

УДК 624.07:725

Е. И. НОВИЦКАЯ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ВЕТРОВОГО ПОТОКА НА ПОВЕРХНОСТИ СТЕНЫ ЗДАНИЯ КРЫТОГО БАССЕЙНА

Аннотация. В настоящее время исследования ветрового воздействия являются одним из наиболее актуальных вопросов при проектировании зданий. Для анализа ветрового воздействия на здание существуют различные способы определения аэродинамических параметров. В работе проанализировано ветровое воздействие на здание крытого бассейна для определения параметров давления и скорости ветра на поверхности ограждающей конструкции с целью вычисления скорости воздуха в вентилируемой прослойке при устройстве внутреннего теплоизоляционного контура в помещении ванного зала зданий крытых бассейнов. Численное моделирование ветрового воздействия на здание выполнено при помощи программного комплекса SOLIDWORKS Flow Simulation. Выполнено сравнение полученных результатов с расчетом по ДБН В.1.2-2:2006 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования».

Ключевые слова: здания крытых бассейнов, ограждающие конструкции, внутренний теплоизоляционный контур, ветровое воздействие, скорость движения воздуха.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Согласно нормативному документу [1] для ограждающих конструкций зданий крытых бассейнов обязательным условием является создание вентилируемой воздушной прослойки. В работе [2] при создании внутреннего теплоизоляционного контура (ВТК) для помещения ванного зала здания крытого бассейна выдерживается требование, приведенное в документе [1]. За счет свободной конвекции потока воздуха в воздушной прослойке происходит нормализации влажностного режима ограждающей конструкции здания бассейна.

Для определения скорости потока воздуха и давления в создаваемой воздушной прослойке необходимо определить ветровое воздействие на ограждающие конструкции здания крытого бассейна.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Анализ документации и публикаций [3, 4, 5] позволил выявить, что в настоящее время исследования ветрового воздействия на здания и сооружения являются одними из наиболее актуальных тем строительной отрасли. Связано это в первую очередь с тем, что в современном строительстве происходит переход от типовых объектов к уникальным, применяются современные конструкционные материалы и технологии, меняется сам подход к проектированию. Таким образом, исследования в области строительной аэродинамики позволяют с достаточной точностью моделировать ветровое воздействие и проанализировать это воздействие ветровых нагрузок на здания. Проведение аэродинамических исследований напрямую связаны с вопросами надежности и безопасности зданий и сооружений.

ЦЕЛИ

Проанализировать ветровое воздействие на здание крытого бассейна при помощи программного комплекса SOLIDWORKS Flow Simulation. Полученный результат сравнить с расчетной методикой

по ДБН В.1.2-2:2006 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования». Определить скорость ветрового потока на поверхности стены для дальнейших исследований.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

В качестве объекта исследования выбран наиболее распространенный проект здания бассейна «Крытый бассейн с ванной 25,0×8,5 м и детской ванной 10×6 м». Здание запроектировано с наружными стенами из обыкновенного глиняного полнотелого кирпича толщиной 510 мм. Перекрытия и покрытия из сборных железобетонных плит. В помещении ванного зала предусмотрено устройство внутреннего теплоизоляционного контура (ВТК) [2]. Устройство внутреннего теплоизоляционного контура предполагает изменение архитектурно-конструктивных решений помещения ванного зала. В связи с этим естественное освещение осуществляется за счет устройства зенитных фонарей в конструкции кровли. Внутренний теплоизоляционный контур возможно выполнять различной формы и конфигурации (прямоугольная, арочная и т. д.). Конструктивно устройство ВТК показано на рис. 1.

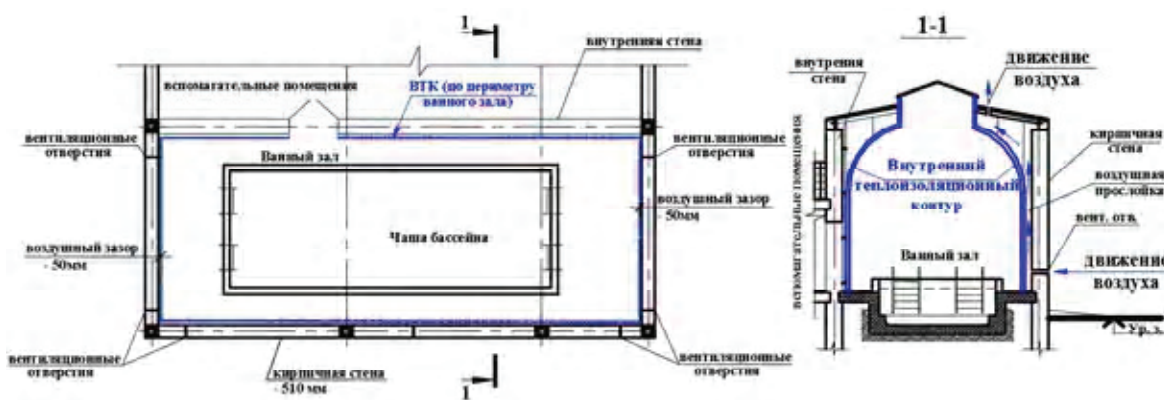


Рисунок 1 – Устройство внутреннего теплоизоляционного контура.

В ходе работы выполнен расчет ветровой нагрузки по нормативному документу [6]. Предельное расчетное значение ветровой нагрузки определяется по формуле:

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C, \tag{1}$$

где γ_{fm} – коэффициент надежности по предельному значению ветровой нагрузки;
 W_0 – характеристическое значение ветрового давления;
 C – коэффициент, определяемый по формуле:

$$C = C_{aer} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_d \cdot C_{dir}, \tag{2}$$

где C_{aer} – аэродинамический коэффициент;
 C_h – коэффициент высоты сооружения;
 C_{alt} – коэффициент географической высоты;
 C_{rel} – коэффициент рельефа;
 C_d – коэффициент динамичности;
 C_{dir} – коэффициент направления.

Таким образом, на основании выполненного расчета, коэффициент надежности по предельному значению ветровой нагрузки $\gamma_{fm} = 0,77$ (согласно п. 9.14) [6].

Характеристическое значение ветрового давления для района строительства г. Донецк составляет $W_0 = 500$ Па (согласно п. 9.6 и приложению Е) [6].

Коэффициент $C = 1,08$ (согласно п. 9.7) [6].

Тогда значение ветровой нагрузки $W_m = 415,8$ Па.

В настоящее время существует большое разнообразие программных комплексов, которые используются для решения задач аэродинамики. Программный комплекс SOLIDWORKS Flow Simulation –

это удобное решение, встроенное в SOLIDWORKS 3D CAD и позволяющее моделировать теплопередачу и гидродинамические силы для вычисления рабочих характеристик [7].

С помощью программного комплекса SOLIDWORKS Flow Simulation проведено компьютерное моделирование ветровой нагрузки.

В среде 3D-моделирования программного комплекса разработан образец одиночного здания крытого бассейна, рис. 2.

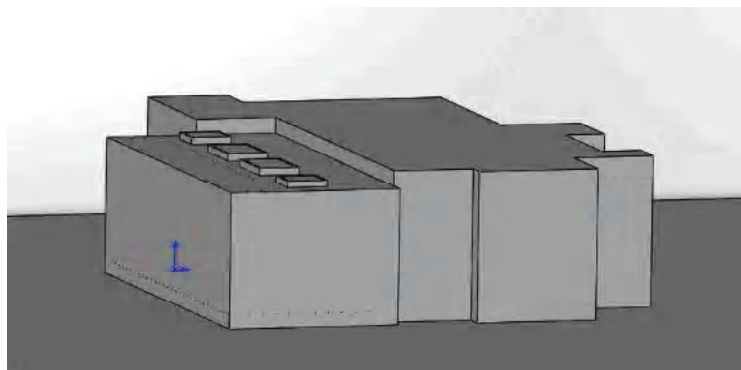


Рисунок 2 – 3D-модель, геометрия образца здания крытого бассейна.

Ветровая нагрузка на здание зависит от скорости ветра, параметров здания, его размеров и положения относительно ветрового потока.

Для сравнительного анализа ветрового воздействия приняты следующие исходные данные:

- объект: образец здания крытого бассейна;
- высота исследуемой области 11,100 мм;
- район местности: г. Донецк;
- направление потока воздуха перпендикулярно продольной оси здания крытого бассейна.

Для расчетов задана максимальная скорость ветра – 26 м/сек.

Результаты расчета с использованием программного комплекса SOLIDWORKS Flow Simulation показаны на рисунках 3–5. На рисунке 3 отображена траектория ветрового потока для наветренной стороны.

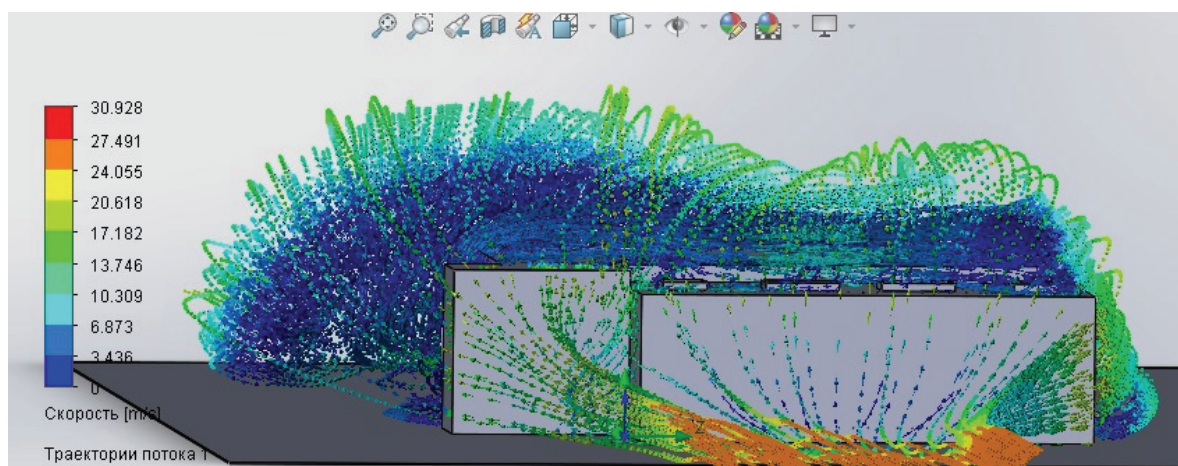


Рисунок 3 – Траектория ветрового потока в программном комплексе SOLIDWORKS Flow Simulation.

На рисунке 4 показаны точечные параметры ветрового потока на поверхности стены. В создаваемых точках проанализированы скорость и относительное давление. Выявлено, что максимальная скорость ветрового потока составляет 18,69 м/с, а минимальная – 1,53 м/с. Точки выбраны по стороне наветренного фасада помещения ванного зала здания крытого бассейна, на расстоянии 1 м от уровня

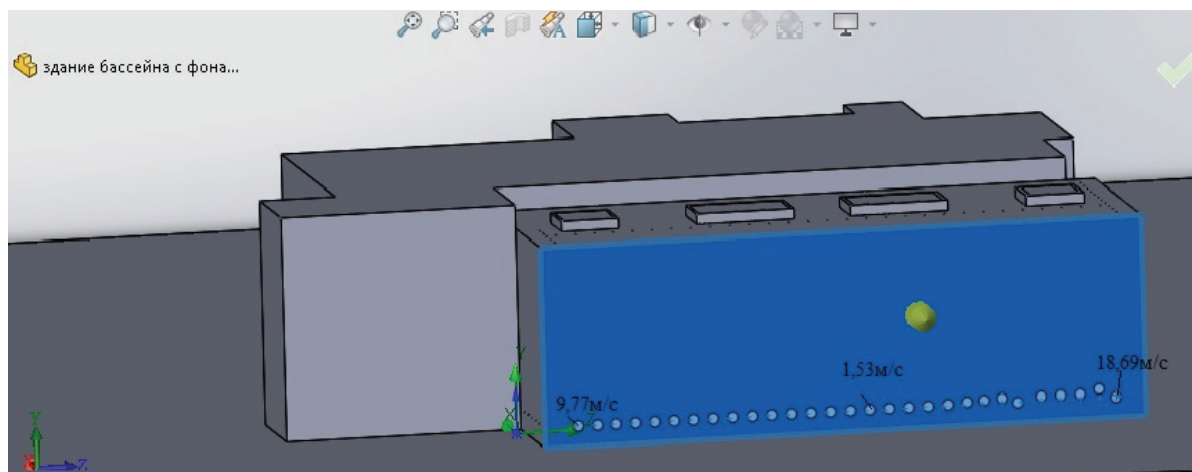


Рисунок 4 – Точечные параметры ветрового потока в программном комплексе SOLIDWORKS Flow Simulation.

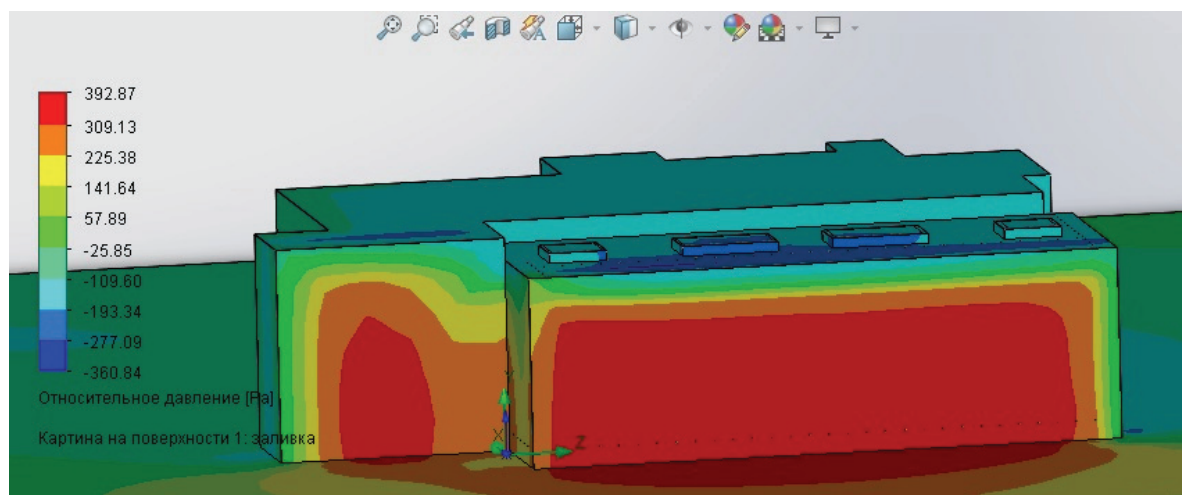


Рисунок 5 – Расчеты относительного давления в программном комплексе SOLIDWORKS Flow Simulation.

земли. Выявлено, что в точках, расположенных ближе к краевым границам поверхности наветренного фасада здания бассейна, скорость ветра значительно увеличивается. При обтекании ветром около здания в некоторых местах образуются застойные зоны.

Вихревые зоны образуются за счет отрывных потоков от поверхности земли. При приближении к зданию нижние слои потока воздуха замедляются, в результате чего увеличивается статическое давление. Максимальные значения давления воздуха достигаются на поверхности наветренного фасада здания, тем самым образуется зона циркуляции и происходит обмен воздуха. Воздух обтекает здание и, совершая вихреобразное движение уходит на заветренный фасад здания. Поток набегающего ветра обтекает здание сверху и по бокам. Скорость набегающего ветра на здание имеет меньшую скорость, чем скорость при обтекании ветром здания.

На рисунке 5 определены значения относительного давления. Максимальное значение давления составляет 392,87 Па для наветренной стороны здания крытого бассейна.

В работе проведено сравнение полученных результатов в программном комплексе SOLIDWORKS Flow Simulation с расчетом по формулам согласно [6].

Отличие полученных результатов в программном комплексе SOLIDWORKS Flow Simulation составило около 6 % от результатов расчета по формулам ДБН В.1.2-2:2006 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования». Погрешность значений находится в пределах нормы и показывает, что представленные методы достаточно хорошо описывают физические процессы и дают достаточно точные результаты.

Определение значений скорости и давления необходимы для дальнейшего исследования и расчета движения воздуха в создаваемой вентилируемой воздушной прослойке при устройстве внутреннего теплоизоляционного контура в помещении ванного зала зданий крытых бассейнов.

ВЫВОДЫ

Программный комплекс SOLIDWORKS Flow Simulation позволяет проводить расчет ветровой нагрузки, действующей на здание. Так как, полученные в программе значения при определении ветровой нагрузки на ограждающую конструкцию стены совпадают с данными расчета по ДБН В.1.2-2:2006 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования», то в дальнейших исследованиях принимаем скорость ветра на поверхности стен равной 18,69 м/с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 31-113-2004 Свод правил по проектированию и строительству. Бассейны для плавания [Текст]. – Введен впервые ; введ. 2004-04-30. – М. : Госстрой РФ, 2005. – 76 с.
2. Мазур, В. А. Техничко-економическое обоснование устройства внутреннего теплового контура в зданиях крытых бассейнов [Текст] / В. А. Мазур, Е. И. Новицкая, А. В. Крупенченко // Наукоемкие технологии и инновации : эл. сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф. (29 апреля 2019 г., Белгород) : в 2 частях ; ч. 2. – Белгород : Изд-во БГТУ. 2019. – С. 65–69.
3. Симиу, Э. Воздействие ветра на здания и сооружения [Текст] / Э. Симиу, Р. Сканлан ; пер. с англ. – М. : Изд. Стройиздат, 1984. – 360 с.
4. Гувернюк, С. В. Компьютерное моделирование аэродинамических воздействий на элементы ограждений высотных зданий [Текст] / С. В. Гувернюк, В. Г. Гагарин // АВОК. – 2006. – № 8. – С. 18–24.
5. Золина, Т. В. Исследование случайных воздействий ветровой нагрузки на работу каркаса одноэтажного промышленного здания [Текст] / Т. В. Золина, П. Н. Садчиков // Вестник МГСУ. – 2016. – № 9. – С. 15–25.
6. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування [Текст]. – Замість СНиП 2.01.07-85, крім розділу 10 ; надано чинності 2007-01-01. – К. : Мінбуд України, 2006. – 75 с.
7. Выбор SOLIDWORKS [Электронный ресурс] / SOLIDWORKS // Dassault Systèmes SolidWorks Corporation. – Электрон. дан. – 2020. – Режим доступа : <https://www.solidworks.com/choosing-solidworks>. – Загл. с экрана.

Получена 14.04.2020

О. І. НОВИЦЬКА

ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ВІТРОВОГО ПОТОКУ НА ПОВЕРХНІ СТІНИ БУДІВЛІ КРИТОГО БАСЕЙНУ

ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

Анотація. На даний час дослідження вітрового впливу є одним з найбільш актуальних питань при проектуванні будівель. Для аналізу вітрового впливу на будівлю існують різні способи визначення аеродинамічних параметрів. У роботі проаналізовано вітровий вплив на будівлю критого басейну для визначення параметрів тиску і швидкості вітру на поверхні конструкції з метою обчислення швидкості повітря у вентильованому прошарку при влаштуванні внутрішнього теплоізоляційного контуру в приміщенні ванного залу будівель критих басейнів. Чисельне моделювання вітрового впливу на будівлю виконано за допомогою програмного комплексу SOLIDWORKS Flow Simulation. Виконано порівняння отриманих результатів з розрахунком по ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування».

Ключові слова: будівлі критих басейнів, огорожувальні конструкції, внутрішній теплоізоляційний контур, вітровий вплив, швидкість руху повітря.

ELENA NOVITSKAYA

DETERMINING THE WIND FLOW SPEED ON THE SURFACE OF THE BUILDING WALL OF THE INDOOR POOL

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. Currently, studies of wind exposure are one of the most pressing issues in the design of buildings. To analyze the wind impact on a building, there are various ways to determine the aerodynamic parameters. The paper analyzes the wind effect on the building of the indoor pool to determine the pressure and wind speed on the surface of the building envelope in order to calculate the air speed in the ventilated layer when

installing the internal heat conservation insulation contour in the bathroom of the indoor pool building. Numerical modeling of the wind impact on the building was performed using the SOLIDWORKS Flow Simulation software package. A comparison of the obtained results with the calculation according to DBN B.1.2-2:2006 «Loads and impacts. Design Standards».

Key words: indoor pool buildings, envelopes structures, internal heat conservation insulation contour, wind exposure, air velocity.

Новицкая Елена Ивановна – аспирант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: ограждающие конструкции зданий и сооружений.

Новицька Олена Іванівна – аспірант кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: огорожувальні конструкції будівель і споруд.

Novitskaya Elena – graduate student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: envelopes of buildings and structures.