



ISSN 1993-3517 online

**МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ
МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ
METAL CONSTRUCTIONS**

2018, ТОМ 24, НОМЕР 1, 41–48
УДК 624.014.27:624.042.41

(18)-0374-1

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ БАШЕННОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ГРАДИРНИ НА ВОСПРИЯТИЕ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК

А. М. Югов¹, С. О. Титков², В. М. Анищенко³

*ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, 86123.*

E-mail: ¹amyrus@mail.ru, ²titkvs@mail.ru, ³voce.ne@mail.ru

Получена 05 марта 2018; принята 23 марта 2018.

Анотация. В статье представлена оценка влияния формообразования башенной металлической градирни на восприятие ветровых нагрузок. Проведен анализ влияния ветрового воздействия на упрощенную математическую модель металлической градирни пирамидальной формы. В качестве изменяющегося параметра была взята геометрическая форма в виде многогранника с различным количеством граней, в данном случае 8, 10, 12 граней. Расчет проводился в программном комплексе Solidworks Flow Simulation, где были найдены такие параметры, как напряженно-деформированное состояние, скорость и траектория ветрового потока.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, башенная металлическая градирня, скорость, траектория, поток, ветровое воздействие.

ОЦІНКА ВПЛИВУ ФОРМОУТВОРЕННЯ БАШТОВОЇ МЕТАЛЕВОЇ ГРАДИРНИ НА СПРИЙНЯТТЯ ВІТРОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ

А. М. Югов¹, С. О. Тітков², В. М. Аніщенко³

*ДОН ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,
2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, 86123.*

E-mail: ¹amyrus@mail.ru, ²titkvs@mail.ru, ³voce.ne@mail.ru

Отримана 05 березня 2018; прийнята 23 березня 2018.

Аннотация. У статті представлена оцінка впливу формоутворення баштової металеві градирні на сприйняття вітрових навантажень. Проведено аналіз впливу вітрової дії на спрощену математичну модель металеві градирні пірамідальної форми. Як змінний параметр була взята геометрична форма у вигляді багатогранника з різною кількістю граней у даному випадку 8, 10, 12 граней. Розрахунок проводився в програмному комплексі Solidworks Flow Simulation, де були знайдені такі параметри, як напружено-деформований стан, швидкість і траєкторія вітрового потоку.

Ключові слова: напружено-деформований стан, баштова металева градирня, швидкість, траєкторія, потік, вітрова дія.

EVALUATION OF THE EFFECT OF THE SHAPING OF A TOWER METAL COOLING TOWER ON THE PERCEPTION OF WIND LOADS

Anatoly Yugov¹, Sergey Titkov², Vladimir Anishchenkov³

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
2, Derzhavina Str., Makeyevka, DPR, 86123.*

E-mail: ¹amyurus@mail.ru, ²titkov@mail.ru, ³vove.ne@mail.ru

Received 05 March 2018; accepted 23 March 2018.

Abstract. The article presents an estimation of the influence of the shaping of a tower metal cooling tower on the perception of wind loads. The influence of wind influence on the simplified mathematical model of the metal cooling tower of the pyramidal shape is analyzed. As a changing parameter, a geometric form was taken in the form of a polyhedron with a different number of faces in this case 8, 10, 12 faces. The calculation was carried out in the Solidwork Flow Simulation software package where such parameters as stress-strain state, wind speed and trajectory were found.

Keywords: stress-strain state, a tower metal cooling tower, speed, trajectory, flow, wind impact.

Введение

В последние годы строительство высотных зданий и сооружений в странах бывшего СНГ значительно увеличилось. В связи с реализацией все более сложных проектов зданий и сооружений возникают задачи по обеспечению надежности, безопасности и пригодности к эксплуатации зданий и сооружений. В данном случае учет динамических воздействий природного характера становится обязательным.

Ветровые нагрузки оказывают существенное влияние на конструктивную прочность [2, 8] и устойчивость зданий и сооружений. Для высотных сооружений с большим лобовым сопротивлением они вносят существенный вклад в динамическую нагрузку и могут привести к потере устойчивости и разрушению зданий и сооружений.

Основная часть

В данной статье проводится исследование особенности ветрового воздействия на башенную металлическую градирню [1] с различным количеством граней, высотой 54,9 м и диаметром 46,0 м. Расчет данных сооружений проводился в программе Solidwork Flow Simulation, в данном комплексе разработаны расчетные схемы с различным количеством граней: в первом случае (рис. 1) рассматривается градирня с 8 гранями, во втором случае (рис. 2) рассматривается градирня с 10 гранями, а в третьем случае (рис. 3) с 12 гранями [3, 4, 5].

Целью данного исследования является оценка влияния ветрового воздействия на башенные металлические градирни с различным количеством граней, лежащих в основании конструктивной формы [6, 7, 9].

Расчетная область (рис. 4) принята в форме параллелепипеда с такими параметрами как: $+X = 150$ м; $-X = 100$ м; $+Y = 100$ м; $-Y = 100$ м; $-Z = 0$; $+Z = 150$ м. Отчёт ведется по оси координат от центра модели.

Для расчета применялись автоматические настройки глобальной сетки, при котором размер ячейки составил 0,05 м (рис. 5).

Задавались следующие общие настройки для расчета.

Тип задачи: внешняя среда, в которой не исключались полости без условия течения, также не исключалось внутреннее пространство расчетной модели. Базовой осью для расчета являлась ось X. Скорость ветрового потока по базовой оси составляла 20 м/с.

Текущей средой являлся воздух с типом течения ламинарным и турбулентным, среднее давление составляло 101 325 Па.

Каждая из разработанных моделей обдувалась как на грань (рис. 6, 10, 14), так и на ребро (рис. 7, 11, 15) сооружения. Были получены следующие результаты расчетов, такие как напряжения на башенной металлической градирне, траектория и скорость течения ветрового потока (рис. 8, 9, 12, 13, 16, 17).

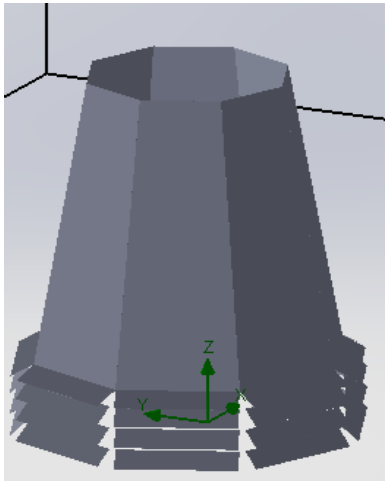


Рисунок 1. Расчетная схема 8-гранной башенной металлической градирни.

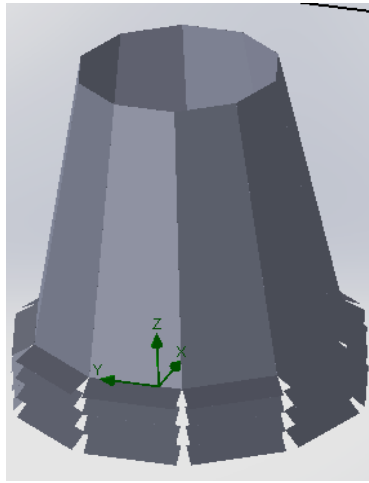


Рисунок 2. Расчетная схема 10-гранной башенной металлической градирни.

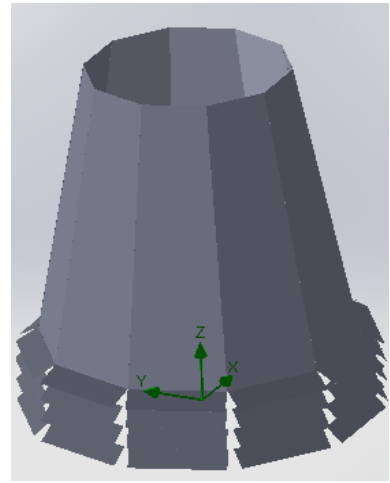


Рисунок 3. Расчетная схема 12-гранной башенной металлической градирни.

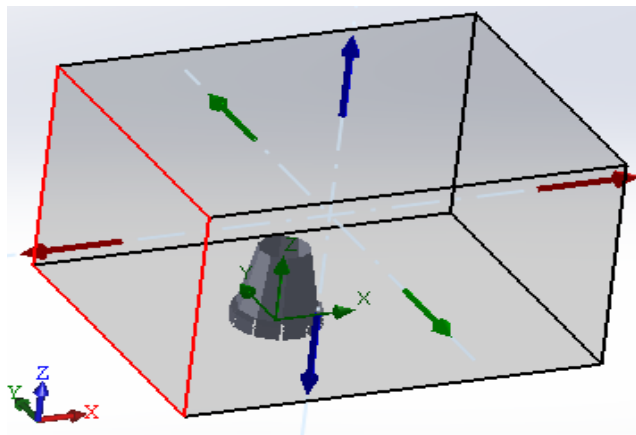


Рисунок 4. Расчетная область модели.

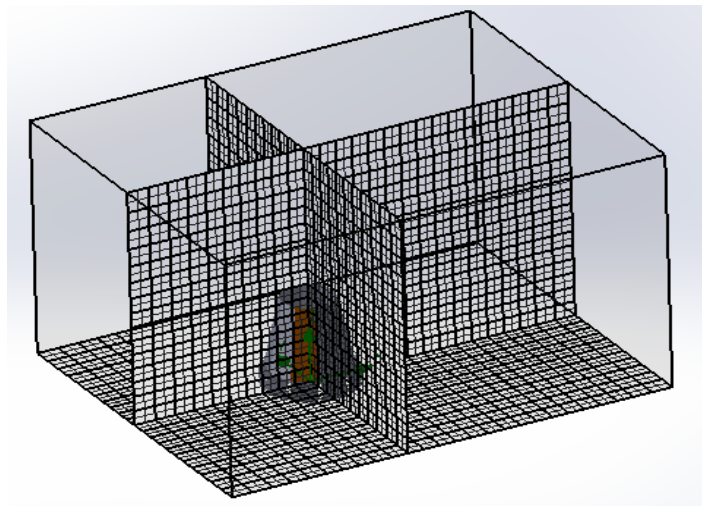


Рисунок 5. Автоматически сгенерированная расчетная сетка.

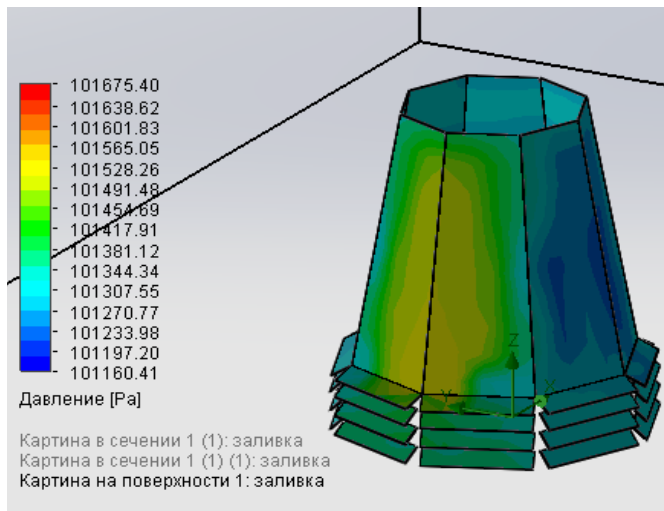


Рисунок 6. Напряжения 8-гранной башенной металлической градирни при продувке модели на плоскость грань.

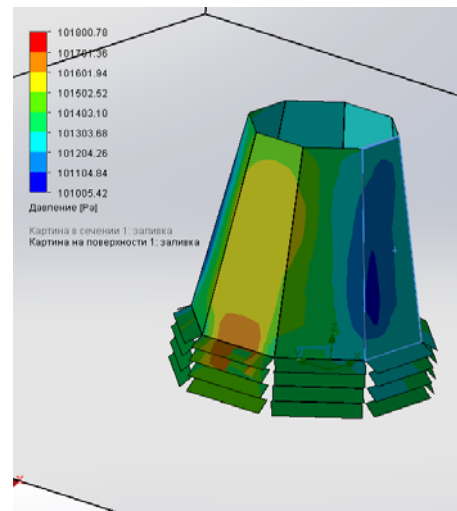


Рисунок 7. Напряжения 8-гранной башенной металлической градирни при продувке модели на ребро.

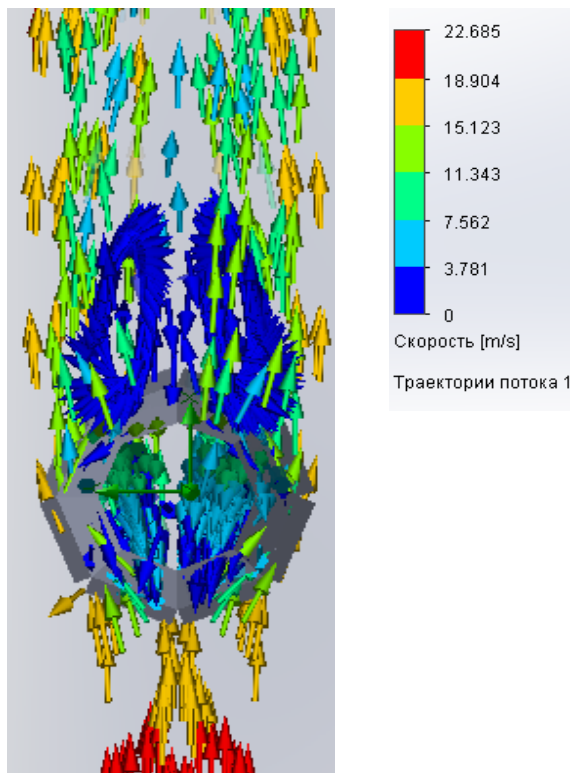


Рисунок 8. Скорость потока вокруг 8-гранной башенной металлической градирни при продувке модели на ребро.

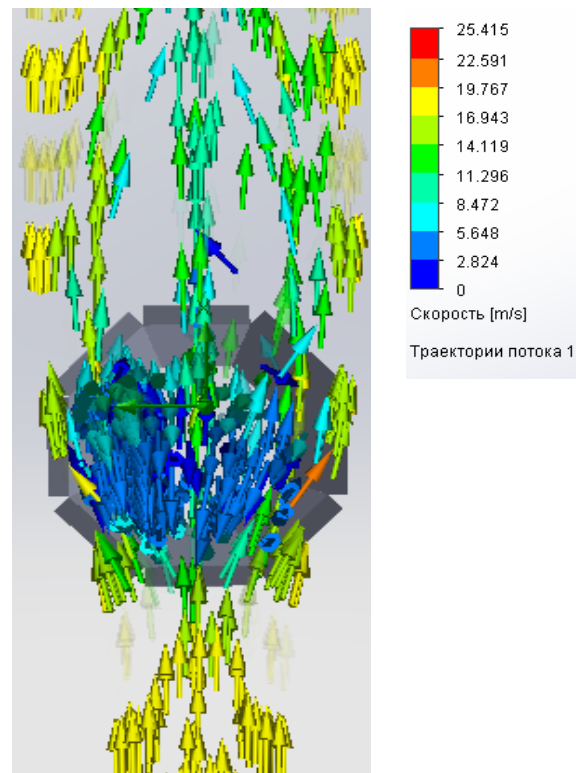


Рисунок 9. Скорость потока вокруг 8-гранной башенной металлической градирни при продувке модели на грань.

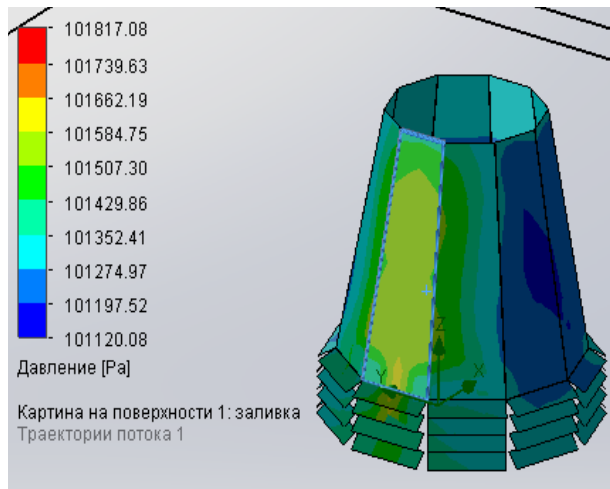


Рисунок 10. Напряжения 10-гранной башенной металлической гирдини при продувке модели на плоскость грань.

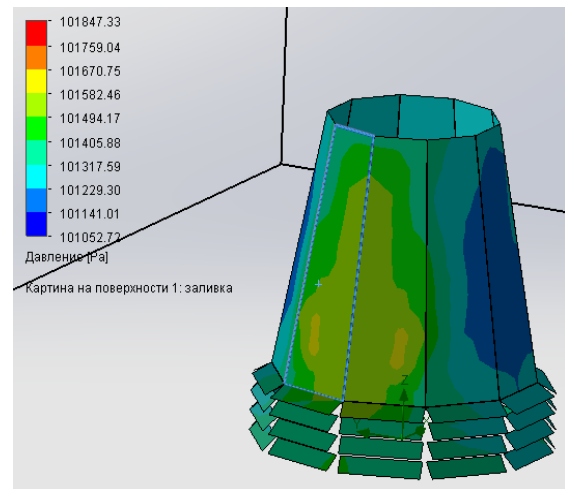


Рисунок 11. Напряжения 10-гранной башенной металлической гирдини при продувке модели на ребро.

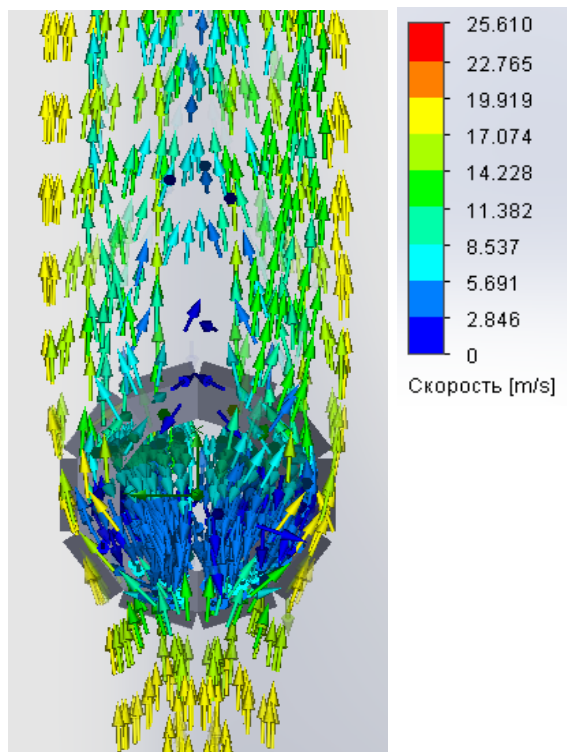


Рисунок 12. Скорость потока вокруг 10-гранной башенной металлической гирдини при продувке модели на ребро.

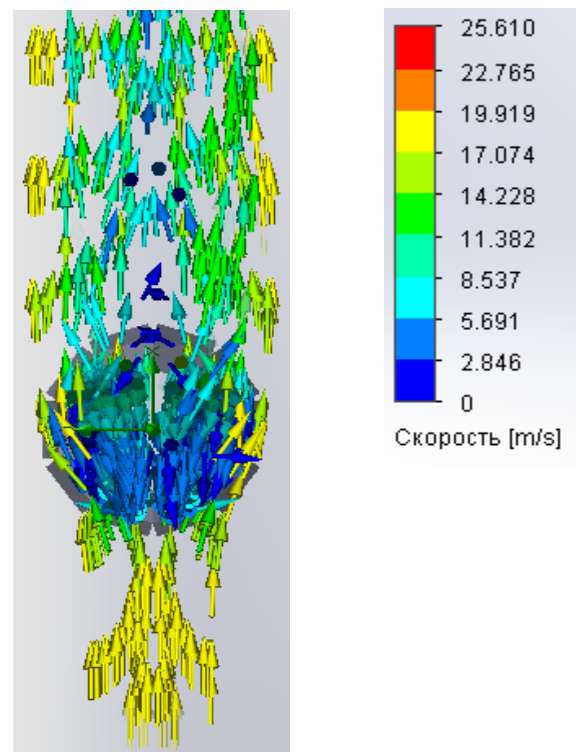


Рисунок 13. Скорость потока вокруг 10-гранной башенной металлической гирдини при продувке модели на грань.

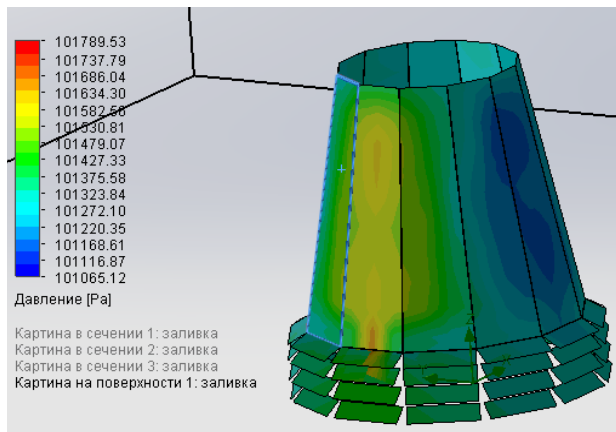


Рисунок 14. Напряжения 12-гранной башенной металлической градирни при продувке модели на плоскость грани.

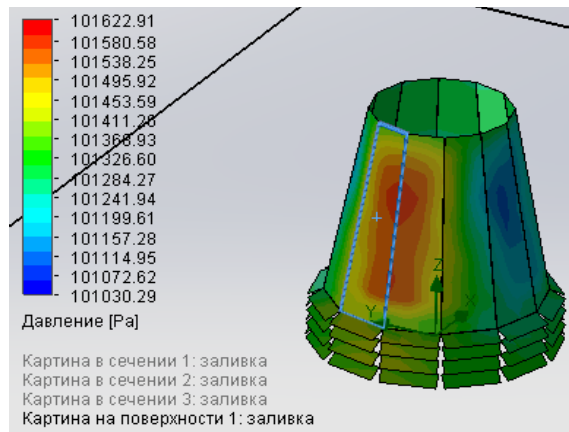


Рисунок 15. Напряжения 12-гранной башенной металлической градирни при продувке модели на плоскость ребро.

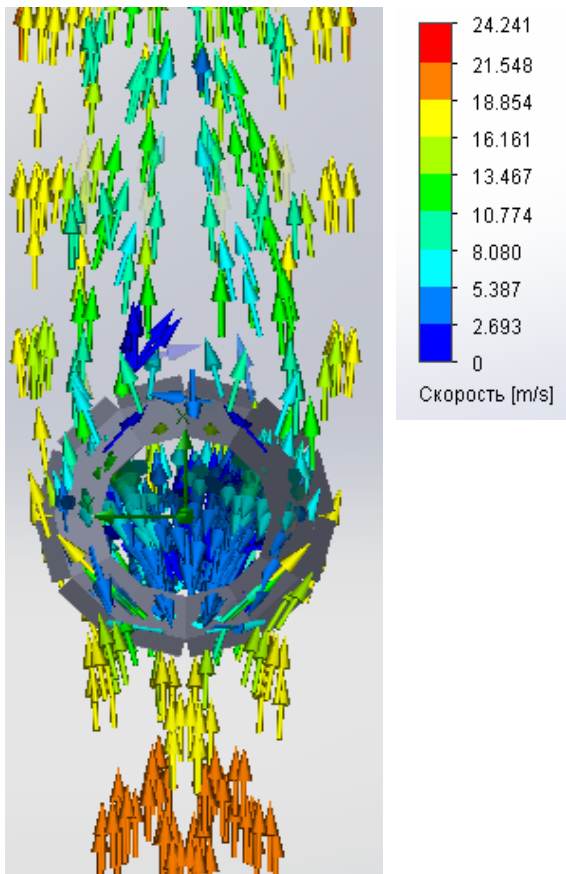


Рисунок 16. Скорость потока вокруг 12-гранной башенной металлической градирни при продувке модели на грань.

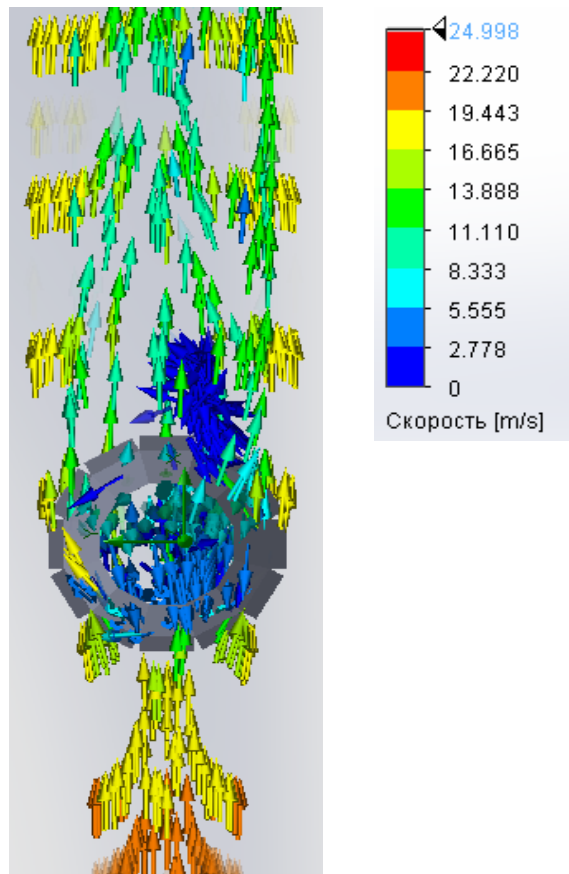


Рисунок 17. Скорость потока вокруг 12-гранной башенной металлической градирни при продувке модели на грань.

Заключение

Расчетная схема объемной модели башенной металлической градирни позволяет учесть разность перепада давления и учесть характер работы градирен с различными количествами граней с достаточной достоверностью результатов.

При воздействии ветрового потока со скоростью 20 м/с рациональнее применять двенадца-

тигранную башенную металлическую градирню, у которой значительно меньший перепад напряжений по поверхности градирни.

Башенные металлические градирни с восемью и десятью гранями рациональнее применять при скорости менее 20 м/с исходя из особенности конструктивной формы и восприятия ветрового воздействия.

Литература

1. Гореев, В. В. Специальные конструкции и сооружения / В. В. Гореев. – Москва : Высшая школа, 2002. – 539 с.
2. Беспрозованная, И. М. Воздействие ветра на высокие сплошностенчатые сооружения / И. М. Беспрозованная, А. Г. Соколов, Г. М. Фомин. – М. : Стройиздат, 1976. – 185 с.
3. Гордеев, В. Н. О выборе оптимальных очертаний башни / В. Н. Гордеев, М. Л. Гринберг, М. П. Кондра // Строительная механика и расчет сооружений. 1969. № 6. С. 59–61.
4. Градирни промышленных и энергетических предприятий : справочное пособие / под ред. В. С. Пономаренко. – М. : Энергоатомиздат, 1998. – 376 с.
5. Остроумов, Б. В. Совершенствование конструктивных форм высотных сооружений на основе экспериментально-теоретических исследований их взаимодействия с ветровым потоком / Б. В. Остроумов // Труды института к 100-летию со дня рождения академика Н. П. Мельникова. – М. : ЦНИИ-Проектстальконструкция, 2008. – С. 61–85.
6. Остроумов, Б. В. Уточнение методики динамического расчета высотных сооружений на воздействие порывов ветра / Б. В. Остроумов, Е. В. Дубовицкая, А. В. Бредов // Промышленное и гражданское строительство. 2009. № 5. С. 18–20.
7. Попов, Н. А. Оценка выносливости сооружений при действии ветра / Н. А. Попов // Строительная механика и расчет сооружений. 1992. № 6. С. 49–53.
8. Симмиу, Э. Воздействие ветра на здания и сооружения / Э. Симмиу, Р. Сканлан ; пер. с англ. – М. : Стройиздат, 1984. – 308 с.
9. Шевченко, Е. В. Оптимальное проектирование башенной градирни ОАО «ДМЗ» при ее реконструкции / Е. В. Шевченко, С. А. Удахин, М. Н. Иващенко // Вісник ДонДАБА : зб. наук. праць. 2003. Том 1. Вип. 2(39). С. 156–158.

References

1. Goreev, V. V. Special constructions and structures. Moscow: Vishaya shkola, 2002. 539 p.
2. Besprozvannaya, I. M.; Sokolov, A.G.; Fomin, G. M. The effect of wind on high continuous structures. Moscow: Stroyizdat, 1976. 185 p.
3. Gordeev, V. N.; Grinberg, M. L.; Kondra M. P. On the choice of optimal outline of the tower. In: *Construction mechanics and calculation of structures*, 1969, No. 6, pp. 59–61.
4. Cooling towers of industrial and power enterprises: reference manual. Ed. V. S. Ponomarenko. Moscow: Energoatomizdat, 1998. 376 p.
5. Ostroumov, B. V. Perfection of constructive forms of high-rise structures on the basis of experimental and theoretical studies of their interaction with wind flow. In: *Proceedings of the Institute for the 100th anniversary of the birth of Academician N. P. Melnikov*. Moscow: Central research institute «Proyektstal'konstruktsiya», 2008, pp. 61–85.
6. Ostroumov, B. V.; Dubovitskaya, E. V.; Bredov A. V. Refinement of the method of dynamic calculation of high-altitude structures for the effect of wind gusts. In: *Modern Industrial and Civil Engineering*, 2009, Vol. 5, Number 4, pp. 18–20.
7. Popov, N. A. Evaluation of the endurance of structures under wind action. In: *Building Mechanics and Design of Structures*, 1992, No. 6, pp. 49–53.
8. Simmiu, E.; Scanlan R. The impact of wind on buildings and structures. Moscow: Stroyizdat, 1984. 308 p.
9. Shevchenko, E. V.; Udahin, S. A.; Ivaschenko, M. N. Optimal design of the cooling towers of ОАО «DMZ» during its reconstruction. In: *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*, 2003, Vol. 1, Issue 2(39), pp. 156–158.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование, монтаж, эксплуатация, техническая диагностика, оценка технического

состояния, реконструкция, усиление и демонтаж строительных металлических конструкций, технология и организация работ при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Титков Сергей Олегович – аспирант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: возведение и реконструкция промышленных сооружений.

Анищенко Владимир Михайлович – аспирант кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: прочность и деформативность рамных узлов со стойками из трубобетона и ригелями двутаврового сечения.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор; завідувач кафедри технології і організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування, монтаж, експлуатація, технічна діагностика, оцінка технічного стану, реконструкція, посилення та демонтаж будівельних металевих конструкцій, технологія і організація робіт при будівництві і реконструкції будівель і споруд.

Титков Сергій Олегович – аспірант кафедри технології і організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: зведення і реконструкція промислових споруд.

Анищенко Володимир Михайлович – аспірант кафедри металевих конструкцій і споруд ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: міцність і деформативність рамних вузлів зі стійками з трубобетону і ригелями двотаврового перетину.

Yugov Anatoliy – Doctor in Engineering Sciences, Professor, Head of Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing, assembling, exploitation, technical diagnostics, estimation of technical state, reconstruction, reinforcement and dismantling of building metal constructions, construction engineering and management, white building and reconstruction of buildings and structures.

Titkov Sergey – postgraduate, Construction Engineering and Management Department, Donbas National Academy of Construction and Architecture. Scientific interests: erection and reconstruction of industrial facilities.

Anishchenkov Vladimir – postgraduate, Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: strength and deformation of frame units with columns from pipe-concrete and I-beam crossbars.