

УДК:658.512.2.011:658.53:621(477)

Д.Л. Кобець

*Хмельницький національний університет, Хмельницький*

## ПЕРЕВАГИ АДАПТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В СИСТЕМІ САПР ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНЬ У МАШИНОБУДУВАННІ

*Запропоновано полегшення роботи конструктора під час реорганізації і редагуванні малих і великих складань.*

**Ключові слова:** автоматизоване моделювання, система САПР, адаптивне моделювання, проектування складальних креслень у машинобудуванні

### Вступ

Адаптивна технологія пропонує додаткову гнучкість під час втілення конструкторського задуму, в реорганізації і редагуванні малих і великих складань. Перевага адаптивної технології виявляється з тією легкістю, з якою можна задавати відношення між деталями, не покладаючись тільки на складні математичні обчислення або розміри. Необхідно просто вказати, як повинні поєднуватися деталі, а механізм підгонки автоматично задає коректні розміри і позицію усередині складань.

### Постановка задачі

Нами була поставлена задача – запропонувати систему САПР для автоматизованого проектування у машинобудуванні, яка б задовольняла вимоги конструктора і полегшувала реорганізацію і редагування малих і великих складань.

### Основна частина

Традиційні моделюючі системи використовують варіаційні зв'язки для позиціонування деталей щодо один одного і параметричні зв'язки для визначення форми і розміру елементів окремих деталей. Такий метод має ряд недоліків:

– порядок, що накладено параметричними зв'язками, обмежує гнучкість при внесенні змін до проекту. Порядок створення конструктивних елементів часто довільний і згодом заважає змінам деталей.

– перевизначення хронології операцій само по собі обмежене існуючими зв'язками: таким чином,

змінювати хронологію побудов можна лише в певних межах.

Наведемо приклад параметричного підходу (рис 1). У багатьох параметричних системах для позиціонування деталей застосовуються варіаційні зв'язки, а для визначення форми і розмірів — параметричні. Якщо у складанні використане те чи інше, виникають складнощі. При параметричному підході шпindel спочатку позиціонується згідно з обмежувачими умовами складання, а потім – потрібно додати математичне рівняння, щоб зв'язати діаметр шпинделя і діаметр отвору.

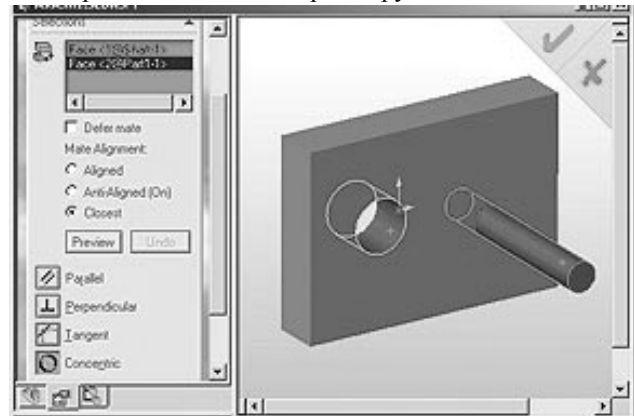
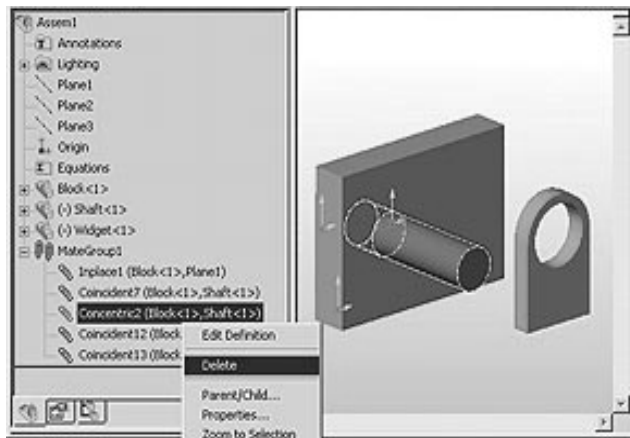


Рис 1. Приклад параметричного методу

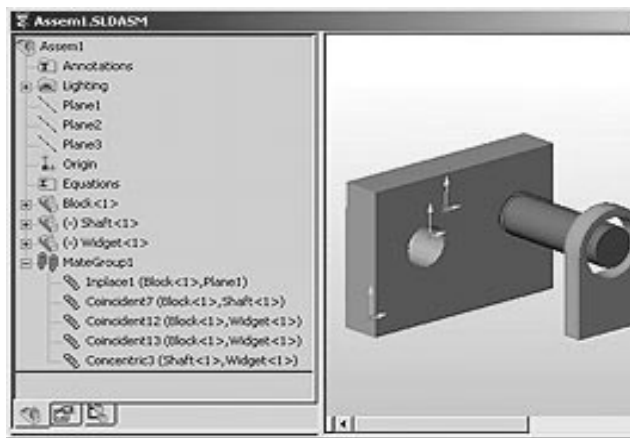
Послідовність дій, яка повинна враховуватися при параметричному підході, скоує мобільність проектувальників, оскільки для внесення змін слід знати послідовність, в якій проводилося складання деталей [5]. Проблема ускладнюється ще й тим, що послідовність створення елементів часто буває довільною і не є частиною плану. Мало того, всі подальші компоненти – «нащадки» залежні від компонентів, створених раніше «батьків». Стосунки

«батьків» і «нащадків» слабо піддаються реорганізації, тому розірвати їх дуже складно або взагалі неможливо без того, щоб не переробити компонент наново.

Деякі параметричні системи також підтримують адаптивність [2]. Наприклад, до геометрії зв'язаних деталей додані параметричні креслярські зв'язки. Стосовно попереднього прикладу, такий підхід додає координатне відношення (рис.2,а), створюючи параметричний зв'язок між шпинделем (на кресленні шпинделя) і отвором. Це припускає редагування параметричного креслення і додавання параметричних зв'язків.



а



б

Рис. 2. Приклад координатного зв'язку між шпинделем та отвором при параметричному зв'язку

Використання тільки параметричних зв'язків породжує проблеми, що пов'язані з витратами часу і недостатньою гнучкістю при внесенні змін. Щоб ефективно використовувати параметричні зв'язки, потрібно ще до викреслювання геометрії знати, які зв'язки будуть закладені у проект.

Наприклад, в параметричній системі шпиндель створюється на основі прямокутника, якому повідомляється обертання [6]. Якщо ж згодом знадобиться адаптувати цей шпиндель під знов створений отвір, то немає функцій, які дозволили б прив'язати в кресленні шпиндель до отвору (рис. 2,б) От чому в запропонованій програмі, окрім

параметричних можливостей, реалізована і адаптивна технологія — щоб усунути ці типові для проектування складнощі.

Параметрична система не дозволяє за допомогою креслярських зв'язків додати до плану проекту, скажімо, зазор між шпинделем і отвором, так що для вирішення таких простих завдань доводиться звертатися до параметричних рівнянь [2].

Адаптивне складання дозволяє задавати розміри і форму деталей в контексті складання, не створюючи при цьому жодних проблем у внутрішніх зв'язках. Це робить непотрібним призначення параметрів деталям, використання змінних і рівнянь для визначення розмірів, форми і їх місцеположення.

Під час адаптивного підходу розмір і позиція шпинделя визначаються зв'язком сполучення. Якщо зміниться розмір або позиція отвору, шпиндель автоматично адаптується до цього.

Щоб вказати, які компоненти мають бути адаптивними, досить помітити їх в браузері як адаптивні (рис. 3). Поряд з ними система розміщає піктограму

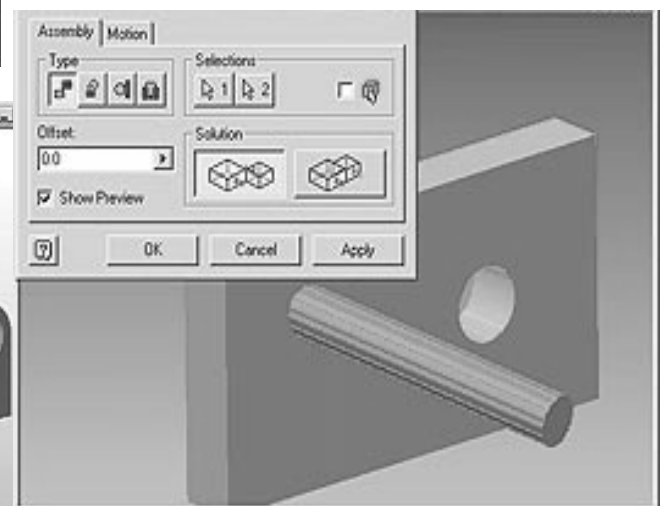
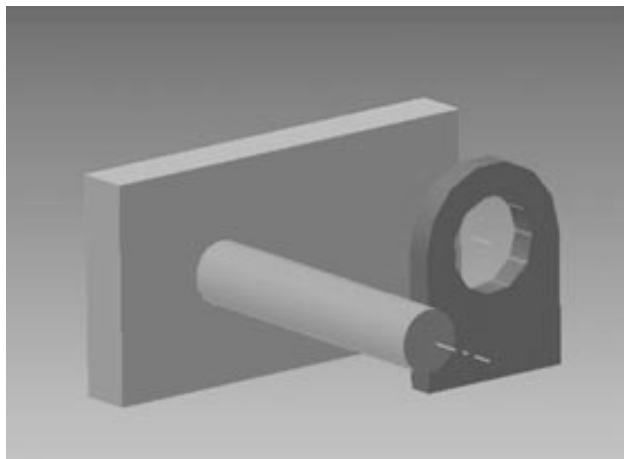
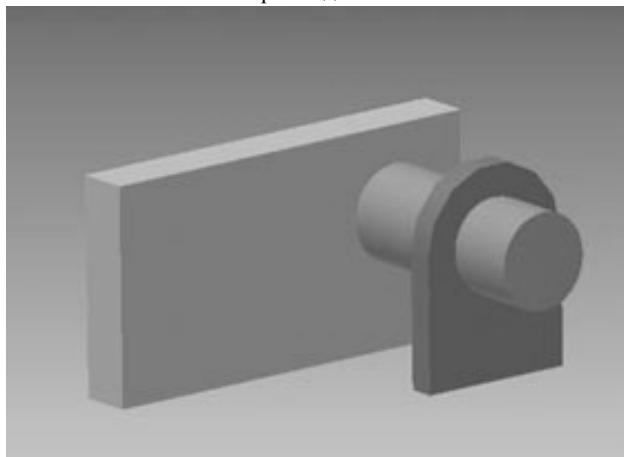


Рис. 3. Меню адаптації

Перевага адаптивної технології виявляється і при внесенні змін до проекту (рис. 4,а) Відомо, що за зміни завжди доводиться розплачуватися — або витратами часу, або взагалі відмовою від поліпшення проекту. Допустимо, в процесі розвитку проекту з'ясується, що розмір і місцеположення шпинделя набагато важливіші, ніж конфігурація отвору, отвір слід підігнати під шпиндель. Для цього досить вказати, які деталі мають бути адаптивними, виділивши їх в браузері (рис. 3). Якщо тепер перемістимо шпиндель, то отвір вузла автоматично підстроїться під нього (рис. 4,б). Послідовність подій в системі з адаптивним методом ніяк не впливає на процес внесення до проекту змін.



а – проект до зміни



б – проект після зміни

Рис. 4. Приклад зміни розміру шпинделя при адаптивному проектуванні

Адаптивний метод допомагає адаптувати проект до технічних змін, принаймні на 85% швидше в порівнянні з традиційними параметричними системами. Таким чином, система з адаптивним методом допоможе прискорити розробку і виробництво продукції [9,10].

Адаптивна система не вимагає створення геометрії особливим способом: можна вільно удосконалювати і змінювати план проекту. Будь-який мислячий користувач параметричної системи визнає, що створювати деталі в певному порядку — справа дуже складна, вимагає досвіду і ретельного планування, інакше починають виникати проблеми, особливо якщо складання ускладнюється. У адаптивній системі такі ускладнення відсутні, якою б складною не було складання.

Іноді у процесі розвитку проекту з'ясовується, що місцеположення шпинделя визначається іншою деталлю. Зміна проста, але в параметричних системах вона часто викликає чималі складнощі.

У параметричній системі шпиндель доводиться переробляти з урахуванням нової деталі, тобто треба буде прибрати колишню прив'язку до вузла всередині складання і задати нову прив'язку до нової деталі. З цією метою для отвору у вузлі і діаметрі шпинделя знадобиться написати рівняння.

Те, що спочатку було простою зміною конструкції, перетворюється на складну проблему, навіть якщо у складанні всього три компоненти. Для вирішення цього завдання доводиться замість одного математичного рівняння використовувати чотири. У параметричній системі для прив'язки позиції отвору у вузлі до позиції нової деталі доводиться вдаватися до багатоступінчастого рівняння алгебри, тому навіть прості зміни займають досить багато часу. І, якщо в параметричній системі на це йде не менше 5 хвилин, в адаптивній системі потрібно всього 30 секунд.

Припустимо, що є 300 деталей і кожна має по 20 властивостей. Процес впорядкування всіх відношень між ними буде довгим і трудомістким. Адаптивна система пропонує гнучкіший спосіб, що допомагає клієнтам економити тисячі доларів на кожному проекті.

Параметричні системи обмежують продуктивність ще й тим, що після того, як визначений належний порядок рішення, модель стає фактично заблокованою. Чим складніше і обширніше стає складання, тим важче змінювати його в параметричних системах. Початковий задум проекту дуже важко піддається зміні, тому багато користувачів починають все наново, повторюючи вже виконану роботу.

Халперн далі говорить: «Історія створення 3D-моделі в параметричній системі опиняється настільки складною, що знатися на ній і внести до моделі скільки-небудь серйозні зміни здатна лише та людина, яка її створювала» [11]. Щоб уникнути проблем із взаємовідношеннями у складанні, багато компаній взагалі не використовують перехресні зв'язки між деталями.

Завдяки унікальній адаптивній технології, можна легко і ефективно створювати, змінювати і редагувати будь-які складання — малі і великі.

Недоліком параметричних систем є і неможливість визначати функцію до форми (первинне креслення). Потрібно визначати форми всіх компонентів до тестування функцій конструкції, тобто спочатку робота відбувається в тривимірному просторі, а потім відбувається перехід у двовимірний, що протирічить самій ідеї конструкторської роботи.

## Висновки

У запропонованій моделі програми для автоматизованого проектування, деталі створюються не ізольовано, а проектуються для роботи в контексті складання, тобто властивості однієї деталі визначають форму і розміри інших. Для визначення таких взаємин традиційні САПР пропонують механізм перехресних параметричних зв'язків між деталями, який добре підходить для простих випадків, але часто виявляється

непридатним за реальних умов механічних складання і під час внесення непередбачених змін. Адаптивна технологія долає рамки параметричного моделювання, дозволяючи виконувати не тільки все те, що і параметрична, але і багато іншого.

Важливо і те, що параметричні системи не можуть бути доповнені адаптивністю, оскільки адаптивність повинна складати ядро архітектури. Адаптивна технологія усуває «природжені» недоліки параметричних систем, вирішуючи проблеми із взаєминами між деталями в складанні. Параметричні системи часто не допомагають користувачеві, а сковують його продуктивність. Крім того, нинішні параметричні системи моделювання пропонують лише обмежену підмножину адаптивної технології, а завдяки адаптивній технології можна вільно змінювати початковий задум проекту, управляти зв'язками і редагувати деталі в контексті складання. Це дозволяє оперативно вносити будь-які зміни до конструкції — навіть в процесі випуску.

Адаптивний підхід допомагає на 85% прискорити процес внесення технічних змін. В цілому сприяє ефективності і прискоренню проектування і виробництва продукції, забезпечуючи економію в тисячі доларів на кожному проекті. Пропонуючи гнучкий підхід до проектування, адаптивна система допоможе різко підвищити продуктивність.

## Список літератури

1. *Автоматизированные системы технологической подготовки производства в машиностроении / под ред. Горанского Г.К. М.: Наука. 1976. – 273с.*
2. *Афанасьев А.Н., Разработка автоматизированной обучающей системы САПР. // Труды международной конференции «САПР». А.Н. Афанасьев Н.Н. Войт . – М. : Физматлит. – 2008. – Т.3*
3. *Базовая система микроэлементных нормативов (БСМ-1) / Методические и нормативные материалы. - М.: Экономика, 1989 - 123с.*
4. *Войт Н.Н Проектирование в реализации БД для АОС САПР // Труды международной конференции «Конференция по логике, информатике, науковедению». Н.Н. Войт – Ульяновск: УлГТУ. – 2007. – Т. 2.*
5. *Войт Н.Н Разработка методов и средств адаптивного обучения проектной деятельности // Сборник научных трудов «Информационные технологии» Н.Н. Войт - Ульяновск: УлГТУ. – 2008.*
6. *Диксон Дж. Проектирование систем; изобретательство, анализ и принятие решений - М.,: Мир, 1969, - 440 с.*
7. *Довба А.С., Миускова Р.П., Сандуленко М.Е. и др. Разработка нормативов по данным хронометражных наблюдений и микроэлементам // Применение математических методов технических средств в НОТ. Выпуск 5. – М., 1975.*
8. *Машиностроение. Энциклопедия. Том 1-4. Автоматизация управления.- Москва.-2000.*

9. *Скрыпник Н.О., Горюкова В.О. Автоматизированные системы микроэлементного проектирования труда в развитых капиталистических странах // Соц. Труд. – 1986. - №4. – С 112-117.*

10. *Смирнов Е.Л. Справочное пособие по НОТ. - 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Экономика, 1986. - 399 с.*

11. *Afanasev A.N., Voit N. N. Development, implementation and application of CAD automated training system // Proceedings of the International Conference. Interactive Systems and Technologies: The Problem of Human – Computer Interaction. – Collection of scientific papers. – Ulyanovsk : 2007. – September. – Pp. 90 – 99.*

Стаття надійшла до редколегії: 5.12.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Р.В. Сорокатий, Хмельницький національний університет, Хмельницький.