

## ЗАСТОСУВАННЯ CALS-ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСІВ ВОДОЛІЧИЛЬНИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ DELCAM

© Повстяной О.Ю., 2013

**Показана можливість та перспективи застосування CALS-технологій з використанням сучасних CAD/CAM/CAE-підсистем програмного комплексу DELCAM на машинобудівних підприємствах України.**

**Ключові слова:** CALS-технології, проблемно-орієнтовані САПР-системи, інноваційні проекти.

**In this paper the possibility and prospects of CALS using advanced CAD/CAM/CAE-software complex subsystems DELCAM machine-building enterprises of Ukraine.**

**Key words:** CALS, problem tentative CAD systems, innovative projects.

**Постановка проблеми.** Зниження вартості продукції, часу її виходу на ринок, оптимізація затрат на виготовлення, зниження трудомісткості є конкурентовизначальними чинниками світової промисловості зараз і в найближчому майбутньому. З урахуванням цих чинників, особливо, якщо продукцією є технічно складний виріб, успішна діяльність сучасного підприємства на світовому ринку залежить від реінжинірингу проектно-технологічних і виробничих процесів. Найрадикальнішим засобом виконання завдань реінжинірингу є впровадження інтегрованих інформаційних технологій, а саме: CALS-технологій. Цей напрямок розвитку інформаційних технологій повністю покриває запити сучасної промисловості та забезпечує безперервну інформаційну підтримку виробу протягом усього його життєвого циклу [1, 2].

В умовах ринкової економіки конкурентна боротьба вимагає від промислових підприємств постійного оновлення та підвищення якості продукції, що випускається.

Ефективність CALS-технологій ґрунтується на їх комплексному застосуванні. Грамотний реінжиніринг, який підвищує ефективність реалізації CALS-технологій, приводить до успіху у кінцевого споживача, для якого вартість експлуатації важлива не менше від вартості самого виробу.

CALS-технології цільового призначення складаються з CAD/CAM/CAE-підсистем безперервного комп'ютерного циклу розробки, створення і виготовлення нових виробів у різних галузях промисловості. Програмний комплекс Британської компанії **Delcam plc** є прикладом впровадження сучасних програмних продуктів, які реалізують спеціалізовані CALS-технології в усіх галузях промисловості [3, 4].

Отже, CALS-технології разом з CAD/CAM/CAE-системами, забезпечуючи зниження вартості виробу і витрат на його експлуатацію за одночасного підвищення якості його обслуговування, надають перевагу сучасному підприємству у конкурентній боротьбі.

**Аналіз останніх досліджень.** Огляд літературних джерел показав, що дослідженням подібних проблем займаються Т.Е. Акімов, А.М. Васін [5]. І саме вони показали впровадження і використання CALS-технологій в машинобудуванні. О.О. Іванов та А.В. Петріков у [6] акцентують увагу на актуальності розробки, перспективах та реалізації CALS-технологій у вітчизняній промисловості. А.Ф. Колчін, М.Ф. Овсяніков та ін. у [7] підкреслюють, що для реалізації принципів

CALS-технологій необхідно насамперед вирішити багато наукових і технологічних проблем. Про особливості ефективності використання і впровадження CALS-технологій на сучасному етапі розвитку виробництва говорить В.В. Ступницький [8]. А ось Д.Е. Мотовілов і Ю.М. Міронов в [9] підкреслюють, що за відсутності стратегії впровадження інформаційних технологій придбання потужних і дорогих інформаційних систем і їх компонентів економічно недоцільно.

Аналіз зарубіжних літературних джерел [10–12] показав, що сьогодні CALS-технології є пріоритетними напрямками у світі і розглядаються як глобальна стратегія підвищення ефективності виробництва за рахунок інформаційної інтеграції та подальшого її використання в єдиному просторі об'єктів і систем. Застосування цієї технології передбачає оптимальну апаратну комплектацію розробок.

**Мета дослідження** – показати перспективи впровадження сучасних САПР-систем і CALS-технологій та можливість їх успішного використання на машинобудівних підприємствах України, зокрема на ПАТ “Електротермометрія” (м. Луцьк, Україна).

**Об'єктом дослідження** є корпуси водолічильників, які останнім часом набувають особливої вагомості у нашій країні та у світі.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасні процеси розроблення і впровадження у виробництво нових наукомістких високих технологій і виробів машинобудування – не просте виконання конструкторських і технологічних завдань, а складний пошук і реалізація нових ідей з необхідністю прийняття важливих рішень в умовах складної економічної ситуації [13].

Підприємства, стикаючись з необхідністю створення і просування на ринок збуту виробів з новими споживчими характеристиками, знаходяться у різних ситуаціях з погляду технологічної оснащеності, фінансових можливостей, стану структури і організації виробництва, кваліфікації кадрів тощо. Для одних підприємств впровадження провідними підприємствами існуючих методів організації виробництва, нових технологічних процесів, спеціального інструменту тощо може стати кроком вперед у досягненні високої якості виробів і поширення їх номенклатури. Інші ж підприємства спроможні та готові проводити освоєння нових технологічних ідей, складних наукомістких технологій, тобто займатися стратегічними інноваціями, впровадження яких має новаторський характер [14].

Реально обидва ці підходи до організації інноваційних процесів і методів тісно пов'язані і зустрічаються на багатьох підприємствах, доповнюють одне одного.

Прикладом цього типу підприємств є ПАТ “Електротермометрія” (м. Луцьк, Україна), яке має багаторічний досвід у розробленні, проектуванні, моделюванні та виробництві приладів і систем для вимірюванні кількості води. Прилади для контролю обсягу води, або водолічильники (рис. 1), останнім часом набули особливої вагомості завдяки реформі ЖКГ, яка почалася у нашій країні.

Сьогодні у нас та за кордоном відбувається активне освоєння CALS-технологій. CALS-технології утворюють самостійний напрямок в області інформаційних технологій. CALS-технології – це технології створення, обміну, управління і використання електронних даних, що підтримують повний життєвий цикл проекту. Вони дають змогу підприємству провести значну частину проектування і підготовки виробництва на комп'ютерах, попередньо все прорахувавши на тривимірних електронних моделях, і лише після цього запускати розробку у виробництво. Впровадження CALS-технологій призводить до істотної економії і отримання додаткового прибутку [15].

На рис. 2 показано розроблену структурну схему базового комплексу програм Delcam і місце у цьому комплексі систем Delcam PowerSHAPE та Delcam FeatureCAM, які проблемно орієнтовані на CAD/CAM створення різного роду деталей, зокрема, водолічильників.

На цій схемі показані основні програмні модулі, що використовуються в машинобудуванні. Ця концепція передусім застосовується для побудови складних форм поверхні та різноманіття форм поверхонь деталей і технологічного оснащення різних галузей машинобудування (автобудування, літакобудування, суднобудування, енергобудування, машинобудування легкої промисловості тощо, контурів деталей і технологічного оснащення).



Рис. 1. Водолічильники крильчасті KB-1.5, які випускає ПАТ “Електротермометрія” (м. Луцьк, Україна)

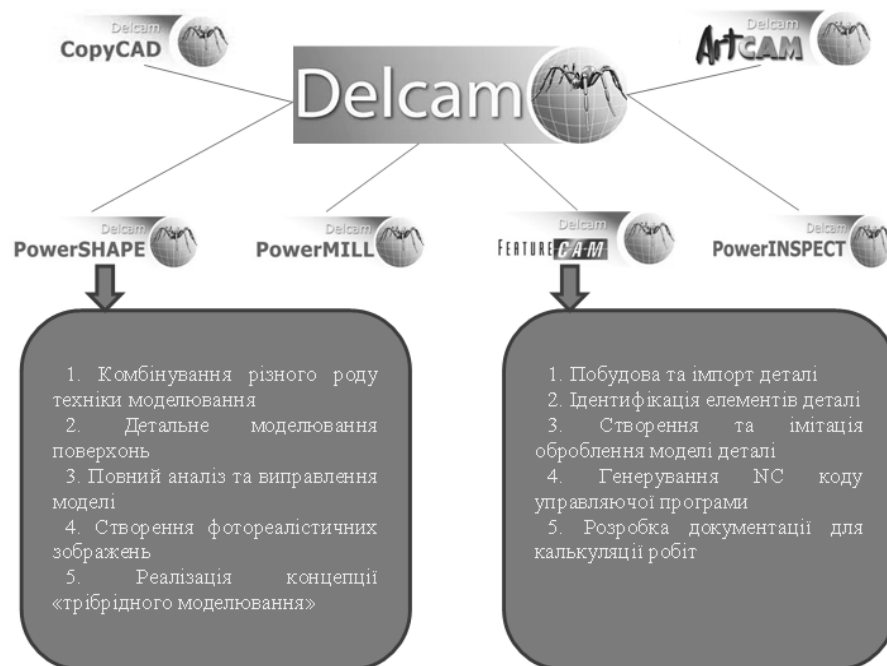


Рис. 2. Структурна схема базового комплексу програм Delcam і місце у цьому комплексі систем Delcam PowerSHAPE та Delcam FeatureCAM, які проблемно орієнтовані на CAD/CAM створення різного роду деталей

**PowerSHAPE** – це програмні модулі CAD-системи для реалізації концепції “гібридного моделювання” (Tribrid Modelling), яка передбачає об’єднання у CAD-системі можливостей трьох типів 3D-моделювання, а саме – гібридного моделювання (твердотільного і поверхневого моделювання) та каркасного (триангулярного) моделювання виробів складних форм і поверхонь. Кінцевим призначенням **PowerSHAPE** є застосування для автоматизованої підготовки управляючих програм (УП) виготовлення виробів на верстатах з ЧПУ за розробленими 3D-моделями виробів складних геометричних форм. Під час проектування і виготовлення 3D-моделі прес-форми програмно враховуються ливарні ухили так, щоб отриману деталь можна було видалити з форми.

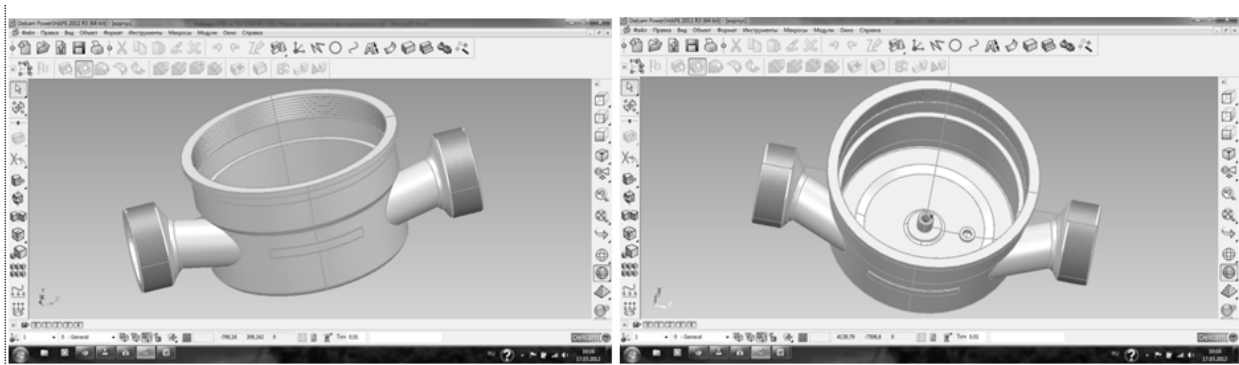
Програмний модуль **FeatureCAM** – це САМ-система для підготовки управляючих програм оброблення складних форм. Програмування (побудова математичної моделі) виконується на засадах автоматичного розпізнавання конструктивно-технологічних елементів (фічерсів) у

геометричної твердотільної 3D-моделі, яка створена у цьому модулі або яка імпортована з інших CAD-систем. Ця САМ-система має вбудовану базу знань, що дає змогу автоматично призначати режими токарної та фрезерної обробки виробів, а також програмувати циклограму автоматичної зміни ріжучого інструменту на верстатах з ЧПУ.

Алгоритм підготовки управляючої програми у **FeatureCAM** у спрощеному вигляді програмно реалізується у такій послідовності. Після створення 3D-моделі програмно вибирається пост-процесор конкретної фірми виробника верстата з ЧПУ.

Застосування програмного модуля **FeatureCAM** дає можливість проаналізувати час оброблення, оптимізувати траєкторію і різні стратегії оброблення і вибрати найприйнятніший варіант ще до генерації даних у керуючу програму. Це скорочує машинний час на чистових і напівчистових операціях.

Проектування таких складних деталей, як ливарної форми, корпусів редуктора, виливок корпуса, завжди було непростим завданням. Система **PowerSHAPE** уможлиблює значно спростити і полегшити цей процес, оскільки це програмне забезпечення ґрунтується на можливості поверхневого, твердотільного і каркасного моделювання (рис. 3).



*Рис. 3. Розроблена модель водолічильника крильчастого KB-1.5 у системі автоматизованого геометричного проектування **PowerSHAPE** (“Delcam plc”)*

Проектування таких складних деталей як форми для лиття водолічильників (рис. 4) завжди було і є непростим завданням.



*Рис. 4. Форма для лиття водолічильника крильчастого KB-1.5, яка використовується на ПАТ “Електротермометрія” (м. Луцьк, Україна)*

Ключовим етапом проектування ливарної форми є побудова каркасної моделі. **PowerSHAPE** має усі необхідні інструменти як для створення нової геометрії, так і для доопрацювання “чужих” моделей. А для забезпечення при’язок до точок, зміщення на кут і довжину, розпізнавання перетинів стосовно об’єктів тощо, використовують інтелектуальний курсор, який дає змогу робити точні побудови з мінімальною участю клавіатури.

Більшість твердотільних систем моделювання під час імпорту можуть об'єднувати поверхні у тверде тіло тільки у тому разі, якщо поверхні не мають зазорів. Для цього вони використовують невиправдано високу точність. **PowerSHAPE** використовує реальну точність і для поверхневих, і для твердотільних операцій, що уможливило вільно переходити від одного подання до іншого (рис. 5). Якщо модель не конвертується у тверде тіло з заданим допуском, **PowerSHAPE** може швидко знайти і закрити зазори.

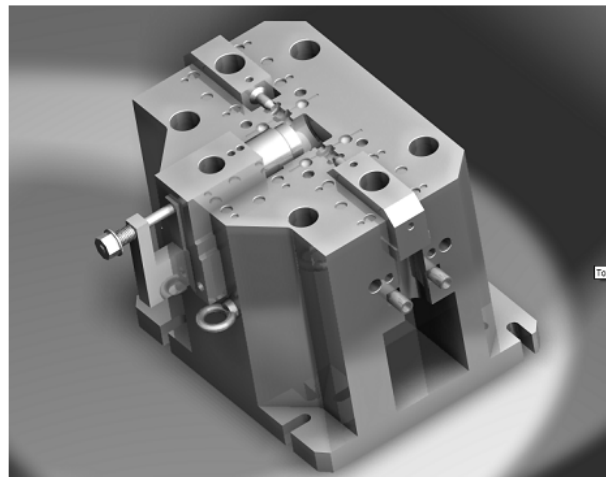
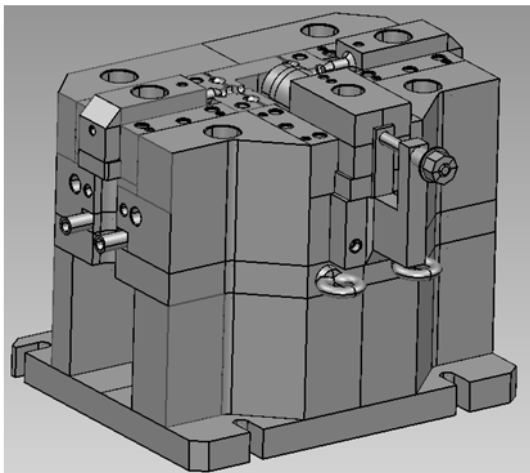


Рис. 5. Розроблена модель форми для лиття корпусу водолічильника крильчастого KB-1.5

Наступним кроком для виготовлення форми для лиття корпусу водолічильника є розроблення управляючої програми у **FeatureCAM**.

**Висновки.** Здійснення конкретного організаційного кроку для виготовлення корпусів лічильників – впровадження інформаційних технологій у сферу технічного обслуговування і ремонту підприємства ПАТ “Електротермометрія” (м. Луцьк, Україна) на основі програмного комплексу **Delcam plc**. Такий підхід благотворно впливає не тільки на зростання прибутку, але і робить підприємство гнучкішим, економічно стійкішим.

Незважаючи на важку економічну ситуацію в Україні, складний стан більшості машинобудівних підприємств, впровадження сучасних інформаційних технологій є об'єктивною необхідністю і вимогою щодо досягнення стійких конкурентоспроможних переваг цієї продукції на зовнішньому ринку, стійка тенденція в інноваційному розвитку як поточному, так і стратегічному.

Хоча локальна автоматизація немає чітко виражених економічних переваг, існують проблеми з методиками визначення економічного ефекту, тому необхідно постійно рухатися вперед у цьому напрямку, поетапно впроваджуючи інформаційні технології на підприємствах і на тих ділянках, де вони необхідні.

1. Дмитриев В. Современные ИПИ / CALS-технологии на базе решения – SAP // Портал машиностроения. – [Електронний ресурс]: [www.machportal.ru](http://www.machportal.ru), 10.01.2010. 2. Судів Є.В. Технології інтегрованої логістичної підтримки виробів машинобудування: навч. посіб. / Є.В. Судів, А.І. Левін, А.В. Петров, Є.В. Чубарова. – М.: Інформбюро, 2006. – 355 с. 3. <http://www.delcam.com>. 4. Черепашков А.А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / А.А. Черепашков, Н.В. Носов. – Волгоград: Издательский Дом “Ин-Фолио”, 2009. – 640 с. 5. Акімов Т.Е. Впровадження і використання CALS-технологій в машинобудуванні / Т.Е. Акімов, А.М. Васін // 9-та Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. “Сучасність, наука, час”. – [Електронний ресурс]: <http://www.intkonf.org>. 6. Іванов О.О. Перспективи впровадження автоматизованих систем проектування і управління в машинобудуванні / О.О. Іванов, А.В. Петріков // 9-та Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. “Сучасність,

наука, час”. – [Електронний ресурс]: <http://www.intkonf.org>. 7. Колчин А.Ф. Управління життєвим циклом продукції: навч. посіб. / А.Ф. Колчин, М.В. Овсянников, А.Ф. Стрекалов, С.В. Сумароков. – М.: Анахарсис, 2002. – 304 с. 8. Ступницький В.В. Ефективність впровадження CALS-технологій на машинобудівних підприємствах України / В.В. Ступницький // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні”. – 2009. – №642. – С. 80–84. 9. Мотовилов Д.Э., Миронов Ю.М. Как сделать внедрение CAD/CAM/CAE/PDM наиболее эффективными // Мир техники и технологий. – 2009. – №3. – С.46-49. 10. Graham Spinardi. A comment on Standish et al.: The problem with CALS: Barriers to the development of product data exchange and the US continuous acquisition and life-cycle support programme Original Research Article / Graham Spinardi, Ian Graham, Robin Williams // International Journal of Production Economics, Volume 44, Issue 3, 1 July 1996. – P. 201–206. 11. A. Bessarabov. CALS-model of innovative technology for plasmachemical synthesis of nanopowders / A. Bessarabov, A. Kvasyuk, M. Ivanov, N. Menshutina // Computer Aided Chemical Engineering, Volume 28, 2010. – P. 757–761. 12. M. Shpitalni. Practical Aspects of CALS in Design an Manufacturing of Sheet Metal Products / M. Shpitalni, L. Alting, A. Bilberg // Original Research Article CIRP Annals – Manufacturing Technology, Volume 47, Issue 1, 1998. – P. 393–396. 13. Федоров В.К., Бендерский Г.П., Белевцев А.М. О некоторых принципах и особенностях организации инновационной деятельности в современном машиностроении // Технология машиностроения. – 2007. – №5. – С.80–81. 14. Єніфанова І.М. Розвиток інформаційної інфраструктури машинобудівного підприємства / І.М. Єніфанова, Г.І. Задорожко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011. – № 6, Т.2. – С.235–242. 15. Орловський Б.В. CALS-технології об’єктно-орієнтованого проектування і виготовлення взуття на засадах програмного комплексу DELCAM CRISPIN / Б.В. Орловський // Вісник КНУТД “Машини легкої промисловості, обладнання та системи управління”. – 2012. – №1. – С.22–33.