

## Basic Fundamental Principles of Establishment and Operation of Seismic-Resistant Buildings and Structures

*Khasanova O. T.*

*Department of Life Safety, Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan*

*Kamoliddinov S. Sh.*

*Master of the Department of Life Safety, Tashkent State Technical University*

**Annotation:** *This article discusses the issues of natural formation and passage of earthquakes; the history of the formation of modern earthquake-resistant construction; the analysis of modern anti-seismic design solutions included in the current regulatory documents has been carried out.*

*It has been established that an earthquake is such a complex natural physical phenomenon associated with irregular tectonic movements of lithospheric plates, strength and deformation characteristics of the earth's crust rocks and their water saturation, continuous physicochemical processes taking place inside the Earth, with its complex rotational movements and interaction with other cosmic objects and dozens of other factors that are very different from each other in different seismically active regions [1].*

*The opinion was formed that the best way to protect against earthquakes is high-quality earthquake-resistant construction and timely preparation for them. This is done by systematically improving the basic concepts of seismic impact, the principles of calculation, design and construction of buildings and structures - that is, the norms of earthquake-resistant construction. Therefore, the main attention should be paid to the safety of the structure, and not to the establishment of the exact day and hour of its collapse. The opinion of C. Richter is well known: "I do not like this pathological interest in prognosis. It distracts us from the already known risk and from the already known measures that should be taken to eliminate this risk. We know where there are places that are in danger and which buildings in these places are unreliable ", as well as the opinion of American scientists J. Gere and H. Shah:" ... we can confidently predict that most future earthquakes will not be predicted. " [2].*

**Keywords:** *землетрясение, магнитуда, балл, эпицентр, сейсмостойкость, сейсмозащита, сейсмоизоляция.*

**Введение.** При каждом разрушительном землетрясении, независимо от страны, где оно произошло, необходимо организовать специальную экспедицию ученых в области сейсмостойкого строительства и инженеров – проектировщиков. Приходится констатировать, что из-за отсутствия надежных акселерографов и сети сильных движений грунтов на всей территории бывшего СССР, не было накоплено достаточное количество акселерограмм сильных землетрясений с магнитудой  $M > 5$ . Такие записи не были получены ни при Ашхабадском, ни при Ташкентском, ни при землетрясениях на Камчатке (1959г.), в Зангезуре, в Дагестане (1970г.), Сахалине (1995г.), Ноемберяне, в Газли 1976 г. и 1988 г. Во

время трагического Спитакского землетрясения 1988г. с магнитудой  $M=7,0$  получена только одна акселерограмма на расстоянии около 30 км от эпицентра[3]..

Во время Ломо-Приетского землетрясения 1989 г. в Калифорнии, в Нортридже (США) в 1994 г и в Куширо-Оки и Кобе (Япония) в 125 пунктах на грунтах с радиусом 250 км были получены трехкомпонентные акселерограммы землетрясения. При этом акселерографы были установлены не только на грунтах, но и на разных по высоте уровнях жилых и общественных многоэтажных зданий, мостов и плотин - всего получено 690 акселерограмм грунтов и сооружений. Опыт и последствия разрушительных землетрясений показывают, что при строительстве и реконструкции существующих зданий необходимо придерживаться общепризнанных принципов сейсмостойкого строительства, которые являются единственно надежными и верными[2].

О природе формирования и прохождения землетрясений человечество знает достаточно много, а о сейсмостойкости зданий или сооружений и снижении уровня сейсмического риска знаний, исследований и опыта, ещё недостаточно. Только после решения глобальных задач по обеспечению надежной сейсмозащиты, человечество может быть уверенным, что при будущих землетрясениях число жертв и уровень ущерба минимизируется. Поэтому вопросы изучения, исследования, анализа, оценки, проектирования, расчета, возведения и квалифицированной эксплуатации сейсмостойких зданий и сооружений являются актуальными.

Чтобы понять и осмыслить историю формирования современного сейсмостойкого строительства, необходимо рассмотреть мир сейсмостойких строительных конструкций и в историческом аспекте, ведь большинство известных идей и принципов разработки современных многообразных конструкций были открыты еще в глубокой древности и применяются до сих пор.

Основные фундаментальные принципы расчета, конструирования, проектирования, возведения и эксплуатации сейсмостойких зданий и сооружений, лежащие в основе не только древних, но и современных антисейсмических конструктивных решений, включены в действующие нормативные документы КМК и приведены ниже:

|                            |                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| принцип симметрии          | сейсмические массы и жесткости остова здания или сооружения, а также их конструктивных элементов должны быть распределены равномерно и симметрично относительно осей и плоскостей симметрии, проходящих через центр тяжести сооружения |
| принцип гармонии           | необходимо выдерживать пропорциональность в геометрических размерах здания, при этом длина или высота его не должны быть чрезвычайно большими                                                                                          |
| принцип «антитяжести»      | проектировать и возводить здания или сооружения, как можно более легкими, с центром тяжести, расположенным как можно ниже                                                                                                              |
| принцип эластичности       | строительные материалы в несущих и ограждающих конструкциях зданий должны применяться прочные, лёгкие, обладающие упругими свойствами, должны иметь однородные свойства                                                                |
| принцип замкнутого контура | несущие элементы конструкции должны быть связаны между собой, образуя замкнутые контуры, как в вертикальном направлении, так и в горизонтальном                                                                                        |

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| принцип фундаментальности | фундаменты сейсмостойких зданий или сооружений и их отдельные конструктивные элементы должны быть: прочными; достаточно глубоко заложены; желательна на податливых прослойках или специальных конструкциях, заменяющих слабые грунты, для обеспечения однородности и прочности грунтового основания |
| принцип сейсмоизоляции    | применять специальные устройства, позволяющие снизить интенсивность колебательных процессов, передаваемых от грунта на фундаменты и на здание в целом                                                                                                                                               |

При отступлении от выше приведенных основных принципов, можно возводить очень высокие и несимметричные здания и сооружения, но в таком случае необходимо предусматривать комплекс дополнительных конструктивных мер для обеспечения требуемой прочности, устойчивости, безопасности и длительной эксплуатационной пригодности объектов при землетрясении. Для всех случаев предполагается, что качество должно быть отличное. Соблюдение всех семи основных принципов сейсмостойкости позволяет обеспечить нормативную работу такой конструктивной системы и ее элементов, в которой не возникнет сверхнормативное перенапряжение[4].

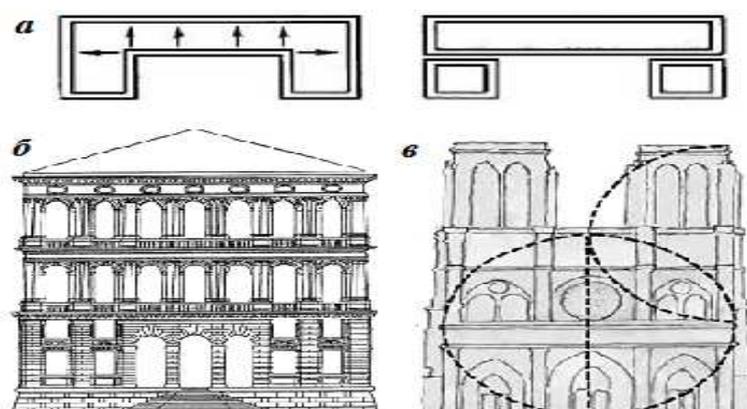


Рис. 1. Принцип симметрии; принцип гармонии; принцип «антитяжести»

В современном проектировании сейсмостойких зданий и сооружений используются три основных, принципиально отличных друг от друга подхода:

- создание конструкций повышенной прочности, способных без значительных повреждений переносить землетрясения. При этом здания необходимо усиливать и соответственно удорожать, так чтобы не превысить экономически обоснованные пределы.
- «пассивная сейсмозащита» - снизить нагрузку за счет ослабления связи между грунтом и сооружением с использованием сейсмозащиты или сейсмоизоляции, включая: песчаные прослойки, глиняные подушки, камышовые пояса, скользящие пояса из металлических пластин, резиновые прокладки, шары, эллипсоиды, воздушные подушки, пружины. Простейшие из этих способов существовали уже в глубокой древности. В современных условиях, уже в более сложных модернизированных вариантах, они активно развиваются и применяются в отечественном и зарубежном строительстве, так как позволяют создавать дешевые и надежные сейсмостойкие конструкции.
- «активная сейсмозащита» - здания оснащаются специальными устройствами, которые изменяют их динамические свойства и выводят из состояния резонанса. Это самый современный и эффективный способ создания сейсмостойких зданий, так как в этом случае в здании устраиваются различные силовые приводы, управляемые современными

компьютерными системами, обрабатывающими на месте информацию от происходящего землетрясения. Здания сооружения, оснащенные системой активной сейсмозащиты, получили научный термин «здания-роботы». Вместе с тем, изучение истории формирования и развития сейсмостойкого строительства объектов позволяет констатировать, что это самый древний способ защиты зданий от землетрясений[5].

Архитектура Средней Азии в начале XIV века во времена Золотой орды имеет существенное отличие от античной архитектуры. Сооружение мавзолея Ахмеда Ясави возведено в особых инженерно-геологических условиях на просадочных грунтах и расположено в зоне повышенной сейсмичности. За время эксплуатации уникального культового сооружения просадочные грунты основания неравномерно увлажнялись выше начальной просадочной влажности  $W_{sh}$  что вызывало неравномерные деформации фундаментов в пределах контура объекта. Но сложное и протяженное в плане сооружение, имеющее разновысокие блоки, уже при строительстве были разделены осадочными швами на восемь отдельных пространственных и относительно жестких сейсмостойких блоков (рис. 2), которые позволили отдельным частям сооружения независимо перемещаться во время землетрясения или при неравномерных осадках, не вызывая дополнительных перегрузок в большем по размеру сооружении мавзолея[7].



Рис. 2. Сооружение мавзолея Ахмеда Ясави: а-общий вид, б-план мавзолея с разделением на восемь независимых объемных блоков осадочными швами

**Вывод.** Механизм возникновения землетрясения имеет еще много не до конца выясненных аспектов. Ученым удалось разработать достаточно близкие к действительности способы оптимизации конструктивных решений сейсмостойкости зданий или сооружений, которые должны осуществляться на основании требований КМК:

- выполнение расчетов с учетом сейсмических нагрузок численными и инженерными методами в линейной и пластической постановке задач с использованием новейших расчетных программных комплексов;
- строительные материалы, конструкции и конструктивные схемы применять так, чтобы обеспечивается снижение значений сейсмических нагрузок; создать систему сейсмической изоляции, динамического демпфирования и устанавливать другие новейшие системы регулирования сейсмической реакции;
- объемно - планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений принимаются из условия обеспечения симметричных конструктивных схем;
- оптимизация конструктивных решений (рациональное распределение строительных материалов в конструкциях многоэтажного здания при заданной конструктивной и расчетной схеме);
- выбор рациональной компоновки поперечных сечений строительных конструкций в составе стенового, каркасного и комбинированного остова;

- выбор оптимальной геометрической формы в плане и по высоте, зависящей от параметров многоэтажного или высотного здания [6].

### **Используемая литература**

1. Синицын С. Б. Теория сейсмостойкости. Курс лекций -М.: Издательство МИСИ-МГСУ, 2014.
2. Конструктивная сейсмобезопасность зданий и сооружений в сложных грунтовых условиях Абовский Н.П. Красноярск СФУ, 2009
3. Черепинский Ю. Д. Сейсмоизоляция жилых зданий. Алматы, 2003.
4. Хасанов А.З., Мустакимов В.Р. Приближенный метод определения напряжений в грунте вокруг вертикального армоэлемента. Усиление оснований и фундаментов аварийных зданий и сооружений. Материалы Международной научно-практической конференции - Пенза, 2000, С. 176-178.
5. Ньюмарк Н. М., Розенблюэт Э. Основы сейсмостойкого строительства. -М.: Стройиздат, 2000, 344 с.
6. Eisenberg J., Smirnov V., Vasileva A. Current status of civil structures and cultural centers seismic isolation in Russia. / 10th World Conference on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibrations Control of Structures, Istanbul, Turkey, May 28 - 31, 2007.
7. Мкртычев О.В., Джинчвелашвили Г., Климова Д.В. Вероятностная оценка надежности системы сооружение-основание при случайном сейсмическом воздействии // Вестник МГСУ. – 2007. – № 1. – С. 101-104.
8. ҚМҚ 2.01.03-96 Зилзилавийхудудлардақурилиш ИВЦ «АҚАТМ» ГосархитектстройРУз.
9. <http://www.isc.ac.uk/> - веб-сайт International Seismological Centre (ISC)