

УДК

*В.М. Перишаков, д.т.н., проф., К.М. Лисницька, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

РОЗРАХУНОК І ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ БУДІВЕЛЬ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКІВ ПРОГРЕСУЮЧОГО ОБВАЛЕННЯ

Розглянуто явище прогресуючого руйнування та описані результати розрахунку каркасної висотної будівлі в ПК Ліра.

Будівництво, як і будь яка інша галузь промисловості, характеризується ймовірністю виникнення аварійних ситуацій. Крім техногенних факторів (вибухи, пожежі, транспортні аварії, падіння кранів, локальні перевантаження конструкцій, помилки проєктантів, недбалість будівельників та ін.), існують також і природні фактори (сейсміка, виникнення карстових провалів в основах будівель, зсуви, урагани і т. д.) через вплив яких можливе виникнення часткової або повної руйнації будівлі. Також відомо, що врахування та дотримання всіх вимог нормативних документів не забезпечує необхідний рівень надійності будівлі. Норми встановлюють лише мінімальний рівень безпечної експлуатації та довговічності конструкцій, використовуючи комплекс коефіцієнтів, що до теперішнього часу залишаються емпіричними [1]. Фактично ці коефіцієнти забезпечують на стадії проєктування конструкцій їх експлуатаційний ресурс.

Метою дослідження є: забезпечення не лише безаварійного стану будівлі протягом усього терміну експлуатації, а й у разі виникнення техногенної чи природної надзвичайної ситуації мінімізація збитків.

Зношення та пошкодження несучих конструкцій чи їх зв'язків і, як наслідок, зміна міцності, жорсткості елементів розрахункових схем призводять до зниження конструктивної безпеки споруди. При найгіршому поєднанні негативних обставин вони призводять до раптової відмови та прогресуючого руйнування.

Під прогресуючим (лавиноподібним) руйнуванням розуміють розповсюдження початкового локального пошкодження у вигляді ланцюгової реакції від елемента до елемента, яке в кінцевому результаті, призводить до обвалення всієї будівлі або безпосередньо великої її частини.

Існує три категорії методів запобігання або зменшення наслідків прогресуючого руйнування: другорядні заходи (введення додаткових захисних заходів, що загалом не збільшують стійкість конструкції), дотичне або не пряме проєктування (базується на мінімальних вимогах до конструкцій для забезпечення захисту від прогресуючих обвалень) та пряме проєктування. Пряме проєктування в свою чергу поділяється на: метод локальної протидії і метод можливих пошкоджень.

За методом локальної протидії ключові елементи конструкції мають володіти достатнім опором до деякого, відомого завчасно, особливого навантаження. Недоліком є те, що особливе навантаження для розрахунку має

бути апріорним. Насправді ж можливе виникнення зовсім іншого навантаження.

За методом можливих пошкоджень поведінка системи детально аналізується після виключення з роботи певного елемента. Основна ідея методу полягає в тому, що коли один або кілька несучих елементів руйнуються вся конструкція має бути спроможною витримати діючі на неї навантаження. За цим методом необхідно миттєво видаляти один з несучих елементів будівлі та розраховувати її так щоб виключити можливість руйнування [2]. Цей метод на сьогоднішній день набув найбільшого поширення.

Каркасні будівлі мають несучий елемент, який не можливо захистити від прогресуючого руйнування ані другорядними заходами, ані заходами не прямого проектування. Це ключові елементи каркасу (в першу чергу колони). Для розрахунку будівель від прогресуючого обвалення сучасні нормативні документи (ДБН В.2.2-24:2009 “Проектування висотних житлових і громадських будинків”) рекомендують використовувати різні програмні комплекси, такі як : Ліра, Мономах, SCAD, STARK-ES та ін. Розрахунок будівлі на прогресуюче обвалення в програмних комплексах необхідно виконувати з урахуванням фізичної і геометричної нелінійності конструктивних елементів, що забезпечує найбільшу достовірність розрахунку і зниження додаткових матеріальних витрат. Для розрахунку необхідно використовувати просторову розрахункову модель. В моделі можуть враховуватись елементи, що являються не несучими в умовах нормальної експлуатації (зовнішні стіни), але в надзвичайній ситуації можуть сприймати аварійні навантаження і активно брати участь у перерозподілі зусиль в елементах конструктивної системи.

Для виконання експерименту розглядалася 30 – ти поверхова будівля каркасно-монолітного типу. Висота поверху становить 3.0 м. Класс бетону В30, класс робочої арматури А III. Розміри перерізу колони – 80x80см. Висота монолітної плити перекриття 30см. Висота аутригерного поверху пиймалася 2.0 м. Розрахунок будівлі проводився у програмному комплексі Ліра, в якому здійснювався розрахунок з урахуванням фізичної і геометричної нелінійності. В якості методу, що дозволяє захистити каркасну будівлю від обвалення без значного збільшення витрат матеріалів, пропонувалося використовувати жорсткі блоки (аутригерних поверхів) по висоті будівлі через кожні десять поверхів. Велося три варіанти розрахунку 30-ти поверхової будівлі [3]:

1. Простий розрахунок 30-ти поверхової будівлі з урахуванням фізичної і геометричної нелінійності. Використовувалася лише стадія монтажу будівлі.
2. Розрахунок 30-ти поверхової будівлі з урахуванням фізичної і геометричної нелінійності. Використовувалася стадія демонтажу колони середнього ряду першого поверху.
3. Розрахунок 30-ти поверхової будівлі з урахуванням фізичної і геометричної нелінійності, з використанням стадії демонтажу колони середнього ряду першого поверху та влаштуванням трьох зв'язкових (металеві в'язі) верхів.

4. Розрахунок 30-ти поверхової будівлі з урахуванням фізичної і геометричної нелінійності, з використанням стадії демонтажу колони середнього ряду першого поверху та влаштування трьох зв'язкових (залізобетонні діафрагми) верхів.

На основі проведеного дослідження були отримані результати напруження в плиті перекриття першого поверху, а всієї будівлі цілком (рис 1.).

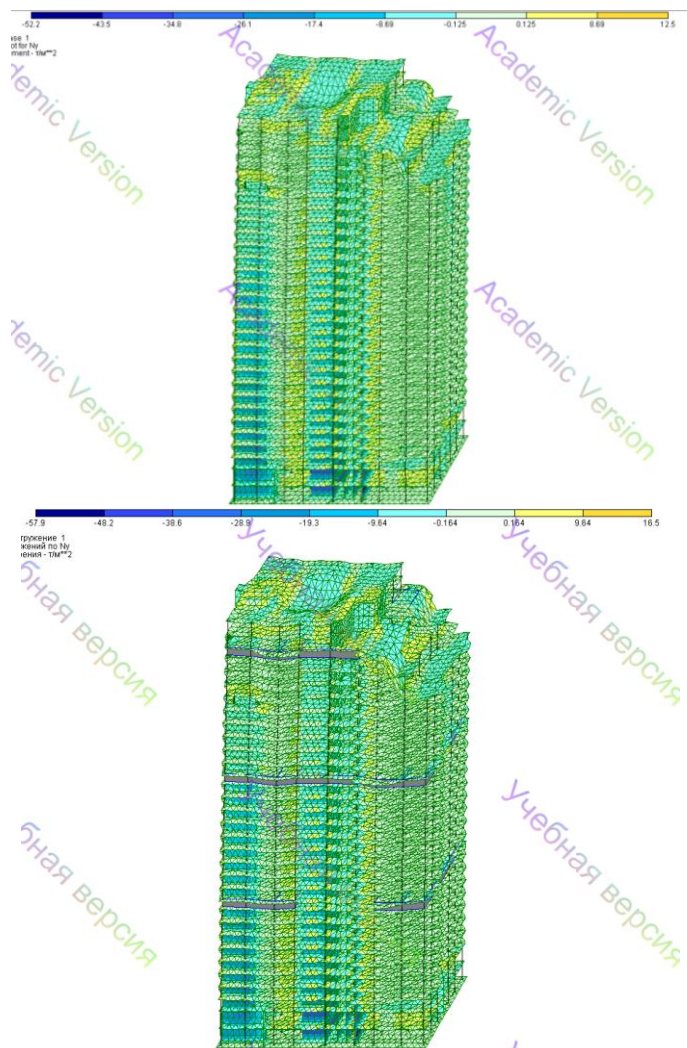


Рис.1. Ізополя напружень по σ_y . Варіант 1 та варіант 4.

Висновки

Отже, після руйнування колони середнього ряду 1-го поверху напруження у плиті перекриття, що розташована над цією колоною зросли на 60%. Застосування аутригарних поверхів, виконаних із металевих зв'язків, дозволяє зменшити напруження в плиті перекриття першого поверху на 55.5% Застосування аутригарних поверхів, виконаних із залізобетонних діафрагм, дозволяє зменшити напруження в плиті перекриття першого поверху на 60%. Таким чином використання аутригарних поверхів значно зменшило величину напруження в плиті і дозволило майже повернути напружений стан плити в початковий варіант.

При руйнуванні колони середнього ряду переміщення, що раніше були розподілені по всій площі плити, зростають і зосереджуються над зруйнованою колоною. При використанні схеми з аутригарними поверхами переміщення незначно перерозподіляються по всій величині плити, зменшуючись у області над зруйнованою колоною .

Список літератури

1. Оптимизация расчетных параметров строительных конструкций/ Н.А. Крылов, А. А. Воеводин, К. А. Глуховский, Д.П. Хлутков. – Ленинград: Стройиздат1989. – 112с.
2. Као Зуй Кхой Динамика прогрессирующего разрушения монолитных многоэтажных каркасов: дис. на соиск. уч. степени кандидата тех. наук: 05.23.01/ Као Зуй Кхой. – Москва, 2010. -193 с.
3. Мисливець К.М. Аналіз надійності вичотної будівлі з урахуванням ризиків прогресуючого обвалення: дис. на здоб. кваліфік. «Магістр будівництва» / К.М. Мисливець, 2010.- 197 с.