

# ЗА ПРЕДИМСТВАТА НА CAD ПРОЕКТИРАНЕТО В УЧЕБНИЯ ПРОЦЕС

## ON THE ADVANCES OF CAD PROJECTING IN EDUCATION

Георги Тонков      Мария Пейкова  
ТУ – София, България      ТУ – София, България

**Abstract:** The applying of CAD products leads to high speed of projecting of different technical objects in the infrastructure and in the industry: machinery, transport, ergonomics etc.

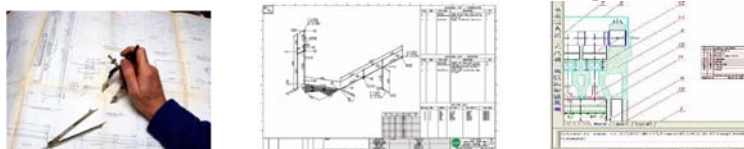
**Keywords:** CAD projecting, projecting speed, 2D/3D CAD area, machinery CAD.

### 1. Въведение

В изложения труд са разгледани част от най-използваните инженерни CAD продукти за проектиране – AutoCAD, Auto

Lisp, AutoCAD Mechanical, AutoCAD Electrical, AutoCAD Inventor. С тях се създават:

- различни по вид схеми и чертежи с графична, текстова и таблична част – фиг.1;



Фиг. 1 Чертежи на промишлени изделия

- твърдотелни и повърхнинни модели, механични изчисления и изпитвания, симулации и анимации – фиг.2;



Фиг. 2 CAD модели на реални механизми

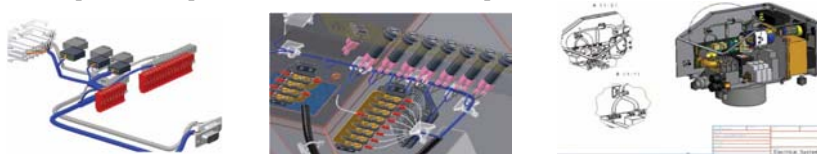
- конструкторска документация, включваща: основни и допълнителни проекции – изгледи, разреза и сечения; аксонометрични проекции; реалистични изображения;

точностни и качествени показатели – грапавост, отклонения от форма и размери, технически изисквания – фиг.3;



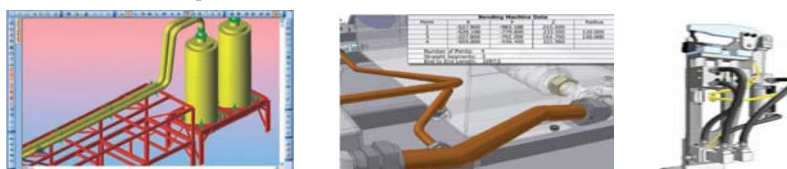
Фиг. 3 Конструкторска документация на технически обекти

- електрическо опроводяване и окабеляване – фиг.4;



Фиг. 4 Създаване на електрически връзки в проектираните изделия

- тръбопроводни инсталации и системи (фиг.5) и т.н.



Фиг. 5 Опроводяване с тръбни съединения

Целта на настоящата статия е да бъдат информирани с възможностите на най-известните CAD продукти начинаещи и бъдещи инженери и специалисти, включително – ученици, студенти, докторанти.

### 2. Изложение

#### 2.1. Работа в 2D CAD среда

##### 2.1.1 AutoCAD

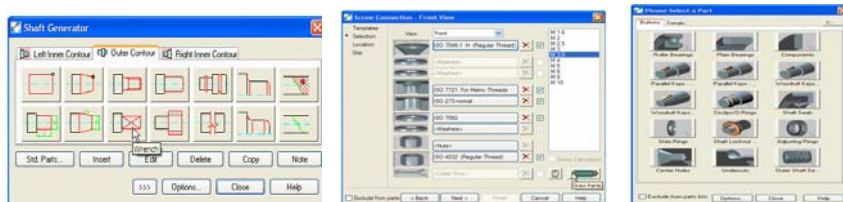
AutoCAD е универсална програма за автоматизирано проектиране и документирание в 2D CAD среда [1; 2; 3]. С нея могат да се създават и тримерни обекти [4]. Използва се в архитектурното, строителното, инфраструктурното и машиностроителното проектиране. Служи за изчертаване, оразмеряване и надписване на чертежите [5]. Заложена в програмата функционалност помага да се концептуализират и визуализират разработваните проекти и да се ускори

изпълнението на задачите. Чрез заложените в нея средства за параметризиране на чертежите се съкращава времето за проверка и редакция на проектите. Асоциативният интерфейс прави работата с програмата привлекателна, лесна за усвояване и използване и допринася за повишаване на общата производителност при проектирането.

### 2.1.2 Auto Lisp

Auto Lisp е мощен инструмент, създаден за нуждите на AutoCAD. С него се извършва управление и контрол на всички команди в AutoCAD средата [6; 7]. Като програмноориентиран език Lisp е изграден от модули. Те се създават на базата на основни дефиниции в дадена научна област или на базата на експертни изводи. Създадените модули са обектноориентирани единици на езика на Lisp и са в състояние да се свързват като основни елементи и като полидисциплинирани елементи подредени в стекове. Подобни обектноориентирани модули са създадени в ЕИЦ на ТУ - София за обучение в областта на кинематиката [8]. Обединението на повече от един основен модул в нов, стоящ йерархично по-високо в наредбата на Lisp, създава т.н. макроси. С Auto Lisp могат да се създават собствени команди и да се предефинират съществуващи такива. Той позволява:

- редактиране на AutoCAD обекти;
- подобряване на скоростта на обработка;
- филтриране на обекти за конкретни свойства;
- достъп до системните таблици на AutoCAD;
- достъп до сложни обекти.

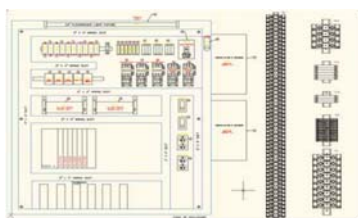


Фиг. 6 Генератори и библиотеки със стандартни елементи

След като стандартният компонент бъде избран от библиотеката, с едно кликане той се вмъква на указаното място в чертежа. Общият изглед автоматично се редактира по стандартите на проектирането.

Заложения в AutoCAD Mechanical генератор на машинни елементи и предавки улеснява многократно проектирането на механизми и машини.

Процесите при изготвянето на конструкторската документация са автоматизирани и улеснени от факта, че AutoCAD Mechanical притежава асоциативен инструмент за почти всички аспекти от процеса на конструирането. Например при оразмеряването се използват диалогови прозорци, с които се управляват и разширяват само променливите, които са от значение за производството. С автоматичното оразмеряване се получават координатни групи – паралелни, симетрични или подходящо отместени. Припокриващите се размери автоматично се подравняват на подходящо разстояние един от друг.



Фиг. 7 Документация получена

Предимството от използването на AutoCAD Electrical се дължи на следните възможности на програмата:

- автоматично номериране на използваните компоненти;
- откриване и отстраняване на допуснати грешки в процеса на проектиране;

Сложните обекти могат да обединяват механични свойства и влиянието им върху съответни сечения: например, характерни силови ефекти и влиянието им върху деформиране на точно определено сечение на работещ детайл или система от свързани звена в една машина. Всичко се скриптира (записва) чрез дефинирани основни модули за получаване на ефективни решения.

### 2.1.3 AutoCAD Mechanical

С AutoCAD Mechanical се създава и оптимизира конструкторска документация с повишено бързодействие и лекота. Опростява се цялостно извършваната конструкторска работа и се ускорява производителността и точността на конструирането [1; 2; 3; 9]. Създаването на геометрични обекти с използването на помощната геометрия намалява възможността за допускане на грешки. В чертежите автоматично се извършва оразмеряване на проектираните изделия и се извежда списък със зададените сглобки на присъединителните размери.

В AutoCAD Mechanical са заложени мащабни библиотеки (фиг. 6), включващи:

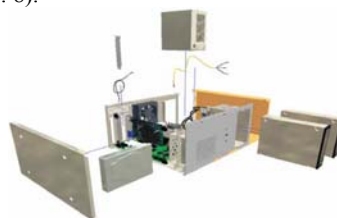
- стандартни елементи;
- механични предавки;
- инженерни компоненти като скосявания, подрязвания и закръгления на ръбовете от повърхнините;
- готови канали – ротационни, призматични, сегментни и отвори (проходни, глухи, гладки, стъпални, резбови и др.).

AutoCAD Mechanical поддържа стандартни чертежни формати – ANSI, BSI, CSN, DIN, GB, ISO и JIS, използвани от различните потребители по света.

### 2.1.4 AutoCAD Electrical

В много от случаите се изисква електрическите системи и инсталации от проектираните устройства, механизми и машини да се документират (фиг.7). AutoCAD Electrical позволява този процес да се ускори и прецизира [10]. В документирания електрически схеми се извършва автоматично номериране на проводници и елементи със стандартното буквено-цифровото означение. Едновременно с въвеждането на промени в изпълняваните схеми се извършва преномериране и актуализиране на всички означения [1].

Чрез AutoCAD Electrical се осъществява обмен на информация между машинните инженери, конструиращи механиката на една машина и електроинженерите, проектиращи електрическата част и опроводяването на тази машина (фиг. 8).



Фиг. 8 Опроводяване на електроизделия AutoCAD Electrical

- проследяване на броя на контактните елементи към даденото реле и задаване на поредните номера на клемните изводи на бобините;
- вградени библиотеки със стандартни електрически компоненти, неелектрически символи и каталози на производители;

- генератор на съединители и конектори;
- редактор за добавяне на програмируеми логически контролери и създаване на блокови символи;
- инструменти за проектиране на електрически табла и панели;
- свързване на сноп проводници с една команда;
- лесно и бързо визуализиране на връзките между устройствата;
- установяване на зададено разстояние между проводниците и автоматично визуализиране на пресичащи се и кръстосани проводници;
- цялостно управление на клеми и терминални устройства.

Съществува пълна интеграционна съвместимост между AutoCAD Electrical и AutoCAD Inventor Professional, което позволява тримерно моделиране на създаваните механични конструкции и електрически системи и пълното им техническо документироване.

## 2.2. Работа в 3D CAD среда

### 2.2.1 Mechanical Desktop

Mechanical Desktop притежава всички функции на AutoCAD Mechanical като е разширен с опция за тримерно моделиране. С него могат да се създават 3D единични и съставни модели на изделия. Всички стандартни елементи и механични предавки – зъбни, ремъчни, верижни, както и гърбични механизми могат да се генерират както в чертожната равнина (2D), така и в моделното (3D)пространство.

Mechanical Desktop позволява в един файл да бъдат създавани тримерни сглобени единици, отделно ориентирани модели (твърдотелни и повърхнинни), частично или напълно завършени чертежи, схеми и диаграми, както и текстова информация [11].

Mechanical Desktop е преходно стъпало от 2D към 3D проектирането. Перспективата е той да бъде заменен изцяло от доминиращия AutoCAD Inventor.

В трите разгледани до тук продукта – AutoCAD, AutoCAD Mechanical и Mechanical Desktop е вграден и се използва програмният език Auto Lisp.

### 2.2.2 AutoCAD Inventor Professional

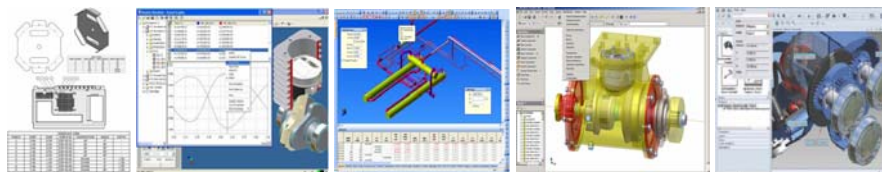
Това е най-бързо развиващата се CAD система от среден клас. AutoCAD Inventor Professional Suite е инженерен пакет от

програмни модули за осъществяване на параметрично твърдотелно и повърхностно моделиране на механизми и машини [12; 13]. Заложените в него инструменти осигуряват цялостно конструиране и създаване на пълна конструкторска документация.

С него се реализира възможността за едновременна работа върху даден проект от един колектив в произволно време.

Автоматизацията на процесите при проектиране и конструиране на машиностроителни изделия с AutoCAD Inventor се дължи на неговата асоциативност и лесно използване на огромния набор от инструменти [14;15]. Основните възможности на продукта се заключават в следното (фиг. 9):

- проектиране на детайли от листов материал;
- проектиране на заварени съединения с различни заваръчни шевове;
- генериране на рамкови конструкции;
- проектиране на сложни детайли и съставни възли;
- автоматизирано създаване на пълна конструкторска документация;
- динамични симулации на механизми;
- якостен анализ на детайли по метода на крайните елементи (FEA);
- автоматизирано създаване на тръби и тръбни системи;
- моделиране на шприцформи;
- електрическо опроводяване и окабеляване на машини;
- генериране на стандартни машиностроителни изделия, при които по зададени входящи параметри се създават тримерни модели на предавки и стандартни машинни елементи;
- машинно калкулиране – за пресмятане на допуски и сглобки;
- анализ на форма и повърхнини – при проверка на конструкциите за качество и технологичност на изработка;
- наличие на библиотеки с вградени над 800 000 стандартни елемента;
- работа с големи сглобки, съдържащи стотици хиляди детайли;
- анимации и висококачествени реалистични изображения;
- обмен на данни чрез конвертиране на файлове в различни формати - Pro/E, Granite, CATIA, UG – NX, Parasolid, Solid Works, както и импорт в STEP, IGES и SAT файлове.



Фиг. 9 Проектиране с AutoCAD Inventor

## 3. Заключение

Автоматизацията при проектирането трябва да се извършва по лесен и опростен начин, водещ до максимални положителни резултати. Използваните CAD продукти за автоматизиране на процесите на конструиране трябва да са съобразени с тези изисквания. Разгледаните CAD системи отговарят на тези условия, което се потвърждава и от факта, че това са най-масово използваните в света продукти за конструиране.

По-малкото време за изграждането на обектите позволява на инженерите да насочат вниманието си към въвеждане на иновации. Чрез бързото изграждане на дигитални прототипи, те могат да открият евентуални грешки, преди продуктите да бъдат изпратени за производство. Благодарение на творческите подходи, които ускоряват и улесняват производствения процес, AutoCAD Inventor намира най-широко приложение от подобния клас CAD системи.

Усвояването и използването на тези продукти е безспорно предимство за бъдещите специалисти в тяхната самостоятелна или съвместна професионална работа.

## Литература

1. <http://www.bmg.bg>.
2. <http://www.cadpointbg.com>.
3. <http://www.procad-bg.com>.
4. СИРМАНОВ В. AutoCAD 2007. Пълен професионален справочник. София, „СофтПрес“, 2006.
5. СИРМАНОВ В. AutoCAD 2009. София, „СофтПрес“, 2009.
6. ОМУРА Д. AutoLISP – самоучител, София, СофтПрес, 2002.
7. <http://www.jefferypsanders.com/autolisp.html>.
8. ПЕЙКОВА М., В. ШЕНЕВА, С. БОНЕВ и др. Обектно-ориентирани модули на Lisp за обучение чрез ЕИМ в кинематиката. Програмен продукт ЦРПП. София, 1982.
9. <http://www.proektirane.eu>.
10. <http://www.autodesk.com/autocad electrical>.

11. КУДРЯВЦЕВ, Е. Mechanical Desktop Power Pack. Москва, „ДМК”, 2001.
12. SHIH, R. Parametric Modeling with Autodesk Inventor 2009. Schroff Development Corporation, 2008.
13. WAGUESPACK, C., S. DOTSON, B. BOGAN, A. FAIX, S. HINDMAN, L. JAHRAUS, D. JEFFREY, S. SUBRAHMANYAM, B. VAN DER DONCK. Mastering Autodesk Inventor 2009 and Autodesk Inventor LT 2009. Sybex, 2008.
14. ТОНКОВ, Г. „Проектиране на зъбни предавки с CAD/CAM системи (Геометрично моделиране на спрегнати зъбни предавки с CAD системи) II част. „Авангардни машиностроителни обработки”. Кранево, 18 - 20 юни 2008 г., стр. 165-173.
15. BETHUNE, J. Engineering Design And Graphics With Autodesk Inventor 2009. Pearson Prentice Hall, 2008.