

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ 3DМОДЕЛЕЙ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ ТИПА ДАРЬЕ

Р.А. Гросу,

Научный руководитель: В.А. Клименов

Томский политехнический университет

E-mail: Grosu94@inbox.ru

Введение

В настоящее время генераторы (двигатели) используются практически повсеместно во всех аспектах нашей жизни, начиная от автомобилей, самолетов, пылесосов, ветряных турбин и электростанций. Все они имеют много динамических и статических структур, которые необходимо анализировать и улучшать. Эти системы становятся все более сложными, быстрыми, гибкими, и чтобы увеличить их выпуск, необходимо сократить процесс разработки, снизить вес и затраты на материалы. Для этого конструктора, архитекторы, дизайнеры, исследователи, программисты повсеместно применяют системы автоматизированного проектирования (САПР).

Виды САПР

В зависимости от поставленной задачи используется определенный комплекс программ, начиная от создания 2D – эскиза, до комплекса, позволяющего рассчитывать детали на все возможные нагрузки. Чем больше функций и возможностей расчета в комплексе, тем она дороже и сложнее, что требует дополнительных умений инженера [1].

Все САПР условно подразделяются на уровни сложности, представлен на рисунке 1.

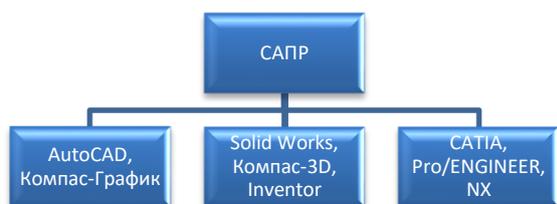


Рис. 1. Виды САПР

1. «Простой» САПР применяют для 2D – эскизов, для создания рабочих чертежей. Можно без проблем выполнять чертежи любой сложности и размеров.

2. «Средний» САПР используются для 3D моделирования и построения чертежей по 3D моделям. Объемные модели легче для восприятия и несут больше информации. Увеличивают шанс не совершить ошибку при прочтении чертежей. Для примера, 3D модель сложного механизма вы поймете намного больше, чем по чертежу также, как и то, что деталь, выполненная станком с ЧПУ по 3D модели будет точнее, чем рабочим по 2D чертежу.

3. Сложные комплексы программы предназначены для крупного предприятия. Она включает выполнения 3D модели детали (CAD–программа) на первом этапе, во втором – расчёт ее на прочность (CAE–программа), в третьей - проектируете инструмент для ее изготовления, в четвертой–разработка управляющей программы для станков с ЧПУ (CAM–программа).

CAD (англ. Computer – aided design/drafting)– средства автоматизированного проектирования, в контексте указанной классификации термин обозначает средства САПР, предназначенные для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской, технологической документации, и САПР общего назначения.

CAE (англ. Computer–a aided engineering) — средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий.

В последнее время ветрогенератор типа ротора Дарье (рисунке 2), получил большое внимание из-за присущих структурных характеристик. Установка имеет многообещающий дизайн, система преобразования возобновляемой энергии перспективна по внедрению в городских и удаленных районах. Тем не менее, система не идеальна и нуждается в проработке проблем, связанных как с технической стороны (геометрией лопастей, центробежными и аэродинамическими нагрузками), так и в дизайне.

Основные задачи проектирования ветрогенератора

Рассмотрим созданный в программном комплексе AutodeskInventorProfessional, ротор Дарье с прямолинейными и криволинейными лопастями и основные вопросы которые необходимо рассмотреть на этапе проектирования.

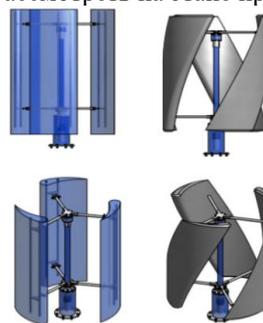


Рис. 2. Виды ветротурбин типа ротора Дарье

При создании 3D-модели в зависимости от поставленных задач необходимо рассмотреть структурные особенности, параметры и динамики поведения отдельных элементов конструкции, чтобы избежать каких-либо ошибок на дальнейших этапах конструирования [2].

Модальный анализ становится стандартным инструментом для решения проблемы структурного анализа и дизайн-оптимизации в сфере исследований и промышленности. Это может быть полезным в оценке структурных особенностей, параметров, прогнозирование усталости материала и другие вопросы системы [3].

Модальный анализ необходим для установления параметров колебаний конструкции, определение собственных частоты и форм колебаний, используется для динамических расчетов и рассчитывается в программном комплексе ANSYS.

В последнее время ветрогенераторы с вертикальной осью вращения получили большое внимание благодаря своим параметрам, которые легко регулируются [4]. Они также воспринимают потоки ветра в любом направлении, создают мало шума и вибраций, и основные элементы расположены на уровне земли, что делает обслуживание ветротурбин легкими.

Конструкция и угол установки лезвий может быть изменен, так чтобы подобрать более высокий коэффициент полезного действия за счет угла атаки, для наибольшего захвата воздушного потока (рисунок 3).

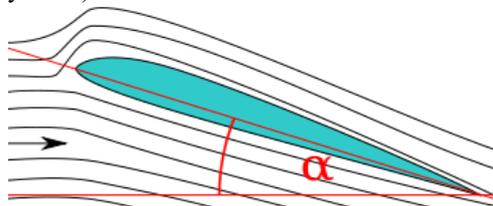


Рис. 3. Угол атаки лопасти

Воздушный поток сложный из-за структурной неоднородности, который изменяется по высоте, изменчивость направления, большие углы перекося и увеличение турбулентности при обтекании объектов смотри рисунок 4.



Рис. 4. Обобщенная схема вертикального профиля скорости ветра над центром города, его периферией и в пригороде.

Что во много усложняет расчет выработки и требует натурных испытаний для дальнейшего

внесения в расчеты и внесения изменений в конструкцию ветрогенератора.

Результаты

На основе 3D – моделей были созданы два прототипа вертикальных ветрогенератора (рисунок 5), которые были испытаны на ветровые нагрузки в условиях отрицательных температур и 7 бальном ветре по Шкале Бофорта. Результаты показали, что при скорости ветра 16 м/с прямолинейные лопасти вырабатывают 13.9 Вт, криволинейные – 2,9 Вт. Разница в 5 раз между выработкой указывает на необходимость совершенствования

аэродинамических характеристик криволинейных лопастей, ее упрощения, так как изготовление прямолинейных лопастей экономически выгоднее и легче, чем криволинейных. Так же не малый фактор в дальнейших исследованиях — это улучшение эстетических факторов для внедрения в городскую среду.



Рис. 5. Изготовленные лопасти на основе 3D – моделей

Список использованных источников

1. Что такое САПР. Классификация САПР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mysapr.com/pages/1_vidy_sapr.php, свободный (дата обращения: 02.02.2020).
2. P. S. Veers, T. D. Ashwill, H. J. Sutherland, D. L. Laird, D. W. Lobitz, D. A. Griffin, J. F. Mandell, W. D. Musial, K. Jackson, M. Zuteck, A. Miravete, S. W. Tsai, and J. L. Richmond, “Trends in the design, manufacture, and evaluation of wind turbine blades”, *Wind Energy*, Vol. 6, No. 3, pp. 245-259, 2003.
3. D. Adams, J. White, M. Rumsey, and C. Farrar, “Structural health monitoring of wind turbines: method and application to a HAWT”, *Wind Energy*, Vol. 14, No. 4, 603-623, 2011.
4. A. Rossetti and G. Pavesi, “Comparison of different numerical approaches to the study of the H-Darrieus”, *Renewable Energy*, Vol. 50, pp. 7-19, 2013