

Многокритериальная оптимизация металлоконструкции архитектурного элемента

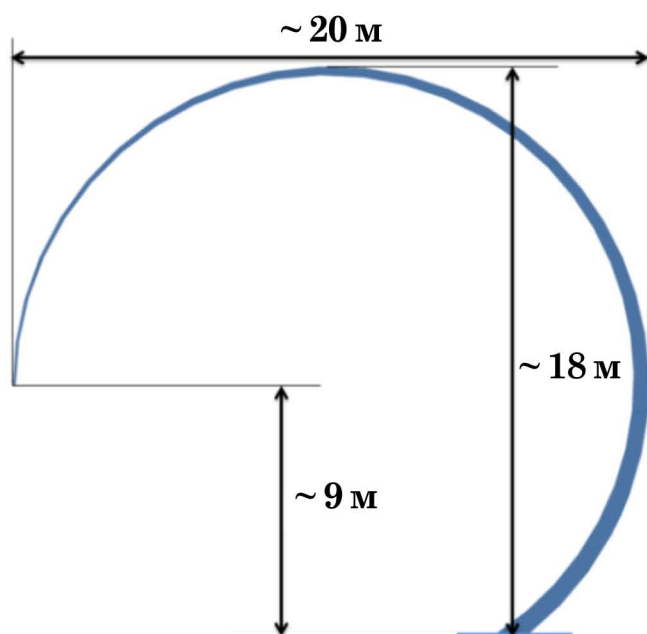
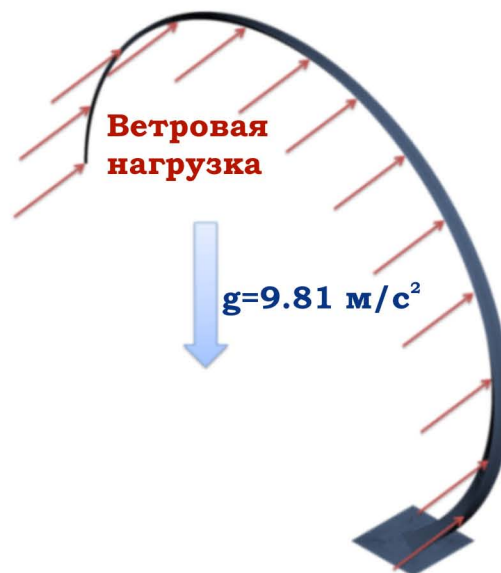
Программное обеспечение: ANSYS, IOSO NM

В рамках четвертого международного практического семинара по вычислительной механике **CompMechWorkShop** сотрудники лаборатории “Вычислительная механика” (**CompMechLab**) совместно со специалистами **научно-исследовательского центра УТИ** Университета прикладных наук г. Миккели (Финляндия), в сотрудничестве со студией **Wolfgang Buttress** (Великобритания), провели многокритериальную оптимизацию металлоконструкции архитектурного элемента для городского оформления.



Архитектурные элементы городского оформления, устанавливаемые на территории Великобритании, должны быть рассчитаны и исполнены в соответствии с требованиями многочисленных норм и стандартов.

В частности, в представленном исследовании металлоконструкция архитектурного элемента рассчитывалась на действие собственного веса и ветровой нагрузки в соответствии с международными нормами ANSI/ASCE 7-88 и ANSI A58.1-82.



Архитектурный элемент представляет собой серпообразную металлоконструкцию из тонкостенного стального профиля.

Конструкция имеет 18 м в высоту, 20 м в ширину, длина дуги "серпа" около 40 м. В качестве формы профиля выбран равносторонний треугольник.

Монумент состоит из пяти секций. Размеры треугольного профиля в каждой секции постоянны, и при этом уменьшаются по секциям от основания к острию конструкции. Длина стороны треугольного профиля у основания составляет 1 м, на конце сооружения – 10 см.

В рамках поставленной задачи было необходимо подобрать толщины профиля в секциях таким образом, чтобы минимизировать массу конструкции

Вторым критерием оптимизации выступает минимизация перемещения острия конструкции под действием собственного веса и статической ветровой нагрузки.

Перемещения конструкции более чем на 3,5 метра в рамках рассматриваемой постановки считаются недопустимыми.

В качестве пяти параметров проектирования выступали толщины профиля в секциях. Также необходимо учитывать ограничение: максимальные напряжения в конструкции не должны превышать критического значения, принятого в рамках исследования равным 300 МПа.

Таким образом, решается задача с пятью параметрами проектирования, двумя критериями и одним ограничением.

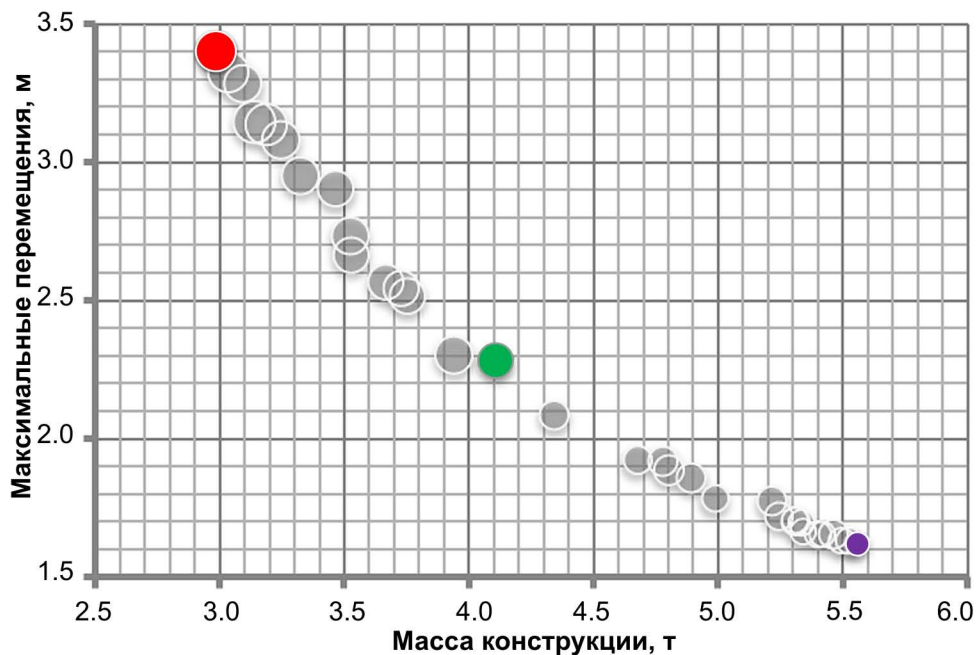
Ветровая нагрузка рассчитана в соответствии с нормами ANSI/ASCE 7- 88 и ANSI A58.1-82 для скорости ветра 31,65 м/с.

В программной системе КЭ анализа ANSYS создана параметрическая модель монумента.

Для проведения оптимизации использована программная система **IOSO NM** – уникальная технология нелинейной многомерной оптимизации, предоставленная компанией **Сигма Технологии** – партнера CompMechLab.

В результате решения задачи за 300 итераций получено 33 Парето оптимальных решения. Эти решения можно видеть на представленном изображении.

Размер "пузырьков", отображающих полученные решения, принадлежащие множеству Парето, соответствует максимальным значениям эквивалентных по Мизесу напряжений в конструкции.



Для более детального рассмотрения выбраны следующие реализации конструкции в рассмотренном диапазоне масс и перемещений острия:

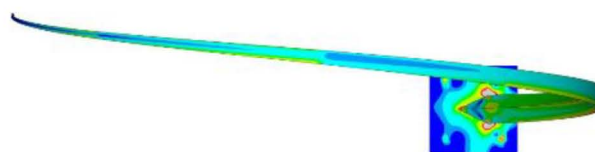
Красным отмечена реализация, соответствующая **минимальной массе конструкции**.

Зеленым отмечена реализация соответствующая **промежуточным значениям критериев**.

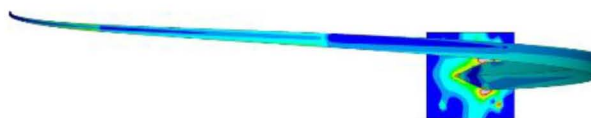
Фиолетовым отмечена реализация, соответствующая **минимальному перемещению в конструкции**.

Распределения эквивалентных по Мизесу напряжений для указанных реализаций конструкции

Деформированное состояние металлоконструкции показано в реальном масштабе



Минимальная масса конструкции



Промежуточные значения критериев



Минимальные значения перемещений

С помощью программной системы **IOSO NM** проведена многокритериальная оптимизация металлоконструкции.

Полученные результаты могут быть использованы конструкторами и архитекторами для дальнейшей проработки концепции архитектурного элемента для городского оформления.

Лаборатория "Вычислительная механика"

195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая д. 29
Тел./факс: (812) 552-7778
E-mail: Research@CompMechLab.com
Web: www.fea.ru

Сигма Технологии

107023, Москва, ул. Электровзаводская, 20
Тел./факс: (495) 788-1060
E-mail: company@iosotech.com
Web: www.iosotech.com/ru