



УДК 658.512.2

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ МІЖ ЕТАПАМИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ОБ'ЄКТІВ МАШИНОБУДУВАННЯ

Лясковська С.Є., к. т. н.

Національний університет "Львівська політехніка" (Україна, м. Львів)
Тел. (032) 258 – 21 – 55

Анотація – у роботі приведені основні етапи життєвого циклу проектування деталі та процесу її експлуатації. Побудована схема взаємозв'язків етапів створення та реалізації об'єктів машинобудування. Враховані сучасні методи для динамічної співпраці між інженером – механіком та замовником на підприємстві. Проаналізовані особливості передачі конструкторської графічної інформації за допомогою хмарного середовища, адаптованого для машинобудівної галузі. Складено факторну математичну модель взаємозв'язків між параметрами для передачі даних за допомогою хмари, враховуючи зворотній зв'язок у системі «інженер-механік – замовник». Здійснено аналіз технологічного процесу обробки деталі із використанням її 3D моделі у CAD/CAE/CAPP/CAM системі.

Ключові слова: об'єкт машинобудування, життєвий цикл, CAD/CAE/CAPP/CAM системи, хмарні середовища, 3D – модель.

Постановка проблеми. Проектування устаткування обладнання для машинобудівної промисловості потребує, насамперед, ретельного аналізу технологічного процесу. Інженер – механік постає розробником та менеджером, адже для складання технологічного процесу потрібно проаналізувати та обчислити деякі кроки наперед. Зокрема, виконується аналіз представлених на ринку виробів – аналогів, узгодження із замовником особливостей майбутнього проекту, складання технічної пропозиції, виготовлення дослідного зразка виробу. Для планування, розроблення та модернізації обладнання машинобудування важливим є окреслити життєвий цикл виробів.

Аналіз попередніх досліджень. Питання дослідження планування життєвого циклу виробів машинобудування за допомогою



CAD – систем досліджуються у роботі [1], зокрема, означені системи розглядають як об'єднання **CAD** і **CAM** систем [2]. У науковій розвідці [3] розглянуто етапи проектування у **CAPP** системі, вплив даних про досліджуваний об'єкт моделювання на створення технологічного процесу.

Дослідження показали, що динаміка розвитку сучасних інформаційних технологій диктує потребу у створенні нових методів та засобів і використання їх на виробництві, зокрема, для машинобудівної галузі. Актуальною постає проблема організації виробництва з використанням сучасних **CAD/CAE/CAPP/CAM** систем, хмарних технологій щодо їх систематизації та взаємозв'язку. Важливими є питання аналізу етапів життєвого циклу об'єктів машинобудування з урахуванням сучасних інформаційних систем та технологій.

Формування цілей статті. Завданням даного дослідження є підвищення результативності проектування обладнання шляхом систематизації і взаємозв'язку етапів проектування виробу машинобудування у **CAPP** системі та врахування особливостей взаємодії елементів системи «інженер – замовник» за допомогою хмарного середовища. А також шлях інтеграції графічних моделей з **CAD** системи у **CAPP** систему.

Основна частина. Реалізація етапів проектування складових елементів об'єкта машинобудування включає безпосередній зв'язок проектування та експлуатації виробів машинобудування загалом. Детальне планування виробництва починається від одержання замовлення, узгодження технічного завдання, опрацювання необхідної інформації про проект, тобто перших кроків життєвого циклу продуктів машинобудування.

Далі слідує етап вибору методів та систем для розроблення графічних моделей продукції, тобто **CAD/CAE/CAM** систем, **CAPP** систем, **DFMA** методології, яку використовують дизайнери для аналізу особливостей структури виробу. Аналізом популярних **CAPP** програм встановлено, що ефективнішими для машинобудівної галузі є **CATIA**, **SolidWorks**, **NX(SiemensPLM)**. Для реалізації комп'ютерних технологій проектування ефективними є такі типи **CAPP**, які містять модулі графічного проектування **CAD**, інженерного аналізу тобто перевірку розробленого об'єкта на міцність методом скінченних елементів блоком **CAE** та бібліотеку для об'єктів машинобудівних галузей **CAM**, тобто **CAD/CAE/CAM** систем. **PLM** – система (**ProductLifeManagement**) об'єднує етапи проектування деталей в

один життєвий цикл. На рис.1 подано послідовність етапів проектування та реалізації машинобудівної продукції.



Рис.1. Етапи проектування та реалізації машинобудівної продукції

Перший блок демонструє опрацювання даних про проект машинобудування, розроблення математичних моделей, а також геометричне моделювання. Блок «Методи та засоби» містить етап вибору відповідного САПР середовища та комплекс відповідних

програм для роботи над завданням машинобудування. Процес життєдіяльності містить етапи розроблення, представлення продукції замовникові, підтримку в процесі експлуатації. Блок «Менеджменту та реалізації» містить наступні складові: дані про персонал, кількість інженерів, забезпечення належних засобів для персоналу (токарів, електриків тощо), робота з працівниками та клієнтами, продажі, аналіз продукції конкурентних виробництв, представлення підприємства на ринку збуту, організація утилізації відходів без шкоди для довкілля.

Застосування хмарних сервісів в сфері машинобудування є сучасним та ефективним рішенням для роботи у системі «клієнт – замовник». Перевагою таких сервісів є оперативний обмін інформацією між замовником та розробником. Серед сучасних хмарних сервісів та мобільних програм для галузі машинобудування відомими є **Auto CAD 360 PRO**, **Fusion 360**, **3D CAD Models Engineering**, **Gstar CAD DWG FastView**.

На рис.2 подана модель, яка демонструє процес взаємодії клієнта та інженера – механіка з використанням хмарних сервісів. Дана модель окреслює процес взаємодії інженера – механіка, який відповідає за створення проекту машинобудування, та клієнта розроблювального завдання. Після одержання та опрацювання всіх даних інженером, насамперед, обрано та затверджено із клієнтом відповідне хмарне середовище для спільної роботи над поставленим завданням щодо проекту. Розробник «скидає» свої напрацювання у «хмару» та очікує відгук від клієнта. Після отримання та опрацювання інформації стосовно свого замовлення здійснюється зворотній зв'язок від клієнта до розробника, який полягає у відправленні повідомлень із коментарями по завданнях, одержаних із хмарного середовища. Типи повідомлень розглядаються двох видів: «через хмару» або прямий зв'язок «клієнт – інженер-механік».



Рис.2. Взаємозв'язок клієнта та інженера – механіка з використанням хмарних сервісів

Модель на рис.2 є частковим випадком узагальненого процесу проектування, в якому його учасниками може розглядатися обґрунтована факторна математична модель P , яка описує взаємозв'язки між параметрами даних:

$$P = (Q, G_{graph}, T, Re, Org), \quad (1)$$

де

Q – кількість розробників;

G_{graph} – графічна компонента: графічні результати, 3D моделювання;

T – часова компонента опрацювання даних щодо проекту;

Re – множина одержаних результатів;

Org – множина організаційних факторів, які впливають на процес проектування, оброблення та виготовлення об'єктів машинобудування.

Розглянемо, для прикладу, взаємозв'язки між різними етапами практичного проектування деталей машинобудування за допомогою **САРР** системи «Вертикаль». Першим етапом є створення креслення та побудова 3D моделі в **CAD** середовищі (рис.3).

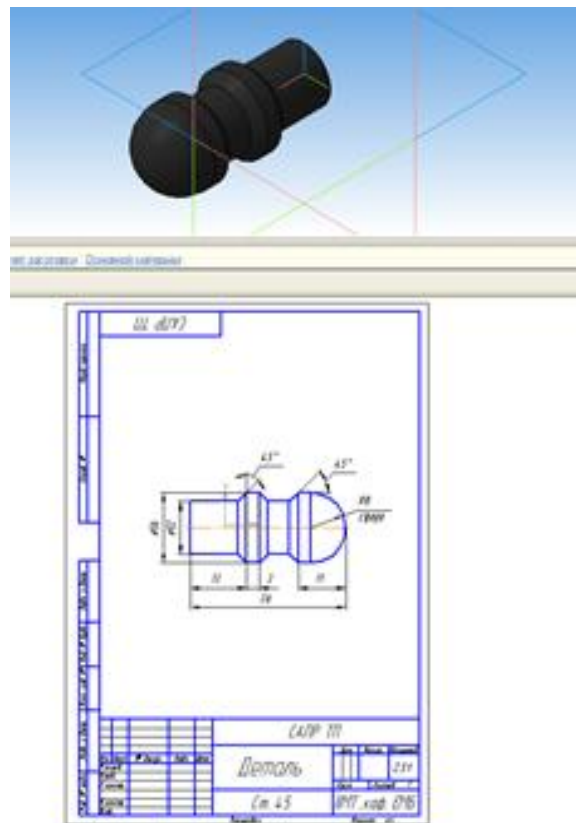


Рис.3. Перший етап створення креслення у **САРР** системі «Вертикаль»

Наступним кроком є вибір типу оброблення потрібної поверхні. Для цього обираємо *Точіння загального профілю - Обробку різанням - Операцію «Токарна»* (рис.4).

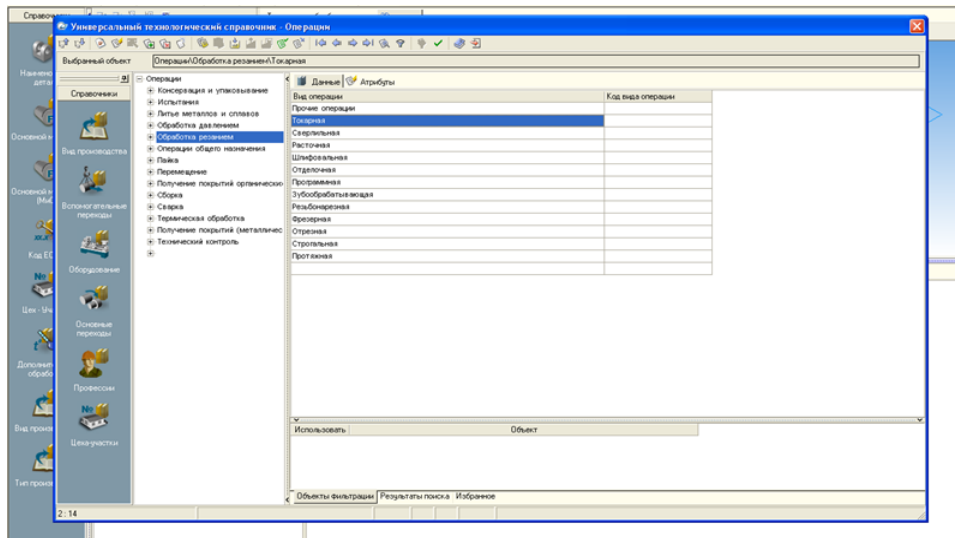


Рис.4. Шлях вибору операції «Токарна» для здійснення обробки поверхні деталі

Важливий етап складає вибір професії для здійснення певної операції. В даному прикладі обрали професію «Токар» (рис.5).

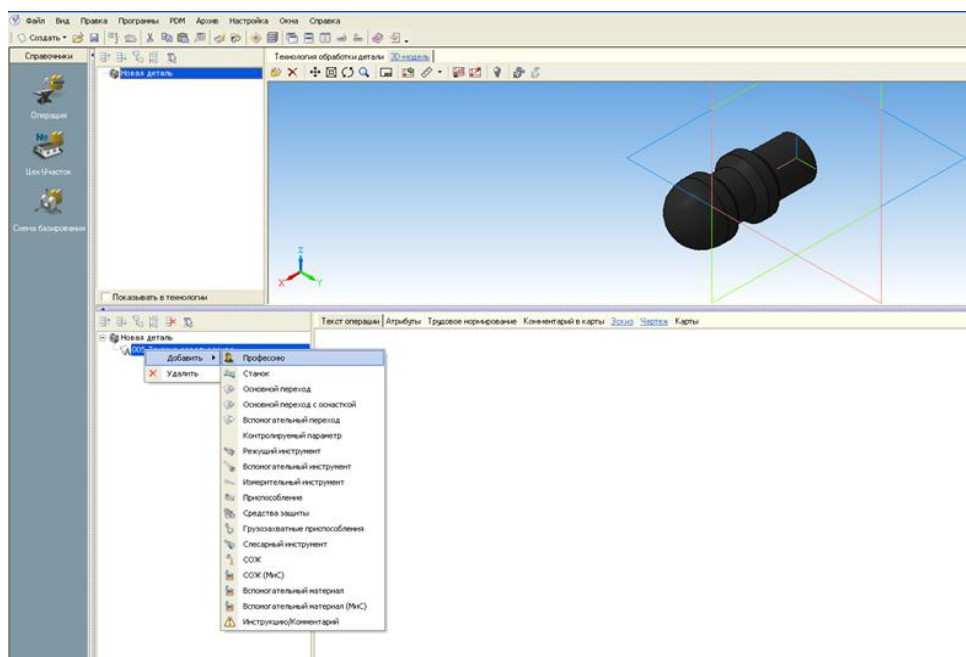


Рис.5. Вибір професії «Токар» для здійснення операції

Наступний етап передбачає вибір ріжучої пластинки (рис.6).

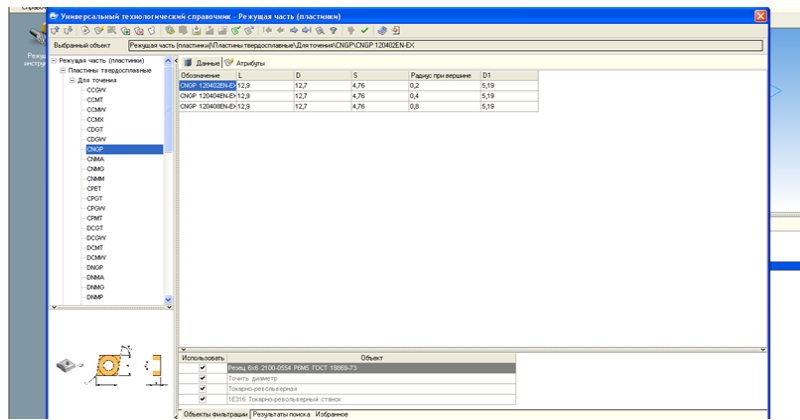


Рис.6. Вибір ріжучої пластинки

Отже, бачимо, що взаємозв'язки між різними етапами проектування та обробки деталей машин та механізмів є послідовними або непослідовними. Незалежно від етапу розробки об'єктів машинобудування на загальний результат проектування впливають параметри процесу, які пов'язані прямим чи зворотнім зв'язком.

Висновок. Проведений аналіз взаємозв'язків між етапами життєвого циклу об'єктів машинобудування показав важливість процесу комунікації елементів системи «інженер-механік – клієнт», заснованого на використанні хмарних сервісів.

Література

1. *Topilnytskyu V.* Modeling the dynamic of vibratory separator of the drum type with concentric arrangement of sieves / Rebot D., Sokil M., Velyka O., Liaskovska S., Verkhola I., Kovalchuk R., Dzyuby kL. // Eastern – European Journal of Enterprise Technologies 2/7 (86) 2017, p. 26 – 35.
2. *Мартин Є.В.* Візуальне програмування задач механіки із залученням геометричних засобів CAD – систем / Є.В. Мартин, О.М. Гумен, С.Є. Ляковська.- Прикл. геом. та інж. графіка.–М.: ТДАТУ, 2013. – Вип. 4. Т.55. – С.18 – 23.
3. *Велика О.Т.* Оптимізація геометричних параметрів під час розрахунків деталей у середовищі CAD/CAE Auto CAD Mechanical 2006 / С. Є. Ляковська, О. Т. Велика // Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні. - Л.: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - № 729.



ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ЭТАПАМИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Лясковская С.Е.

Аннотация

В работе приведены основные этапы жизненного цикла проектирования деталей и процесса ее эксплуатации. Построена схема взаимосвязей этапов создания и реализации объектов машиностроения. Учтены современные методы для динамической работы между инженером - механиком и заказчиком на предприятии.

Проанализированы особенности передачи конструкторской графической информации с помощью облачной среды, адаптированной для машиностроительной отрасли. Составлена факторная математическую модель взаимосвязей между параметрами для передачи данных с помощью облака, учитывая обратную связь в системе «инженер-механик - заказчик». Проведен анализ технологического процесса обработки детали с использованием ее 3D модели в CAD / CAE / CAPP / CAM системе.

INTERACTION BETWEEN THE STEPS OF THE LIFE CYCLE OF MACHINE BUILDING OBJECTS

S. Ljaskovsky

Summary

The main stages of the life cycle of designing the part and the process of its exploitation are presented in this work. The scheme of interconnections of stages of creation and realization of objects of machine building is constructed. Modern methods are considered for dynamic cooperation between the engineer - the mechanic and the customer at the enterprise. The peculiarities of transmission of design graphic information with the help of a cloud environment adapted for the machine-building industry are analyzed. Factorial mathematical model of interconnections between parameters for data transmission with the help of a cloud is made, taking into account the feedback in the system "engineer-mechanic-customer". An analysis of the process of processing the part using its 3D model on the CAD / CAE / CAPP / CAM system is carried out.