

УДК 621.8:004.9

Олександр Мацулевич, кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інженерної механіки та комп'ютерного проектування,
Андрій Чаплінський, старший викладач
кафедри інженерної механіки та комп'ютерного проектування,
Максим Супрун, асистент
кафедри інженерної механіки та комп'ютерного проектування,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,
м. Запоріжжя, Україна

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ВУЗЛІВ ТА МЕХАНІЗМІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАКЕТІВ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ

Анотація. Пропонується пакет розробленої конструкторської документації, що містить: модель деталі «Корпус розпредвалу», в CAD-системі SolidWorks; аналіз існуючої конструкції в CAE системі в пакеті програми SimulationXpress інтегрованого в інтерфейс SolidWorks; CAM-технологію - підключення до отриманої моделі програмного модуля Delphi.

Ключові слова: автоматизоване проектування, автоматизована система інженерних розрахунків, розрахунок на міцність, програмний модуль, керуюча програма.

Abstract. A package of developed design documentation is offered, containing: a model of the part "Camshaft housing" in the SolidWorks CAD system; analysis of the existing design in the CAE system in the SimulationXpress program package integrated into the SolidWorks interface; CAM technology - connection to the resulting model of the Delphi software module.

Keywords: automated design, automated engineering calculation system, strength calculation, software module, control program.

Застосування комп'ютерних технологій спрямоване не лише на автоматизацію існуючих технологічних етапів (що може призвести лише до незначних змін умов праці), але й на кардинальну трансформацію самої методології проектування та виробництва виробів. Лише такий підхід може забезпечити істотне скорочення термінів створення продукції, зниження витрат протягом усього її життєвого циклу та підвищення якості виробів.

Формування повної електронної моделі виробу є ключовим аспектом організації комп'ютерних технологій, особливо при розробці складних машинобудівних виробів. Створення точних тривимірних електронних копій проєктованих виробів відкриває широкі перспективи для виготовлення якіснішої продукції, зокрема складної та наукоємної, зі значним скороченням часових витрат.

В ідеалі, процес проєктування та виготовлення складних багатокомпонентних виробів передбачає одночасну роботу всіх учасників, які в режимі реального часу відстежують дії колег і створюють електронні моделі деталей, вузлів, агрегатів, систем та виробу в цілому безпосередньо на комп'ютерах.

Паралельно вирішуються завдання концептуального проєктування, проводяться різноманітні інженерні аналізи, здійснюється моделювання та компонування виробу, а також формуються його зовнішні контури. Отриману інформацію слід використовувати для технологічної підготовки виробництва та самого виробничого процесу, не чекаючи повного завершення етапу розробки нового виробу. Крім того, важливим є автоматизоване управління всіма даними електронної моделі (структурою виробу), процесом його створення та можливістю керування структурою цього процесу.

Для ефективного впровадження комп'ютерних технологій проєктування та виробництва необхідне використання систем автоматизованого проєктування, інженерного аналізу та технологічної підготовки виробництва (CAD/CAE/CAM) високого рівня.

На основі технічного завдання, обґрунтування вибору автоматизованої системи проєктування конструкторської документації базується на первинному описі об'єкта з використанням пакета SolidWorks.

Для вибору пакета застосовано метод аналізу ієрархій. Спільно з фахівцями підприємства було визначено критерії вибору програмного продукту, серед яких: оптимальне співвідношення «ціна/якість», високий рівень автоматизації

проектних робіт, зручність навчання та використання, а також потужність генерації технологічної документації.

Проведено розрахунок оцінки матриці попарних порівнянь для визначених критеріїв, а остаточний вибір програмного продукту здійснено на основі результатів адитивної згортки критеріїв та вибору найбільшого значення.

Для створення моделі «Корпус розподвала» було використано програмне забезпечення SolidWorks. Процес розпочався із запуску програми та вибору опції «Файл» → «Створити новий» → «Деталь».

Після відкриття вікна нової деталі було обрано початкову площину та створено базовий ескіз (рис. 1).

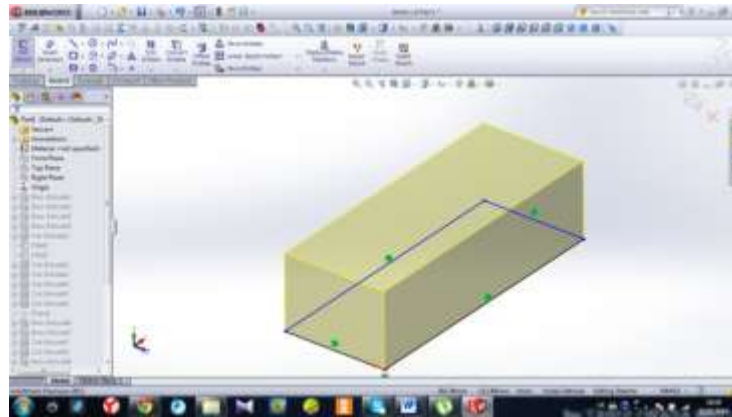


Рисунок 1 – Початковий ескіз

Після завершення створення ескізу було застосовано операцію «Видавити», обрано відстань та виконано операцію. Далі додано передню частину шляхом вибору необхідної площини, створення ескізу та застосування операції «Видавити» на задану відстань. Наступним кроком стало створення завершеного вигляду передньої частини через редагування ескізу та використання операції «Видавлювання» на потрібну відстань. Аналогічно створено задню частину за допомогою операції «Видавлювання», після чого їй надано кінцевого вигляду. На завершення створено внутрішні та кріпильні отвори, що дозволило отримати кінцевий вигляд деталі (рис. 2).

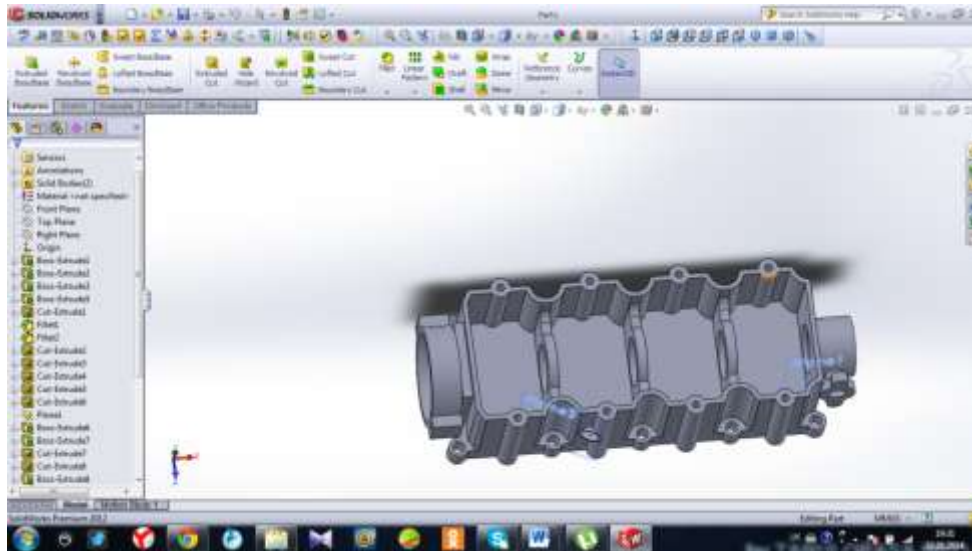


Рисунок 2 – Кінцевий вигляд деталі

Після виконання всіх зазначених операцій отримано модель деталі «Корпус розподвала автомобілю GM NexiaLanos». Для створення креслення деталі було обрано опцію «Файл» → «Креслення з деталі» та відредаговано формат креслення, що дозволило отримати готовий 2D-кресленик моделі.

Обґрунтовано вибір автоматизованої системи інженерних розрахунків. Аналіз існуючої конструкції деталі проводився за допомогою програмного пакету Simulation Xpress, інтегрованого в інтерфейс SolidWorks, який дозволяє виконувати аналіз міцності спроектованих деталей методом кінцевих елементів. Для візуалізації результатів Simulation Xpress використовує тривимірну графіку на основі OpenGL. Постпроцесор забезпечує можливість перегляду даних, отриманих в результаті розрахунку конструкції.

Після застосування навантажень було обрано матеріал для виготовлення корпусу (рис. 3).

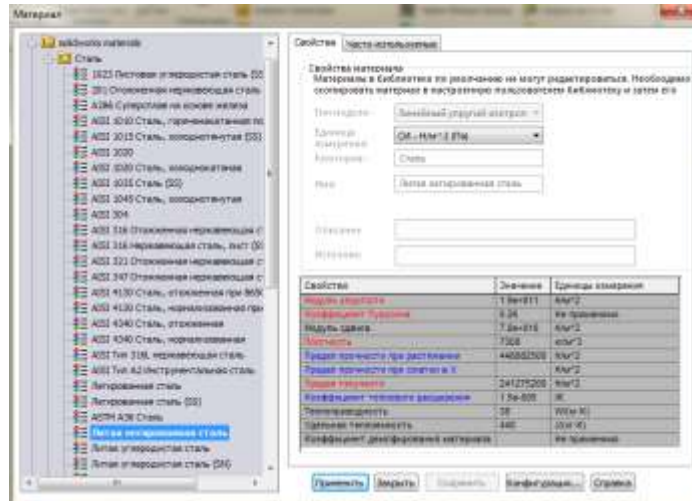


Рисунок 3 – Вибір матеріалу

Після застосування матеріалу було запущено моделювання. Програма обробила введені дані та відобразила результати в графічному вигляді (рис. 4).

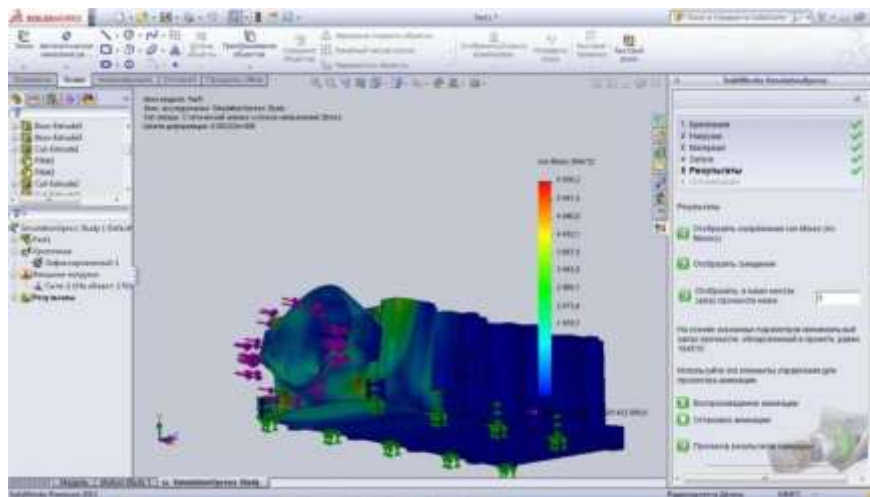


Рисунок 4 – Графічне відображення деформації

На досліджувану деталь було прикладено силу величиною 296 Н/м. У цьому випадку коефіцієнт запасу міцності склав 1.7, а найбільш вразливі ділянки відображено на епюрі червоним або помаранчевим кольором. Шляхом багаторазових обчислень з поступовим збільшенням прикладеної сили було встановлено межове значення сили. При навантаженні 593 Н/м з'явилася зона руйнування деталі.

Створення програми проектування деталі з використанням API-технологій. Наступним кроком стало підключення програмного модуля до отриманої моделі. Для цього було відкрито проект модуля в Delphi та змінено всі параметри відповідно до потреб. Було обрано необхідну кількість змінних, налаштовано зовнішній вигляд та збережено модуль. Змінні в модулі розташовувалися в тому ж порядку, в якому вони були створені в пакеті SolidWorks. Після виконання всіх зазначених дій було запущено проект. В результаті створено робочий модуль, що виконує параметризацію необхідної моделі. Результати параметризації відображено на рис. 5.

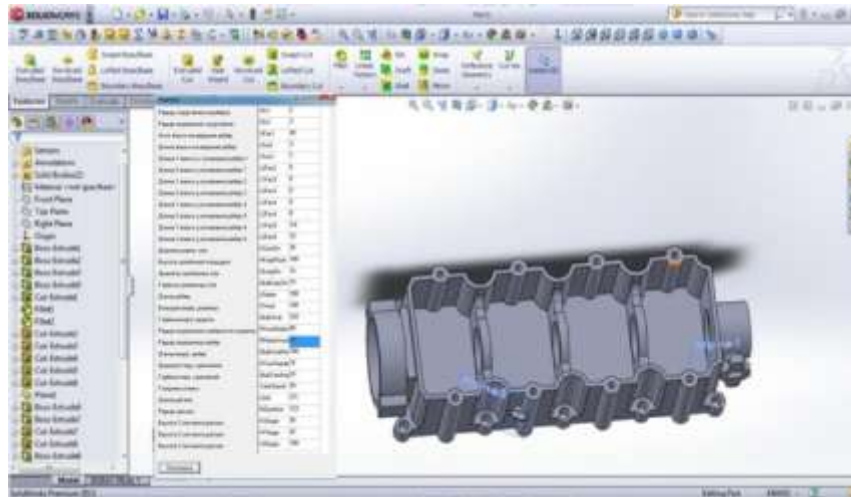


Рисунок 5 – Модель після перебудови за допомогою API-модуля

Висновок. За результатами проведеного аналізу перевагу було надано наступним програмним пакетам: CAD-системі SolidWorks, завдяки її відповідності визначеним критеріям (рівень автоматизації, зручність навчання та використання, потужність генерації технологічної документації); модулю в CAE-системі Simulation Xpress для розрахунку на міцність, в основі якого лежить метод кінцевих елементів; та мові програмування високого рівня Delphi для доступу до API-технологій, що дозволило автоматизувати процес параметризації заданої моделі, враховуючи підтримку САМ-технологій більшістю сучасних САПР, що спрощує їх керування з зовнішніх програм.

У результаті розроблено програмне забезпечення, що дозволяє автоматизувати процес параметризації завдяки використанню API-технологій.

Список використаних джерел

1. Федоров Г. Є., Фесенко А. М., Ямшинський М. М., Фесенко М. А. Контроль якості продукції в машинобудуванні. К.: НТУУ КПІ, 2010.
2. Войцеховский В.Б. Моделирование та оптимізація розвитку виробництва. К.: Техника. 2002. 128 с.
3. Копосов В.Н. Математичне моделювання процесів в машинобудуванні / Курс лекцій [Електроний ресурс]. URL: <http://elib.ispu.ru/library/lessons/Koposov/index.html> (дата звернення: 10.05.2025)
4. Гавриленко Е. А., Холодняк Ю. В., Антонова Г. В., Михайленко Е. Ю. Моделирование участков одномерных обводов по заданным условиям. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. К.: КНУБА, 2021. Вип. 101. С. 34-44. <http://ageg.knuba.edu.ua/article/view/256305>
5. Мацулевич О. Є., Гавриленко Є. А., Холодняк Ю. В., Чаплінський А. П. Отримання мастер-модели з восківки методом лиття. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2022. Вип. 12, том 1. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2022-vypusk-12-tom-1.pdf> DOI: 10.31388/2220-8674-2022-1-33