

ШАМАЛДУУ ЖҮКТҮН АЛДЫНДА КӨП КАБАТТУУ КУРУЛУШТАРДЫН ИШТЕРИ

Тилеубаева М.Е.¹, Ажгалиева Б.А.²

¹Стр (ТПГС) тобунун студенти -18-7

²техникалык илимдердин магистри, Жалпы курулуш факультетинин ассистенти

(^{1,2}) Эл аралык Билим берүү Корпорациясы (Казактын Архитектура жана Курулуш Жетекчи Академиясы), Vanu_42@mail.ru

Аннотация: Имараттар жетишерлик катуулукка ээ болушу керек, бул көп кабаттуу үйлөр үчүн зарыл. Иликтөөнүн кыйшайып кетишин жана капыстан кулап кетпеши үчүн горизонталдык кыймылдарды чектөө керек. Курулмалардын нормалдуу иштешин учурунда чектөөчү абалды кароодо төмөнкү шарттарга көңүл буруу керек: биринчиден, горизонталдык жылышуу жетиштүү кичинекей чектер менен чектелиши керек, ал эми структура туруктуу абалда болушу керек, ал эми жаракаларга туруктуулугу күчөтүлгөн бетон конструкциялары жол берилген нормадан ашпашы керек; экинчиден, элементтердин техникалык тейлөөсүн жана оңдолушун камсыз кылуу зарыл; үчүнчүдөн, имарат динамикалык таасирлерде жетиштүү катуулукка ээ болушу керек.

Ушул шарттардын негизинде, бул макалада көп кабаттуу үйлөрдүн долбоорлоо талаптарына ылайык горизонталдык жүктөрдү кабыл алуу жөндөмү гана эмес, ошондой эле жашоо ыңгайлуулугу талаптарына жооп берген шарттар дагы изилденген.

Ачык сөздөр: көп кабаттуу үйлөр, шамалдын жүгү, жашоо ыңгайлуу шарттары, шамалдын термелүүсүн тездетүү, кыймыл.

ЖЕСТКОСТЬ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ

Тилеубаева М.Е.¹, Ажгалиева Б.А.²

¹студент группы Стр(ТПГС)-18-7

²магистр технических наук, ассистент профессора факультете общего строительства

(^{1,2}) Международная образовательная корпорация (Казахская головная архитектурно-строительная академия), Vanu_42@mail.ru

Аннотация: Здания должно обладать достаточной жесткостью, играющей существенную роль для высотных зданий. Необходимо ограничивать горизонтальные перемещения для предупреждения возникновения потери устойчивости и внезапного обрушения здания. При рассмотрении предельного состояния при нормальной эксплуатации конструкций надо обратить внимания на следующие условия: во-первых, горизонтальные перемещение должны ограничиваться достаточно малыми пределами, а конструкция находится в устойчивом состоянии, при этом трещиностойкость железобетонных конструкций не должна превышать допустимых норм; во-вторых, необходимо обеспечить обслуживание и исправность элементов; в-третьих, здание должно иметь достаточную жесткость при динамических воздействиях.

Исходя из этих условий, в данной статье рассматривается не только способность высотных домов воспринимать горизонтальные нагрузки в соответствии с проектными требованиями, но и условия, отвечающие требованиям комфортности проживания.

Ключевые слова: высотные дома, ветровая нагрузка, комфортные условия проживания, ускорения ветрового колебания, перемещение.

RIGIDITY OF MULTI-STOREY BUILDINGS UNDER WIND LOAD

Tileubaeva M.Y.¹, Azhgalieva B.A.²

¹student of group Cmp (ТІІГС) -18-7

²Master of Technical Sciences, Assistant Professor at the Faculty of General Construction (1,2) International Educational Corporation (Kazakh Head Academy of Architecture and Civil Engineering), Banu_42@mail.ru

Abstract: Buildings must have sufficient rigidity, which is essential for high-rise buildings. It is necessary to limit horizontal movements to prevent the occurrence of buckling and sudden collapse of the building. When considering the limiting state during normal operation of structures, it is necessary to pay attention to the following conditions: firstly, horizontal displacement should be limited to sufficiently small limits, and the structure should be in a stable state, while the crack resistance of reinforced concrete structures should not exceed the permissible norms; secondly, it is necessary to ensure the maintenance and serviceability of the elements; thirdly, the building must have sufficient rigidity under dynamic influences.

Based on these conditions, this article examines not only the ability of high-rise buildings to perceive horizontal loads in accordance with the design requirements, but also the conditions that meet the requirements for living comfort.

Key words: high-rise buildings, wind load, comfortable living conditions, acceleration of wind oscillations, movement.

Введение. В Республике Казахстан в последние двадцатилетия появляется много высотных зданий со сложными несимметричными формами. Для удовлетворения требованиям универсальности и архитектурной выразительности разрабатываются новые проектные решения. При проектировании таких конструкций особое внимание следует уделять вопросам сейсмостойкости здания [1].

Конструкции высотных зданий должны обладать необходимой жесткостью и прочностью, обеспечивающей безопасность здания на этапе строительства и эксплуатации на основе общих норм проектирования зданий [2-6].

Актуальность темы и постановка задач. Высотное здание постоянно находится в движении. В некоторых случаях жители высотных зданий испытывает негативные ощущения даже при допустимых пределах колебаний [7]. Это означает, что помимо расчета прочности необходимо обеспечить достаточную жесткость здания на различные источники колебания.

Чем выше здания, тем острее испытывает неизбежные колебательные движения под воздействием шквальных ветровых и сейсмических нагрузок. Главной целью в этих условиях является - проектирования высотного здания, обладающего не только возможностью к восприятию действующих нагрузок в соответствии с требованиями норм, но и удовлетворяющих требованиям комфортного проживания [8].

Комфортность проживания в высотных домах и пределы изменения ветровых колебаний. Многочисленными исследованиями установлено, что главным

параметром в оценке влияния колебательных воздействий на человека, является ускорение. Выделены восемь уровней воздействия на человека по предельным значениям ускорений колебательного движения (табл.1).

Проблема комфортности проживания в высотных домах исследовалась во многих странах, включивших результаты своих научных изысканий в положения нормативных документов [3]. На основании этих исследований определены пределы комфортности проживания (рис. 1).

Таблица 1 - Уровни воздействия колебательных процессов на жизнедеятельность человека

| Уровень | Значение ускорения (м/с ²) | Влияние на человека |
|---------|--|---|
| 1 | <0,05 | За порогом чувствительности |
| 2 | 0,05-0,10 | Легкое покачивание подвешенных предметов |
| 3 | 0,10-0,25 | Ощутимое качание, вызывающее чувство дискомфорта |
| 4 | 0,25-0,4 | Колебательное воздействие вызывает трудности при письме |
| 5 | 0,4 -0,5 | Потеря равновесия |
| 6 | 0,5-0,6 | Большинство людей не могут сами ходить |
| 7 | 0,6-0,7 | Критическое воздействие на организм человека |
| 8 | > 0,85 | Падение предметов, угроза возникновения обрушений и завалов |

А также на основании опытов со специальными отверстиями внутри высотных зданий было определено максимальное предельное ускорение a_{max} , составляющие для жилых домов 0,15 м/с², для офисных помещений – 0,25 м/с².

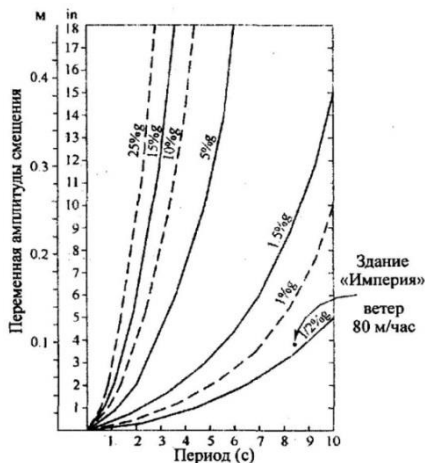


Рисунок 1 - Кривые комфортности проживания при различных значениях ускорений, амплитуды и периода колебательного движения

Определение ускорения ветрового колебания. Все эти исследования приводят к тому, что при проектировании высотных домов по ветру обязательно надо учитывать: максимального ускорения по ветровому направлению, максимального ускорения против ветрового потока и угловую скорость.

Ускорение ветрового колебания в направлении ветра. Несмотря на то, что многие страны проводят исследования ускорения ветрового колебания a_D , до сегодняшнего дня еще не получена его единая расчетная формула. Опыт постройки небоскребов Китая [9] рекомендует следующую формулу максимального ускорения по ветровому направлению:

$$a_D = \xi v \frac{\mu_s \omega_0 A}{m_{tot}} \quad (1)$$

где a_D - максимальное ускорение ветрового давления;

μ_s - коэффициент ветровой нагрузки;

ω_0 - ветровая нагрузка;

ξ, v - динамический коэффициент и коэффициент пульсационного влияния;

A - суммарная площадь, на которую воздействует ветер (m^2);

m_{tot} - суммарная масса здания (т).

Максимальное ускорение колебаний здания против ветрового потока. В нормативах многих стран, максимальные горизонтальные нагрузки и перемещения наблюдаются по направлению ветра. Но, возможно особые случаи, когда максимальные ускорения здания могут возникать при действии поперечных ветров, то есть ускорения ветрового колебания при поперечных ветрах a_w , превышают ускорения ветрового колебания по ветру a_d .

Например, максимальное ускорение колебаний здания против ветрового потока a_w , по нормам Канады NBCC [10], определяется следующим образом:

$$a_w = n_0^2 q_p \sqrt{BL} \frac{a_r}{\rho q \sqrt{\beta}} \quad (2)$$

$$a_r = 78,5 \cdot 10^{-3} \left(\frac{v_H}{n_0 \sqrt{BL}} \right)^{3,3} \quad (3)$$

где ρ - средняя плотность здания, $кг/м^3$;

B - ширина здания, м;

L - длина здания, м;

g - ускорение свободного падения, м/с^2 ;

n_0 - постоянная частота поперечных ветров;

β - коэффициент затухания колебаний;

v_n - скорость ветра на высоте вершины здания, м/с , определяемая один раз в 10 лет;

g_p - множитель нагрузки.

По нормам Китая [9], принимаются следующие формулы:

$$a_w = \frac{b_r}{T_t^2} \frac{\sqrt{BL}}{\gamma_B \sqrt{\zeta_{t,cr}}}$$

(4)

$$b_r = 2,05 \cdot 10^{-4} \left(\frac{v_{n,m} T_t}{\sqrt{BL}} \right)$$

(5)

где a_w - максимальное ускорение колебаний здания против ветрового потока, м/с ;

b_r - коэффициент колебаний при поперечном ветре;

$\zeta_{t,cr}$ - коэффициент затухания колебаний при поперечном ветре;

T_t - первый период при поперечном ветре; γ_B - средняя масса здания, кН/м^3 ;

B, L - ширина и длина здания;

$v_{n,m}$ - скорость вершины здания, м/с , определяемая с периодичностью один раз в 10 лет.

Выводы: Рассматривая действия ветровых нагрузок на конструкцию, можно сделать следующий вывод:

1. Здание должно обладать достаточной жесткостью, играющей существенную роль для высотных зданий.

2. Необходимо ограничить горизонтальные перемещения от ветровых нагрузок для предупреждения возникновения потери устойчивости, при этом обязательно надо будет учитывать требования, удовлетворяющих условию комфортного проживания.

3. Результаты исследования многих стран и практические опыты небоскребов Азии и Китая показывают, что в общем случае суммарные перемещения, максимальное ускорение в направлении ветра у высотных зданий больше, чем в поперечном направлении.

4. Если здание более тонкое и высокое, то максимальное ускорение по направлению ветра может быть меньше ускорения, возникающего в поперечном направлении. Это случай, который игнорировать никак нельзя.

5. При обеспечении жесткости высотных домов необходимо соблюдать практических советов по проектированию регулирования колебаний перекрытий для комфортного проживания жильцов небоскребов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. СП РК 2.03-30-2017 «Строительство в сейсмических районах (зонах) Республики Казахстан», Астана 2017/ Комитет по делам строительства МЭиТ РК. – Астана, 2018-111с.

2. **Айтказы С.Қ., Ажгалиева Б.А.** Особенности конструкции высотных зданий на примере Шанхайского всемирного финансового центра // Научный и информационный журнал МОН Кыргызской Республики №2/2019(11) «Наука и инновационные технологии», стр.73-79. Кыргызстан, г. Бишкек, 2019г.

3. **Ажгалиева Б.А.** Нормирование горизонтальных перемещений на основе опытов китайских небоскребов// Совместная международная научно-практическая конференция, посвященной Году Узбекистана в Казахстане «Актуальные проблемы и перспективы развития строительных конструкций: инновации, модернизация и энергоэффективность в строительстве», стр.45-48. Алматы, КазГАСА, декабрь, 2018г.

4. **Ашимов Ж., Бакибаев Б., Ажгалиева Б.А.** Общие положения расчета нормальных сечений изгибаемых элементов по СНиП и зарубежным нормам // Научный и информационный журнал МОН Кыргызской Республики №3/2017(3) «Наука и инновационные технологии», стр.145-148. Кыргызстан, г. Бишкек, 2017г.

5. **Даулетиярова К.Е., Малибекова Н.М., Ажгалиева Б.А.** Решение практических задач прочности изгибаемых элементов на основе Евронорм // Научный и информационный журнал МОН Кыргызской Республики №3/2017(3) «Наука и инновационные технологии», стр.148-150. Кыргызстан, г. Бишкек, 2017г.

6. **Салимов И.Н., Ажгалиева Б.А.** Основные характеристики бетона по СНиП и Евронорм // Научный и информационный журнал МОН Кыргызской Республики №3/2017(3) «Наука и инновационные технологии», стр.182-186. Кыргызстан, г. Бишкек, 2017г.

7. **Ажгалиева Б.А., Дубинин А.А.** Колебания перекрытий высотных зданий и влияние их на человека// Научный журнал «Вестник КазГАСА» -2020г. - №2(76). - 97-102с.

8. **Проектирование современных высотных зданий / под.ред. Сюй Пэйфу: перевод с китайского под редакцией академика РААСН, д.т.н., профессора В.И. Колчунова. –М.: Издательство АСВ, 2008г.- 469с.**

9. **Особенности проектирования и возведения. Высотные здания и другие уникальные сооружения Китая [Текст] / Научное редактирование: П.А. Акимов, В.Н. Сидоров, А.Р. Туснин.- /Пер. с китайского языка.- М: Издательство АСВ, 2013.- 808 с.**

10. **Колмогоров А.Г., Плевков В.С.** Расчет железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам. – М.: Издательство АСВ, 2011.- 496 с.