



НУРЛАН УУЛУ А., ЭЛДИЯР КЫЗЫ Н., АБЫЛОВ Н.А., МОМБЕКОВ А.Ы.
¹КГУСТА им. Н.Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика

NURLAN UULU A., ELDIYAR KYZY N., ABYLOV N.A., MOMBEKOV A.Y.
Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture n.a. N.Isanov
Bishkek, Kyrgyz Republic
adil_nurlan@inbox.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ НА ПРОГРЕССИРУЮЩУЮ ДЕСТРУКЦИЮ

MODELING BUILDINGS FOR PROGRESSIVE DESTRUCTION

Бул макалада прогрессивдүү бузулуу үчүн имараттарды сандык моделдөө жана ошого жараша топтолгон эффектке ээ болгон коркунучтуу динамикалык таасирлерге каршы туруу үчүн эсептөө ыкмалары боюнча маселелер талкууланат.

Өзөк сөздөр: курулуш конструкциялары, темир-бетон конструкциялары, темир-бетон каркастары, каркастык имараттар жана конструкциялар, конструкция, туруктуулук, конструкциялардын динамикасы, динамикалык эффекттерди эсептөө, сокку таасирлерин эсептөө, чектүү элементтер ыкмасы.

В данной статье рассматриваются вопросы по численному моделированию зданий на прогрессирующую деструкцию и соответственно, методы расчета по противодействию опасным динамическим воздействиям, имеющим накапливаемый эффект.

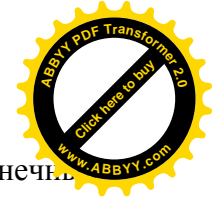
Ключевые слова: строительные конструкции, железобетонные конструкции, железобетонные каркасы, каркасные здания и сооружения, конструкция, устойчивость, динамика конструкций, расчет динамических воздействий, расчет ударных воздействий, метод конечных элементов.

This article discusses issues on the numerical modeling of buildings for progressive destruction and, accordingly, calculation methods for countering dangerous dynamic influences that have an accumulated effect.

Key words: building structures, reinforced concrete structures, reinforced concrete frames, frame buildings and structures, structure, stability, dynamics of structures, calculation of dynamic effects, calculation of shock effects, finite element method.

Конечно-элементное моделирование строительных конструкций на основе метода конечных элементов (МКЭ) рассмотрен в [1]. В ПК ЛИРА метод конечных элементов реализован в виде смещений (перемещение) - учитывается МКЭ там, где искомой функцией разрешения является смещение (перемещение). Это связано с тем, что выбор расчетной модели для МКЭ при смещениях (перемещение) легко поддается алгоритмизации, а практическое использование МКЭ немислимо без использования современных компьютеров [2]. Методы расчета резистентных к сейсмическим усилиям зданий по перемещения рассмотрены в [3].

Преимущественными характеристиками программного софта Lira является то, что в нем используются алгоритмы, учитывающие физическую анизотропность строительных материалов и конструкций. Методика расчета строительных конструкций на прогрессирующую деструкцию заключается в следующем:



- после проектирования физической модели необходимо указать типы конечных элементов и их жесткость с учетом граничных условий. Чтобы учесть физическую и геометрическую анизотропность следует выбрать соответствующий тип КЭ;
- принять двух системность нагрузжений, первый компонент которого это имитация нагрузок во времени на конструкцию, тогда как во втором случае принимается во внимание динамический фактор. Это требует нагружения верхнего узла разрушаемой опорной части.

По итогам проведенного моделирования получим сведения в части геометрических деформаций, параметров нагрузок и пределов прочности рассматриваемых элементов конструкций, что даст нам возможность определить их устойчивость.

Применение метода статического анализа в уточнении коэффициента динамичности можно делегировать инженерам-проектировщикам.

На основе материала можно разработать следующий алгоритм проектирования постепенно защищаемых от обрушения построек (рис. 1).

Этот способ моделирования строительных конструкций можно использовать в численной среде ПК Лира.

Принятый шаг разделения КЭ в диапазоне от 1000 до 1200 мм.

Тип конечных элементов, их геометрические и динамические параметры определяют по нелинейной формуле. Нелинейная формула выделяет типы конечных элементов в соответствии с их физической и геометрической нелинейностью: FE 10, FE 42, FE 44. Для регулировки жесткости элементов в соответствии с физической нелинейностью определяются следующие параметры материала:

- применяемые материалы;
- нелинейность деформирования (стандартная прочность);
- класс бетона - В25 / В40;
- тип бетона - ТА;
- закон нелинейной деформации - 15.

Параметры армирования различны для разных групп элементов, а для перекрытий в зоне опоры колонн учитывается дополнительное армирование. Комбинации расчетных нагрузок и силовых воздействий, сочетания расчетных усилий и модели в линейной задаче указываются точно.

В результате проведенного моделирования получили, что

- расчеты показывают сопротивление постепенной деструкции двух схематичных зданий;
- наличие жестких блоков в сочетании с техническим этажом позволяет существенно уменьшить смещение плит перекрытия верхнего этажа на площади над обрушенными колоннами, в результате чего на эти смещения будут действовать внешние силы.

В нелинейной задаче нагрузка определяется следующим образом: начальная нагрузка имитирует все нагрузки, отмеченные в нормативных правовых актах в области строительства, принятых на территории Кыргызстана; последующее нагружение принимает во внимание так называемый коэффициент динамичности. Во втором случае нелинейного нагружения учитывается история предшествующих нагрузок.

По итогам моделирования определили потенциальную нагрузку на здания, что дает возможность практического применения к возведению резистентных к деструкции зданий. Для нежестких блок-схем и для схем со сплошными блоками изотропный переход Z показан на рис. 3, 4.

На рисунках 5, 6 показаны динамические усилия с стержневых элементах конструкции.

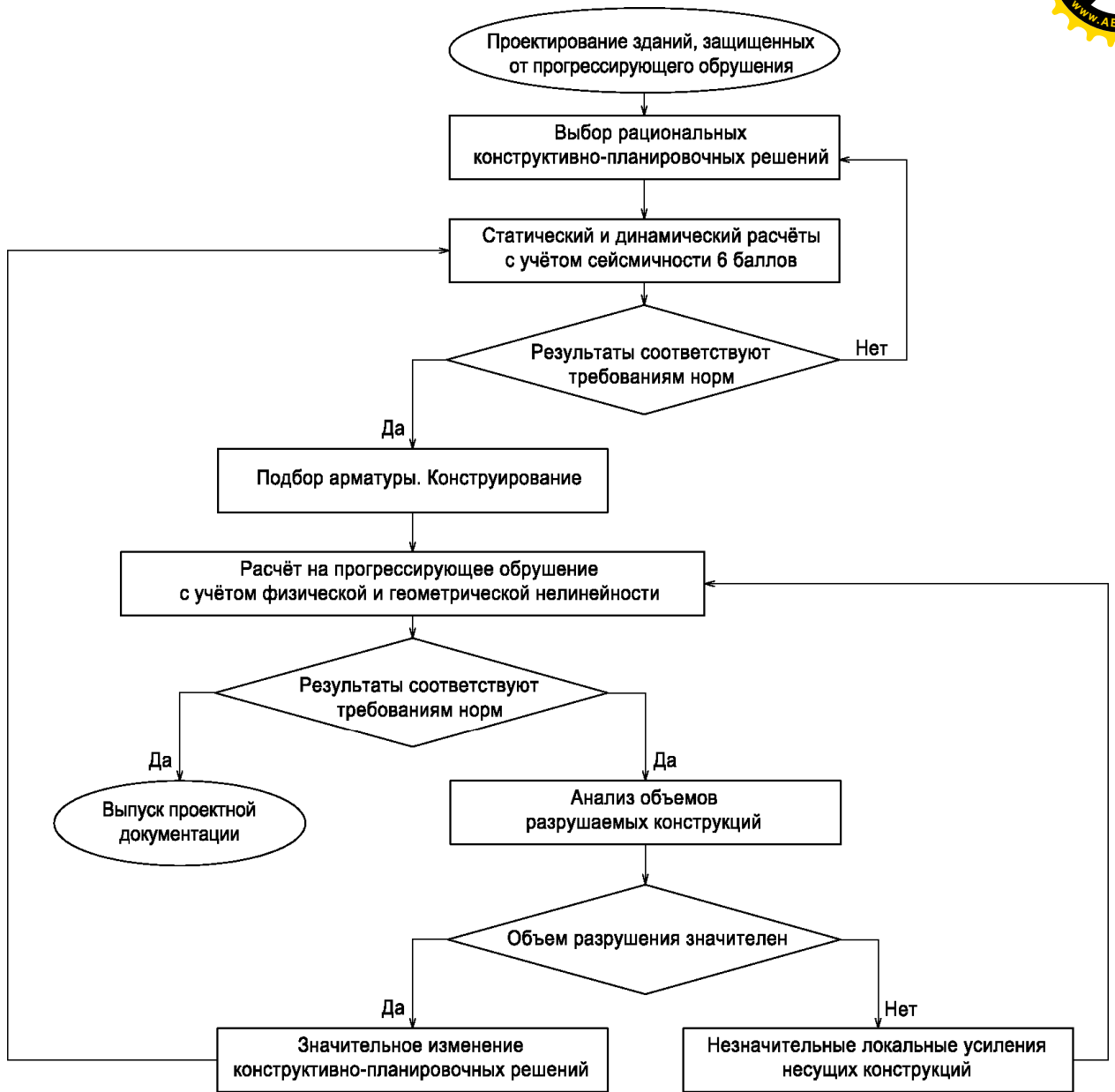


Рис.1. Предлагаемая структура проектирования зданий резистентных к прогрессирующей деструкции

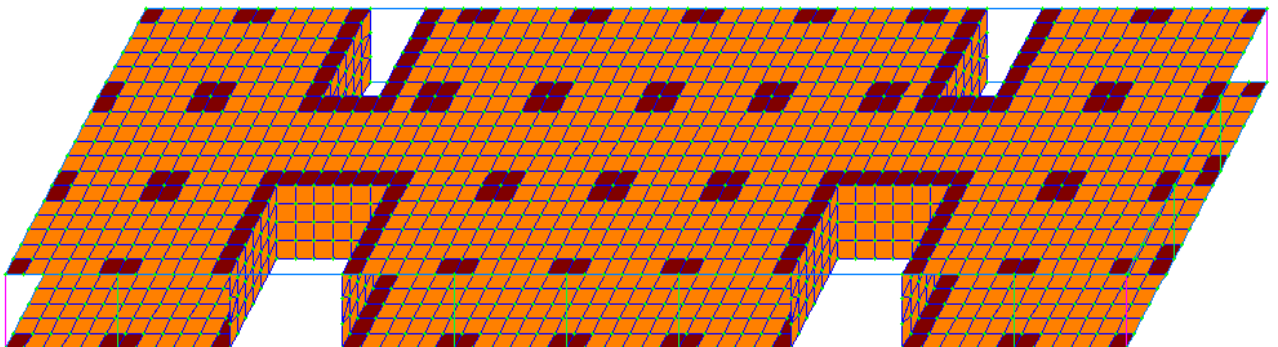


Рис. 2. Спектрограмма расположения неподвижности уровней

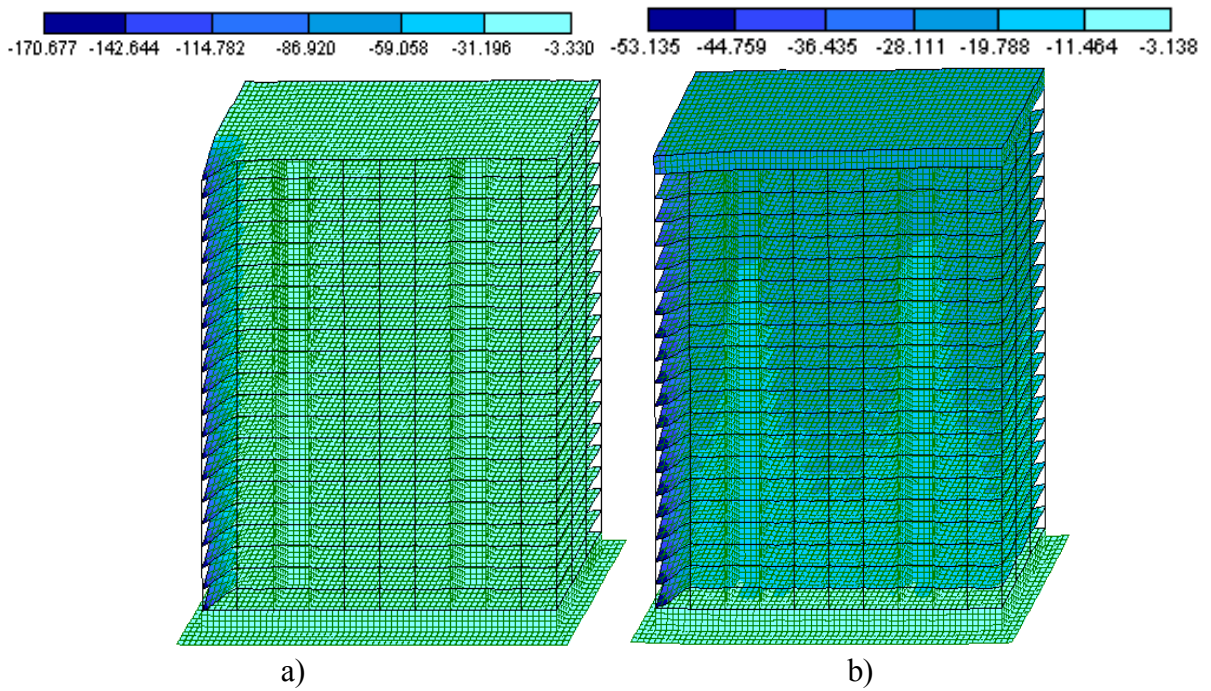


Рис.3. Спектральная визуализация геометрических деформаций угловых опорных частей при γ равной 1,2
a) – кровля с упругим защемлением, b) – кровля с жёстким защемлением

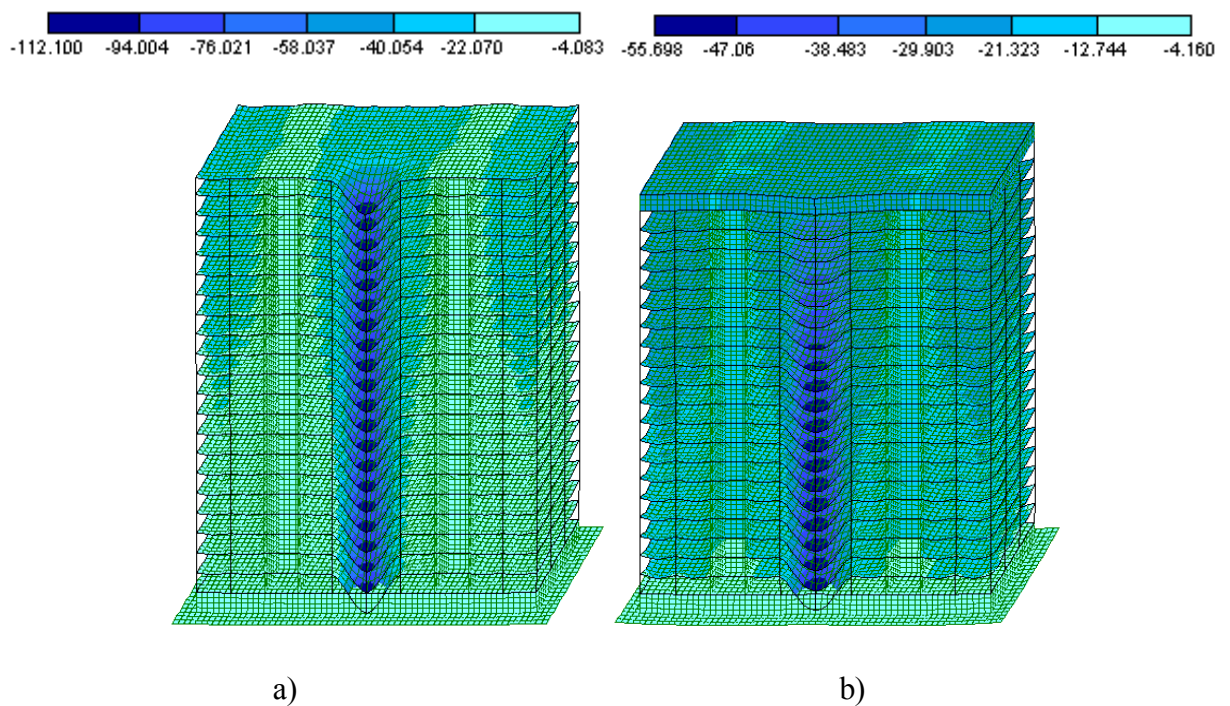


Рис.4. Спектральная визуализация геометрических деформаций центральных опорных частей при γ равной 1,2
a) – кровля с упругим защемлением, b) – кровля с жёстким защемлением

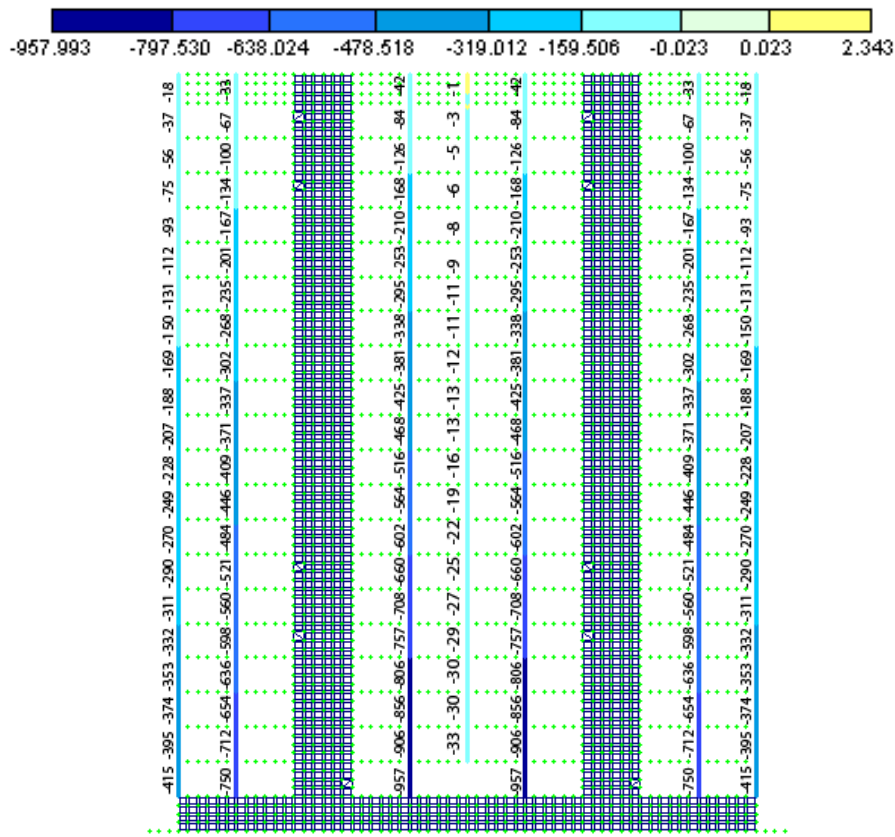


Рис.5. Динамические усилия в стержневых элементах при γ равной 1,2 с кровлей с упругим защемлением

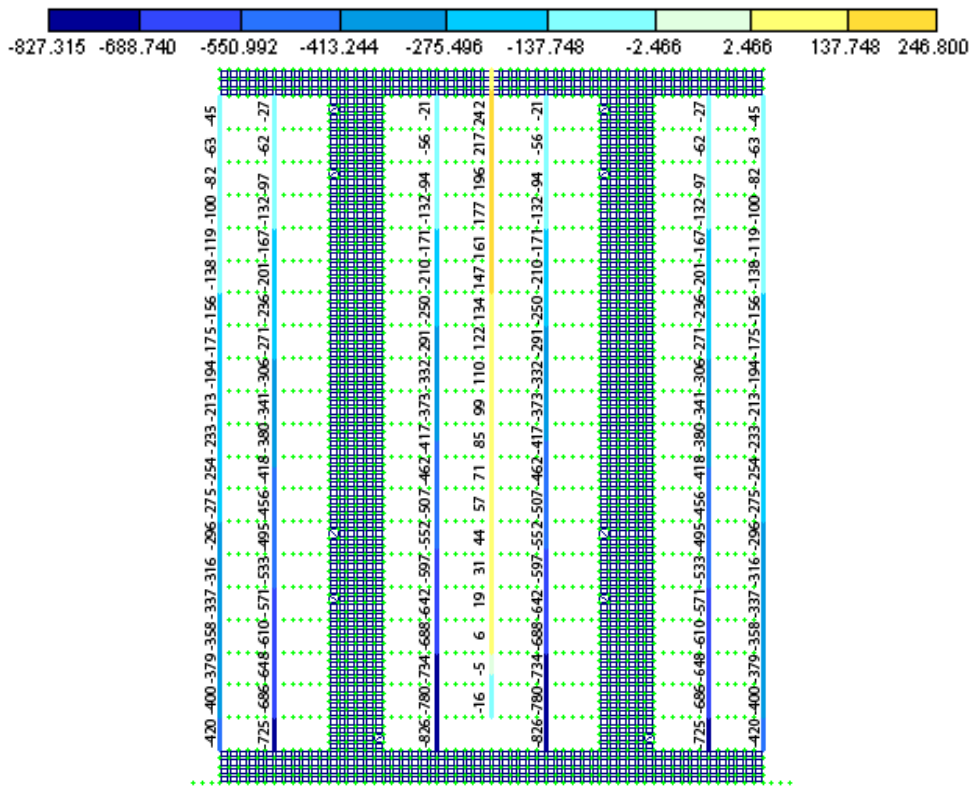


Рис.6. Динамические усилия в стержневых элементах при γ равной 1,2 с кровлей с жёстким защемлением

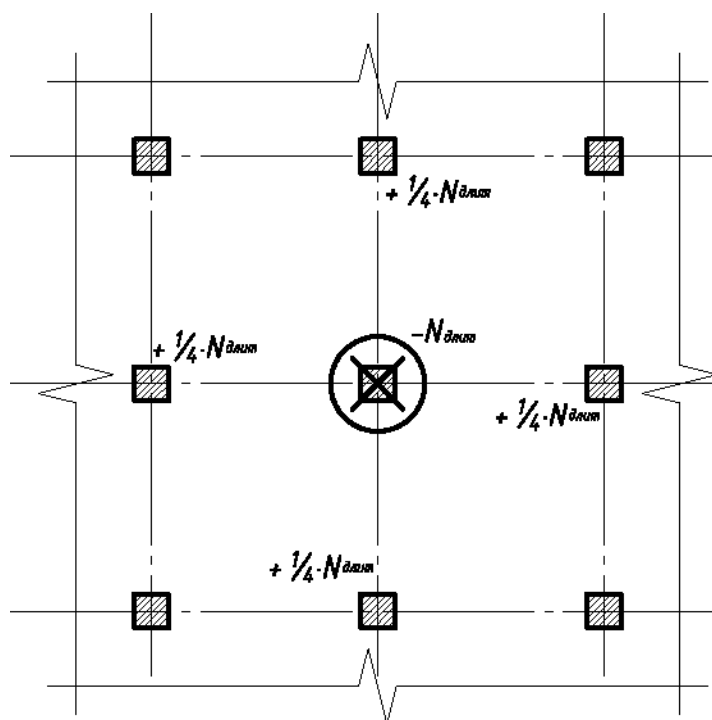


Рис.7. Размещение в плане динамических сил

Проведенное численное моделирование на прогрессирующую деструкцию выполнило следующие условия:

- а) σ в стальных стержнях не достигали 600 Мпа;
- б) усилия в элементах конструкций были пропорциональны S нагрузки;
- в) получены значения коэффициента динамичности γ равной 1,2.

Выводы: Предложена структура проектирования зданий резистентных к прогрессирующей деструкции, которая имеет эффект аккумуляции во времени. Резистентность к прогрессирующей деструкции достигнут за счет сохранения напряжений в стержневых элементах в диапазонах не превышающих 600 Мпа и увеличения коэффициента динамичности до 1,2.

Список литературы

1. Болотбек Т. Применение результатов метода сосредоточенных деформаций к результатам численных экспериментов на основе метода конечных элементов [Текст] / Т. Болотбек, Ж.Т. Темирканова, А. Нурлан уулу, Ж. Тойчу кызы, А. Аскарлова // Вестник КГУСТА. – Бишкек: КГУСТА, 2020. – №1 (67). - С. 140-146.
2. ЛИРА–САПР. [Текст]: Книга I. Основы / Е.Б Стрелец–Стрелецкий, А.В. Журавлев, Р.Ю. Водопьянов // Под ред. Академика РААСН, докт. техн. наук, проф. А.С. Городецкого. – М.: Издательство liraland, 2019. – 154с.
3. Болотбек Т. Расчет резистентных к сейсмическим усилиям зданий по перемещениям [Текст] / Болотбек Т., Абдыраимов Д.Ж., Карабашов А.А., Кудайбергенов С.Б., Муқанбетова Б.З., Женишбек у.Н. // Вестник КГУСТА. – Бишкек: КГУСТА, №2 (72). - 2021. – С. 242-249.