаваемые ею силы инерции при расчете. При учете масс в элементах есть возможность принять во внимание распределенные и сосредоточенные массы. Здесь требуется указать значения массы и ее привязку. Задание масс возможно путем ссылки на статическое нагружение, все местные нагрузки которого интерпретируются как значения масс, расположенные на элементах. Может создаться впечатление, что в этом случае присоединенные нагружения участвуют в расчете дважды – и как статические, и как динамические, но это не так, поскольку в динамическом нагружении они только формируют инерционные силы, не действуя на конструкцию непосредственно.

Характеристики динамических воздействий назначаются в группе диалоговых окон, в представленном перечне динамических нагрузок следует выбрать сейсмическое воздействие по СП 14.13330.2011 (расчет по СП 14.13330.2014 еще не реализован).

Необходимо преобразовать имеющиеся нагрузки с учетом коэффициента пересчета.

Преобразование статических нагрузок в массы здесь происходит по следующим правилам:

- все местные нагрузки на элементы приводятся к узловым;
- из полученных таким образом приведенных узловых сил остаются только узловые нагрузки по направлению Z ;
- знак вычисленной нагрузки игнорируется.

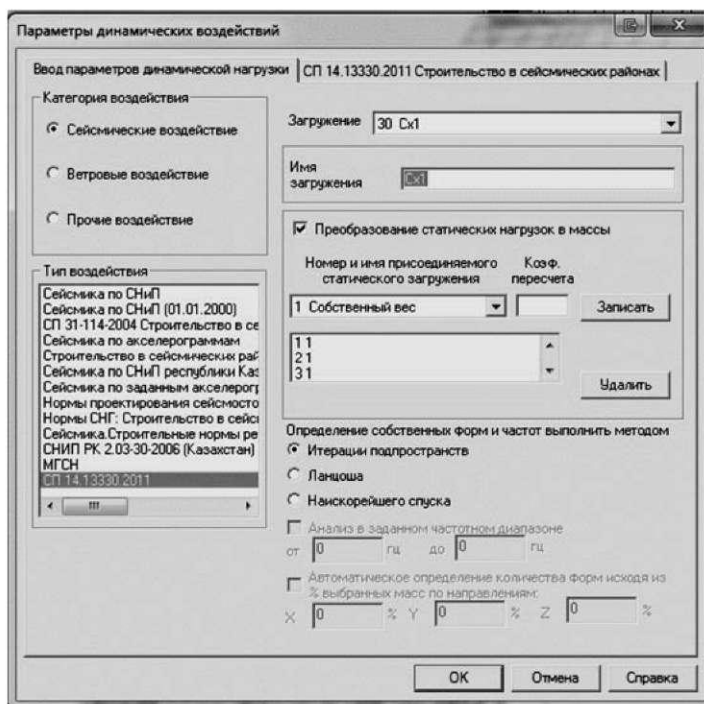


Рисунок 2 – Окно «параметры динамических воздействий».

Определение собственных форм и частот может быть выполнено различными методами: итерацией подпространств; Ланцоша, наискорейшего спуска.

Непосредственно для сейсмических нагружений во вкладке «СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах» задаются следующие данные.

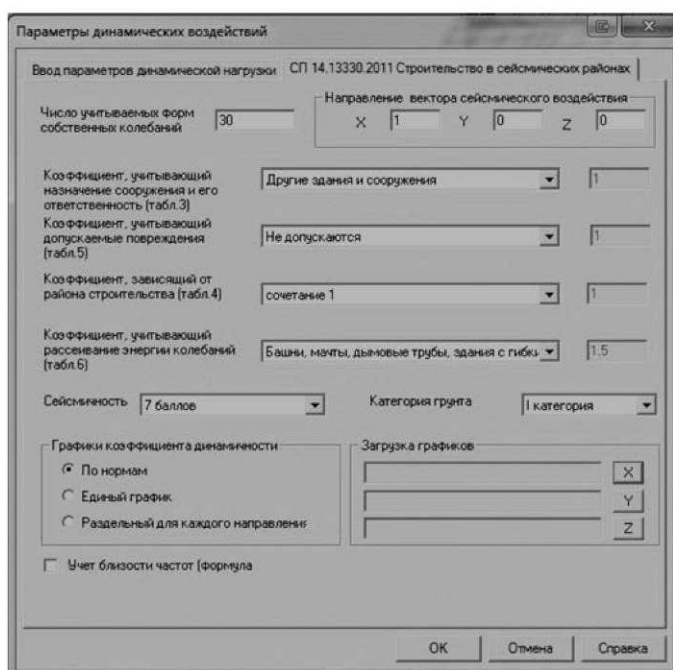


Рисунок 3 – вкладка «СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах».

1. Число учитываемых форм собственных колебаний. Выбор числа учитываемых форм зависит от конкретной задачи. Необходимо учесть наиболее опасные формы, например, крутильные, которые могут вызвать обрушение сооружения. Имеется эмпирическое правило – для системы с n динамическими степенями свободы надежно вычисляются примерно $n/2$ первых частот и форм собственных колебаний. Бывают случаи, когда первые собственные частоты связаны с формами колебаний, которые не возбуждаются действующей нагрузкой. Это заставляет увеличивать n ;
2. Направление вектора сейсмического воздействия. Указываются косинусы углов с осями X , Y , Z ., например, при $x = 1$, $y = 0$ и $z = 0$ сейсмическое воздействие будет направлено вдоль оси x ;
3. Коэффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственность (согласно табл. 3 СП 14.13330.2011). Выбирается тип сооружения из всплывающего списка;
4. Коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения, – в соответствии с табл. 5 СП 14.13330.2011;
5. Коэффициент, зависящий от района строительства, – согласно табл. 4 СП 14.13330.2011. Выбирается из всплывающего списка;
6. Коэффициент, учитывающий рассеивание энергии колебаний, – в соответствии с табл. 6 СП 14.13330.2011;
7. Сейсмичность – задается сейсмичность площадки строительства;
8. Категория грунта. Согласно нормативным документам при «плохих» грунтах может производиться корректировка сейсмичности площадки строительства;
9. Выбирается применяемый график для коэффициента динамичности. Для расчета по СП необходимо выбрать «по нормам». Кроме того, есть возможность загрузить свои графики для коэффициента динамичности;
10. Учет близости частот – при необходимости учета близких по значениям частот собственных колебаний системы.

Также в ЭБК SCAD предусмотрена возможность расчета на сейсмические воздействия по акселерограммам.

В результате выполненных расчетов, возможно, получить формы собственных колебаний системы, а также деформации схемы и усилия или напряжения в ее элементах. В дальнейшем следует выполнить прочностные расчеты сечений всех элементов, а также оценить деформативность системы в сравнении с требованиями нормативных документов.

Выводы.

1. Разработана в рамках теории подобия и размерности модель энергоэффективного каркасного здания, пригодная для испытаний на сейсмоплатформе.
2. Реализована схема загрузки с учетом статического приложения нагрузок и сейсмического воздействия.
3. Получены конкретные численные результаты. Положено, что с теоретической точки зрения каркас здания удовлетворяет требованиям сейсмобезопасности.

Литература

1. Бокарев С.А., Ефимов С.В. Вопросы подобия усиленных железобетонных балок при экспериментах на уменьшенных масштабных моделях // Наукоедение: Интернет-журнал. 2014. Вып. 5 (24), сентябрь – октябрь. С. 1-12. <http://naukovedenie.ru>.
2. Саркисов Д.Ю. Сейсмостойкость зданий и сооружений. Л.: ТГАСУ. 2015. 156 с.
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука. 1977. 440 с.