

[13] A. Karpechenko, M. Bobrov, Yu. Halynkin, Al. Labartkava, An Labartkava “Microstructure and Thermal Conductivity Analysis of Metal-Polymer Composite Coatings Deposited by Electric Arc Spraying”, *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*, vol. 16, pp. 38-43, 2022.

[14] O. Dubovoy, A. Karpechenko, M. Bobrov, et al. “Electric arc spraying of cermet coatings of steel 65G-TiC system”, *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, vol.2, pp. 63–68, 2021. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-2/063>.

[15] O. Dubovyi, O. Chechel, M. Bobrov, Yu. Nedel'ko “Perspectives of improving physical and mechanical properties of thermal coatings by electropulse exposure”, *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, vol.1 , pp. 82-87, 2017.

[16] О.М. Дубовий, А.А. Карпеченко, М.М. Бобров, А.О. Мазуренко, «Пристрій для електродугового напилення композиційних покриттів», *Патент України, МПК С23С 26/02, В05В 7/22*, № 111760, 10.06.2016.

УДК514.18

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ AUTOCAD ПРИ ГЕОМЕТРИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ СКЛАДОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

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 доповідь присвячена висвітленню особливостей геометричного моделювання в системі *AutoCAD* при формуванні наочних зображень технічних об'єктів. Розглянуті можливості системи, способи формування моделей та методи їх редагування і візуалізації. Наведено приклади змодельованих технічних об'єктів методами поверхневого та твердотільного моделювання.

Ключові слова: геометричне моделювання, поверхневе та твердотільне моделювання, наочні зображення, технічні об'єкти.

Графічна система *AutoCAD* — це широко використовуване програмне забезпечення для автоматизованого проектування, яке відіграє вирішальну роль у зображенні багатьох об'єктів зокрема тривимірних тіл. Це потужний інструмент, який використовують професіонали в різних галузях промисловості, таких як машино- та кораблебудування, архітектура, інженерія, дизайн тощо. *AutoCAD* дозволяє користувачам створювати та візуалізувати змодельовані об'єкти, аналізувати результати моделювання, отримати точне представлення моделі у тривимірному вигляді, що робить графічну систему незамінним програмним забезпеченням для професіоналів.

Метою доповіді є аналіз методів геометричного моделювання наочних зображень технічного обладнання, що є складовим елементом енергетичних установок, в графічній системі *AutoCAD* та можливостей їх редагування і візуалізації.

Основна частина. Формування тривимірних об'єктів в системі *AutoCAD* дозволяє конструктору реалізувати проектні ідеї та вивчати змодельовані об'єкти у віртуальному середовищі перед їхньою фізичною реалізацією. Для проведення процесу моделювання в системі передбачено поверхневе (граничне) та твердотільне (конструктивне) моделювання.

Для створення *поверхневих моделей* система *AutoCAD* дає можливість моделювати полігональні та багатогранні сітки [1, с.5] та тонкі оболонки такими способами: поверхні

обертання, зсуву, з'єднання, поверхня Кунса та плоска поверхня [2, с.76]. Для моделювання поверхонь використовуються операції зсуву, обертання та побудова по перетинам. Команди створення та редагування поверхонь так званим граничним методом в системі *AutoCAD* приведено на рис. 1.

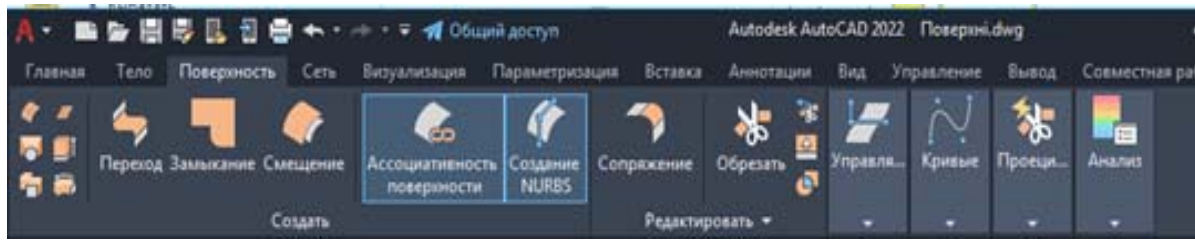


Рис. 1. Команди створення поверхонь на стрічці *AutoCAD*.

У якості прикладу поверхневої моделі можна розглянути геометричну модель лопатки осьової газової турбіни (рис.2а). Поверхня лопатки розрізається кількома коаксіальними циліндричними поверхнями. При цьому утворюються замкнені просторові контури – так звані аеродинамічні профілі лопатки. Ці профілі використовуються як при проектуванні лопатки, так і при її виготовленні та контролі. На рис. 2 б показано побудову профілю робочої частини лопатки осьової турбіни у графічній системі *AutoCAD* командою LOFT. Звичайно така технологія моделювання поверхонь виробу використовується для проектування об'єктів, що виготовляються способами штампування або лиття.

При геометричному моделюванні поверхонь в першу чергу створюються та корегуються поверхні всіх елементів деталей об'єкта, що моделюється. Поверхні елементів з'єднують між собою шляхом округлення або переходу, на місцях їх перетину відрізають зайві частини, й таким чином із усіх поверхонь збирають зовнішню оболонку об'єкта, що моделюється.

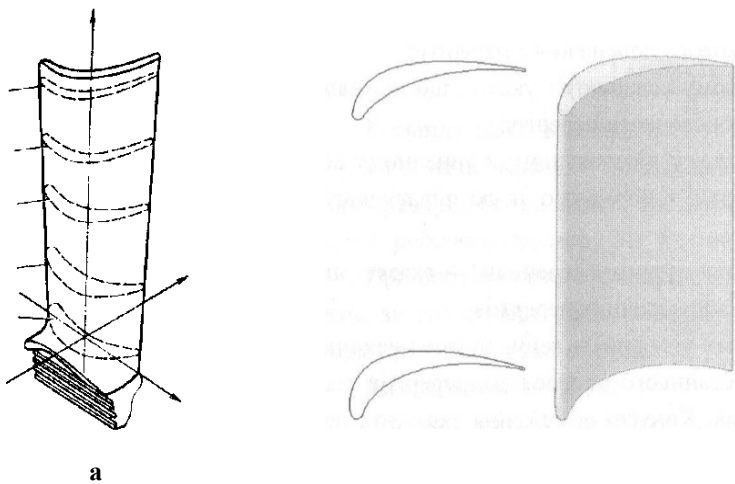


Рис. 2. Каркасна поверхня лопатки осьової газової турбіни:
а – аеродинамічні профілі; б – побудова профілю в системі *AutoCAD*.

Крім створення поверхневих моделей система *AutoCAD* дає змогу формувати *тверdotільні моделі*, розробка яких вимагає використання різних команд та підходів. На рис. 3 подано панель команд тверdotільного моделювання, яке можна назвати конструктивним тому, що робиться в декілька кроків. По-перше, *AutoCAD* надає низку простих команд [3, с.84] для створення основних геометричних тіл, таких як "BOX" (паралелепіпед), "CYLINDER" (циліндр), "SPHERE"

(сфера) та "CONE" (конус) тощо. Ці команди дозволяють швидко створювати початкові форми об'єктів, що моделюються. По-друге, система дозволяє об'єднувати різні об'єкти в одне тіло [3, с.132] за допомогою команди "UNION", а також видаляти частини об'єктів за допомогою команди "SUBTRACT". Це дозволяє створювати більш складні та унікальні форми. По-третє, системою передбачено деякі 3-D дії [3, с.144] для перетворення плоских форм у об'ємні тіла: командою "REVOLVE" можна обертати 2D об'єктів навколо осі, команда "EXTRUDE" дозволяє перетворити 2D об'єкти в тривимірні, надаючи їм об'єм.

Редагування тривимірних об'єктів дозволяє долучити більшу гнучкість та творчість до формування об'єкту. Переміщення та обертання об'єктів за допомогою команд "MOVE" та "ROTATE" дозволяє точно розташовувати об'єкти у просторі. Команда "SCALE" дозволяє змінювати розмір об'єктів у тривимірному просторі.

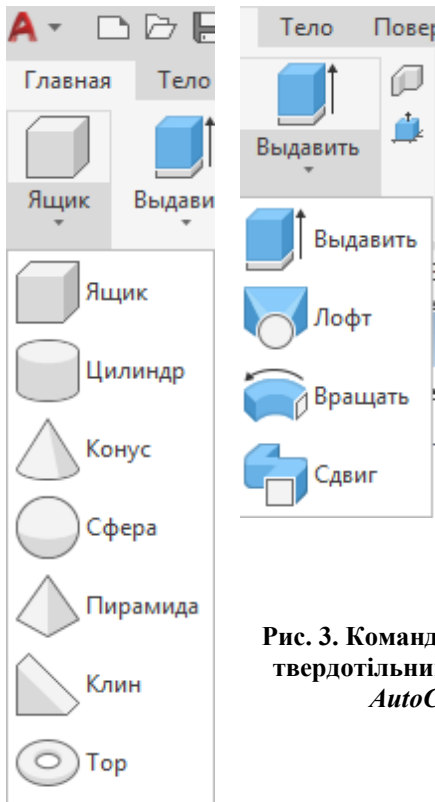
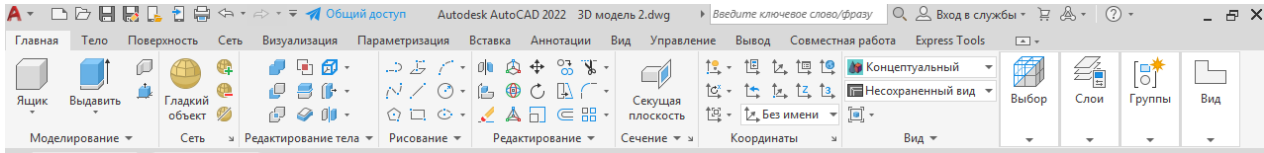


Рис. 3. Команди створення твердотільних моделей в *AutoCAD*

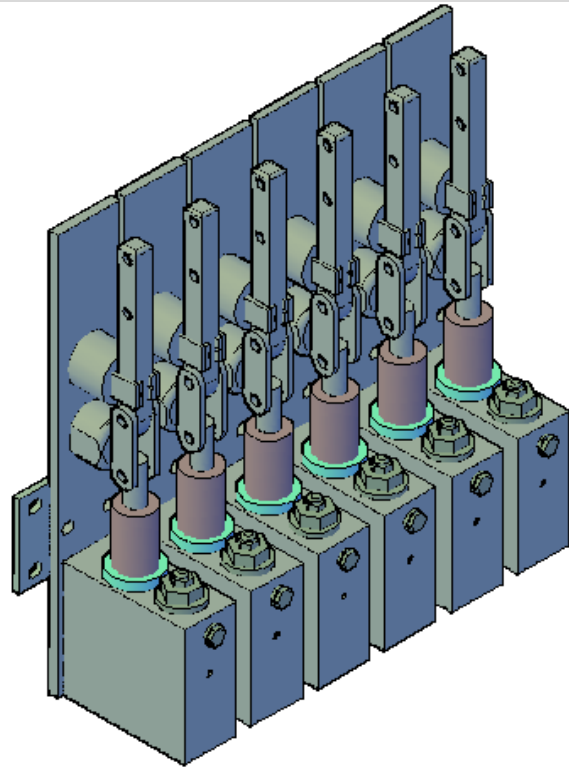


Рис. 4. Наочне зображення гідравлічного насоса, виконане в *AutoCAD*.

Візуалізація тривимірних об'єктів допомагає уявити зовнішній вигляд та внутрішню облаштування моделі. Для цього *AutoCAD* надає декілька інструментів керування відображенням та переглядом. Серед них команда "VIEW" для переходу до переглядів з різних боків, таких як "TOP", "FRONT", "ISO" тощо. Команда 3-D Orbit дозволяє обертати та оглядати модель у 3D-просторі, допомагаючи отримати більш деталізоване уявлення про поверхні та форми модельованого об'єкта. На рис.4. представлено наочне зображення гідравлічного насоса, створеного описаними вище командами твердотільного моделювання, 3-D редагування та візуалізації об'єктів.

Висновки. Проведено аналіз способів геометричного моделювання тривимірних об'єктів у системі *AutoCAD* як для поверхневого, так і для твердотільного методів формування моделей. У якості прикладів створені наочні зображення профілю робочої частини лопатки осьової турбіни та гідравлічного насоса. Показано, що розглянуті методи представлення тривимірних об'єктів, а саме поверхневе (граничне) та твердотільне (конструктивне) моделювання, забезпечують максимально реалістичні моделі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Балашов С.В. «Використання засобів AUTOCAD 2012 при створенні креслеників за 3d моделями»: методичні рекомендації для студ. вищ. навч. закл. / С.В. Балашов, І.В. Вернер, Т.О. Письменкова; Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2015. 59с.
2. 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.
3. 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.

FEATURES OF USING THE AutoCAD SYSTEM IN GEOMETRIC MODELING OF COMPONENT ELEMENTS OF ENERGY INSTALLATIONS

Bidnichenko O.G, Cand. tech. Sciences, Assoc. pr.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

This report is devoted to highlighting the features of geometric modeling in the AutoCAD system when creating visual images of technical objects. The possibilities of the system, ways of forming models and methods of their editing and visualization are considered. Examples of simulated technical objects using surface and solid modeling methods are given.

Keywords: geometric modeling, surface and solid modeling, visual images, technical objects.

УДК 621.791.753.014

ВПЛИВ ПОГОННОЇ ЕНЕРГІЇ НА МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ СТАЛІ КАТЕГОРІЇ D36

Костін О.М.,

*кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри зварювального виробництва
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна,
kostin.weld@gmail.com*

Анотація. Показано, що при збільшенні погонної енергії зварювання до 5,0 кДж/мм наплавлений метал категорії ЗУ не забезпечує заявлені показники ударної в'язкості, що пов'язане з критичним, залежним від термічного впливу ростом дендритів. Інші показники міцності зварних з'єднань сталі категорії D36 залишаються прийнятними. У цьому зв'язку, погонну енергію при автоматичному зварюванні під флюсом потрібно обмежувати до 3,0 кДж/мм.

Ключові слова: зварне з'єднання, погонна енергія, ударна в'язкість.

Атестація технологічних процесів зварювання є обов'язковою в сучасному суднобудівному виробництві. При цьому, підвищення його ефективності супроводжується збільшенням погонної енергії зварювання, що не завжди є доцільним з точки зору забезпечення заявлених механічних характеристик зварних з'єднань [1, с. 40-45].

Вимоги до атестації технології зварювання регламентовані стандартом ДСТУ EN ISO 15614-1, рівень 2. При цьому, залежно від способу зварювання призначаються відповідні зварювальні матеріали. Наприклад, для автоматичного зварювання під флюсом сталі категорії D36 оптимальною є комбінація дріт-флюс категорії ЗУ, виробництво якої регламентовано