

УДК 697.2.7(075.8)

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАРУЖНОЙ СРЕДЫ НА ВЫСОТНОЕ ЗДАНИЕ

И.М. Чигилейчик, Д.Г. Ливанский

Белорусский национальный технический университет, Республика Беларусь

e-mail: irina17181912@gmail.com

В статье рассматривается влияние параметров наружного микроклимата на высотное здание, изменение величин этих параметров по высоте в зависимости от типа местности. Приведены расчёты и графики изменений. Сделаны выводы на основании полученных данных и приведены пути использования параметров наружного микроклимата на нужды здания.

Ключевые слова: Высотное здание, температура, ветровая нагрузка, наружная среда.

INFLUENCE OF OUTDOOR ENVIRONMENT PARAMETERS ON A HIGH-RISE BUILDING

I. Chigileychik, D. Livansky

Belarusian National Technical University, Republic of Belarus

e-mail: irina17181912@gmail.com

The article examines the influence of the parameters of the outdoor microclimate on a high-rise building, the change in the values of these parameters in height depending on the type of terrain. Calculations and graphs of changes are given. Conclusions are drawn based on the data obtained and ways of using the parameters of the outdoor microclimate for the needs of the building are given.

Keywords: High-rise building, temperature, wind load, outdoor environment.

Введение. Высотные здания представляют собой многофункциональные здания высотой более 75м. В высотных зданиях могут размещаться магазины, офисы, кинотеатры и другие функциональные структуры. Каждое высотное здание является уникальным, что вызывает необходимость дополнительных исследований при проектировании внутренних инженерных систем.

Исходные данные. За основу было взято высотное, многофункциональное здание, расположенное в г. Минске. Общая высота здания равна 400м. В его состав входят 80 этажей: 38 этажей офисов, 39 жилых этажей и 3 технических. Известно, что наружный микроклимат негативно влияет на ограждающие конструкции здания, так как его параметры изменяются по высоте. А это значит, что скорость ветра, температура наружного воздуха и давление будет разной на разных высотах. Целью исследования является определить зависимости изменения параметров наружной окружающей среды и найти пути их использования на нужды здания.

Ветровые нагрузки. В соответствии с [2]- ветровая нагрузка относится к кратковременным нагрузкам, не имеющие пониженного нормативного значения. Однако для некоторых зданий (например, зданий АЭС), для ветровой нагрузки рассматривают особые (экстремальные) значения. Методика исследования ветровой нагрузки и расчёта сооружений на ветровые воздействия рассматривает 3 задачи:

1. Изучение воздействие ветра на местность, используя результаты метеорологических и климатических исследований;
2. Оценка воздействия ветра на сооружение;
3. Определение реакции сооружения на ветровое воздействие.

Так как основной причиной турбулентности потока воздуха является тип местности, которая окружает высотное здание, то скорость ветра на одной и той же высоте будет отличаться в зависимости от типа местности. В [3] приведены данные об изменении скорости ветра, в зависимости от высоты здания и типа местности, которые показаны на рисунке 1.

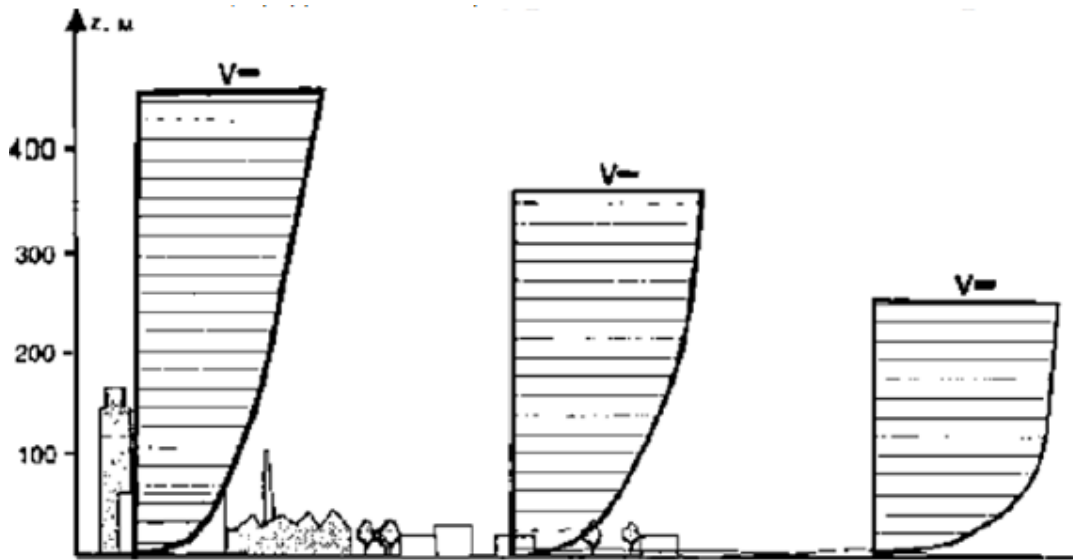


Рисунок 1. - Изменение скорости ветра в зависимости от высоты над поверхностью земли

В [2] существует следующая классификация поверхностей: А – открытые побережья морей, озер и водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра; Б – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой до 10 м; С – городские районы с застройкой зданиями высотой свыше 25 метров. Скорость ветра, на различных высотах, можно определить, используя логарифмический или степенной закон:

$$V_{(z)} = V_h \cdot \frac{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_h}{z_0}\right)};$$

$$V_{(z)} = V_h \cdot \left(\frac{z}{z_h}\right)^\alpha;$$

где $V_{(z)}$ – скорость ветра на стандартной высоте установки измерительного прибора, обычно $V_{(z)} = 10\text{ м}$;

$V_{(h)}$ – скорость ветра на измеряемой высоте h ;

z_0 – параметр шероховатости подстилающей поверхности;

α – показатель степени для указанных типов местности. Согласно [2], его принимают равным: $\alpha_A = 0,16$; $\alpha_B = 0,22$; $\alpha_C = 0,33$.

Данный метод расчёта скорости ветра на разных высотах нашёл широкое применение в странах Центральной и Западной Европы. Расчёт скоростей на маленьких высотах (до 15-20 м) выполняют, используя логарифмическую функцию, а на больших высотах - степенную функцию. Для расчёта нашего здания используем степенную функцию. Расчёты занесём в таблицу 1 и построим график зависимости скорости ветра по высоте в тёплый и холодный периоды года.

Таблица 1. – Скорость ветра, рассчитана с помощью показателя степени местности

Уровень здания	Расчетная скорость ветра, м/с	Высота, м	Высота измерения, м	α	Скорость ветра на расчетной высоте, м/с
Холодный период					
1 тех этаж	3,4	100	10	0,33	7,27
2 тех этаж	3,4	200	10	0,33	9,14
3 тех этаж	3,4	300	10	0,33	10,45
Кровля	3,4	400	10	0,33	11,49
Тёплый период					
1 тех этаж	2,6	100	10	0,33	5,56
2 тех этаж	2,6	200	10	0,33	6,99
3 тех этаж	2,6	300	10	0,33	7,99
Кровля	2,6	400	10	0,33	8,78

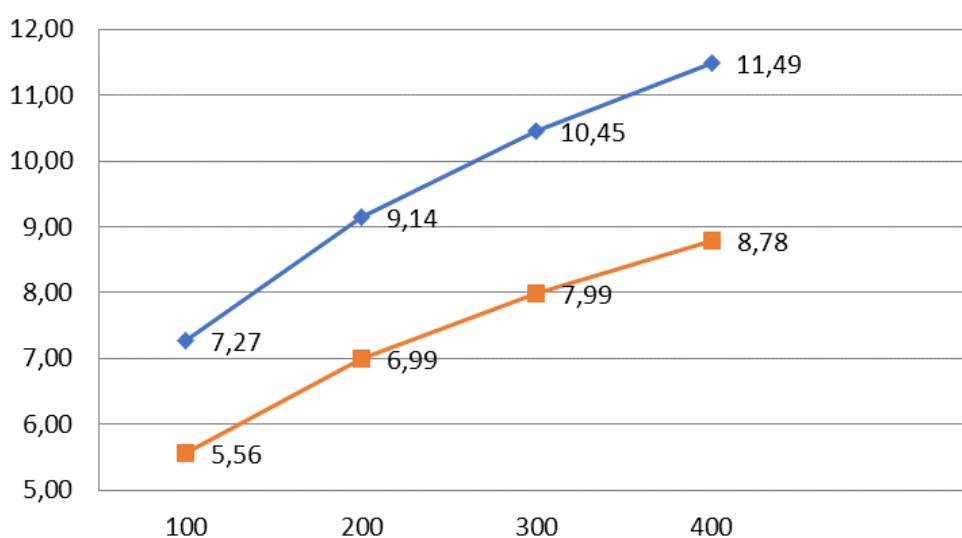


Рисунок 2. - Скорость ветра в тёплый и холодный период года

Так же существует ещё одна методика расчёта скорости ветра. В данной методике используется эмпирический показатель шероховатости подстилающей поверхности. В данном случае скорость ветра определяется по формуле:

$$V = V_0 \cdot \left(\frac{H_1}{H_0}\right)^k;$$

где V – скорость ветра на расчетной высоте, м/с;
 V_0 – скорость ветра на известной высоте (как правило, на высоте $H_0 = 10$ м), м/с;
 H_1 – расчетная высота, м;
 H_0 – высота измерения, м;
 k – эмпирический показатель шероховатости поверхности.

Эмпирический показатель k во многих странах принимаю равным 0,143. Однако, в нормативных документах рекомендуют принимать равным 0,2. В США, в разных городах принимают значения k равным от 0,2 до 0,26. В зависимости от высоты измерения, значение k могут достигать 0,34. Примем для нашего здания $k = 0,34$. Сведём полученные данные в таблицу 2 и составим диаграмму.

Таблица 2.– Скорость ветра, найденная с использованием эмпирического показателя шероховатости подстилающей поверхности

Уровень здания	Расчетная скорость ветра, м/с	Расчетная высота, м	Высота измерения, м	α	Скорость ветра на расчетной высоте, м/с
Холодный период					
1 тех этаж	3,4	100	10	0,34	7,44
2 тех этаж	3,4	200	10	0,34	9,42
3 тех этаж	3,4	300	10	0,34	10,81
Кровля	3,4	400	10	0,34	11,92
Тёплый период					
1 тех этаж	2,6	100	10	0,34	5,69
2 тех этаж	2,6	200	10	0,34	7,20
3 тех этаж	2,6	300	10	0,34	8,26
Кровля	2,6	400	10	0,34	9,11

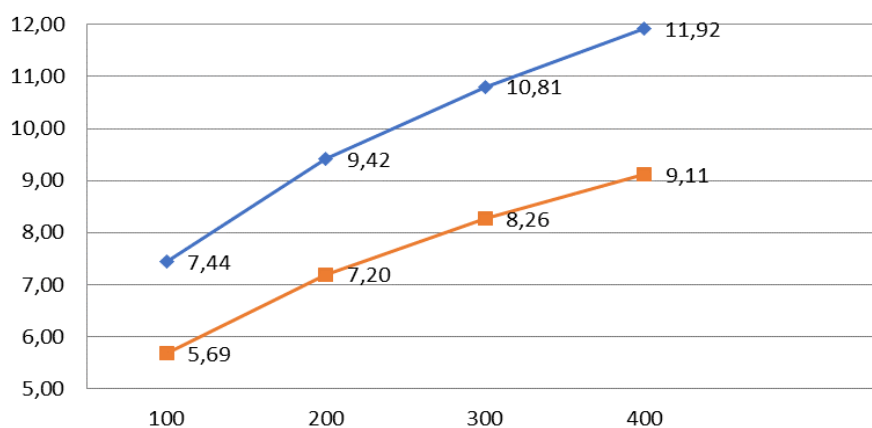


Рисунок 3. - Скорость ветра в тёплый и холодный период года

Температура. Известно, что температура также изменяется по высоте, но если скорость ветра возрастает, то температура уменьшается. Каждые 100 м температура окружающей среды падает на величину, равную 0,6 °С. Сведём полученные данные в таблицу 3 и построим графики (рисунки 4 и 5).

Таблица 3. – Изменение температуры по высоте

Уровень здания	Расчетная температура, °С	Расчетная высота, м	Изменение температуры Δt , °С	Температура на высоте, °С
Холодный период				
1 тех этаж	-24	100	0,6	-24,60
2 тех этаж	-24	200	1,2	-25,20
3 тех этаж	-24	300	1,8	-25,80
Кровля	-24	400	2,4	-26,40
Тёплый период				
1 тех этаж	35	100	0,6	34,40
2 тех этаж	35	200	1,2	33,80
3 тех этаж	35	300	1,8	33,20
Кровля	35	400	2,4	32,60

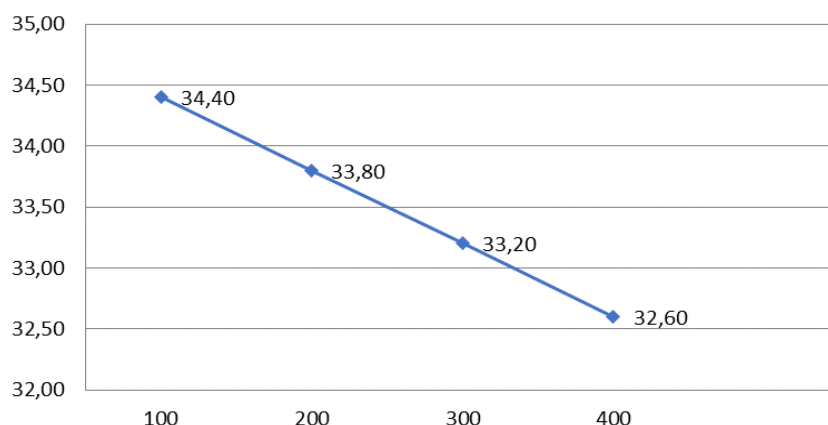


Рисунок 4. - Температура воздуха в тёплый период года

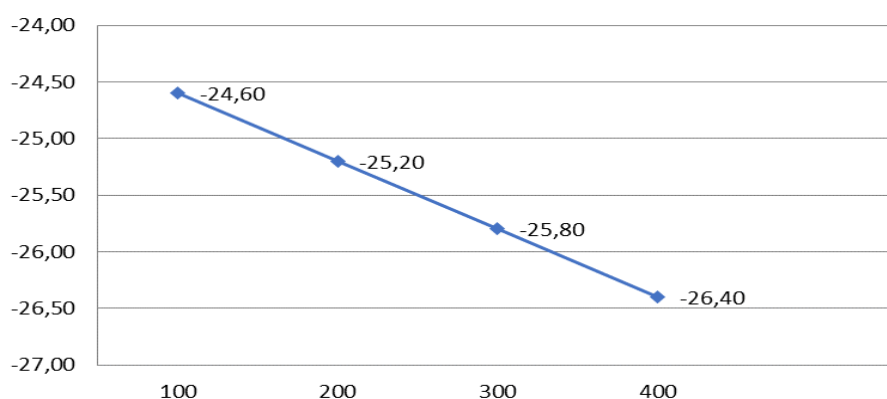


Рисунок 5. - Температура воздуха в холодный период года

Заключение. Внешнее воздействие ветровой нагрузки и температуры воздуха, а также солнечной радиации и давления воздуха, оказываемые на высотное здание, приводят к значительным затратам энергии на поддержание комфортного микроклимата внутри помещений здания, что видно по предоставленным диаграммам и таблицам. Но кроме негативного влияния, параметры окружающей среды можно использовать для нужд высотного здания. Так, например, использование ветрогенераторов позволит аккумулировать энергию ветра. Предлагается организация и устройство специальных ветровых коридоров внутри здания, которые позволяют повысить скорость потока воздуха ориентировочно на 30%. Что касается энергии солнца, то можно предусмотреть солнечные панели на фасадах, которые будут аккумулировать данную энергию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ливанский, Д. Г. Особенности современного проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха высотных зданий / Д. Г. Ливанский, И. М. Чигилейчик // Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте [Электронный ресурс] : материалы республиканской научно-технической конференции, 20-21 мая 2021 г. / редкол.: С. В. Харитончик [и др.]. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 18-22
2. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия.
3. <https://kzgov.docdat.com/docs/10/index-1258634.html?page=15>