

УДК 621.43.013.43

М.М.Скалига, В.Ю.Булiк, М.В.Рудинець

Луцький національний технічний університет

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

В роботі проведено дослідження і обґрунтування необхідності запровадження 3D-моделювання у навчальний процес, при підготовці інженерів-механіків різних спеціальностей.

Ключові слова: 2D-моделювання, 3D-моделювання, параметричність, фізична модель.

Введення

На сьогоднішній момент часу, при підготовці інженерів-механіків, майже повсемісно застосовується 2D-моделювання. Це, в першу чергу, пов'язане із сформованою ще у далекому минулому процедурою виробничого циклу, що охоплює весь комплекс міроприємств створення виробів — від конструкторського задуму, до виготовлення кінцевого продукту. В результаті, студент, майбутній інженер-механік, апріорі, орієнтований на вивчення курсів технічного креслення, нарисної геометрії та спеціальних дисциплін, для відпрацювання навичок побудови плоских креслень (2D-моделей), відповідно до чинних стандартів. Однак, викладання даних дисциплін у ВУЗах супроводжується паралельною демонстрацією великої кількості наочних посібників. До них відносяться плакати, макети машин та їх складових, з типовими розрізами, окремі зразки деталей, а на сучасному етапі — навіть комп'ютерні анімаційні та реаліті-фільми.

Це, звичайно, сприяє розвиненню у студентів просторової уяви та усвідомлення адекватності відображення на плоских кресленнях дійсної картини, однак, лише в основі. Особливо, коли це стосується порівняно невеликого набору базових елементів. Крім того, останні, за звичай, перебувають у якомусь конкретному статичному положенні.

Під час перевірки курсових та дипломних проектів, виконання яких вимагає від студентів творчого підходу на основі застосування попередньо вивченого матеріалу, часто-густо проявляються назовні різноманітні казуси, спричинені саме специфікою підготовки із домінуванням 2D-моделювання. Зокрема, вузол, креслення якого виконане, на перший погляд, бездоганно і з дотриманням усіх вимог, виявляється... не можна скласти, чи розібрати. Або, наприклад, навіть поверхневий кінематичний аналіз креслення якогось агрегату показує, що траєкторія руху його основних елементів явно не відповідає встановленим межах. Подібних випадків можна навести безліч. Звичайно, подібні ситуації є невід'ємною частиною навчального процесу і у ході його коректуються. Однак, на думку авторів, саме коректування теж є елементом підготовки студента до роботи у, так би мовити, 2D-всесвіті. І, якщо в процесі підготовки студента, всі недоліки 2D-моделювання дещо нівелюються, особливо завдяки застосуванню комп'ютерної техніки, то після закінчення ВУЗу, потрапивши на виробництво та стикнувшись з конструкторською роботою, молодий інженер-механік починає відчувати їх повною мірою. Основні з цих недоліків та їх природа наступні.

Важкість попереднього аналізу роботоздатності конструкції. Проектування виробу починається із створення кінематичної або концептуальної схеми. Остання передбачає загальний вигляд виробу та взаємне розміщення елементів. 2D-креслення (модель) часто не завжди є достатньо зручною для виявлення основних протиріч обраної концепції на самому першому, найменш вартісному етапі. Воно є цілком достатнім, як вже згадувалось вище, для загальної уяви про виріб, однак обмежує її щодо кінематичного та просторового (3D) функціонування елементів. Особливо це стосується потенційних підборок, із значною кількістю рухомих деталей.

Низька ефективність створення креслень. 2D-моделювання передбачає створення, в кінцевому вигляді, правильно оформлених, робочих креслень. Останні, за звичай виконані із використанням та різноманітним поєднанням так званих примітивів: ліній, дуг, кіл, багатокутників. При створенні ізометричних проєкцій, іноді необхідних для демонстрації, навіть типових, розрізів та розбирань, часто-густо відбувається викривлення дійсності розмірів, стосовно базового 2D-зображення. Крім того, процес ізометричних обрахунків та побудови, навіть із застосуванням комп'ютерної техніки, є досить трудомістким. Тому, багато підприємств намагаються уникнути використання таких виглядів і проєкцій, або ж спростити їх, що,

безумовно, ускладнює розуміння цілісності проекту. Особливо це стосується елементів із складними формами поверхонь. Не кажучи вже про те, що перевірка таких креслень контролерами значно ускладнюється та затягується.

Незручність внесення змін у 2D-проекти. Для відображення необхідної повноти інформації 2D-креслення повинні включати кілька нормативних або ще й додаткових виглядів. При внесенні тих, чи інших змін вони мають відображатись на кожному, або, принаймі, кількох основних видах. На жаль, більшості доступних 2D-САПР параметричні властивості притаманні у дуже обмеженому вигляді, або відсутні зовсім.

Важкість перетворення 2D-даних у прикладні програми. Сучасне підприємство машинобудівного спрямування практично неможливо уявити собі без застосування верстатів ЧПУ або ж, взагалі, без роботизованих ліній, керованих комп'ютерами. Однак, створення програм для таких верстатів за даними 2D-креслень досить громіздкий, а іноді і неможливий процес, тому що будь-яка, навіть найпримітивніша, деталь, апріорі, вже передбачає наявність більше 2-х координат. Тому, зазвичай, підприємства змушені утримувати дослідне виробництво, де, майже вручну, виготовляються фізичні зразки деталей, близькі за розмірами до еталонних. Ці деталі оцифровуються, із застосуванням різного обладнання та методів, для подальшого використання при складанні необхідних прикладних програм технологічних процесів. Крім того, в ході створення дослідного зразка знову запускається бюрократичне коло взаємодій різноманітних підрозділів.

Довготривалість остаточного взаємоузгодження робочих креслень та документації. В процесі проектування, як вже згадувалось вище, іноді можна обійтись без ізометричних виглядів, або представити їх спрощено. Однак, при розробці технічної документації, особливо рекламних матеріалів, необхідність ізометричних зображень є очевидною. Крім того, плоскі 2D-креслення, навіть і при наявності ізометричних виглядів, не дають уявлення нормувальникам для підрахунку точної вартості робіт та витратних матеріалів. Створення ж такого роду документації, виходячи лише із наявності 2D-креслень, є досить трудомістким та довготривалим процесом.

Отже, стає актуальним необхідність переходу навчального процесу підготовки інженерів-механіків на якісно новий, вищий рівень, і приведення його у відповідність до вимог сучасного виробничого циклу створення нової продукції, тобто — запровадження технологій 3D-моделювання.

Аналіз останніх публікацій

На сьогоднішній день ринок пропонує достатню кількість пакетів для 3D-моделювання різного ступеня складності, функціональності та вартості. Однак, всі вони, так, чи інакше, мають наступні основні переваги перед 2D-моделюванням: високу швидкість створення концептуального проекту; наглядність; параметричність; відсутність необхідності створення фізичних моделей тощо [1,2]. Зупинимось детальніше на висвітленні цих переваг.

Висока швидкість створення концептуального проекту. Застосування бази даних готових елементів, часто-густо використовуваних безпосередньо з мережі Internet, дає можливість досить швидко створити концептуальний проект у першому наближенні. При цьому, відпадає необхідність створення різноманітних виглядів та січень. Проектувальник просто обирає бажане, а вже система сама, автоматично, створює необхідне — точно, і практично незалежно від ступеня складності геометрії.

Наглядність. Безумовно, 3-вимірний модель наочніше відображає виріб, на відміну від 2-вимірної. Це дає можливість перевірити якість розміщення деталей у складаннях. Адекватно оцінити виріб як самими проектувальниками, так і замовниками.

Параметричність. Параметричність у 3D-пакетах дозволяє значно спростити та пришвидшити процес корекції не лише самої моделі, але і креслень.

Відсутність необхідності створення фізичних моделей. Як правило, 3D-пакети провідних виробників (ProEngineer, T-FLEX CAD та ін.) дозволяють не лише детально розглянути виріб з усіх сторін, але й проаналізувати його стан в різних контекстах: розрахувати масово-інерційні, міцнісні характеристики тощо. Це дає змогу практично відмовитись від поточного дослідного моделювання, або ж значно скоротити кількість зразків — аж до створення лише одного, передсерійного.

За оцінками різноманітних експертних організацій, зростання продуктивності праці на всіх етапах вищезгаданого виробничого циклу створення схожих виробів, при заміні 2-вимірних креслень 3D-моделюванням, після відладки технології, складає близько 300%! Крім того, сюди

слід додати суттєве скорочення трудозатрат на перевірку та виправлення помилок, розробку та виготовлення документації. Тож не дивно, що практично 75% «солідних» підприємств планують повністю перейти на 3D-моделювання у найближчі два-три роки.

Мета і задачі досліджень

Метою дослідження є аналіз існуючих на ринку пакетів 3D-моделювання з точки зору оптимальності впровадження їх у навчальний процес підготовки інженерів-механіків за наступними критеріями: доступність, простота засвоєння студентами, поширеність на підприємствах.

Першу спробу залучення студентів до 3D-моделювання у ході навчального процесу підготовки інженерів-механіків на кафедрі автомобілів ЛНТУ було здійснено в 2001р.. Виходячи з технічних можливостей і програмного забезпечення ставилась задача створення 3D-моделі роторно-поршневого двигуна внутрішнього згоряння, що відобразила б особливості загальної конструкції та кінематики. Створення моделі здійснювалось поетапно. Спочатку, використовуючи наявні заводські 2D-креслення та здійснюючи заміри макетного двигуна, було створено пакет віртуальних 3D-моделей деталей, засобами AutoCad 2002.

Після відпрацювання методики (послідовності) складання віртуального двигуна, відповідно до заводської карти, у подальшій роботі було застосовано вже пакет 3D Studio MAX. Його засобами здійснювалась остаточна візуалізація 3D-моделі, шляхом надання відповідних траєкторій її рухомим елементам, необхідних ракурсів, передачі світло-тіньового фону.

Результатом роботи стало створення 5-ти хвилинного «німого» анімаційного ролика, що яскраво відобразив особливості конструкції та кінематики РПД. Робота здійснювалась силами двох студентів, протягом навчального року.

Практична цінність такого проекту, з точки зору навчального процесу, має наступні аспекти.

По-перше, студенти «потренувались» у відпрацюванні навичок 3D-моделювання засобами вищевказаних пакетів, вирішуючи не абстрактну, а конкретну, зрозумілу їм, з точки зору обраного напрямку інженерної підготовки, задачу.

По-друге, даний приклад продемонстрував і продовжує демонструвати наступним поколінням студентів, що освоєння 3D-моделювання загальнодоступними методами їм цілком під силу, не є чимось надзвичайним. Рівня знань «хорошого хорошиста» цілком достатньо.

По-третє, демонстрація результатів даної роботи представникам діючого виробництва сприяла практично миттєвому працевлаштуванню означених студентів на інженерно-проектувальні посади після закінчення ВУЗу.

По-четверте, створений анімаційний ролик широко використовується у навчальному процесі, даючи змогу студентам глибше уявити особливості конструкції РПД в цілому і його окремих елементів, недостатньо зрозумілі з вивчення макета.

Наступним етапом застосування 3D-моделювання у навчальному процесі підготовки інженерів-механіків стало отримання ліцензії на використання пакету ProEngineer WildFire 2,3. Цьому сприяла, перш за все, зацікавленість керівництва Луцького автомобільного заводу у наявності відповідно підготовлених інженерно-конструкторських кадрів.

Силами викладацького складу кафедри автомобілів ЛНТУ було відпрацьовано і відкориговано робочу програму дисципліни «Інформаційні системи на автомобільному транспорті», з метою навчання студентів основам 3D-моделювання, засобами даного пакету. У подальшому, для відпрацювання студентами навичок 3D-моделювання на конкретних прикладах, було вирішено здійснити спробу проведення ділової гри «Проект модернізації двигуна ЗМЗ-53 для перспективних автомобілів ГАЗ». Мета ділової гри передбачала вирішення наступних задач навчально-наукового характеру: створення, на основі офіційно виданих заводських креслень, повного 3D-зразка двигуна ЗМЗ-53 базової модифікації ($D=92\text{мм}$, $S=80\text{мм}$, $\varepsilon=7,2$, $V_{\text{л}}=4,252\text{л}$, $N_e=115\text{к.с}/3200\text{хв}^{-1}$, карбюратор—К-126Б, бензонасос—Б-9, свічки запалювання—А-11) та 3D-проробку можливості обладнання базового двигуна системою безпосереднього впорскування бензину. При цьому, передбачалось максимальне використання існуючої елементної бази та внесення мінімальних змін у базову конструкцію. Результатом роботи стало створення 3D-моделі двигуна з очікуваним покращенням наступних показників: $N_e=84,5$ (115) —126 кВт (171к.с.); $M_k=284,5$ —320Нм; $g_{\text{min}}=313$ —205г/кВтгод. Весь цикл роботи по створенню 3D-моделі двигуна, із врахуванням витрат часу на «супутні» роботи, було здійснено протягом одного навчального року, силами одного студента!

Висновки

Аналіз розвитку САПР на підприємствах провідних світових виробників (Antonov, Toyota, BMW тощо) показує стрімке і повсемісне застосування пакетів 3D-моделювання та висування жорстких вимог інженерно-конструкторському персоналу, щодо спроможності висококваліфікованої роботи з таким програмним забезпеченням. В той же час, керівництво заводів зацікавлене у залученні фахівців, вже підготовлених відповідним чином. При чому, — без залучення ресурсів роботодавця, а силами спеціалізованих організацій — за межами підприємства.

Отже, на підставі вищенаведеного, пропонується обов'язкове запровадження 3D-моделювання у навчальний процес підготовки інженерів-механіків різних спеціальностей, щоб ВУЗи виступали в ролі таких спеціалізованих організацій.

1. Дмитрий Мотовилов. Реализация типовых процессов разработки изделий в системе Pro/ENGINEER.— CAD/CAM/CAE Observer #4 (17)/2004.
2. Сергей Бикулов. Комплекс программных средств для проектирования промышленных предприятий.— САПР и графика.- №12.- 2009.
3. Скалыга Н.Н., Булик Ю.В., Рудинец Н.В. Разработка системы питания с непосредственным впрыском бензина для двигателей ЗМЗ. Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. — № .- 2009 .—№11 (141) С.208-209.