

Юсупов А.Р.

кандидат технических наук доцент

кафедры производства строительных материалов,

изделий и конструкции

Ферганского политехнического института. Узбекистан.

**ОЦЕНКА СЕЙСМОСТОЙКОСТИ И СЕЙСМОУСТОЙЧИВОСТИ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
МЕТОДОМ ПРЕДЕЛЬНОГО РАВНОВЕСИЯ**

Аннотация: В статье обосновывается возможность применения метода предельного равновесия при оценке сейсмической несущей способности железобетонных камно-каркасных зданий.

Ключевые слова: здание, каркас, железобетон, пластический шарнир, перераспределение усилий, сейсмостойкость.

Yusupov A.R.

candidate of technical sciences associate professor

department of production of building materials,

products and designs of the Fergana Polytechnic Institute. Uzbekistan.

**EVALUATION OF SEISMIC RESISTANCE AND SEISMIC
RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE FRAME BUILDINGS AND
STRUCTURES BY THE LIMIT EQUILIBRIUM METHOD**

Annotation: The article substantiates the possibility of applying the limiting equilibrium method in assessing the seismic bearing capacity of reinforced concrete stone-frame buildings.

Key words: building, frame, reinforced concrete, plastic hinge, redistribution of forces, seismic resistance.

О характере и основополагающей причине сейсмического разрушения зданий имеются различные научные представления и мнения. Многие специалисты отмечали, что определяемые резонансно-колебательной теорией усилия и вызываемое ими разрушения не соответствуют действительности. Во-первых, из широкого спектра частот колебаний грунта выбираются именно те,

которые совпадают с частотой собственных колебаний здания, и, якобы, от этого совпадения наступает резонанс. Во вторых, реальные здания за счёт неупругих деформаций и трещинообразования будут уходить от резонанса. В 1987 г. В. Т. Рассказовским (институт механики и сейсмостойкости сооружений АН УзССР) «сделан вывод, что резонансные явления не наблюдаются» [1]. Вывод В. Т. Рассказовского имеет принципиальный важный, основополагающий характер при выборе форму колебания, по которой происходит разрушение здания

При проектировании важно установить факт: надземная часть здания сохраняет своё положение в пространстве или она перемещается вместе с подземной частью. Остаточные сейсмические смещения грунта и устойчивость здания взаимно связаны. При учёте остаточных сейсмических смещений затруднён расчёт устойчивости (несмешаемости) всего здания. Обычно при действии на объект горизонтальных сил N_h его смещению препятствуют силы трения (коэффициент трения K_{tr} помноженный на вертикальная нагрузку N_v) по подошве фундамента $\tau_{tr} = K_{tr} N_v$, действующие в противоположном этим горизонтальным силам направлении, и пассивное давление грунта E_{pas} . Равновесие будет обеспечиваться, если $N_h \leq \tau_{tr} + E_{pas}$. Эти силы рекомендуется учитывать (принимая $\leq \tau_{tr}$ в качестве сил удерживающих) и в [3], где остаточные сейсмические смещения и меры борьбы с ними не рассматриваются. В момент землетрясения и смещений грунта силы трения будут иметь одинаковое направление с силами, действующими на вертикальные поверхности подземной части. Возникает вопрос: за счёт чего здание может сохранить равновесие, не смещаться? Полагаем, что продольные волны Релея (при распространении которых частицы грунта после радиального движения вперёд совершают «кульбит назад», воздействуя на подземную часть здания, далее, непосредственно за ним не распространяются, и на некотором расстоянии остаточные сейсмические смещения будут отсутствовать. Это называется, для краткости, «сейсмической тенью». Грунт в этой «сейсмической тени», будет оказывать пассивное давление на тыловую вертикальную

поверхность здания, помогая сохранять равновесие здания $F_{h.eq} \leq \tau_{tp} + E_{pas}$, где $F_{h.eq}$ - горизонтальная составляющая сил сейсмического воздействия.

О доминировании сдвиговых усилий говорит характеристика 9 балльного землетрясения по шкале MSK (в редакции шведского сейсмолога М. Бата): «...Здания смещаются относительно своих фундаментов» (правильнее - фундаменты смещаются относительно своих зданий, В.С.). О причинах среза фундаментов, роли массы здания говорит высказывание Дж. А. Эйби «Опасность, связанная с инерцией, менее очевидно для строителей небольших общественных и жилых зданий. Когда земля под каким-нибудь объектом смещается, то чем больше его масса, тем сильнее тенденция противостоять движению» [2]. Чётко улавливается суть происходящих явлений: горизонтальное воздействие грунта, инерция здания, срез фундаментов. Укладываются в эту схему и факты меньшего разрушения зданий из лёгких конструкций. Чем меньше масса здания, тем меньше «тенденция противостоять движению», меньше срезывающие усилия. Надземная часть здания может сместиться вместе с подземной частью. Малая масса - «переезжает» вместе с фундаментом, большая масса, большие инерционные силы – это якорь. Это подтверждает развитую А. Г. Назаровым «концепцию сейсмического удара, предполагающую возможность представления сейсмического воздействия в виде импульса».

Конструкции и основания зданий (сооружений), проектируемые для сейсмических районов, по нормам должны рассчитываться на основные и особые сочетания нагрузок с учетом сейсмических воздействий. При этом значения расчетных нагрузок следует умножать на коэффициенты сочетания: для постоянных нагрузок – 0,9; для временных и длительных нагрузок – 0,8; для кратковременных (на перекрытия и покрытия) нагрузок – 0,5.

Согласно КМК 2.01.03-19. Строительство в сейсмических районах [6] здания (сооружения), строящиеся в сейсмически активных районах, в течение расчетного срока эксплуатации должны отвечать требованиям сейсмостойкости, в том числе:

обеспечивать безопасное пребывание людей, сохранность конструкций, ценного оборудования, а также объектов повреждения которых могут привести к загрязнению окружающей среды и опасности для населения при землетрясениях расчетной интенсивности; обеспечивать режим нормальной эксплуатации, сохранять ремонтопригодность конструкций при землетрясениях интенсивностью ниже расчетной;

сейсмостойкость зданий (сооружений) должна обеспечиваться комплексом мероприятий, направленных:

- а) на снижение сейсмических нагрузок;
- б) на повышение сопротивляемости сейсмическим воздействиям.

Действующие нормы допускают при расчете зданий (сооружений) на сейсмические воздействия могут использоваться:

- а) динамический метод расчета на реальные или синтезированные сейсмические воздействия, характерные для района строительства;
- б) спектральный метод расчета на сейсмические (условные статические) нагрузки, определяемые для идеально упругих систем в соответствии с указаниями п.2.13. Норм [6].

Проведенный обзор и анализ опыта сильных землетрясений, поведения зданий и сооружений при сейсмических воздействиях, а также, изучение научных и нормативных литератур по сейсмостойкому строительству позволяют сформулировать следующие выводы:

1. Потери несущей способности статически неопределеных строительных конструкций резко отличается от разрушения статически определенных конструкций. Достижение предельному значению прочности отдельного элемента в статически определенных конструкциях приводит потери общей несущей способности всей составной конструкции. В статически неопределеных несущих конструкциях достижение предельному значению прочности отдельным элементом, как правило, означает образование пластического шарнира, происходит перераспределение усилий между смежными составными элементами конструкции, включаются в работу ресурсы

и резервы прочности целой системы. Поэтому требования обеспечения надежности сделают целесообразными отдавать предпочтение многократно статически неопределенным конструкциям, обеспечивающим перераспределение усилий между элементами, создавать возможность развития в определенных элементах конструкций допустимых неупругих деформаций.

2. Учет работы сооружений в упругопластической стадии связаны с серьезными, по сравнению с упругими расчетами, уточнениями. Обстоятельство связано с тем, что при упругопластических деформациях изменяются жесткостные характеристики, это в большинстве случаев приводит к уменьшению сейсмических нагрузок. Вместе с этим, следует отметить, что при работе в нелинейной области конструкция поглощает значительно большее количество энергии, чем при упругих колебаниях, что также ведет к уменьшению динамической нагрузки.

Литература

1. Рассказовский В.Т., Абдалимов Э. Влияние гармонических составляющих акселерограмм на спектры реакций сооружений // Строительство и архитектура. Сер. 14. Строительство в особых условиях. Сейсмо-стойкое строительство: Экспресс-информация. 1987. Вып. 11. С. 29–30.
2. Эйби Дж. А. Землетрясения. М., 1982.
3. В.Г. Столяров. Остаточные сейсмические смещения грунта, горизонтальные воздействия на здание, сейсмостойкие свайные фундаменты. Известия вузов. Северо-Кавказского региона Технические науки. 2006. № 3 стр. 70-74
4. Гвоздев А.А. Расчет несущей способности конструкций по методу предельного равновесия. Сущность метода и его обоснование. Стройиздат, 1949. - 280 с.