

АНАЛИЗ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КИРПИЧНОГО ЗДАНИЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СЕЙСМИЧЕСКИХ СИЛ

М.П.КАМЧЫБЕКОВ, К.А.ЕГЕМБЕРДИЕВА, Ы.КАМЧЫБЕКОВ
E.mail. ksucta@elcat.kg

Эсептик жүктү аныктоодо эң жогорку чегинин абалы негизги талап болуш үчүн үй жана имаратын негизги элементтеринде келип чыгуучу напряжение жана күч жумшоо, дагы алардын деформациясы жана оошу аныкталган эн жогорку чегине жакын болуш керек жана андан ашпаш керек.

При определении расчетных нагрузок по предельным состояниям основным требованием является то, что напряжения и усилия, возникающие в основных элементах здания и сооружения, а также их деформации и перемещения, должны быть близки к установленным предельным значениям и не превышать их.

At definition of calculated loadings on a limiting condition the basic requirement is that pressure and the efforts arising in basic elements of a building and a construction, and also their deformation and moving should be close to the established limiting values and not to exceed them.

Из работы И.Л.Корчинского /1/ известно, что вынужденные колебания упругой системы с n степенями свободы под действием сил $m_j \ddot{y}_0$, приложенных во всех точках расположения масс, представляются в виде следующих дифференциальных уравнений:

$$m_1 \ddot{y}_1 + (k_{11} + i\chi_{11})y_1 + \dots + (k_{1n} + i\chi_{1n})y_n = -m_1 \ddot{y}_0$$

$$m_2 \ddot{y}_2 + (k_{21} + i\chi_{21})y_1 + \dots + (k_{2n} + i\chi_{2n})y_n = -m_2 \ddot{y}_0$$

$$\dots \dots \dots$$

$$m_n \ddot{y}_n + (k_{n1} + i\chi_{n1})y_1 + \dots + (k_{nn} + i\chi_{nn})y_n = -m_n \ddot{y}_0$$

Отклонения в точке k системы с произвольным числом степеней свободы под действием силы, приложенной в другой какой-либо точке j , и при условии, что колебания системы могут быть разложены на независимые колебания по главным направлениям, представляются в виде:

$$y_{kj} = \sum_1^n k_i \left[C_i \sin(p_i t + \varphi_i) + \frac{-1}{\alpha_{ij} p_i} \int_0^t \ddot{y}_0(u) \sin p_i(t-u) du \right],$$

где α_{ij} зависит от формы каждого главного колебания (α_i) и от места приложения силы $m_j \ddot{y}_0$ (α_j); k_j – некоторый коэффициент, характеризующий величину перемещения k -й точки системы по отношению к величинам перемещения других точек в соответствующем i -м главном направлении; p_i – частота собственных колебаний системы в i -м главном направлении; C_i и φ_i – значения произвольных постоянных для соответствующих главных направлений.

Полное отклонение точки k в системе со многими степенями свободы определяется по следующей формуле:

$$y_k = \sum_1^n \frac{a_0 \omega^2 X_i(x_k) \beta_{ik}}{2V_i} \sum_1^n m_j X_i(x_j).$$

При определении расчетных нагрузок по предельным состояниям основным требованием является то, что напряжения и усилия, возникающие в основных элементах здания и сооружения, а также их деформации и перемещения, должны быть близки к установленным предельным значениям и не превышать их. Это требование объясняется стремлением обеспечить устойчивость зданий и сооружений любой конструкции. Из сказанного по условиям прочности и устойчивости зданий действительные перемещения должны быть не больше допустимых и удовлетворять следующему неравенству:

$$\delta_{k(max)} \leq [\delta_{доп}],$$

где $\delta_{k(max)}$ – действительное перемещение k -го этажа здания; $[\delta_{доп}]$ – предельно допустимое перемещение k -го этажа здания.

На рис. 1 показана схема перемещения четырехэтажного кирпичного дома от действия сейсмической силы.

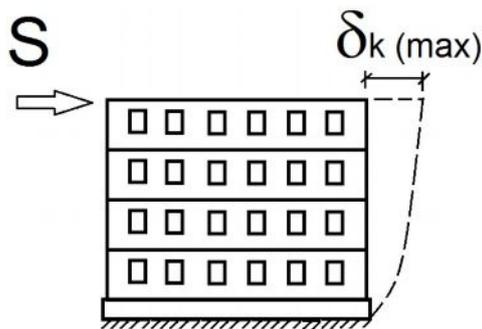


Рис. 1. Схема перемещения здания: S – сейсмическая сила, действующая на здание; δ_{kmax} – величина перемещения k -го этажа здания

Если значение напряжений и деформации существенно выше предельных, т.е. не соблюдается вышеуказанное условие, то потребуется дополнительное усиление элементов конструкций, что приведет к увеличению объемов строительных работ и перерасходу материалов, а следовательно, к удорожанию стоимости зданий и сооружений. С другой стороны, увеличение напряжений и деформаций за предельные значения приводит к разрушению здания во время землетрясения, и, следовательно, здание или сооружение не будет удовлетворять условиям нормальной эксплуатации.

Из анализа некоторых источников известно [9], что распределение по этажам максимальных значений перекосов при упругой стадии колебаний одинаково для всех этажей и для разных зданий, но при упругопластических колебаниях минимальный разброс отмечается в нижнем этаже, а к верхним этажам быстро возрастает. Также считается, что перекосы верхних этажей при упругопластических колебаниях более чувствительны к изменению параметров внешнего воздействия, чем при упругих колебаниях.

В реальных условиях жесткость зданий в процессе сейсмических колебаний уменьшается, поэтому полученные значения перекосов этажей в наименее жестких зданиях при упругопластическом деформировании можно принимать за верхнюю оценку перекосов при 9-балльном сейсмическом воздействии.

При упругих колебаниях здание деформируется по четко выраженной сдвиговой форме [9], при упругопластических колебаниях форма деформирования приближается к прямолинейной, что показывает неравномерное распределение неупругих деформаций сдвига по всей высоте здания. Значения максимальных смещений при упругопластических колебаниях больше смещения при упругих колебаниях. В жестких зданиях эта разница намного заметнее.

Поскольку жилищная застройка небольших городов исследуемого района представлена большей частью кирпичными четырехэтажными домами, то приведем некоторые расчеты на сейсмические нагрузки, проведенные программным комплексом для этого типа зданий.

Район расположения 138-квартирного кирпичного дома -5408/84 относится к Пв климатическому подрайону и характеризуется следующими природно-климатическими условиями: расчетная сейсмичность площадки – 9 баллов; расчетная зимняя температура на отопление – 22 °С.

Основанием под фундамент служат галечниковые грунты с суглинистым заполнителем, т.е. II категория грунта по сейсмическим свойствам по СНиП II-7-81* /2/ и СНиП КР 20-02:2009 /3/. Грунтовые воды залегают на глубине больше 45 м. Территория не подвержена оползневым явлениям и расположена вне селеопасной зоны.

В основу расчета по заданной программе «Лира» – «Проектирование и расчет строительных и машиностроительных конструкций» /8/ положен метод конечных элементов в перемещениях. В качестве основных неизвестных приняты следующие перемещения узлов: X – линейное по оси X; Y – линейное по оси Y; Z – линейное по оси Z; UX – угловое вокруг оси X; UY – угловое вокруг оси Y; UZ – угловое вокруг оси Z.

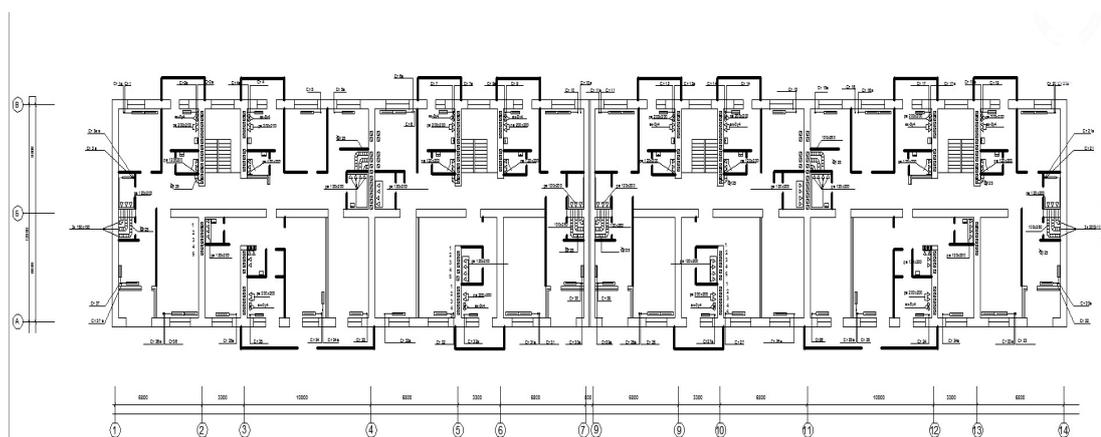
В программе реализованы положения следующих разделов СНиП /2-7/, загрузка проводится для сейсмической интенсивности 6, 7, 8 и 9 баллов как динамическое по СНиП РК 2.03-30-2006 /4/ и является знакопеременным.

В расчете учитывается заданное количество форм собственных колебаний. Количество динамических составляющих равно количеству форм собственных колебаний, по которым раскладывается динамическая нагрузка. Значения сейсмических нагрузок, соответствующих каждой форме собственных колебаний, вычислены согласно положениям /3, 4/.

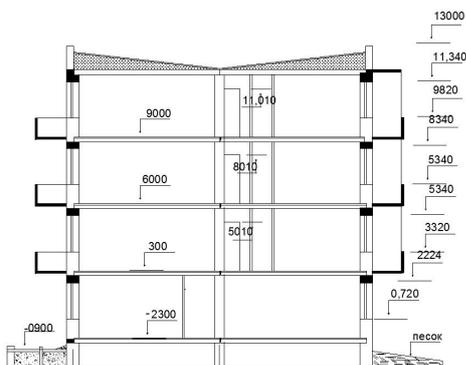
План и разрез данного типа 138-квартирного кирпичного 4-этажного жилого дома приведен на рис. 2.

Рис. 3 наглядно демонстрирует прогиб здания в результате воздействия сейсмических сил в направлении Y. Величина отклонения верхнего уровня здания при заданных параметрах расчета равна примерно 6 мм.

Таким образом, расчет, проведенный на четырехэтажное кирпичное здание, позволяет сделать следующий вывод: расчетное предельное значение перемещения верхнего уровня здания в результате воздействия сейсмических сил в направлении Y (поперечном направлении) при заданных параметрах равно 6 мм.



а)



б)

Рис. 2. План и разрез данного типа 138-квартирного кирпичного 4-этажного жилого дома:
а – план; б – разрез этого дома

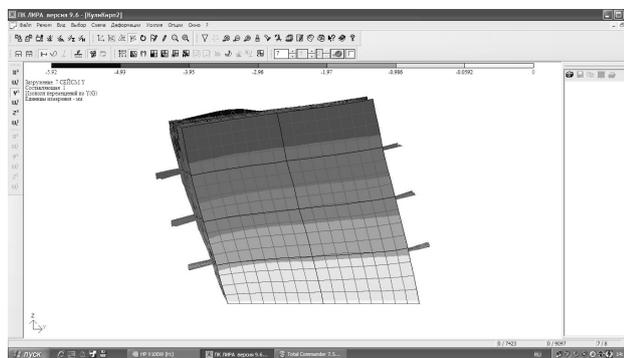


Рис. 3. Перемещение от сейсмических воздействий по составляющей Y (в поперечном направлении) верхнего уровня здания, равное 5,92 мм или 6,0 мм

Список литературы

1. Сейсмостойкое строительство зданий: Уч. пос. для вузов / Под. ред. И.Л.Корчинского. – М: Высшая школа. – 1971. – 320 с.
2. СНиП II-81* Строительство в сейсмических районах/ Госстрой СССР. – М.: АПП ЦИТП, 1991. – 50 с.
3. СНиП КР 20-02:2009 Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Бишкек. – 2009. –103 с.
4. СНиП РК 2.03-30-2006 Строительство в сейсмических районах.
5. СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия.
6. СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции.
7. СНиП II-23-81* - Стальные конструкции
8. www.lira.com.ua
9. Ципенюк И.Ф., Проскурина С.Ф., Мардонов Б.М., Мубараков Я.Н., Каюмов А.К. Сейсмические воздействия на здания и заглубленные сооружения. – Ташкент: Фан, 1986. – С. 296.