

## СТРУКТУРУВАННЯ БАЗ ЗНАТЬ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНСТРУЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЦЕННЯ

*Р.Т. Карпик, Б.Д. Сторож, О.О. Слабий*

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 43024,  
e-mail: karpykrotan@gmail.com*

*Запропоновано основні вимоги та підходи до побудови баз знань системи автоматизованого проектування технологічного оснащення та розроблено структурну схему бази знань відкритого типу.*

Ключові слова: технологічне оснащення, системи автоматизованого проектування, САПР ТО, база знань.

*Предложены основные требования и подходы к построению баз знаний системы автоматизированного проектирования технологической оснастки и разработана структурная схема базы знаний открытого типа.*

Ключевые слова: технологическая оснастка, системы автоматизированного проектирования, САПР ТО, база знаний.

*The basic requirements and approaches to building knowledge bases for computer aided design system of manufacturing equipment are proposed and the diagram of open knowledge base is created.*

Keywords: manufacturing equipment, computer-aided design, CAD ME, knowledge base.

### Вступ

Проектування і конструювання технологічного оснащення складає значну частину трудомісткості і собівартості технологічної підготовки машинобудівного виробництва [1, 2]. Прискорення такої підготовки і зниження витрат на виконання проектних робіт можливі засобами автоматизації [3]. Проте, відомі підходи до створення систем автоматизованого проектування технологічного оснащення (САПР ТО) [4-6] потребують залучення великої кількості інформації, частину з якої, зазвичай, опускають. Внаслідок цього такі системи недостатньо ефективні. Тому вони не набули належного поширення в машинобудівній практиці. Крім того, відомі засади формування інформаційного забезпечення САПР ТО не дають змоги створювати прості і надійні схеми поновлення інформації, її корекції та розширення без уникнення її дублювання.

Метою публікації є формування основних підходів і вимог до проектування бази знань САПР ТО для підвищення їхньої ефективності і розроблення структурної схеми роботи такої системи.

### Підходи та вимоги до створення бази знань САПР ТО

Основна методика проектування методом аналогій закладена у пошуку рішення в системі баз знань і подальшого його адаптування до умов задачі. Спроба представлення всіх конструкцій у базі знань приречена на провал через їхню велику кількість і можливість появи принципово нових конструкцій. Тому для опису знань доцільно застосовувати гнучкішу форму їх представлення у вигляді таксономічної

ієрархії [7]. Основними постулатами цієї структури є:

- будь який об'єкт є елементом певної категорії;
- будь яка категорія є підкласом іншої категорії;
- елементи категорії можуть бути розпізнані за деякими властивостями;
- кожній категорії притаманна сукупність властивостей.

Така структура дає змогу САПР формувати судження на рівні категорій, що робить систему відкритою, оскільки уже закладені категорії можна наповнювати новими об'єктами без описування їх у структурі знань, а процедура додавання об'єкта зводиться до його створення і реєстрації в певній категорії, до якої він належить.

Згідно з принципами проектування технологічного оснащення його здійснюють, в основному, в три етапи, на кожному з яких застосовуються зовсім різні за своїми властивостями й описом, однак конструктивно пов'язані між собою рішення.

Запропоновані [4, 6] підходи до проектування бази знань, коли всі конструкції описуються за однаковою методикою, є недоцільними для використання через низку причин. Зокрема, через неможливість повного опису різноманітних аналогій в однаковій формі представлення знань, складність представлення взаємозв'язків між різними елементами, проблеми зі створенням ефективної системи пошуку та конструювання елементів. Враховуючи конструктивні особливості технологічного оснащення й основні принципи його проектування, структуру представлення знань пропонується розбити на три групи (конструктивний елемент, група конструктивних елементів, конструктив-

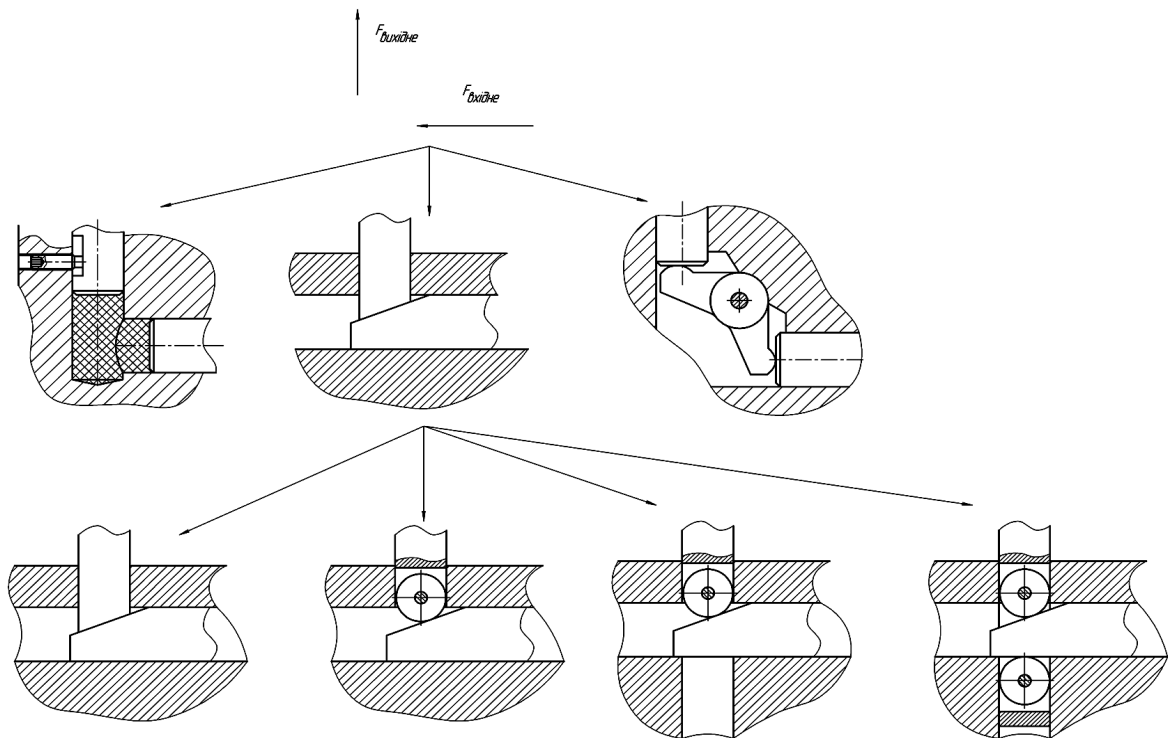


Рисунок 1 – Приклад таксономічної ієрархії

ний механізм), кожна з яких матиме власну таксономічну ієрархію [7]. Приклад такої ієрархічної схеми групи конструктивних елементів, що реалізують в оснащенні зміну напрямку дії сили на  $90^\circ$ , зображено на рисунку 1. Основою такої ієрархічної будови виступають категорії й окремих формат об'єкт представлення знань (рис. 2). Це дає змогу здійснювати класифікацію елементів за властивостями і функціями, які потрібні лиш на певній стадії проектування. Така побудова бази знань значно спростить пошук і застосування цих елементів у системі САПР.

Розглянемо детальніше зміст і призначення пропонувананих елементів представлення знань.

*Конструктивний елемент* (КЕ) – це поверхня, група поверхонь, частина деталі, деталь або механізм, який виконує одну службову функцію і не може бути розбитий на інші конструктивні елементи (рис. 3).

Конструктивний елемент є найнижчою ланкою системи. Він використовується на кінцевих етапах проектування, в ході деталювання конструкції, а також синтезуванні кінцевої 3D моделі. Його особливістю є те, що він є найменш абстрагованим і найпростішим елементом всієї системи. Підкреслимо, що він містить найбільш докладну інформацію про параметри, а не про конструктивні властивості елемента.

Важливою проблемою формування структури бази знань є недопущення дублювання інформації. Хоча конструктивний елемент є найменшим елементом у синтезуванні механізмів, однак він є складною, взаємопов'язаною системою різнопланових елементів.

Так, інформація про його властивості охоплює складові, представлені у таких сферах:

- геометричній, яка містить інформацію про каркасну твердотільну будову об'єкта, або методику його побудови;
- конструкторській, оскільки є описом властивостей об'єкта;
- силовій, що описує схему прикладення сил до конструктивного елемента;
- кінематичній, в якій описуються можливі рухи елементів об'єкта;
- матеріалознавчій, оскільки містить інформацію про матеріали і їхні властивості;
- технологічній – тут ведеться опис точності і якості поверхонь, а також здійснюється попереднє оцінювання можливості виготовлення об'єкта;
- опору матеріалів: тут описують моделі для перевірки міцності, жорсткості, довговічності і інших характеристик об'єкта представлення знань.

Перелік сфер у разі потреби може бути розширений.

Для уникнення дублювання знань усі ці атрибути в повному чи частковому вигляді представляються в окремих базах даних. Такий підхід дає змогу вивести з опису конструктивного елемента опис більшості його параметрів, вести їх окрему класифікаційну характеристику, а в описі конструктивного елемента подавати лише посилання на них. В результаті більшість притаманних елементу властивостей він отримуватиме імпортуванням властивостей своїх складових, а не в результаті їхнього задання під час створення об'єкта. Внаслідок цього обсяг збережених даних зменшується. Водночас уникається дублювання інформації.

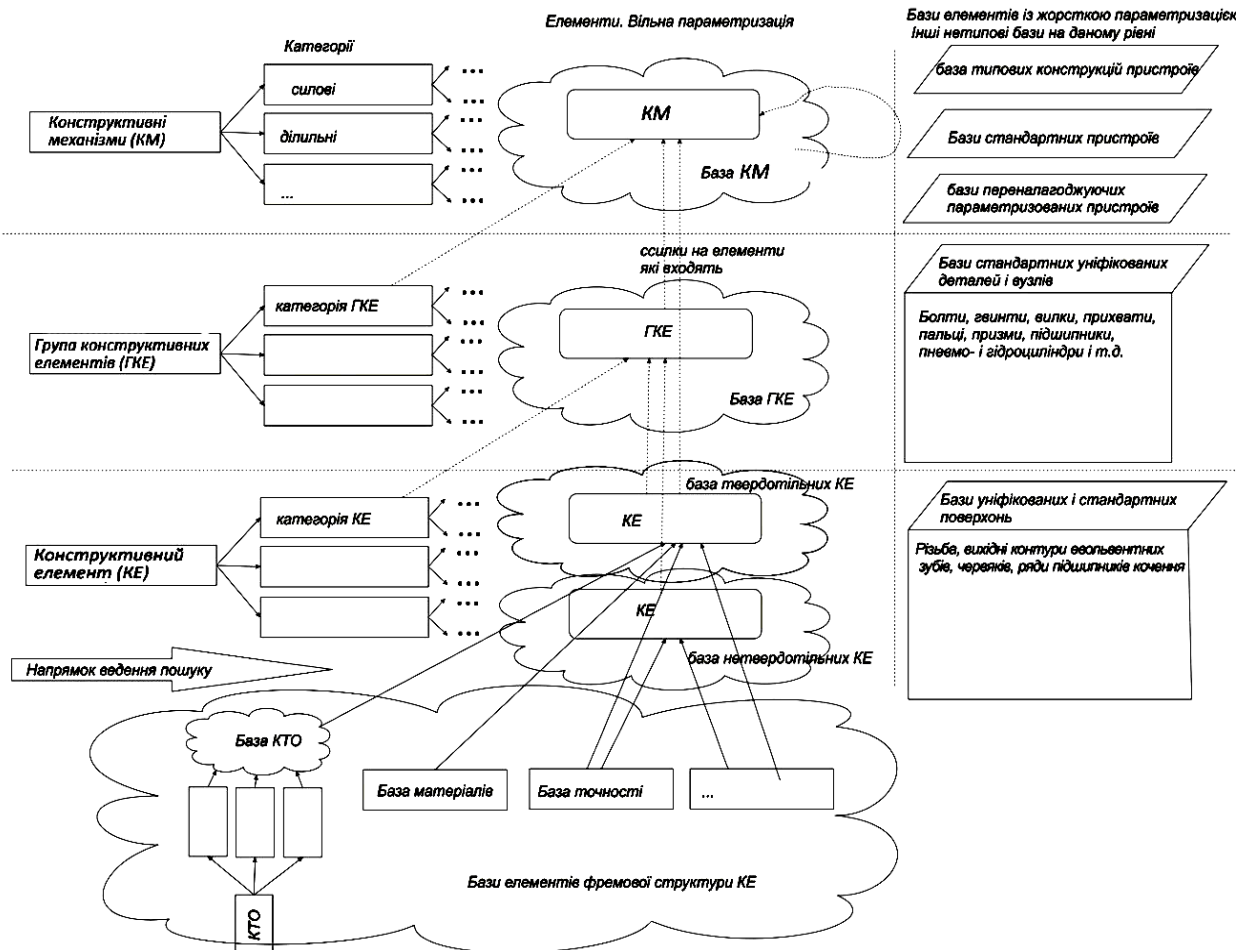
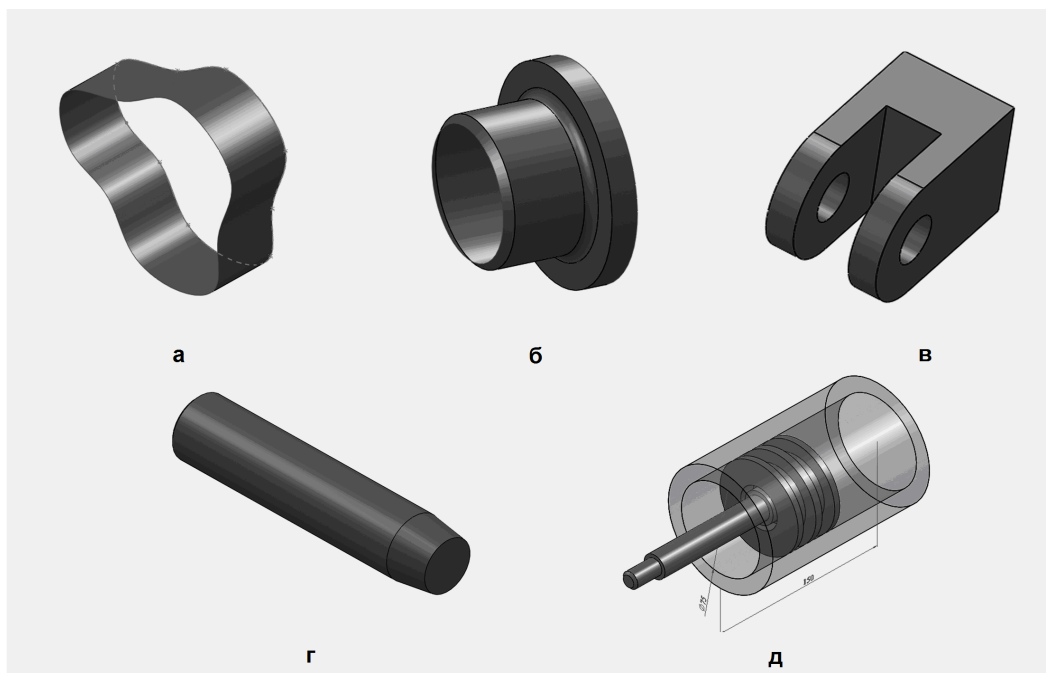


Рисунок 2 – Схема структури бази знань



а) круглий кулачок (поверхня), б) посадочне місце під підшипник (група поверхонь), в) вилка (частина деталі), г) штифт (деталь), д) пневматичний циліндр (механізм)

Рисунок 3 – Типові представники конструктивних елементів

Група конструктивних елементів (ГКЕ) – це абстраговане поєднання конструктивних елементів і їхніх категорій, а також груп конструктивних елементів, які виконують певну службову функцію в оснащенні.

ГКЕ використовується для розв'язку задач на етапі ескізного компоунування оснащення. Основою унікальності її даних є властивості, які вона отримала при поєднанні КЕ і їхніх категорій, а також інших груп конструктивних елементів. Причому жоден із складових елементів ГКЕ таких властивостей не має. Основним призначенням ГКЕ є структурування, абстрагування і класифікація інформації про властивості, які отримуються внаслідок поєднання тих чи інших конструктивних елементів. Основне призначення, яке закладається в створенні даної структури – можливість представлення рішень конструкцій вузлів методом аналогій. Класифікація за категоріями ведеться з урахуванням властивостей і функцій вузлів, які описує ГКЕ. Наприклад, шарніри, фіксатори, болтові з'єднання, храпові механізми.

Конструктивний механізм (КМ) – це абстраговане поєднання груп конструктивних елементів, конструктивних елементів, конструктивних механізмів, а також їхніх категорій, які виконують одну із основних службових функцій в оснащенні.

Конструктивний механізм призначений для опису та використання в подальшому аналогій схем оснащення, а також їхніх окремих вузлів. Використовується на початкових стадіях синтезування конструкцій як елемент для опису конструкцій і їхніх основних властивостей. На відміну від ГКЕ, він не може бути представлений геометричною моделлю і є описом поєднання та властивостей таких поєднань різних елементів на рівні принципів схем.

Класифікація за категоріями ведеться спочатку за функціями механізмів (наприклад, силові, ділильні, базуючі), а в подальшому, за функціональними особливостями кожного описуваного механізму.

Зауважимо, що в процесі створення описів ГКЕ і КМ використовується фізична декомпозиція цих елементів через простіші структури. Тому під час описання конструкцій через категорії КЕ і ГКЕ може виникнути ситуація, коли якийсь елемент цієї категорії з певних причин не може бути використаний для синтезування структури. Для уникання прийняття таких, цілком очевидно неправильних рішень, у структуру баз знань вводиться система підтримки істинності [4].

Основою цієї системи є модуль синтезування та перевірки на виникнення помилок у синтезуванні всіх конструкцій з новим елементом, внесеним до бази знань. У разі виявлення таких помилкових рішень відбуватиметься запис про такі помилки в базу знань, що обмежить кількість прийняття помилкових рішень при синтезуванні і підвищить продуктивність САПР.

В подальшому на запропонованих засадах планується докладна розробка ієрархії елементів

баз знань, принципів представлення послань і взаємозв'язків між ними.

## Висновок

На підставі аналізу принципів проектування і конструювання технологічного оснащення та відомих підходів до побудови баз знань для автоматизованого проектування оснащення запропоновано засади структурування таких баз знань. Вони полягають у використанні гнучкої форми опису знань у вигляді таксономічної ієрархії, елементами якої є конструктивні елементи, групи конструктивних елементів, конструктивні механізми та їхні категорії, кожен з яких є взаємопов'язаною ієрархічною системою атрибутів, необхідних і достатніх для синтезування конструкцій. Запропоновані засади дають змогу створювати базу знань конструкцій технологічного оснащення і уникати дублювання інформації.

## Література

- 1 Сторож Б.Д. Точність верстатних пристроїв машинобудівного виробництва: навч. посібник / Б.Д. Сторож, Р.Т. Карпик, А.І. Гордєєв. – Хмельницький: ХНУ, 2004. – 230 с.
- 2 Сторож Б.Д. Технологічні основи машинобудування: навч. посібник./ Б.Д. Сторож, М.П. Мазур, Р.Т. Карпик, В.Д. Каразей. – Івано-Франківськ – Хмельницький: ТУП, 2003. – 153 с.
- 3 Врюкало В.В. Конспект лекцій з курсу САПР технологічних процесів / В.В. Врюкало, Б.Д. Сторож. – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 2003. – 79 с.
- 4 Сорокин А.И. Перспективные методы разработки систем автоматизированного проектирования станочных приспособлений. – М.: ВНИИТЭМР 1990. – 64 с. – (Машиностроительное пр-во. Сер. Автоматизир. системы проектир. и упр.: Обзор. информ. /ВНИИТЭМР. Вып. 2)
- 5 Прогрессивная поводковая технологическая оснастка для токарных и шлифовальных работ. Расчет и проектирование / Ю.С. Степанов, В.Б. Ильницкий, Ю.В. Василенко, Ю.А. Малахов, В.В. Ерохин; под общ. ред. Ю.С. Степанова. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 173 с.
- 6 Другакова М.Н. Создание программных средств САПР приспособлений / М.Н. Другакова, А.Г. Ракович. – Мн.: Наука і техника, 1991. – 88 с.
- 7 Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход / С. Рассел, П. Норвиг – Вильямс, 2006. – 1409 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії  
20.10.10  
Рекомендована до друку професором  
Ю. Д. Петриною