

## **СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕНИЯ СЕЙСМИЧНОСТИ РАЙОНА**

**И.А.Твардовский, к.т.н., доцент., Г.С.Чобан, к.т.н., доцент**

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

В настоящее время существенно возрос объем работ по реконструкции зданий и сооружений, эксплуатируемых длительное время, и по завершению объектов, строительство которых было приостановлено в недавнем прошлом, часто без проведения мероприятий по консервации. Дефекты, возникшие в процессе эксплуатации зданий, а также снижение характеристик материалов, связанные с их старением, и изменившиеся экономические условия требуют особого подхода к модернизации зданий или их реконструкции с учетом требований норм строительства в сейсмических районах Украины.

Расчет конструкций на сейсмические воздействия большой интенсивности является важной и сложной проблемой. Различные аспекты современных методов расчета железобетонных конструкций на действие кратковременных динамических нагрузок большой интенсивности разрабатывались многими отечественными и зарубежными учеными.

Одними из важных в настоящее время становятся экономические критерии оптимальности, на основе которых может быть выбрана такая степень антисейсмического усиления, которая обеспечивает, с одной стороны, заданный уровень надежности сооружения, а с другой, - минимальную величину расходов, связанных с ликвидацией последствий землетрясения.

Примеры разрушения зданий по крайним несущим колоннам можно видеть на фото 1-4.

Как видно из многих имеющихся материалов, вопросы обеспечения надежной эксплуатации существующих пространственных стержневых систем при их реконструкции в условиях повышения сейсмичности района является задачей современного строительства. Учет деформативных и прочностных изменений в бетоне с образованием пластических шарниров, формирующих механизм разрушения каркасного здания - представляет собой актуальную задачу, требующую совершенствования расчета.



Фото 1-4. Характер разрушения каркасных зданий от сейсмического воздействия

В связи с исследуемым характером разрушения каркасных зданий при сейсмических воздействиях [1] назрела необходимость исследовать характер перераспределения напряжений и деформаций в уже существующих конструкциях и сооружениях, построенных еще до внесения изменений и дополнений в действующие нормативные документы. Такая постановка существенно и принципиально отличается от вопроса проектирования и расчета новых конструкций, когда можно заранее выбрать необходимую конструктивную схему, подобрать сечение отдельных элементов и сделать все расчетные проверки будущей конструкции. Существующая конструкция принимается такой, какая она есть и посредством усиления ее определяются пути приспособления к новым условиям работы, причем усиление в большинстве случаев выполняется под нагрузкой.

Для определения картины разрушения каркасного здания предлагается выполнять расчёты пространственной стержневой системы на действие сейсмической нагрузки [2], определенной в соответствии с действующими нормами [3] по разработанному алгоритму, позволяющему определять на расчетной модели места образования пластических шарниров и характер механизма разрушения.

Обосновывая необходимость учета перераспределения усилий при проектировании статически неопределимых конструкций, следует подчеркнуть, что при этом глубже уясняется поведение конструкции в различных условиях работы. Используя явление перераспределения, можно снизить трудоемкость изготовления конструкции. Распределение моментов при этом получается более выгодным, чем следует из расчета по теории упругости [4]. Разница между значениями изгибающих моментов над опорами и в пролете уменьшается. Таким образом удается избежать чрезмерных скоплений арматуры, ее заготовка и укладка упрощаются. В местах, где ожидалась чрезмерная концентрация арматуры, наступит ее разрежение. Благодаря лучшему уплотнению бетонной смеси качество бетона в этих местах повысится, а значит, возрастет и надежность конструкции. В сборных элементах уменьшится количество сварных арматурных стыков.

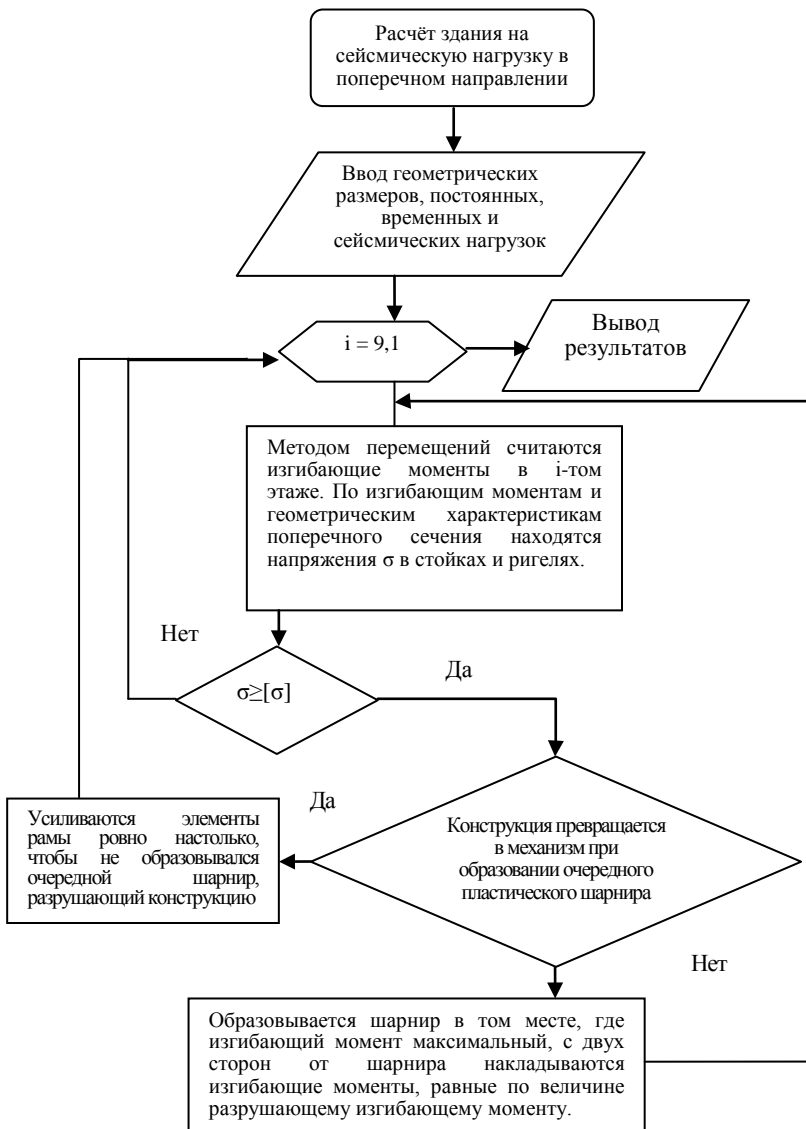
Для примера предполагается, что каркасное 9-ти этажное здание, построенное ранее, нуждается в усилении для дальнейшей безопасной эксплуатации в 8-бальной зоне. Для этого при заданных постоянных, временных и сейсмических нагрузках определяются усилия, возникающие в ригелях и стойках расчетной схемы. После определения мест с достигнутыми максимально допустимыми значениями, включается механизм перераспределения усилий [5]. Такой подход позволяет предварительно в зоне образовавшегося шарнира повысить жесткости стоек (ригелей), пока напряжения в них не будут меньше допустимых, после чего возможно дальнейшее увеличение нагрузки.

Результаты расчета приведены на рис.1 и рис.2, на которых видно последовательность разрушения и на сколько экономичнее будет решение по усилению конструкций рассчитанных с учетом ограниченных пластических свойств (допускаемых напряжений)

Характер деформирования по полученным результатам подтверждается характером разрушения конструкций здания при действии сейсмической нагрузки высокой интенсивности [6].

Для увеличения жесткости несущих стоек и ригелей, находящихся под нагрузкой существует ряд способов (см. таблицу 1). Схема усиления строительной конструкции или целой группы принимается в зависимости от степени поврежденности элемента, требуемой конечной величины несущей способности, условий эксплуатации, влияния элементов усиления на основные технологические процессы и возможность качественного выполнения работ.

## Алгоритм проведения расчета



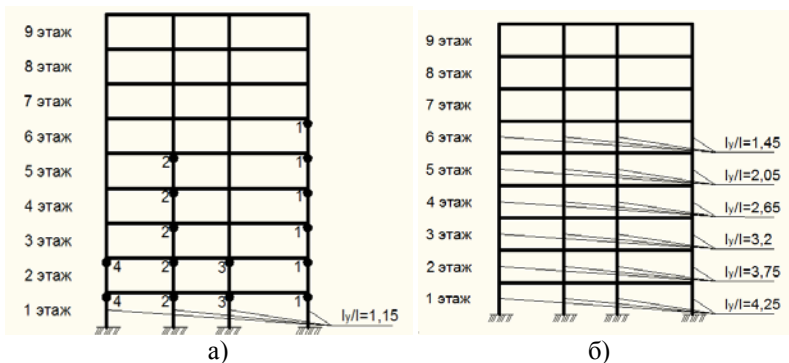


Рис.1 Соотношения жесткостей необходимого усиления с учетом появляющихся пластических деформаций (а) и без учета таковых (б) в поперечном направлении расчетной схемы

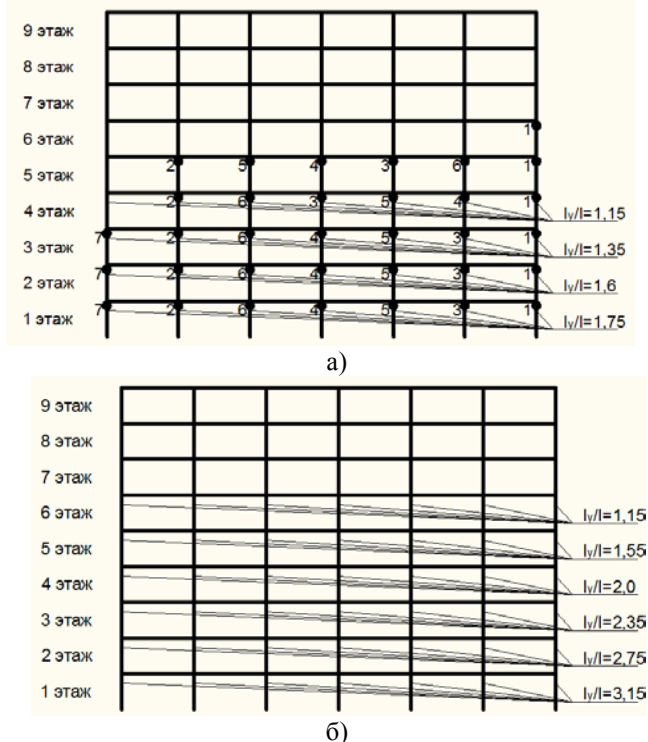


Рис.2 Соотношения жесткостей необходимого усиления с учетом появляющихся пластических деформаций (а) и без учета таковых (б) в продольном направлении расчетной схемы

Таблица 1

## Существующие способы усиления

Вид конструкции	Способ усиления	Реализация	Свойства	
			положительные	отрицательные
Колонны, стойки	Наращивание сечения	Обоймы, рубашки	Возможность усиления элементов в широком диапазоне значений	Большая трудоемкость по сравнению с установкой дополнительных стоек
	Разгружение	Установка дополнительных стоек, порталов или уменьшение нагрузок	Наибольшая степень усиления	Появление дополнительных стоек, влияющих на технологию, уменьшающих ширину помещений, проездов и т.д. Снижение нагрузок зачастую невозможно.
	Замена	Замена конструкции	Возможность установки конструкции, соответствующей действующим нагрузкам	Большой объем демонтажных и монтажных работ, остановка производства
Балки, ригели	Наращивание (увеличение) сечения	Затяжки, шпренгели, обоймы	Возможность усиления элементов в широком диапазоне значений	Большая трудоемкость по сравнению с установкой дополнительных стоек
	Замена	Замена конструкции	Возможность установки конструкции, соответствующей действующим нагрузкам	Большой объем демонтажных и монтажных работ, остановка производства
	Изменение статической схемы	Введение дополнительных опор - стоек или подвесов	Наибольшая степень усиления	Появление дополнительных стоек или подвесов, влияющих на технологию, уменьшающих ширину помещений, проездов

Выбор конструктивного решения по усилению всегда сопровождается также условиями эксплуатации усиливаемой конструкции и трудоемкостью выполняемых работ.

Например, усиление кирпичного столба возможно стальной или железобетонной обоймами и штукатурной рубашкой. Стальная

обойма, как и железобетонная, позволяет существенно повысить несущую способность столба, технологична и проста в изготовлении. Однако в агрессивных условиях среды ее ресурс значительно ниже, чем у железобетонной. Железобетонная обойма относительно технологически сложна и трудоемка в изготовлении. Растворная рубашка наиболее дешевый способ усиления, но степень увеличения несущей способности столба ниже, чем у стальной или железобетонной обоймы. Приведенная методика определения мест образования пластических шарниров и учет соответствующего перераспределения может применяться не только к существующим строениям, но и к проектируемым.

### ***Вывод***

В результате проведенной исследовательской работы показана целесообразность учета перераспределения усилий при проектировании статически неопределимых конструкций, что позволяет более точно определять деформации конструкции в различных условиях работы. Используя явление перераспределения, можно снизить трудоемкость изготовления конструкции или работ по реконструкции.

### **Summary**

**Account of deformation and durability changes in a concrete with formation of plastic hinges, forming the mechanism of destruction of calculation chart - is an actual task, requiring perfection of calculation.**

1. Айзенберг Я.М. Влияние локальных разрушений в каркасных зданиях на сейсмические и импульсивные воздействия. Бетон и железобетон, 1968, с.27-30.
2. Егупов В.К., Командрина Т.А. Расчет зданий на сейсмические воздействия. Киев, Будивельник, 1969. с.207.
3. ДБН В.1.1-12-2014 "Строительство в сейсмических районах Украины".
4. Аванесов Г.А. Упруго-пластическая работа железобетонных конструктивных элементов и каркасных систем при сейсмических воздействиях. Автореф. канд.диссертация. МИСИ им.Куйбышева, 1978, с.20.
5. Крылов С.М. Перераспределение усилий в статически неопределимых железобетонных конструкциях. М., Стройиздат, 1964. с.168-187.
6. Баженов, Ю. М. Бетон при динамическом нагружении / Ю. М. Баженов. М.: Стройиздат.-1972, 271 с.