

## ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ СКЛАДАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ

В.І. Сулаєв, Н.П. Уланова, Л.В. Карманова  
(Україна, Дніпро, ДВНЗ «Національний гірничий університет»)

Використання тривимірної анімації для створення інтерактивного вмісту в різних предметних областях і особливо в дистанційних навчальних процесах є актуальним. В Національному гірничому університеті у профільних дисциплінах інституту електроенергетики та інституту заочної освіти набуло поширення комп'ютерне відображення поетапної технології складання електричних машин різних типів. Так для моделювання асинхронного електродвигуна з фазним ротором було створено 1040 елементарних складових об'єктів. Першою була розроблена тривимірна комп'ютерна модель статора в об'єктно-орієнтованій програмі 3D Studio MAX: створений спочатку за допомогою сплайнів базовий паз з використанням функції Array був клонований у сорока вісьмох екземплярах навколо кола (Circle), до системи координат якого попередньо виконано перехід. На кінцевому етапі створення кільця статора сформовано кільце (Tube), центроване по раніше створеним за допомогою масивів об'єктам. Надалі кільце статора було скопійовано в необхідній кількості уздовж осі статора. Після чого на підставі форм лінії (line) змодельована і вставлена в модель статора обмотка з ізолюючого матеріала.

Створення моделі ротора здійснювалось в такому ж порядку як і статора, з тією різницею, що пази в ньому були розташовані в протилежну сторону, тобто назовні, і їхня кількість дорівнювала тридцяти двом. Вузол контактних кілець створювався за допомогою стандартних примітивів (Standard Primitives) з використанням модифікатора Edit Poly і булевої операції вирахування: із циліндра (Cylinder) був змодельований вал, а потім на ньому змонтовано відповідний вузол контактних кілець.

Вентилятор, що служить для охолодження двигуна, створювався за допомогою двох об'єктів: циліндра (Cylinder) і коробки (Box) з використанням модифікаторів Edit Poly і Shell. Такі допоміжні об'єкти як болти, гайки й шайби були створені за допомогою базових об'єктів з безлічі стандартних примітивів із застосуванням модифікатора Edit Poly і ряду булевих операцій.

Корпус моделі асинхронного електродвигуна з фазним ротором створювався поетапно. Для основної частини корпусу використовувалися такі об'єкти зі стандартних примітивів як циліндр (Cylinder) з відомим модифікатором Edit Poly - основна частина, коробка (Box) з тим же модифікатором Edit Poly - ребра для створення потоку повітря і ребра верхньої частини корпусу, в якій конструктивно розташовані контакти, з наступною обробкою усіх об'єктів відповідними булевими операціями.

Після формування потоку даних вищеописаних дій з отриманих моделей складових об'єктів була зібрана в остаточному вигляді тривимірна модель асинхронного електродвигуна з фазним ротором (Рис. 1).

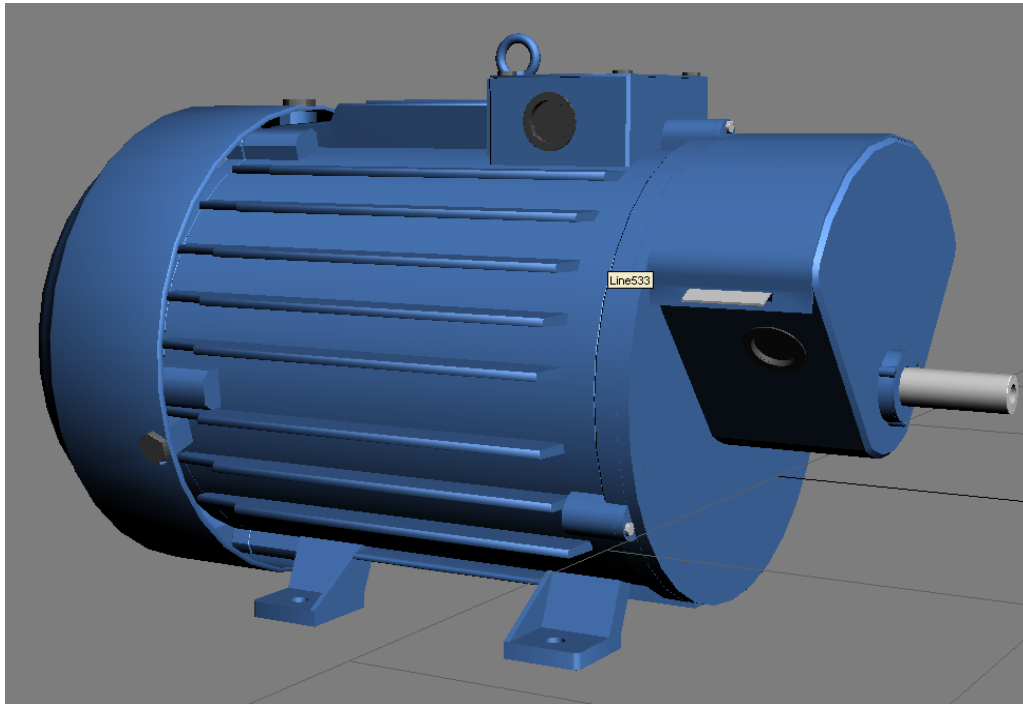


Рис. 1. Комп'ютерна модель асинхронного електродвигуна в середовищі 3D Studio MAX для застосування в учбовому процесі дистанційної освіти

Для комп'ютерного моделювання тривимірної моделі машини постійного струму було створено 1583 елементарних підоб'єктів. Першим був створений статор. Пази формувалися за допомогою сплайнів, намальованих вручну. За допомогою багаторазово повторюваних перетворень функції Array вони були скопійовані в сорока вісьмох екземплярах навколо кола (Circle), до системи координат якого попередньо виконано перехід. Для кінцевого етапу створення кільця статора було створене кільце (Tube), центроване по раніше створеним за допомогою масивів об'єктам.

Моделювання ротора, що складається з декількох складних елементів, виконувалося поетапно. Спочатку створювався полюс. Для цього стандартний примітив (Standard Primitives) циліндр (Cylinder) використовувався з модифікатором Edit Poly і булевою операцією вирахування. Потім отриманий конструктивний елемент був клонований до необхідної кількості. Після цього за допомогою ліній (line) була створена обмотка, а із площини (plane) з використанням модифікатора Edit Poly і булевої операції вирахування змодельовано ізолюючий матеріал. Інші дрібні допоміжні деталі: болти, гайки, шайби, шпильки й т.д. були створені з колекції стандартних примітивів із застосуванням модифікатора Edit Poly і булевої операції вирахування.

Вкладиш для полюсів створено за допомогою базової форми ліній (line). Для моделювання вала використано стандартний примітив циліндр (Cylinder) з наступним застосуванням модифікатора Edit Poly і булевої операції вирахування. Після пророблених вище дій потоку даних була сформована тривимірна модель ротора. При створенні моделі вентилятора охолодження використовувалися об'єкти з колекції стандартних примітивів: кільце (Tube), коробка (Box), циліндр (Cylinder) і призначення модифікатора Edit Poly.

При моделюванні корпусу і його компонентів були застосовані стандартний примітив циліндр (Cylinder) і модифікатор Edit Poly з основними булевими операціями. У результаті з усіх вище змодельованих підоб'єктів була сформована тривимірна модель машини постійного струму (рис. 2), що надалі може бути піддана різним видам анімаційної візуалізації.



Рис. 10. Тривимірна модель машини постійного струму в середовищі 3D Studio MAX

Застосування у дистанційному навчальному процесі розроблених відеороликів комп'ютерної візуалізації тривимірних моделей технологій складання електричних машин різних типів дозволило, як показав досвід інституту заочно освіти та інституту електроенергетики Національного гірничого університету, значно скоротити час на засвоєння даного матеріалу та розширити уявлення студентів про практичну реалізацію цих технологічних процесів на підприємствах. З іншого боку сформована і розвинена в процесі комп'ютерних ігор зорова властивість сприйняття інформації допомагає кращому засвоєнню навчальних знань, що передаються таким же шляхом через методику комп'ютерної візуалізації.

Виконаний поетапно потік даних тривимірної моделі електродвигунів дозволяє тепер проводити безпосередньо анімацію технологічних операцій складання підоб'єктів моделі у реальному масштабі часу. Оскільки

комп'ютерне моделювання виконувалося в об'єктно-орієнтованій програмі 3D Studio MAX, то все що підлягає анімації, зберігається в реальному масштабі часу з точністю до 1/4800 секунди. Розбита на кадри під час візуалізації анімація технології складання асинхронного електродвигуна з фазним ротором по тривимірній моделі може бути в навчальних цілях відображена по-різному. Наприклад, можливо вибрати різні методи відображення, що відповідають традиційної анімації й стандартам відеозапису, або вибрати режим роботи в реальних хвилинах чи секундах. Крім того, можна встановити частоту кадрів залежно від різних стандартів, або вказати будь-яку спеціальну частоту кадрів, що задовольняє конкретним потребам.

Таким чином комп'ютерне відображення різних технологій, а також технологій складання електричних машин досить наглядне та ефективно при застосуванні в учбовому процесі дистанційної освіти. В ДВНЗ «Національний гірничий університет» на даний час розробляються лабораторні комплекси з профільних дисциплін базових спеціальностей інституту електроенергетики та інституту заочної освіти для впровадження в дистанційному навчанні.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Порев В.Н. Комп'ютерна графіка - Спб.: Бхв-Петербург, 2004. - 432 с.: іл.
2. Пэрент Р. Комп'ютерна анімація / Пер. с англ. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. – 560 с.
3. Чи Кім 3D Studio MAX для дизайнерів. Мистецтво тривимірної анімації. Друге видання перероблене і доповнене: Пер. с англ. . – К.: ТОВ “ТИД“ДС”, 2003. – 864 с.