

Інші базисні функції нового поліноміального базису (6ПБ_3) можуть бути отримані з N_1 (формула 7) поворотом на кут 60° . Побудована система функцій задовольняє усім вимогам, щодо базисів скінчених елементів.

Висновки. В роботі представлено альтернативні моделі гексагональних скінчених елементів, які отримані за допомогою геометричного моделювання. Проведено тестування отриманих моделей та порівняння результатів.

Література

[1] Ishiguro M. Construction of Hexagonal Basis Functions Applied in the Galerkin-Type Finite Element Method: "J. Inf. Process", 1984, v.7, № 2, p. 88-95.

[2] Гучек П.Й., Литвіненко О.І., Буба М.С., Хомченко А.Н. Моделювання скінчених елементів серендипового сімейства для дослідження температурних полів // Проблеми пожежної безпеки. - К.: МВС України. - 1995. - С. 75-77.

Polynomial bases of a hexagonal finite element

Petro Guchek^{1,2}, Olena Litvinenko¹, Oleg Dudchenko¹

¹Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine;

²University of Economics and Human Sciences in Warsaw, Warsaw, Poland

Abstract. The most effective numerical method of engineering analysis, which allows for the best possible assessment of the stress-strain state of a structure of any shape and size, is the finite element method. Hexagonal elements can be found in everything from fullerene molecular lattices to nuclear reactor fuel rod cells. This has led to a considerable flow of work by researchers in various fields of science devoted to geometric modelling. In this paper, we present alternative polynomial bases of the hexagonal discrete element with six nodes at the vertices for the problems of reconstruction of potential fields.

Keywords: finite element method, basis functions, hexagonal finite elements.

УДК514.18

ГРАФІЧНА СИСТЕМА AUTOCAD ЯК ЗАСІБ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄМНИХ ТІЛ

Бідніченко О.Г.,

кандидат технічних наук доцент

*професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій та інженерної графіки
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв,
Україна*

helenbidnichenko@gmail.com

Дана робота присвячена дослідженню та аналізу методів геометричного моделювання тривимірних складних об'єктів в графічній системі AutoCAD. Розглянуті особливості поверхневого та твердотільного моделювання, визначені переваги кожного із методів. Наведено приклади сформованих об'ємних зображень технічних об'єктів різними методами, зроблено висновки про перспективність методу твердотільного моделювання при формуванні складних 3-D об'єктів

Ключові слова: інтегрована графічна система AutoCAD, геометричне моделювання, поверхневе та твердотільне моделювання, 3-D модель.

У сучасному світі інтегрований графічний пакет AutoCAD є найбільш популярним та найбільш розповсюдженим на ринку програм автоматизованого проектування. Він є визнаним у всіх країнах світу як засіб створення графічної документації для різноманітних виробів у виробництвах різних напрямів зокрема у машинобудуванні. Система AutoCAD передбачає ефективні способи і прийоми геометричного моделювання як двовимірних, так і тривимірних моделей реальних об'єктів [1, 2, 3] та дає можливості створення на їх основі креслеників та визнаного стандартом обсягу супроводжувальної документації. Конструювання 3D-моделей – один з найбільш затребуваних навичок технічних фахівців у найближчому майбутньому. Сучасні CAD-системи володіють такими перевагами, як асоціативний зв'язок з 3D-моделюванням, що забезпечує швидку побудову будь-яких проекцій, розрізів та перетинів, отримання властивостей моделі, автоматичне оновлення видів та розмірів при внесенні змін в модель та багато іншого.

Метою доповіді є дослідження та аналіз методів геометричного моделювання тривимірних складних об'єктів в графічній системі AutoCAD.

Основна частина. При геометричному моделюванні технічного об'єкта система AutoCAD передбачає два види моделювання: поверхневе та твердотільне.

Поверхневе моделювання використовується фахівцями для створення складних форм, а також для зображення зовнішнього виду поверхонь: корпусів суден, кузовів автомобілів, обшивки літаків, зображення побутової та виробничої техніки тощо.

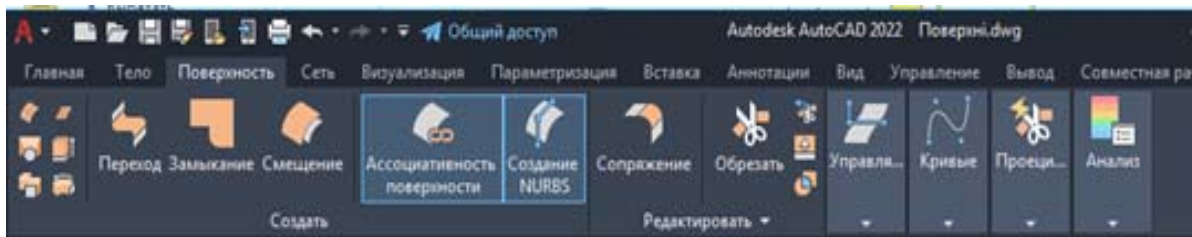


Рис. 1. Команди створення поверхонь на стрічці AutoCAD.

Для створення поверхневих моделей система AutoCAD дає можливість моделювати полігональні та багатогранні сітки такими способами: поверхні обертання, зсуву, з'єднання, поверхня Кунса та плоска поверхня [1, с.68]. Для моделювання поверхонь використовуються операції зсуву, обертання та побудова по перетинам. Команди створення та редагування поверхонь в системі AutoCAD приведено на рис. 1.

На рис.2-7 наведені деякі приклади поверхневого моделювання в графічній системі AutoCAD. Система дозволяє створювати різноманітні форми поверхонь, використовуючи всі можливі способи та методи їх геометричного моделювання. Крім того реалізуються способи будувати перерізи поверхонь та лінії взаємного перетину поверхонь для надання конструкторам та дизайнерам можливості проробки створюваних проектів.

В залежності від складності об'єкта, що моделюється, процес формування моделі може включати в себе побудову одного або декількох тіл [3, с.232]. У якості простих тіл (рис. 3) система AutoCAD дозволяє формувати прямокутну призму, сферичне тіло, циліндричне тіло, конічне тіло, тороїдальне тіло тощо та використовувати їх різне просторове розташування.

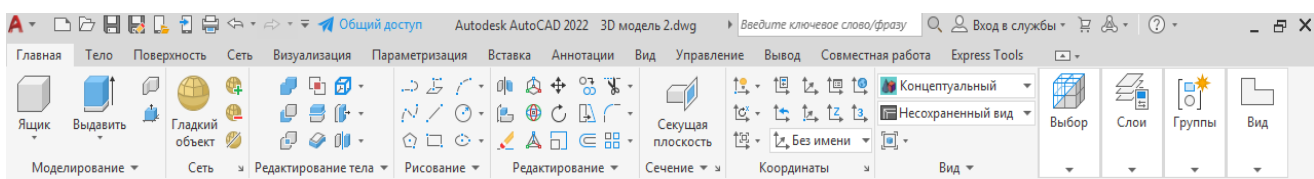


Рис. 3. Команди створення твердотільних моделей в AutoCAD

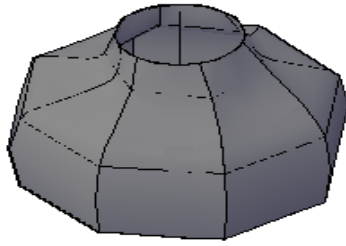


Рис.2 Поверхня, побудована по перерізам

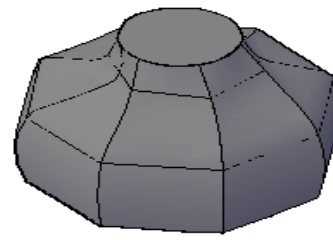


Рис. 3. Поверхня, замкнена командою ПОВЕРХЗАЛАТАТЬ.

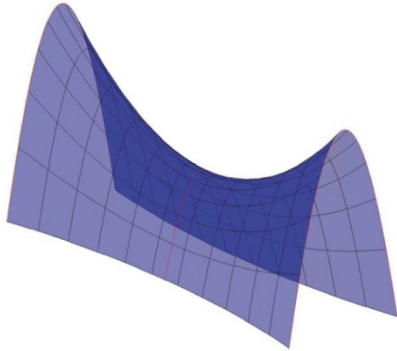


Рис. 4. Гіперболічний параболоїд (коса площина), побудований командою LOFT.

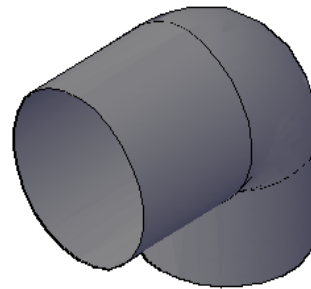


Рис. 5. Поверхня зсуву, сформована командою LOFT.

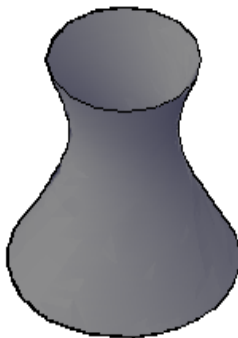


Рис. 6. Поверхня однополосного гіперболоїда, виконана командою Поверхня обертання.

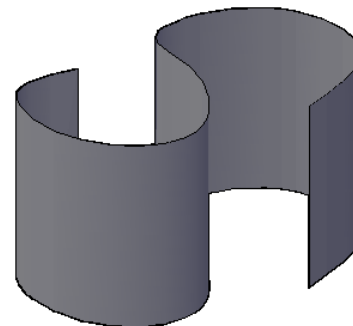


Рис. 7. Циліндрична поверхня, виконана командою Кінематична поверхня

Перевагами поверхневого моделювання є достовірне представлення об'єкта будь-якої складності, контроль взаємного розташування деталей у виробі та можливість підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПУ.

Твердотільне моделювання – це геометричне моделювання тіл, що мають всі ознаки фізичного тіла. Об'єкти, що спроектовані за даною технологією, краще сприймаються в порівнянні з об'єктами, що виконані іншими способами. При моделюванні використовуються не окремі поверхні, а одразу ж оболонки. Поверхня описується оболонками, які відокремлюють внутрішній об'єм об'єкта від іншого простору [2, с.85]. Процес побудови об'єкта виконується аналогічно до процесу виготовлення самого об'єкта, що моделюється. Спочатку створюється оболонка простої форми, яку потім вже підганяють під модель відповідними способами, що передбачено графічною системою.

На рис. 4 представлено модель теплообмінника, що виконана у графічній системі *AutoCAD* способами твердотільного моделювання.

До переваг твердотільного моделювання можна віднести такі фактори. 1. Краща візуалізація та сприйняття створеної моделі, яка з використанням сучасних технологій виглядає більш ніж реалістично. 2. Автоматичне формування креслеників є одним із головних переваг даної технології. Після створення моделі з використанням твердотільного моделювання питання формування креслеників за нею є справою декількох секунд. 3. Швидкість та легкість внесення змін до моделі. Не потрібно заново формувати весь кресленик, достатньо змінити деякі потрібні пункти та оновити програму. Можливість використання шаблонів значно скоротить час на виконання роботи.

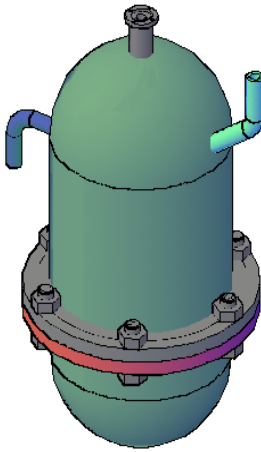


Рис.4. Наочне зображення теплообмінника, виконане в системі *AutoCAD*.

Отже, поверхневе моделювання має багато спільного, а також і багато відмінностей із твердотільним моделюванням. Після закінчення процесу геометричного моделювання в обох випадках результатом є оболонка, яка описує поверхню об'єкта.

Висновки. Створення наочних зображень 3-D моделей є вкрай необхідною та актуальною темою. У сучасні часи важливо не тільки швидко створювати об'єкти, а й мати можливість швидко їх редагувати за вимогами замовників. Твердотільне та поверхневе моделювання, яке дозволяє виконувати система *AutoCAD*, дає змогу швидкого формування моделі та швидкого її редагування, тому воно вважається найдосконалою технологією. ефективним та перспективним методом при моделюванні складних 3-D об'єктів.

Література

- [1] Борисенко В.Д., Об'ємне моделювання в *AutoCAD* [Текст]: навч. посіб. / В.Д. Борисенко, О.Г. Бідніченко, І.В. Устенко. – Миколаїв: ФОП Швець В.Д., 2014. – 224 с.: іл. ISBN 978-617-7240-10-2.
- [2] Борисенко В.Д. Основи об'ємних зображень у середовищі проектування *AutoCAD* [Текст]: навч. посіб. / В.Д. Борисенко, О.Г. Бідніченко, Д.В. Котляр. – Миколаїв: НУК, 2012. – 336 с.
- [3] Ванін В.В. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі *AutoCAD* [Текст]: навч. посіб. / В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.О.Надкерничка – К.: Каравела, 2005. – 336 с.

AutoCAD GRAPHICS SYSTEM AS A TOOL FOR GEOMETRIC MODELING OF SOLIDS

Bidnichenko OG, Cand. tech. Sciences, Assoc. pr.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

This work is devoted to research and analysis of methods of geometric modeling of three-dimensional complex objects in the *AutoCAD* graphics system. The peculiarities of surface and solid modeling are considered, the advantages of each of the methods are determined. Examples of formed three-dimensional images of technical objects by various methods are given, conclusions are drawn about the perspective of the solid-state modeling method in the formation of complex 3-D objects.

Keywords: *AutoCAD* integrated graphics system, geometric modeling, surface and solid modeling, 3-D model.