

А.О. Желєзна, ст. викладач
Житомирський інженерно-технологічний інститут

ТЕОРІЯ ГРУП, ЯК ОСНОВА МЕТОДУ КОМПЛЕКСНОЇ ГРУПОВОЇ УНІФІКАЦІЇ

Розглянуто питання сучасного стану машин та приладів. Запропонований математичний апарат для опису групової уніфікації, та об'єднання в єдине ціле уніфікації деталей (складових одиниць) і технологічного оснащення. Подано формальний запис первісного елемента та комутативної групи. Розглянуто приклади групової формалізації.

Відпрацювання технологічності конструкції виробів передбачає традиційні заходи: контроль конструкторської документації, зменшення металоємкості виробу, забезпечення раціонального членування його конструкції та зручності при складанні та експлуатації, визначення чисельних значень системи кількісних показників тощо, а також найбільш повне використання принципів типізації і рішення оптимізаційних завдань, наприклад, встановлення доцільних значень рівня уніфікації при застосуванні раціональних технологічних процесів.

Уніфікація конструкцій машин і приладів є одним зі значних важелів підвищення ефективності їхнього виробництва та експлуатації. Уніфікація, що тісно пов'язана з технологічністю виробів, значно впливає на зниження собівартості виготовлення і ремонту. Крім того, уніфікація виступає як підсистема стандартизації, що також посилює інтерес до її дослідження і впровадження.

В даний час конструювання все ще тяжіє до статичних форм уніфікації, роботи з уніфікації нерідко зводяться до симпліфікації. Через це створення і впровадження уніфікованих конструкцій найчастіше відбувається повільно, темпи зростання номенклатури деталей і вузлів, оснащення інструмента не знижуються, негативно впливаючи на ефективність виробництва. Позначається, також, інертність мислення конструкторів про те, що компонентом уніфікації повинна бути наявність або виникнення надмірності. Наприклад, якийсь приладовий ряд розміщується в одному корпусі, розміри якого встановлюють за найбільшою внутрішньою насиченістю вузлами і деталями. Тому корпус одного різновиду приладового ряду гранично заповнюється, а інший – є напівпорожнім, тобто його розміри і, отже, витрата матеріалів є надлишковими. Такий підхід раніше виправдовувався зниженням вартості виготовлення внаслідок застосування порівняно простого високопродуктивного технологічного устаткування, зменшення різновиду та кількості одиниць оснащення. На визначеному етапі розвитку техніки цей напрямок був прийнятним, проте, в даний період зайва витрата матеріалів виключається.

Одним із найбільших досягнень теорії уніфікації є груповий метод, що заснований на визначенні та використанні для раціоналізації виробництва технологічної подоби деталей і вузлів []. Його подальший розвиток доцільно здійснити на основі математичної теорії, котрою можна охопити в єдине ціле уніфікацію деталей та вузлів, а також технологічне оснащення. Причому, теорія повинна бути обрана такою, щоб груповий метод був її ефективною інтерпретацією, у точних термінах характеризуючою відповідні перетворення. Це дозволяє упорядкувати факти змістовної теорії, одержати нові взаємозалежності тощо.

Найбільш придатним математичним апаратом для формалізованого опису комплексної уніфікації системи виробів-технологія є теорія груп. Групу можна представити у вигляді множини, заданої елементами, що породжують, а також відображеннями, що замкнуті щодо асоціативної операції при наявності протилежних елементів і нуля.

Аналіз показує, що в теоретичному плані подальший розвиток уніфікації потребує глибокої формалізації, що може стати основою широкого застосування гнучкого технологічного оснащення й уніфікованих технологічних процесів, зниження номенклатури конструктивів, оснастки та інструмента, спрощення інтелектуального конструювання і повного переходу на машинне конструювання. Як наслідок цього процесу, будуть скорочуватися терміни розробки і впровадження нових виробів, підвищуватися їхня ефективність.

При груповій уніфікації першорядне значення повинна мати слушність побудови первинного елемента. Розглянемо первинні елементи деталей. Уявимо структуру будь-якої деталі, що входить у групу. На ній можна зазначити зони, що мають функціональне, у тому числі ергономічне і естетичне ϕ та технологічне t призначення. Зони можуть розподілятися на елементи деталі та сполучатися між собою. При побудові деталі з одного елемента шляхом його повторення – усі види зон відображаються в цей первинний елемент.

Іноді ще розрізняють допоміжні і (або) перехідні зони. Технологічними зонами є технологічні бази, отвори для орієнтування при обробці тощо.

Первинний елемент повинен бути за габаритами таким, щоб була можливість його функціонального

застосування у вигляді деталі й окремо він був технологічним. Прирівнювання первинного елемента до деталі вирішує питання про його розміри, тому що на первинний елемент починають поширюватися усі вимоги, що ставляться до деталей. Таким чином, установлюється бар'єр подальшого практичного розділу первинного елемента. Але це не виключає розгляду частин первинного елемента та їхніх змін відповідно до вимог уніфікації (наприклад, запровадження обмеження діаметрів отворів), технологічності тощо.

Якщо уявити первинний елемент a_0 і деталі, сконструйовані з нього, так, що a_0 є звуженням усієї групи в первинний елемент, то:

$$((f : \varphi \rightarrow a_0) \wedge (f : t \rightarrow a_0)) = a_0. \quad (1)$$

Вираз (1) є найпростішим формальним записом первинного елемента, як основи деталі або групи деталей. Далі закономірний перехід до формули деталі. Просту деталь описує проста формула. Якоюсь мірою, за формулою можна судити про складність деталі і, оптимізуючи формулу, оптимізувати деталь.

Якщо через складність деталей, що входять у групу, одержання одного первинного елемента для всієї групи неможливо, то у ній доцільно утворити підмножини за типом підгруп, виділивши з множини деталей, що належать групі, послідовності, які будуть сходитися до елемента кожної підгрупи. Вимоги до конструювання елемента підгрупи, що забезпечує зазначене сходження, повинні бути такими ж, як і для первинного елемента групи.

Варто докладніше торкнутися теорії груп у змісті її додатку до уніфікації конструкцій. Використання теорії груп дозволяє охарактеризувати уніфікацію в точних термінах щодо структури деталей і вузлів. Завдання на множинах деталей і вузлів елементів закону композиції, введення операцій, подібних алгебраїчним, використання поняття ізоморфізму тощо, дозволяє формалізувати та упорядкувати процес уніфікації, підвищити її ефективність. Математично група є множиною з однієї бінарної операції або законом композиції, причому асоціативний закон ставить у відповідність кожній парі елементів визначений елемент цієї ж множини і група має нейтральний і протилежні елементи. Підгрупа є підмножиною групи і повинна виконувати вимоги зі зберігання операції, наявності нейтрального і протилежних елементів. Узявши за об'єкт дослідження множини елементів конструкцій, одержуємо структуру, у якій (або на якій) застосування формалізованих операцій призводить до корисних прикладних результатів.

Це відноситься як до конструювання на виробництві, так і в дипломному та курсовому проектуванні з навчальних дисциплін. Символіка та математичні викладення, вжиті при запозиченні математичних понять, не є обтяжливими для проектувальників будь-якого досвіду, але дозволяють використовувати уніфікацію в конструкціях не тільки на рівні кріпильних, нормальних та куплених деталей.

Формально групові властивості конструкцій виглядають так. Візьмемо множини K будь-яких конструкцій обраних таким чином, що на цій множині визначений закон композиції та є асоціативним, причому бінарні конструкції природньо забезпечують комутативність закону. Для кожного елемента, тобто кожної конкретної конструкції $k \in K$, існує, як сказано вище, протилежний елемент $-k$. Нейтральним елементом, за аналогією з порожньою множиною, можна вважати "порожню конструкцію". Крім того, усі нові конструкції, отримані в результаті чинності закону композиції, повинні належати групі, з елементів якої вони утворені, як наслідок алгебраїчної операції в ній, тобто:

$$\forall K(((k' \in G) \wedge (k'' \in G) \wedge (k'+k''+k''')) \Rightarrow (k''' \in G)), \quad (2)$$

де K – загальне позначення конструкцій;

k', k'' – будь-які відомі конструкції;

k''' – нова конструкція;

G – група.

При виконанні даних умов множина конструкцій буде групою, до того ж комутативною. Комутативність визначається як рівність бінарної композиції сполучених конструкцій k' і k'' : $k' + k'' = k'' + k'$. Розглянутий підхід у сукупності є однією з передумов виконання дій, подібних до алгебраїчних, над формалізованими описами конструкцій. У графічних зображеннях протилежні елементи можуть виділяти симетризування конструкцій, як важливий чинник їхньої оптимізації.

Розглянемо приклад первинного елемента будь-якої групи досить простих деталей типу скоб, що виготовляються з листового матеріалу штампуванням (рис 1). Такий вибір зроблений не тільки через простоту, але і для більшого охоплення реально існуючих деталей, із яких штамповані складають більше половини. За константами (параметрами, що не змінюються) у первинному елементі візьмемо поздовжню вісь симетрії та лінійні розміри: ширину l , дві координати центру отвору, що дорівнюють $l/2$. Інші розміри: (товщина листа S , радіус заокруглень, діаметр отвору) можуть змінюватися в межах, що забезпечуються оснасткою, розмірними залежностями в первинному елементі, особливостями компонування в деталі тощо, зокрема, довжина ділянки A (ширина її збігається з розміром l) може бути взята у межах $l/m \dots ml$ ($m = 1 \dots n$, тобто вибирається з натурального ряду чисел); діаметр отвору може змінюватися від нуля (наприклад, пробивний пуансон виїнятий) до найбільшого значення, обмеженого

мінімальною перемичкою, прийнятою у вигляді розміру товщини листа S ; пуансон може бути розрахований на пробивання отвору під внутрішній діаметр будь-якого поширеного для даних деталей різьблення; при необхідності збільшення діаметра отвір розсвердлюється; розмір радіуса змінюється від нуля до максимуму, що дорівнює $l/2$; замість радіуса може бути застосовано фаску (рис. 1, б), що технологічно простіше при варіації розмірів. Без ділянки A первинний елемент має центральну симетрію щодо центра отвору.

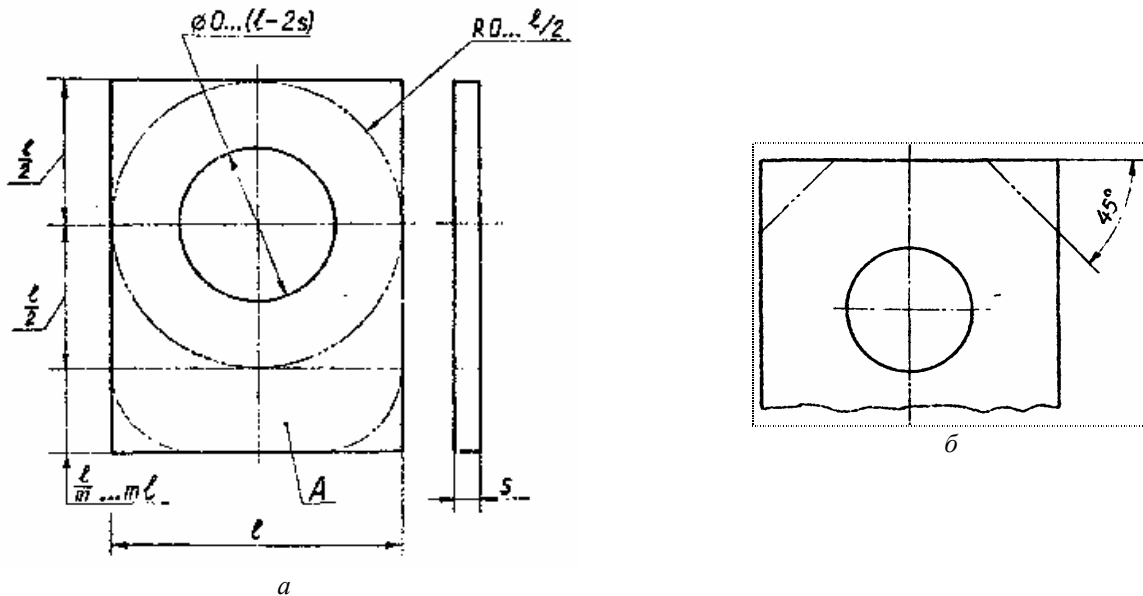
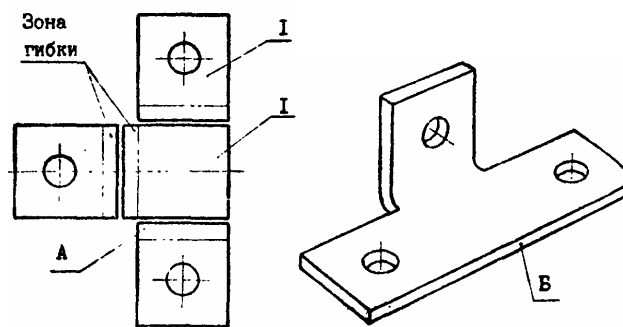


Рис. 1. Приклад первинного елемента

Очевидно, що структурний рівень первинного елемента найнижчий і первинний елемент може самостійно виконувати функції деталі або входити в деталі, як їхня частина (частини), повторюючись або в незмінному виді, або варіюючись у зазначених вище межах. Приклади компонування деталей із первинних елементів на рис. 2. Поруч із аксонометричними зображеннями деталей показана умовно їхня розгортка з виділенням первинних елементів. Положення 1 позначений первинний елемент; A – ділянка перемінної довжини, що піддана, зокрема, згинанню; B – скоба з однією відігнутою полицею; B – скоба з двома полицями.



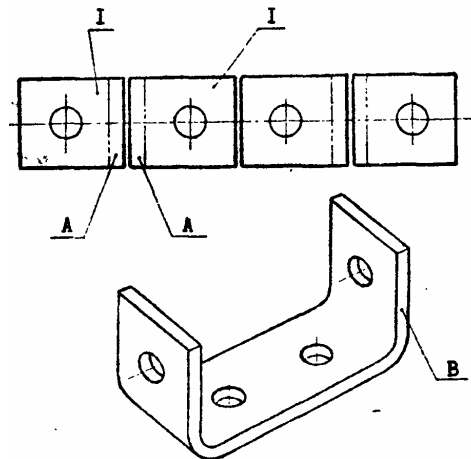


Рис. 2. Уніфіковані деталі:

I – первинний елемент; *A* – ділянка перемінної довжини; *B* – скоба (кутничок); *B* – скоба

Разом зі скобами *B* та *B* на рис. 2 умовно показані їх розгортки, первинні елементи виділені.

Використовуючи термінологію теорії груп для розглянутого прикладу, доцільно відзначити, що первинний елемент, якщо усі його розміри зафіксовані, є породжуючим елементом групи деталей, а дана група – циклічною, періодичною і, при центральносиметричному первинному елементі, комутативною. Подібний підхід визначає можливість застосування апарату теорії груп для формалізації породжень уніфікованих деталей і переводу їхнього конструювання в САПР.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Лось Л.В. Теория структуры конструкций технологичных машин и приборов. – Житомир: Житом. сельскохоз. ин-т. – 1991. – 167 с.
2. Кононенко В.Г., Кушнарченко С.Г., Прялин М.А. Оценка технологичности и унификации машин. – М.: Машиностроение, 1986. – 160 с.
3. Смальян Р. Теория формальных систем: Пер. с англ. – М.: Наука, 1981. – 208 с.
4. Митрофанов С.П. Научная организация машиностроительного производства. – Л.: Машиностроение, 1986. – 712 с.

ЖЕЛСЗНА Алла Олексіївна – старший викладач кафедри А і КТ Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- конструювання вузлів та деталей машин;
- теоретичні основи техноекології;
- стандартизація, метрологія та метрологічне забезпечення.

Подано 18.05.2001

Железна А.О. Теорія груп як основа методу комплексної групової уніфікації

Железная А.А. Теория групп как основа метода комплексной групповой унификации

Zhelezny A.A. Theory of groups is the basis of complex group unification

УДК 621.001.2

Теория групп как основа метода комплексной групповой унификации / А.А. Железная

Рассмотрены вопросы современного состояния машин и приборов. Предложен математический аппарат для описания групповой унификации, объединения в единое целое унификации деталей (сборочных единиц) и технологической оснастки. Дана формальная запись первичного элемента и коммутативной группы. Рассмотрены примеры групповой формализации.

УДК 621.001.2

Theory of groups is the basis of complex group unification / A.A. Zhelezny

The questions of a modern state of machines and devices are considered. The mathematical model for the description of group unification, association in a single unit of unification of details (assembly units) and technological equipment is offered. The formal recording of a primary element and commutation group is given. The examples of group formalization are considered.