

## CAD/CAE-СИСТЕМИ ЯК НАВЧАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ІНЖЕНЕРА

Рудик О.Ю. к.т.н., доцент, Денєга О.О., Сворінь А.С., магістранти

*Хмельницький національний університет, Україна*

**Abstract.** The questions of engineering analysis by a computer-aided design are lighted up SolidWorks and its appendixes SolidWorks Simulation. The physical processes that characterize the stress-strain state of the crosspiece of the device for cross compression of the bar are considered. The maximum nodal stresses and the resulting displacements have a minimum margin of safety. The conclusion of the conducted research is the following: under the action of applied forces in the extreme case the crosspiece is on the verge of destruction. Therefore, it is necessary to either replace the material of the crosspiece with a stronger one or apply heat treatment to the existing one.

**Ключові слова:** 3D ПРОЕКТУВАННЯ, SOLIDWORKS, ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ, SOLIDWORKS SIMULATION, МОДЕЛЮВАННЯ.

Сучасні освітні технології підготовки кваліфікованих інженерів формують параметри робочої сили з прогнозованими і затребуваними професійними компетенціями, що призводить до повнішого задоволення попиту і зниження дисбалансу професіонально-кваліфікаційної структури ринку робочої сили. Система вищої професійної освіти країни направлена на виявлення потенціалу особистості студента, розвиток комунікативних навичок, ефективне управління компетенціями майбутнього фахівця. Освітнє середовище вузів вибудовується таким чином, що студент, який одержує високоякісну освіту, має високу конкурентоспроможність на ринку робочої сили, швидко знаходить робоче місце і завжди затребуваний як фахівець за рахунок розвиненіших комунікативних, дослідницьких навичок, лідерських і соціально-значущих якостей особистості.

Сучасний освітній процес у вузі будується на основі поєднання досягнень педагогічних та інформаційних технологій з використанням ресурсів інформаційних мереж. Розвиток системи освіти відбувається на основі електронних освітніх ресурсів, необхідних для підвищення якості компетенцій майбутніх фахівців, таких як презентації, відеолекції, відеоконференції, електронні підручники, мультимедійні курси, комп'ютерні моделі, освітні

портали, освітні ресурси видаленого доступу тощо. Кожен тип електронних освітніх ресурсів в підготовці і перепідготовці фахівців вирішує обмежений круг специфічних задач, тому їх використання можливе в поєднанні з традиційними педагогічними технологіями. Інформаційні технології при підготовці фахівців забезпечують повнішу професійну самоактуалізацію, формують активну особову позицію фахівця, підвищують ступінь його професійної, територіальної й соціальної мобільності.

Проектування нових виробів – основна задача інженера – протікає у декілька етапів: формування ідеї, пошук фізичних принципів та конструктивних рішень, їх обґрунтування та розрахунків, створення дослідного зразка, розробка технологій промислового виробництва. Якщо формування ідеї та пошук фізичних принципів поки що залишаються етапами, які не піддаються автоматизації, то при конструюванні та розрахунках можуть застосовуватись CAD/CAE-системи автоматизованого проектування (САПР).

САПР займають особливе місце серед інформаційних технологій, оскільки знання їх основ та уміння з ними працювати вимагається практично будь-якому інженеру-розробнику. Математичне забезпечення САПР відрізняється багатством і різноманітністю використовуваних методів дискретної та обчислювальної математики, штучного інтелекту, статистики, математичного програмування, а програмні комплекси САПР відносяться до числа найскладніших сучасних програмних систем.

До теперішнього часу створено велике число програмно-методичних комплексів для САПР з різними ступенем спеціалізації й прикладною орієнтацією. В результаті автоматизація проектування стала необхідною складовою частиною підготовки інженерів різних спеціальностей: інженер, що не уміє працювати в САПР, не може вважатися повноцінним фахівцем.

Одна з таких САПР – CAD-система SolidWorks [1], у якій проводиться твердотільне моделювання деталі. Наступний етап – інженерний аналіз (зокрема, розрахунок на міцність) проводиться CAE-компонентою системи SolidWorks – SolidWorks Simulation [2], яка є програмою для вирішення задач механіки твердого тіла, що деформується.

Розглянемо, наприклад, фізичні процеси, які характеризують напружено-деформований стан хрестовини пристосування для хрестового обтиску прутка (рис. 1, а – [3]).

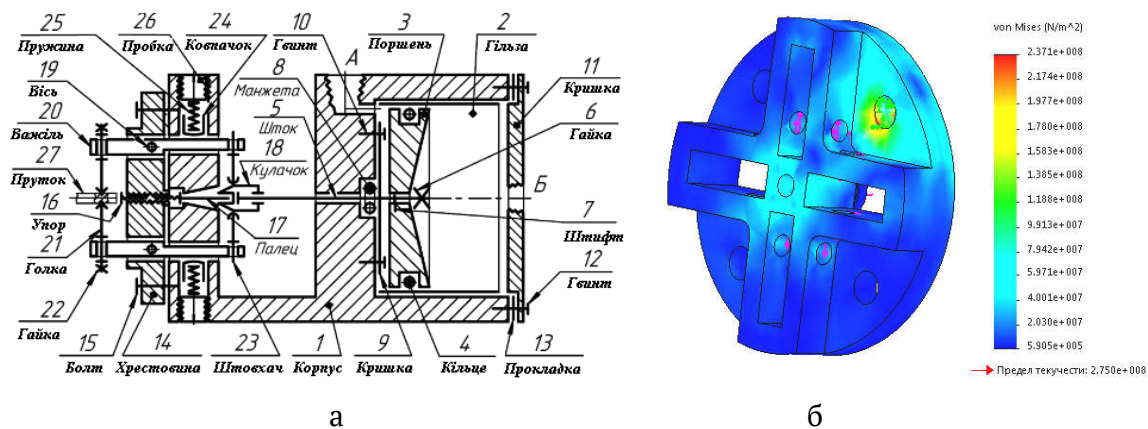


Рисунок 1 – Пристосування для хрестового обтиску прутка (а), вузлові напруження хрестовини von Mises (б)

Пристосування призначене для хрестового обтиску заготовки – прутка діаметром 6 мм, тобто для утворення на прутку чотирьох симетрично розміщених заглибин конічної форми. Пристосування дозволяє автоматизувати процес, змінювати форму та величину заглибин заміною та регулюванням голок. При неправильному складанні пристосування сила тиску ( $P_T = 4 \text{ кг/см}^2$ ) передається на хрестовину через вкручений у неї палець, що може не тільки вивести її з ладу, а й до руйнування самого пристосування.

Після відповідних обчислень діючих на хрестовину сил розпочали розрахунок її міцності (з бібліотеки SolidWorks вибрано сталь DIN 1.7243 з  $\sigma_p = 485 \text{ МПа}$  – аналог сталі 18ХГМ, з якої виготовлена хрестовина).

Встановлено, що при шкалі деформації 75,9403: максимальні вузлові напруження Von Mises  $\sigma = 237,086 \text{ МПа}$  (вузол 185 – рис. 1, б); максимальні результуючі переміщення URES  $h = 0,158426 \text{ мм}$  (вузол 3859); мінімальний запас міцності  $n = 1,15992$  (вузол 185), що менше допустимого  $[n] = 1,5$ .

Отже, під дією прикладених сил в екстремальному випадку хрестовина знаходиться на грані руйнування. Тому потрібно або замінити матеріал хрестовини на міцніший (наприклад, сталь 45 з  $\sigma_p = 980 \text{ МПа}$ ), або до існуючого застосувати термічну обробку.

### **Література**

1. Рудик О. Ю. Застосування SolidWorks у навчанні предметів технічного (інженерного) циклу [Електронний ресурс] / О. Ю. Рудик, В. В. Герасімчук. – Режим доступу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/handle/123456789/8713>
2. Рудик О. Ю. Дослідження міцності деталей автомобілів за допомогою SolidWorks Simulation [Електронний ресурс] / О. Ю. Рудик, Г. В. Садовський. – Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/11682>
3. Королёв Ю.И. Инженерная и компьютерная графика. Учебное пособие. Стандарт третьего поколения / Ю. И. Королёв, С. Ю. Устюжанина. – СПб.: Питер, 2014. – 432 с.

### **References**

1. Rudyk O. Yu. SolidWorks application in training of subjects of technical (engineering) cycle [Electronic resource] / O. Yu. Rudyk, V. V. Gerasimchuk. – Access mode: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/handle/123456789/8713>
2. Rudyk O. Yu. Investigation of the strength of car parts by SolidWorks Simulation [Electronic resource] / O. Yu. Rudyk, G. V. Sadovskyi. – Access mode: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/11682>
3. Korolev Yu. I. Engineering and computer graphics. Tutorial. The third generation standard / Yu. I. Korolev, S. Yu. Ustyuzhanina. – St. Petersburg: Peter, 2014. – 432 p.