

АВТОМАТИЗИРАНЕ СЪЗДАВАНЕТО НА 3D МОДЕЛИ НА ВАКУУМНИ ХВАЩАЧИ ЗА ИНДУСТРИАЛНИ РОБОТИ В СРЕДАТА НА SOLIDWORKS

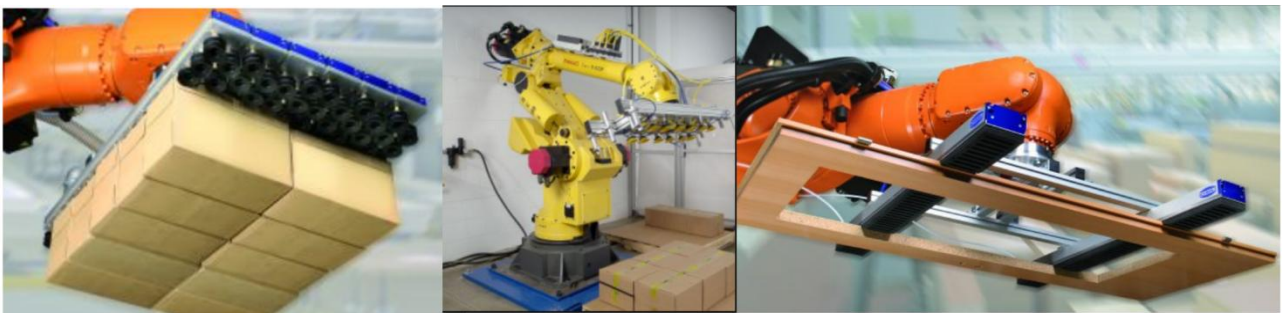
Г. Козлев, С. Николов

Резюме: В настоящата статия ще бъде представен макро файл, чрез който се автоматизира създаването на 3D модели на вакуумни хващачи за промишлени работи в CAD системата SolidWorks, чрез използване на API (Application Programming Interface). В процеса на работата на макроса, може да се зададе типа и силите на повдигане на вендузите, което се използва при определянето на техния брой и разположение в създадения 3D модел.

Ключови думи: Промислени работи, вакуумни хващачи, CAD, SolidWorks, API.

1. Въведение

Вакуумните хващачи позволяват на промишлените работи да манипулират с широка гама обекти, притежаващи различни свойства: меки, гъвкави, гладки, твърди, крехки, метални, неметални и др. Те могат да се използват както за захващане на малки обекти и опаковки, така и за повдигане и палетизиране на различни голямо габаритни обекти със сложна форма фиг.1.



Фиг.1 Различни типове вакуумни хващачи

Основен елемент в конструкцията на вакуумните хващачи са вакуумните (всмукателни) чаши, известни като вендузи. Обикновено вендузите се изработват от каучук, мека пластмаса или друг еластичен материал имат кръгла или елипсовидна форма. За създаване на необходимият вакуум се използва вакуумна помпа или ефекта на Вентури.

Според [4] силата на повдигане на вакуумните хващачи се определя по формулата:

$$F = (P_0 - P_u) \cdot A \cdot n_3 \cdot \eta \cdot z \cdot \frac{1}{S},$$

където:

F - повдигаща сила;

P_0 - атмосферно налягане;

P_u - работен вакуум;

A - теоретична площ на вендузата;

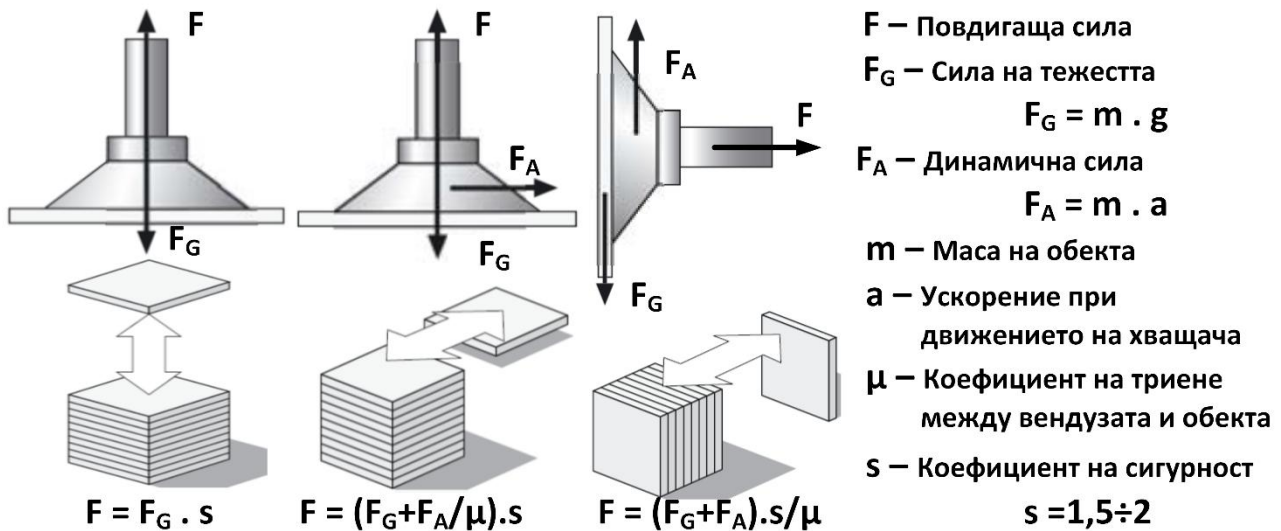
n_3 - коефициент на деформация на вендузата $0,9 \div 0,6$;

η - КПД на системата;

z - брой на вендузите;

S - коефициент на сигурност $2 \div 3$.

Основните схеми на работа на вакуумните хващачи и действащите при това сили са показани на фиг.2.



Фиг.2 Основни схеми на работа на вакуумни хващачи

При проектирането на вакуумни хващачи водещ е работния вакуум, във всяка една от вендузите. Производителите на вакуумни хващачи, освен размерите на вендузите, предоставят и работните налягания на моделите си, както и силата на повдигане при съответното налягане. Силите на повдигане варират според посоката на движение спрямо оста на вендузите.

Целта на настоящата разработка е автоматизиране на процеса на конструиране на вакуумни хващачи за промишлени работи с помощта на API.

2. Използване на API за автоматизиране на процеса на дизайн в среда на CAD системата SolidWorks

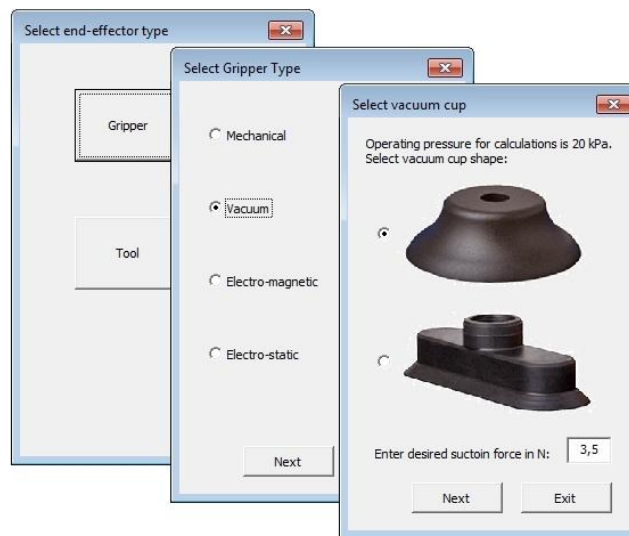
Приложният програмен интерфейс Application Programming Interface (API) е инструмент, който осигурява интеграция между различни приложения, като предоставя на потребителя възможност за използване на език за програмиране в рамките на друго приложение [2]. SolidWorks API поддържа програмни езици като Visual Basic (VB), Visual Studio, C⁺⁺ и др. С помощта на SolidWorks API е възможно автоматизиране моделирането на отделни детайли и тяхното последващо сглобяване в по-сложни механизми, чрез писане на специфични програмни кодове. SolidWorks API е дървовидна йерархична структура, която обхваща всички функции на софтуера.

След получаването на информацията от потребителя, кодът на интерфейса, чрез предварително зададени функции и команди, изгражда 3D моделите в средата на SolidWorks. За целите на тази работа е използван Visual Basic for Applications (VBA), като разработените функции и команди са записани в макро файл. Това позволява записването им и последващо точното възпроизвеждане на действията на потребителя в SolidWorks.

Създаденият макро файл се базира на предишни разработки на авторите в тази насока [1], [3]. В тази статия ще бъдат представени специфичните стъпки за създаване на нов вакуумен хващач, започвайки с избора на производител и типоразмер промишлен робот, задаване на сила на повдигане на единична вендуза и въвеждането на размери и тегло на обекта, който ще се манипулира.

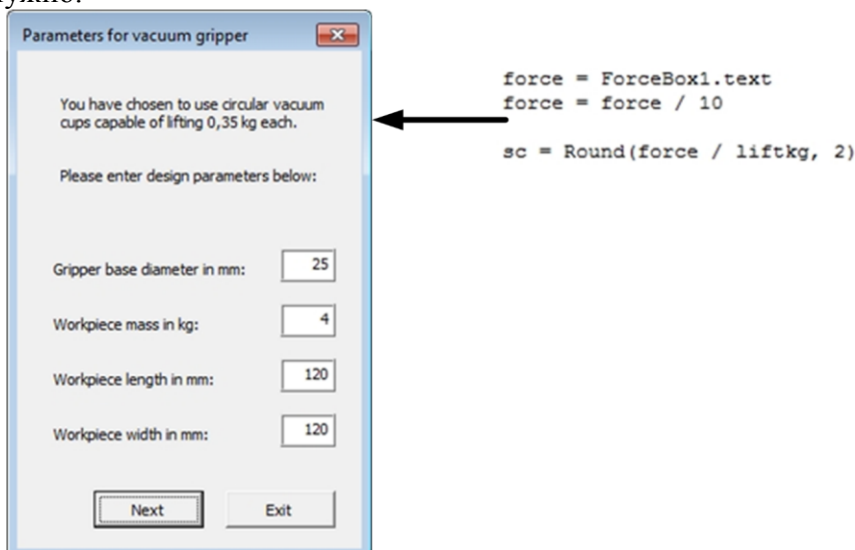
3. Създаване на 3D модели на вакуумни хващачи за промишлени работи в средата на CAD системата SolidWorks

След избора за производител на промишлени работи и определен типоразмер, следващата стъпка е да се избере типа на крайното изпълнително устройство [1]. При избор на вакуумен хващач фиг.3 се появява прозорец, в който потребителя избира вида на вендузата кръгла или елипсовидна. В същия прозорец, той въвежда и максималната и повдигаща сила, която осигурява една вендуза. Тази сила ще се използва в следващите изчисления.



Фиг.3 Избор на тип хващач и въвеждане на сила на повдигане на вендузите

След въвеждането на желаната стойност и потвърждаването на избора, на следващата стъпка трябва да се зададат и останалите параметри необходими за изчисленията. Те се въвеждат на диалоговия прозорец, показан на фиг.4. В него е показана и максималната маса, която може да бъде повдигната от една вендуза, спрямо въведената на предишната стъпка сила. Това се изчислява по показаната на фиг.4 формула. Тъй като въведената стойност за сила на повдигане може да се различава от тази, за която първоначално е проектиран 3D моделът на вендузите, се използва променливата „sc“, чието изчисление също е показано на фигурата. В последващите изчисления тази променлива ще се използва за мащабиране, където то е нужно.



Фиг.4 Въвеждане на маса и размери на елемента, за който се създава хващача



След финалното потвърждение на въведената информация макро файлът следва същите стъпки, като при създаването на механичен хващач до добавянето на преходник към съединителните повърхности на избрания типоразмер промишлен робот. В случай на вакуумен хващач, към преходника се добавя основа на вакуумния хващач, вакуумните вендузи, рамка, между вендузите и основата, и опростен елемент, представляващ частта, за която се конструира хващача.

```
x = Round(weight / (liftkg * sc), 0)

Do While ((x - 1) * 20 + 2 * 15) * sc > wpl
    x = x - 1
Loop

If Not x > 0 Then
    MsgBox "Suction cups for the selected lifting force cannot fit on the provided workpiece area."
End

Else
    v = (Round(weight / (liftkg * sc), 0)) / x
    Do While v * x < Round(weight / (liftkg * sc), 0)
        v = v + 1
    Loop
```

Фиг.5 Изчисляване броя на вакуумни вендузи

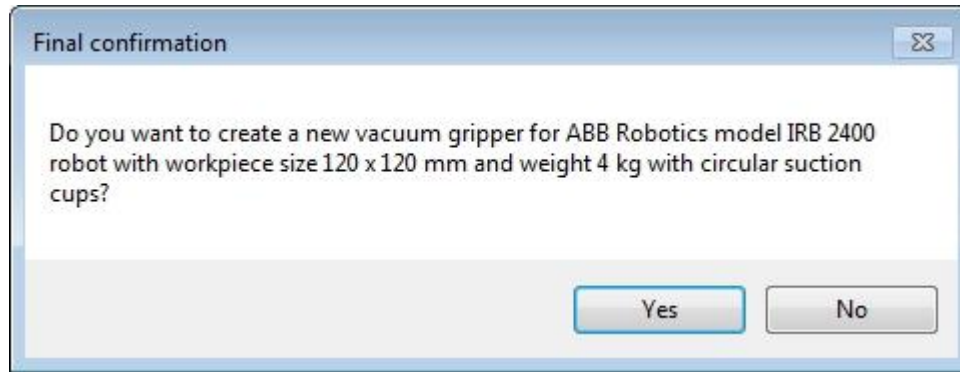
Разположението и броя на вакуумните вендузи се определя от формулите дадени на фиг.5. На първо място се определя броя на вакуумните вендузи, които ще са нужни за повдигане на въведената маса на обекта фиг.4 - променлива „x“. След това се определя колко от тях биха могли да бъдат на един ред, според въведената дължина на обекта - намаляване стойността на „x“.

При твърде малка въведена дължина ($x=0$), макро файлът представя грешката на потребителя и прекратява работата си. Според финалната стойност на „x“ и броя на нужните вендузи, се определя колко реда от тях ще са нужни - променлива „v“. На последно място се прави проверка дали финалните стойности на „x“ и „v“ са достатъчни, според въведените данни.

4. Автоматизирано създаване на 3D модел на вакуумен хващач

За целта на тази статия ще бъде разработен вакуумен хващач с кръгли вендузи, с подемна сила 3,5 [N] всяка, тегло на манипулацията обект е 4 [кг]. Той представлява твърда плоча с размери 120 [мм] на 120 [мм], за промишлен робот на ABB, типоразмер IRB 2400.

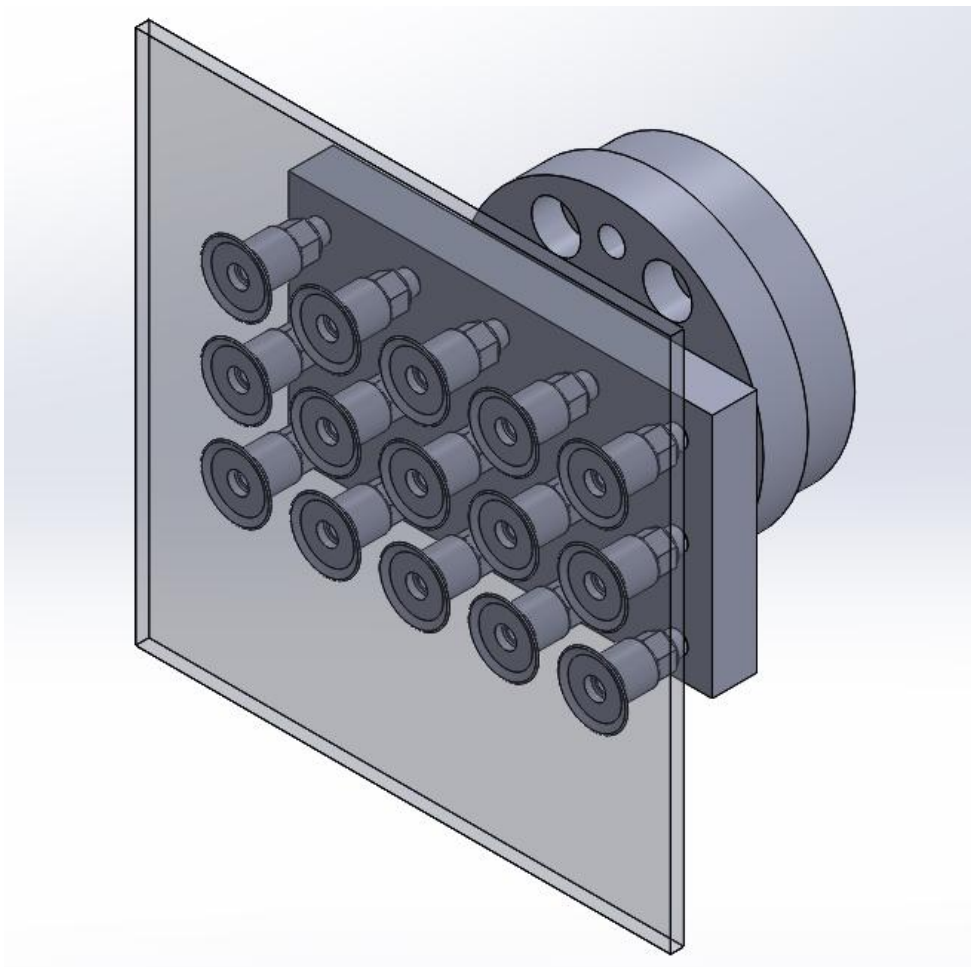
След попълването на всички параметри и тяхното потвърждаване (фиг.3 и фиг.4), на следващата стъпка на потребителя се представят информация за въведените от него параметри (избрания производител на промишлени роботи, типоразмер, тип вендузи и въведените данни за маса и размери на манипулацията детайл), за който ще бъде генериран 3D модел на нов вакуумен хващач фиг.6.



Фиг.6 Обобщение на въведените от потребителя данни

В текущият пример резултатите от работата на макро файла са следните: създаден е 3D модел на вакуумен хващач с петнадесет вендузи фиг.7. Според въведената дължина на един ред могат да се съберат пет вендузи, при нужни дванадесет. Функцията за линейни повторения в SolidWorks създава само и единствено цели редове, и тъй като нужният брой няма как да бъдат поместени на два реда, 3D моделът е създаден с три реда по пет вендузи.

В резултат на работата на създаденият API макро файл са налице следните резултати: 3D модел на нов вакуумен хващач, създаден според въведените данни, като броя и разположението на вендузите е съобразено с геометрията на елемента, за който хващача е създаден.



Фиг.7 Генериран 3D модел на вакуумен хващач в SolidWorks



Генерираният 3D модел на новосъздаденият вакуумен хващач е едно от възможните решения на проблема и впоследствие може да бъде модифициран според нуждите на конструктора или специфични изискванията на процеса на производство.

5. Изводи:

- С използване на VBA е създаден е макро файл за генериране на 3D модели на вакуумни хващачи за промишлени роботи, работещ в средата на CAD системата SolidWorks.
- Разяснени са основните стъпки, които макро файлът следва и са показани основните изчисления извършвани в него.
- С помощта на създадения макро файл е генериран 3D модел за конкретен вакуумен хващач.
- Създаденият макро файл може да се използва от всички потребители на SolidWorks, като броя на поддържаните промишлени роботи и типове вакуумни вендузи може да бъде увеличаван чрез създаването на 3D модели за техните типоразмери.

Литература:

1. Козлев Г., Автоматизиране създаването на 3D модели на крайни изпълнителни звена за индустриални роботи в средата на SolidWorks, Научни известия на НТС по Машиностроене, година XXIV, бр. 14(200), ISSN-1310-3946, (193-199), 2016.
2. Reddy E. J., C.N.V. Sridhar, V. P. Rangadu, Knowledge – Based Parametric Modeling for Bolts, Nuts and Bearings using SolidWorks, International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 10, Number 6 pp. 16111-16120, 2015
3. St. Nikolov, G. Kozlev, An approach for design automation of end-effector connecting surfaces for industrial robots, CAx Technologies, issue 3, Dec 2015
4. FESTO Blue Digest on Automation, Grippers and their applications, Festo AG & Co. KG, 2004

AUTOMATING THE CREATION OF 3D MODELS OF VACUUM GRIPPERS FOR INDUSTRIAL ROBOTS WITHIN SOLIDWORKS

G. Kozlev, S. Nikolov

Abstract: *In this paper a macro file for automating the creation of 3D models of vacuum grippers for industrial robots is presented, working within the CAD system SolidWorks, utilizing API (Application Programming Interface). During the execution of the macro file, the type of suction cups and their lifting forces can be chosen, which will determine their number and arrangement in the newly created 3D model.*

Данни за авторите:

Георги Петров Козлев, магистър инж., докторант в катедра „АДП” при МФ, Технически Университет – София, България, София, бул. “Кл. Охридски” № 8, e-mail: gkozlev@mail.bg

Стилиян Николов Николов, доцент доктор инж., катедра „АДП” при МФ, Технически Университет – София, Р. България, София, бул. “Кл. Охридски” № 8, тел. 965 37 65, e-mail: st_nikolov2@tu-sofia.bg