

ВСТУП

Створення нової техніки дає змогу вдосконалювати матеріальне виробництво, яке покликане задовольняти потреби людини в продовольчих товарах, побутових виробках, житлі тощо. До продукції такого виробництва ставлять вимоги за критеріями якості, ефективності та ціни. Тому і до машин, що їх продукують, висувають аналогічні вимоги.

Темпи зміни поколінь технічних рішень почали значно випереджати темпи зміни поколінь їхніх розробників. Тепер за час трудової діяльності одного фахівця в передових галузях виробництва змінюються декілька поколінь технічних засобів. Таке швидке технічне переоснащення викликає таке ж швидке старіння нагромадженої бази знань і потребує їх швидкої модернізації і доповнення. Але і до розробників висувають все вищі вимоги і нові завдання. Щоб конструктор не відставав від технічного прогресу в різних галузях техніки, йому доводиться безперервно удосконалювати свої знання і уміння не лише з вузької спеціалізації, але й враховуючи сучасні досвід і технічні можливості. Модернізації знань особливо сприяє величезний обсяг науково-технічної, виробничої і технологічної інформації, яка є в Інтернеті і яку надають науково-технічні, дослідні інститути, а також промислові лабораторії.

Ідея математизації вербальних методів концептування

Притік великих об'ємів знань відбувається на всіх етапах створення і освоєння нової техніки: на рівні наукових відкриттів, лабораторних досліджень, розроблення виробничих зразків, за широкого застосування в якійсь одній чи в різних галузях.

Усі етапи розроблення нової техніки Е.У. Ісаєв пропонує згрупувати за чотирма основними фазами, що у загальних рисах описують весь життєвий цикл створеного продукту: концептування, проектування, конструювання, реалізація.

Концептування полягає у: генеруванні нової ідеї, відборі ідеї, відборі і тестуванні концепції виготовлення і використання нової техніки, у пошуку образу і технічного опису нової техніки, що задовольняють потреби потенційного споживача; у доборі машин-аналогів; у складанні проекту технічних вимог; у створенні попередніх ескізних компоновок-схем; у попередньому опрацюванні дизайну нової техніки. Містить: передпроектний етап, етап розроблення проекту технічних вимог і частину етапу ескізного проекту.

Проектування полягає в: уточненні ескізних компоновок; виконанні загальної компоновки; створенні робочих макетів вузлів, агрегатів нового зразка загалом; виконанні розрахункових робіт; складанні технічного завдання, що об'єднує затверджені технічні вимоги і технічні пропозиції, зокрема і

описову специфікацію нового зразка. Містить: етап ескізного проекту і етап технічного завдання.

Конструювання полягає у: розробленні повного комплексу конструкторської документації і математичної моделі нової техніки; у виготовленні і доводочних випробуваннях прототипів вузлів, агрегатів, систем нових машин; у зміні конструкторської документації та математичної моделі нового зразка за наслідками випробувань; у передаванні конструкторської документації для підготовки виробництва. Містить етапи: технічного проектування; перевірки проекту і доведення конструкції; затвердження проекту.

Реалізація полягає у: масовому виробництві нової техніки; просуванні готової продукції на ринку; передпродажному і гарантійному обслуговуванні; утилізації тих, що відслужили термін експлуатації проведених машин; знятті машин з виробництва. Містить: етап початку серійного виробництва і його супровід, етап припинення проекту й утилізації.

У фазах проектування, конструювання і реалізації створені і розробляються програмні середовища, що дають змогу полегшити працю дослідників, конструкторів та експлуатаційників. Це середовища математичного моделювання MathCad, MatLab, Matematica, Maple, Dymola, системи автоматизованого проектування AutoCad, CATIA, T-FLEX CAD, Компас, ANSYS, Unigraphics, Pro/ENGINEER, SolidEdge, SolidWorks, системи управління базами даних Microsoft Access, Paradox, dBase, Visual FoxPro, Oracle, MS SQL Server. У фазі концептування використовується феноменологістичний опис методів проектування (евристичні методи, методи ітерацій, морфологічного аналізу, декомпозиції, теорія вирішення винахідницьких завдань). Спроби створення середовищ для обробки великих масивів знань, а не просто інформації поки що не дали помітних результатів.

Феноменологістичний опис мислення людини накладає істотні обмеження на дослідження, аналіз і використання знань, пов'язаних із діяльністю суспільства. Спроби використати успіхи сучасної математики мали локальні результати. Впорядкування і структуризація знань – шлях до побудови такого середовища знань, яке б давало змогу скерувати людське мислення на створення нових машин і механізмів та дослідження їх функціонування. Взаємозв'язки і особливості роботи середовища можна зобразити за допомогою графу. Описати процеси сприйняття і перетворення елементарних частинок знань, формування структур, які відображатимуть конструкції проєктованих машин, можна за допомогою алгебри предикатів. Використання алгебри предикатів дає змогу впорядкувати логічні зв'язки між мовними конструкціями феноменологістичних методів проектування нових технічних рішень, надати їм математичної стрункості і однозначності. Використання алгебри предикатів під час опису процесів перетворення знань і графу для представлення структури середовища допомагає показати фази (етапи) перетворення знань і подати цю залежність у формульному вигляді. Відтворивши алгоритм кожного із запро-

понованих методів проектування нової техніки за допомогою графової структури морфологічного середовища, можна визначити ефективність кожного методу з урахуванням заданих критеріїв, що дасть змогу зробити висновки про доцільність використання того чи іншого методу для розв'язання конкретної конструкторської задачі.

Можна стверджувати, що впорядкування і структуризація знань є відображенням діяльності людського мозку з оброблення знань, які надходять ззовні: сприйняття зовнішніх об'єктів; формування відображень об'єктів; розбиття відображень на складові; сортування складових за множинами або областями; синтез (обробка) складових за певним механізмом (фізіологічно-енергетичним); отримання результатів.

Під час дослідження процесів перетворення знань з'являються поняття елементарної частинки знань, критичної маси знань, вектора напрямленості. Так, для вирішення певної технічної проблеми необхідна мінімальна кількість знань з цієї галузі, що дає змогу уявити загальну структуру та їх впорядкованість. Така впорядкованість допомагає інтерпретувати фізичні процеси, що описують ці знання, виявляти конфліктні положення в запропонованих теоріях і визначати можливі шляхи їхнього розв'язання.

По суті, процес створення машин складається з кількох варіантів, у яких наявні або відсутні однакові компоненти. Так, перший варіант, який запропонував Б.І. Кіндрацький, містить компоненти структурного синтезу оптимальної конструкції, параметричний синтез характеристик, на основі яких вибирають ефективний варіант. Другий варіант, який запропонували Ю.Н. Кузнецов, К. В. Фролов, передбачає структурний синтез варіантів конструкції, на основі якого вибирають ефективний варіант, і подальший параметричний синтез ефективного варіанта. В.Б. Струтинський і А.Ф. Крайнев пропонують третій варіант, коли з бази вже готових варіантів конструкцій вибирають ефективний варіант. Для цього здійснюють параметричний синтез і досліджують його експлуатаційні властивості. Варіанти 1 і 2 найприйнятніші для створення нових зразків машин, коли база знань стосовно конструкції машини, принципів її використання не є достатньо повною. Тоді є необхідність у створенні низки конструкцій і вибору з них оптимальної за заданими критеріями. Варіант 3 використовується для вдосконалення зразків машин з уже сформованими базами, коли виникає необхідність дослідити їхні властивості у разі впливу нових зовнішніх чинників. У цьому випадку здійснюють вдосконалення за допомогою незначних змін, коли задіювати оптимізаційний синтез є надто трудозатратно. У всіх трьох випадках автори не зупиняються на такій компоненті, як генерування ідеї. Якщо ідея кардинально відрізняється від вже напрацьованих здобутків, доцільно використовувати 1-й або 2-й варіант методології. Якщо ж нова ідея незначно відрізняється від попередніх напрацьовань, ефективним буде 3-й варіант.

Ідея формування комплексу машин на основі життєвого циклу продукту

Швидкі темпи нашого життя вимагають якісно нового підходу до машин, що створюють продукти споживання людським суспільством. Машини повинні ефективно забезпечувати перетворення продукту на всіх стадіях його виготовлення чи переробки (трансформації). Поступово втрачається необхідність у типоряді машин однієї конструкції – їхня продуктивність повинна відповідати обсягам виробництва або бути їм пропорційною.

Одним з перспективних напрямів ефективного використання матеріалів є напрям застосування машин, коли час життя машин повинен відповідати життєвому циклу продукту у великосерійному виробництві. Так, якщо час життя моделі автомобіля 3–5 років, то немає потреби проектувати основне технологічне обладнання терміном на 8–10 років.

Для створення якісного та дешевого продукту дослідникам та конструкторам потрібно знати весь процес виготовлення кінцевого продукту. Це дає можливість формувати вимоги до машин на кожній стадії виготовлення (формування) кінцевого продукту. Щоб дослідити властивості кожної машини з ланцюга, який виготовляє (формує) кінцевий продукт, доцільно використовувати математичне моделювання робочих процесів і роботи машин, у яких їх задіяно. Дослідникові доводиться швидко засвоювати знання з різних галузей діяльності людини, щоб якісно, точно і з мінімальними затратами записати математичну модель та її комп'ютерну інтерпретацію.

Технологічний процес доцільно записувати за допомогою графів, коли кожна операція є вершиною. Машини, що задіяні в операції, задають множину варіантів перебігу операції. За допомогою рівнянь булевої алгебри можна записати формулу виконання технологічного процесу з урахуванням різних варіантів використання машин в операціях. За таким підходом автоматизують формування технологічних процесів за потрібними критеріями. Також з'являється можливість визначати ефективність того чи іншого варіанта технологічного процесу, а за потреби і створювати нову структуру процесу, використовуючи в ньому машини нової конструкції чи принцип роботи. Інформацію про такі нововведення використовують з морфологічного середовища, а також з інформаційних баз знань, що їх підтримує середовище.

Ідея використання подібних математичних моделей різних машин на основі графу конструкції

Машина як технічна система (ТС) має структуру (будову), яка визначає особливості її функціонування в певному технологічному процесі залежно від структури ТС, з одного боку, і від довкілля – з іншого. Структуру ТС доцільно зображати за допомогою графів структур конструктивних схем ТС. Як граф

структури конструктивних схем ТС розуміють такий, який вирізняє зв'язки елементів ТС з урахуванням її будови і зовнішніх впливів.

Будуючи граф, ланку конструктивної схеми ТС відображають колом, а кінематичний зв'язок між двома ланками – відповідними позначеннями залежно від функції (пружний, жорсткий, дисипативний) і стану стосовно передавання енергії (активний чи пасивний). Структури плоских конструктивних схем можна поділити на кілька груп за критерієм подібності графів структури. Два графи структури вважатимемо подібними, якщо відсутня різниця в їх будові або ця різниця є елементарною.

Якщо графи структур конструктивних схем ТС відображають ТС в її статистиці, то опис функціонування ТС в її технологічному процесі – це динаміка розвитку чи поведінки ТС в часі.

Отже, якісні зміни в формуванні технологічних процесів приводять до змін у ТС, які задіяні в них. Критична величина зміни структури ТС призводить до якісної зміни в технологічних процесах. Оцінкою величини і якості змін слугують критерії, що формуються на основі потреб технологічного процесу або суспільних потреб.

Особливості поведінки ТС описують якнайрізноманітнішими способами, використовуючи ймовірнісні методи, статистичну інформацію про поведінку ТС. Одним з ефективних методів побудови рівнянь функціонування ТС із дискретно розподіленими параметрами в їх технологічних процесах з урахуванням впливу умов довкілля є принцип Даламбера і загальне рівняння динаміки механічних систем в узагальнених координатах.

Створити і записати систему таких рівнянь, враховуючи можливості ієрархічного впорядкування абсолютних змінних можна, використавши графи структури рівневих зв'язків координат математичної моделі. Як граф структури зв'язків узагальнених координат математичних моделей трактуємо такий граф, який показує перелік узагальнених координат у математичних моделях і зв'язки між ними. Для відображення рівня залежностей одних узагальнених координат від інших ці координати розміщують за рівнями залежності і позначають ці рівні послідовно знизу догори, починаючи з нульового.

Графи структури зв'язків узагальнених координат ТС відрізняються такими параметрами: кількістю координат нульового рівня, що зумовлено кількістю приводів виконавчих механізмів ТС; наявністю чи відсутністю розгалужень на рівнях залежностей вище першого; кількістю рівнів залежностей, що зумовлено складністю виконавчих механізмів.

Застосування графів конструкції машин дає змогу дійти висновку, що, на відміну від конструкції зовсім не подібних за конструкцією машин, їхні графи конструкції майже однакові. Це дає можливість дослідити експлуатаційні властивості таких машин, використовуючи однакові за структурою математичні моделі.

Подання зв'язків координат у вигляді графів дає змогу з'ясувати взаємовплив роботи елементів ТС і будувати моделі, враховуючи ці зв'язки. Крім того, графи зв'язків допомагають однозначно визначити необхідну кількість і перелік узагальнених координат, які потрібні для розв'язання конкретної задачі. За допомогою цих графів можна визначати необхідний і достатній рівень майбутньої моделі функціонування ТС. Це зменшить трудозатрати на створення, відлагодження та використання моделі.

Ефективність вдосконалення ТС доцільно визначати за математичними моделями функціонування, враховуючи умови функціонування і економічні чинники. Критерії ефективності повинні враховувати технічну досконалість ТС (машини), вплив її на оператора та економічну доцільність. Так, для транспортних машин доцільно використати критерії: продуктивності, витрати пального (енергії), вібронавантаженості, ціни (рентабельність) або витрат і прибутку за цикл роботи в технологічному процесі (циклі).

Загалом для визначення доцільності використання машини за основу доцільно взяти критерій сумарної корисності та компенсації за корисність. Він дає можливість однозначно оцінити якість створеної машинобудівної конструкції у випадку її масового використання. У випадку ж одиничного або дрібносерійного виробництва (техніка для роботи в агресивних середовищах: космос, океан, радіація тощо) слід розглядати критерії ефективності та надійності.

Узагальнення

Вдосконалюють зазвичай не лише механізм чи машину, а низку машин, задіяних у підтримці життєвого циклу продукту. В цьому випадку необхідно розглядати експлуатаційні властивості цих машин разом і у взаємодії одна з однією для забезпечення заданої якості кінцевого продукту.

Під час створення продукту із заданими властивостями необхідно проектувати низку машин для його створення, які повинні забезпечувати оптимальну вартість продукту в системі координат сумарної корисності та компенсації за корисність у випадку масового виробництва і у випадку дрібносерійного виробництва, коли системою координат є ефективність та надійність для особливих умов використання (наприклад, агресивне довкілля: космос, океан, радіація, хімічне забруднення тощо).

Узагальнена методологія нових машин повинна враховувати генерацію нової ідеї. Ефективний варіант вибирають на основі функціональних, міцнісних і економічних чинників. Здійснюється параметричний синтез характеристик і досліджують експлуатаційні властивості створюваної машини. Створювані машини розглядають, порівнюючи їх з іншими машинами для створення нового продукту.