Література

1. *Что происходит на рынке САПР в России? / CRN IT-бизнес. — Режим доступу : http://www.crn.ru/news/detail.php?ID=31431.*
2. *Обзор различных систем CAD/CAM/CAE/GIS / Сайт поддержки пользователей САПР. — Режим доступу : http://www.cad.dp.ua/obzors/cads.php.*
3. *Autodesk Academic Resource Center / Autodesk. — Режим доступу : https://academic.autodesk.com.*
4. *Руководство по регистрации, загрузке и активации программных продуктов Autodesk на портале Autodesk Academic Resource Center / Autodesk. — 2014. — 26 с.*
5. *Образование / Autodesk. — Режим доступу : http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/pc/index?siteID= 871736&id=18548434*
6. *Комп'ютерні інтегровані технології / Віртуальне навчальне середовище Львівської політехніки. — Режим доступу : http://vns.lp.edu.ua/course/view.php?id=12415.*
7. *Autodesk 360 — облачный сервис для AutoCAD 2013 / Сайт поддержки пользователей САПР. — Режим доступу : http://www.cad.dp.ua/obzors/autodesk360.php.*

УДК 681.3.06+674.047

Соколовський Я.І., Борецька І.Б., Рожак П.І.
Національний лісотехнічний університет України

ВИКОРИСТАННЯ SOLID WORKS/ SOLID WORKS SIMULATION/ SOLID WORKS MOTION ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ

© Я.І. Соколовський, І.Б. Борецька, П.І. Рожак, 2014

В роботі наведено основні аспекти вивчення та використання програмного комплексу SolidWorks/SolidWorks Simulation/SolidWorks Flow Simulation/SolidWorks Motion для підготовки фахівців зі спеціальності ІТП. Для прикладу розроблено систему автоматизованого проектування електричного двигуна з використанням інформаційних технологій проектування SolidWorks Simulation/SolidWorks Motion. Для твердотілого моделювання електричного двигуна створення тривимірних моделей його

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

компонентів використано систему автоматизованого проектування SolidWorks 2013. Розроблено та реалізовано програмно-орієнтований комплекс на основі SolidWorks API, з використанням компілятора Microsoft Visual studio 2013, який дає можливість досліджувати параметри електричного двигуна, а також керувати геометрією його компонентів.

Ключові слова: САПР, SolidWorks, SolidWorks API, SolidWorks Simulation, SolidWorks Motion, модель, електричний двигун.

The main aspects of study and using on the programmatic complex SolidWorks/SolidWorks Flow Simulation (COSMOSFloWorks)/SolidWorks Simulation for preparation of specialists on speciality of ITP. As an example is the system of computer-aided design of electric motor using information technology of SolidWorks Simulation / SolidWorks Motion made in article. A computer aided of SolidWorks design is used for the 3D modeling of electric motor and creation of three-dimensional models of it's components. Developed and implemented a program-oriented complex based on SolidWorks API, using the compiler of Microsoft Visual studio 2013, which makes it possible to explore the parameters of the electric motor, and manage the geometry of its components.

Keywords: CAD, SolidWorks, SolidWorks API, SolidWorks Simulation, SolidWorks Motion, model, electric motor.

Вступ. SolidWorks є ядром інтегрованого комплексу автоматизації підприємства. За його допомогою здійснюється підтримка життєвого циклу виробу згідно з концепцією CALS — технологій, включаючи двонаправлений обмін даними з іншими Windows-застосунками та створення інтерактивної документації. Комплексні рішення SolidWorks базуються на передових технологіях гібридного параметричного моделювання, а також на широкому спектрі спеціалізованих програмних модулів.

Метою вивчення студентами програмного комплексу SolidWorks/Flow/ Simulation/Motion є освоєння методології наскрізного процесу проектування, інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів. Даний пакет програм дає повний цикл моделювання не тільки для загальних задач машинобудування, а й для спеціалізованих задач деревооброблювальної галузі.

Постановка практичної проблеми. Графічне моделювання програмного комплексу SolidWorks/Flow/Simulation/Motion є необхідним інструментом для проектування та створення сучасних енергоощадних технологічних об'єктів, а також для порівняння даних, отриманих на основі досліджень, що дозволяє отримати уявлення про конкретні переваги чи недоліки параметрів

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

досліджуваних об’єктів. Одним із можливих шляхів математичного моделювання фізичних процесів та для вирішення задач механіки деформуючого твердого тіла досліджуваного об’єкту є використання систем автоматизованого проектування та інженерного аналізу – CAD/CAE-систем (Computer Aided Engineering). У цьому аспекті важливими є програмні системи, які інтегруються у геометричні САПР (системи автоматизованого проектування), а також дають змогу досліджувати складні теплофізичні, аеродинамічні та інші процеси.

Тому пошук ефективних шляхів щодо проектування складних об’єктів безпосередньо пов'язаний з розробленням систем автоматизованого проектування на основі комп'ютерного моделювання та прийняття оптимальних проектних рішень.

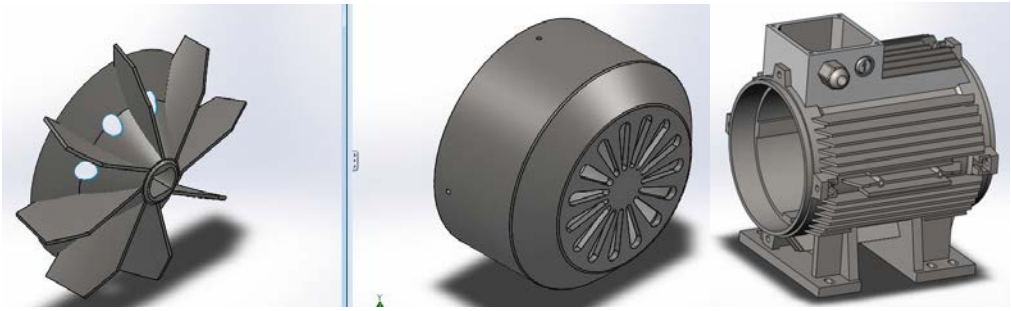
Перелік вирішуваних задач. Засобами SolidWorks/Flow/Simulation/Motion, інтерфейсу SolidWorks API спроектовано тривимірну геометричну модель електричного двигуна. Розроблено програмний додаток для керування вхідних параметрів електродвигуна, результатів проведених досліджень, а також геометрією тривимірної моделі електродвигуна. У програмному середовищі SolidWorks Simulation проведено моделювання роботи електричного двигуна у реальних умовах, створено інтерфейс зміни параметрів двигуна та змодельовано розподіл температур нагрівання електричного двигуна під час роботи.

Для створення тривимірної геометричної моделі електричного двигуна використано систему автоматизованого проектування SolidWorks 2013. Її середовище та інструменти добре пристосовані до побудови складних поверхонь та збірок.

Для побудови експериментальної моделі вибрано електричний двигун змінного струму. Найважливішими елементами електродвигуна такого типу є ротор, статор, вал, вентилятор та корпус.

а) *б)* *в)*

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua



г) *ґ)*

Рис.1. Тривимірні моделі елементів електродвигуна: а)ротор; б)статор; в)вал; г)вентилятор з захисною решіткою; ґ) корпус електричного двигуна.

Детально створена 3D-модель електричного двигуна відповідає розмірам реальних електродвигунів у масштабі 1:1 (рис. 2, рис. 3).

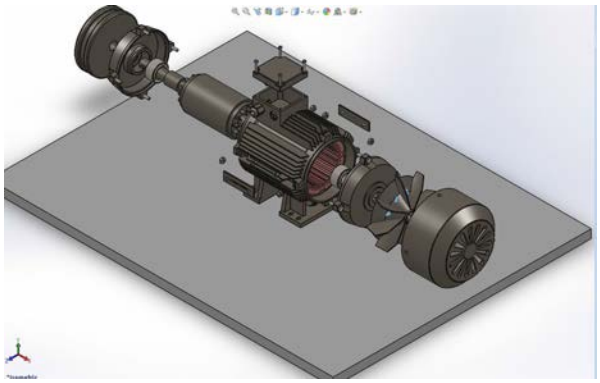


Рис.2. 3D модель електродвигуна в розібраному стані.

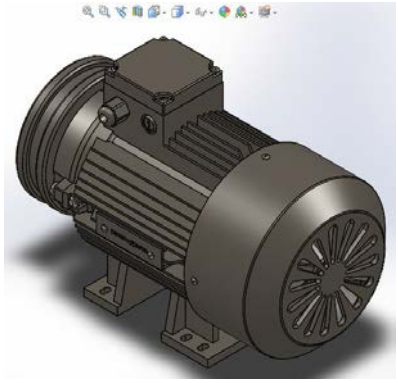


Рис.3. 3D-модель електродвигуна у збірці, виконаній засобами SolidWorks

За допомогою .NET технології з використанням мови програмування C# в середовищі Microsoft Visual Studio 2013 розроблено інтерфейс для керування геометрією компонентів електричного двигуна (рис. 4).

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

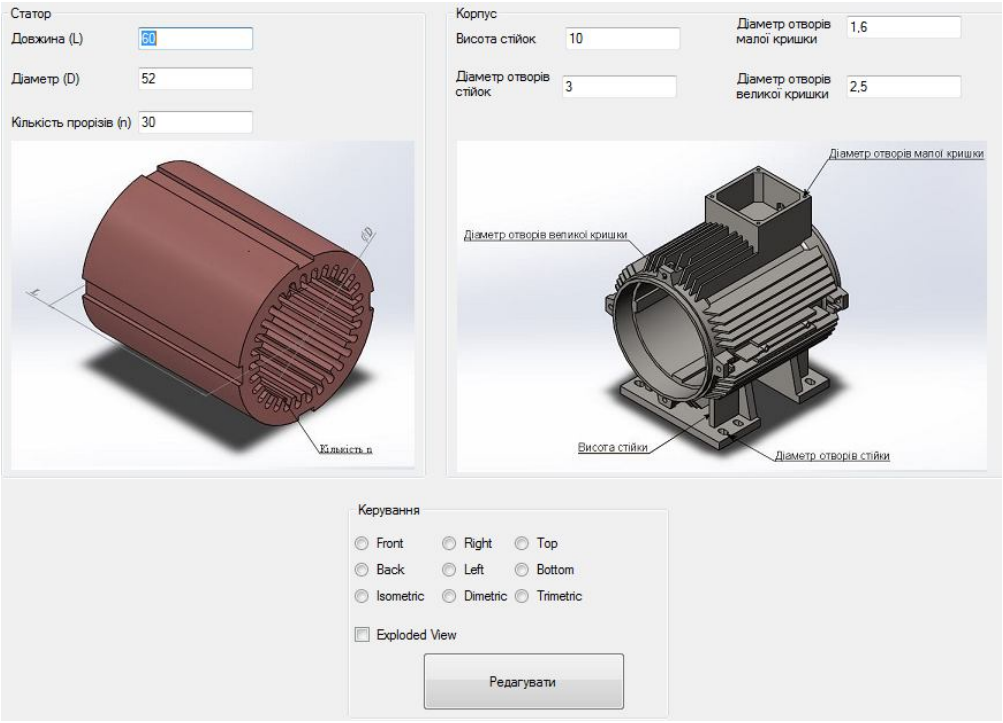


Рис. 4. інтерфейс для керування геометрією компонентів електричного двигуна.

Аналіз отриманих результатів. Автоматизована система розрахунку SolidWorks Simulation/Motion дозволяє отримувати результати у графічному вигляді, що робить їх більш доступними та зрозумілими. Розроблений додаток в свою чергу дає змогу дослідити як змога більше варіантів, завдяки зміні вхідних параметрів для кожного нового дослідження.

Під час процесу моделювання роботи електричного двигуна можна спостерігати взаємодію елементів у двигуні в реальному часі.

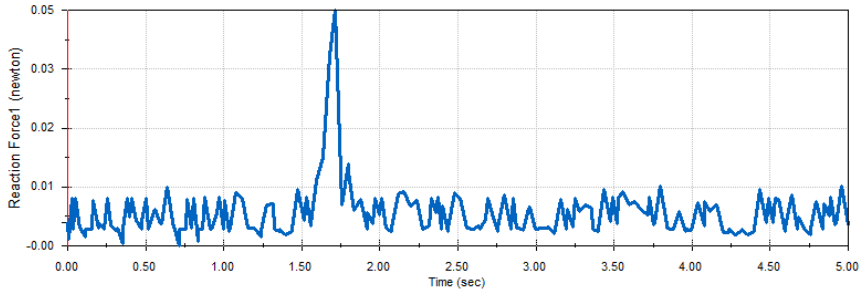


Рис. 5. Результат дії вала на шпонку в електродвигуні.

SolidWorks Simulation дає змогу досліджувати різні параметри у потрібних точках електричного двигуна та в будь-який момент часу. Система видає результати і для інших досліджуваних параметрів, наприклад, швидкості, тиску, температури, інтенсивності.

Висновки. Показано можливості застосування SolidWorks API, SolidWorks Simulation, SolidWorks Motion для 3D-проектування електричного двигуна в реальному часі. Зокрема, у роботі:

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

- побудовано 3D-модель електричного двигуна та його компонентів;
- розроблено програмний додаток для керування вхідних параметрів електродвигуна, результатів проведених досліджень, а також геометрією тривимірної моделі електродвигуна
- змодельовано роботу електричного двигуна у реальних умовах, що дає змогу визначати температуру нагрівання під час роботи;
- отримано та проаналізовано результати моделювання, як у числовому, так і графічному вигляді.

Слід врахувати великий внесок інтерфейсу SolidWorks API, завдяки якому розроблено програмну систему, яка в свою чергу дала такі основні можливості: як моделювання, експеримент та «динаміка», тобто варіація параметрів у процесі експерименту, а також доволі простий і зручний у користуванні графічний інтерфейс для користувача, що дозволяє використати усі функції даної системи.

Завдяки зміні параметрів в процесі роботи програми можна безпосередньо спостерігати зміну досліджуваного об'єкта і керувати цією зміною.

Література

1. *А.А. Алямовский. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике/А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А. И. Харитонович. – СПб.: БХВ-Петербург. 2008. – 1040 с.: ил.*
2. *А. А. Алямовский. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. – СПб.: БХВ-Петербург.2012. – 448.*
3. *А.В. Беспалов Проектирование асинхронного двигателя общего назначения.*
4. *Прохороенко В.П. SolidWorks. Практическое руководство – М.: ООО «Бином-Пресс», 2004 – 448 с.*
5. *Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей. Курс лекций. Часть I. М: Машиностроение, 2002 – 239 с.*
6. *Luke Maplass SolidWorks 2008 API Programming and Automation – Published by AngelSix. - 267c.*
7. *[Електронний ресурс]. – Доступний з http:// www.solidworks.com/.*
8. *[Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.solidworks.ru/.*
9. *[Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.fsapr2000.ru/.*

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua