

## Параметрично 3D проектиране на елемент от ръчен винтов крик

Ахмед Али Ахмед

**Parametric 3D construction of a jack-screw's part:** The paper describes a method for a parametric construction of the nut, which is a part of the hand-operated jack-screw. The alteration of the nut's sizes is illustrated at two values of the hoisting capacity. This methodology can be applied to the construction of other parts of the jack-screw as well as to the construction of other machines and mechanisms.

**Key words:** nut, jack-screw, parametric construction, 3D model.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Поради развитието на машиностроителния сектор и голямата конкуренция между производители на машини, механизми и елементи е необходимо проектирането и изработването на крайният продукт да се изпълни в кратки срокове.

С навлизането на съвременните технологии в проектирането на машини и елементи тези цели са достижими.

Чрез компютърно проектиране могат да се създават виртуални модели, отговарящи на реалния продукт, като преди изработване им, в процеса на проектиране се анализират и уточняват техните параметри.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

В настоящата работа е използван е използван подхода на компютърно параметрично проектиране на елемент „Гайка“ от ръчен винтов крик (РВК).

Криковете се използват за ръчно повдигане на товари до малки височини. Конструкцията им се съобразява според товара който ще бъде повдиган.

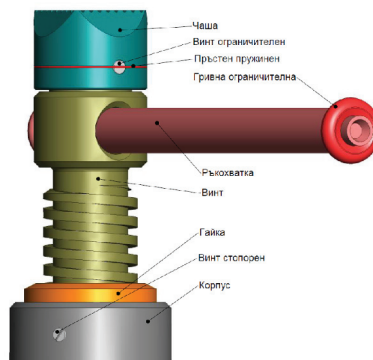
При конструирането на крикове от значение са височината на повдигане и количествената стойност на повдигания товар.

На фиг.1 е показана част от конструкцията на РВК и елементите от него имащи отношение и връзка с проектираният елемент.

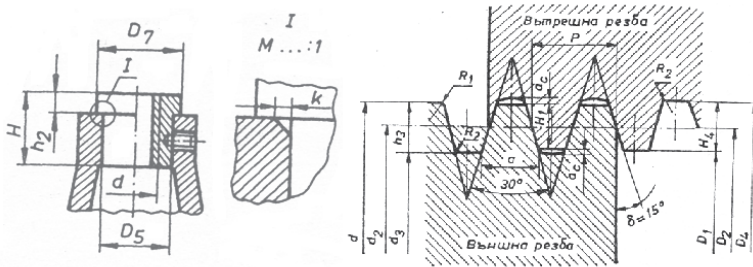
Геометричните параметри на гайката, участващи в проектирането, са изяснени на фиг. 2.

Гайката е сложно натоварена, затова отделните нейни елементи се изчисляват по-различни якостни условия.

Поради спецификата и последователността на проектиране при избрания прототип на РВК, стойностите на параметрите на резбата на гайката  $d$ ,  $d_2$  и  $d_3$  се приемат същите каквито са стойности им за резбата на винта [1].



Фиг.1 Ръчен винтов крик [2].



Фиг.2 Елементи на гайката [1].

Вътрешния диаметър ( $d_3$ ) на резбата на винта се определя чрез зависимостта:

$$d_3 \geq \sqrt{\frac{4 * k_{yc} * F}{\pi * [\sigma_{нат}]}} , \text{ mm} \quad (1)$$

където:  $k_{yc}$  - коеф. отчитащ усукването;  $F$  - товароподемност;  $[\sigma_{нат}]$  - допустимото напрежение на натиск за материала на винта.

За окончателно определяне на  $d_3$  е необходимо винта да се провери на устойчивост по зависимостта:

$$F \leq [F] = \varphi * S * [\sigma]_{нат.} , \text{ N} \quad (2)$$

където:  $[F]$  – допустимата товароподемност на крика;  $\varphi$  – коеф. намаляващо  $[\sigma]_{нат.}$ ;  $S$  – лице на напречното сечение на винта.

$[F]$  трябва да има по-големи но близки стойности до  $F$  за да не се допуска преоразмеряване. По изчисления диаметър се избират другите два параметъра ( $d$  и  $d_2$ ), по таблици или справочник ако е стандартизирана резба и по конструктивни съображения за нестандартизирана резба.

Външния диаметър ( $D_5$ ) на тялото на гайката (фиг.2) се определя по зависимостта:

$$D_5 \geq \sqrt{\frac{4 * k_{yc} * F}{\pi * [\sigma]_{оп}}} + d^2 , \text{ mm} \quad (3)$$

където:  $[\sigma]_{оп}$  – допустимо напрежение на опън за материала на гайка.

Диаметъра ( $D_7$ ) на пояса на гайката (фиг.2) се определя чрез зависимостта:

$$D_7 \geq \sqrt{\frac{4 * F}{\pi * [\sigma]_{см}}} + (D_5 + 2 * k)^2 , \text{ mm} \quad (4)$$

където:  $[\sigma]_{см}$  - допустимо напрежение на смачкване за материала на гайка;  $k$  - размер, отчитащ намаляването на повърхнината на смачкване поради наличие на фаски в отвора на корпуса (фиг.2).

Височина ( $h_2$ ) на пояса на гайката (фиг.2) се определя чрез зависимостта:

$$h_2 = \frac{F}{\pi * D_5 * [\tau]_{cp}}, \text{ mm} \quad (5)$$

където:  $[\tau]_{cp}$  - допустимо напрежение на смачкване за материала на гайка.

За окончателно определяне на  $h_2$  е необходимо да се провери и на огъване чрез зависимостта:

$$\sigma_{oc} = \frac{3 * F * (D_7 - D_5)}{2 * \pi * D_5 * h_2^2} \leq [\sigma]_{oc}, \text{ МПа} \quad (6)$$

където:  $\sigma_{oc}$  - напрежение на огъване за материала на гайка;  $[\sigma]_{oc}$  - допустимо напрежение на смачкване за материала на гайка.

Като се приеме, че натоварването се разпределя равномерно по навивките на винта и гайката, необходимия брой навивки ( $z$ ) на гайката се определя от три условия [1].

- условие за ограничаване на износването:

$$z \geq \frac{F}{\pi * d_2 * H_1 * [p]}, \text{ брой} \quad (7)$$

където:  $H_1$  - работна височина на резбата (фиг.3);  $[p]$  - допустимо повърхностно налягане.

- условие за якост на огъване:

$$z \geq \frac{3 * F * H_1}{\pi * d * a^2 * [\sigma]_{oc}}, \text{ брой} \quad (8)$$

където  $a$  - височина на навивката в застрашеното сечение (фиг.3).

- условие за якост на срязване:

$$z \geq \frac{Fa}{\pi * d * a * [\tau]_{cp}}, \text{ брой} \quad (9)$$

Получените стойности за  $z$  се закръглят до цяло число и за окончателна се приема най-голямата.

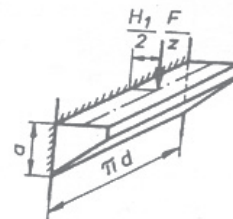
Височината ( $H$ ) на гайката се определя по зависимостта:

$$H = z * P, \text{ mm} \quad (10)$$

Използвайки зависимостите за отделните елементи на гайката се съставя електронна таблица (табл.1). При промяна на стойността на  $F$ , автоматично в таблицата се променят стойностите на всички зависещи от нея стойности на параметри на гайката.

По-долу са показани резултатите за изчислените параметри на гайката за две стойности на  $F$ .

В първият случай стойността на  $F$  е 50 000 N, за константни стойности на



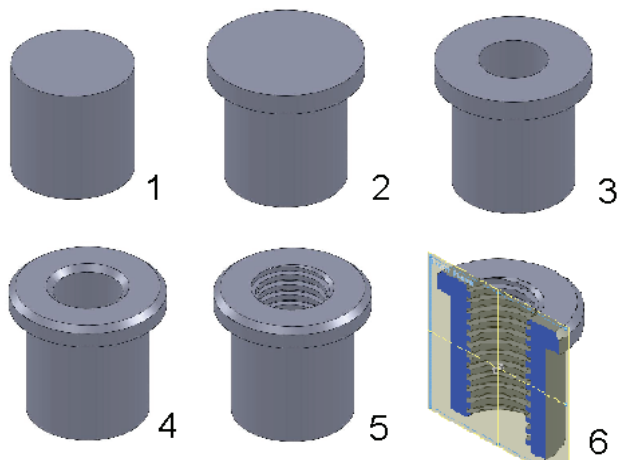
Фиг.3 Натоварване на навивка от резбата на гайката [1].

височината на повдигане (работен ход, h) и материалите на гайката и винта. Получените резултати, които се закрояват до цяло число са отбелязани с червен цвят (Табл. 1).

Табл.1 Електронна таблица за определяне на параметрите на гайката за F=50 000N.

Товаро- подемност	Работен ход	Граница на провлачане	Допустим коэф. На сигурност	Допустимо напреж. на натиск	вътрешен диаметър на резбата	коэф. отчитащ усукването	Стройност на пръта	коэф.	Височина на главата на винта	Височина на гайката	Лице на напр. сечение на винта	Допустимо натоварване
F, N	h, mm	$\sigma_s$ , MPa	[s]	[ $\sigma$ ], MPa	d <sub>3</sub> , mm	k	$\lambda$	$\phi$	h <sub>1</sub>	H	S, mm <sup>2</sup>	[F], N
50000	270	360	3	120	26.26826	1.3	85	0.6	40	60	803.84	57876, 48
					32					72		
Външен диаметър на резбата	Среден диаметър на резбата	Външ. диам. на тялото на гайката	Диаметър на пояса на гайката	Височина на пояса на гайката	Стъпка на резбата		Износване	Огъване	Срязване		Проверка на пояса на огъване	
d, mm	d <sub>2</sub> , mm	D <sub>5</sub>	D <sub>7</sub>	h <sub>2</sub>	P, mm		z	z	z		56.39988	$\sigma_{ог}$
38	35	55.6781	71.5394	8.124269	6		11.66562	6.984021	3.990869		60	[ $\sigma$ ] <sub>ог</sub>
		56	72	11			12					

По получените резултати се генерира 3D модела на гайката (фиг.4). В процеса на моделиране стойностите на параметрите на гайката от електронната таблица се обвързват с моделните, чрез вмъкване на електронната таблица във файла на 3D модела. Това позволява промяната на стойностите в електронната таблица автоматично да се отразят на модела.



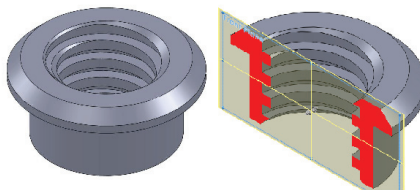
Фиг.4. Етапи при създаването на 3D модел на гайката.

Във втория случай е приета стойност на F=10 000 N, при същото условие за h и материалите на гайката и винта да са константа. За новата стойност на F променените параметри на гайката са показани в електронната таблица (табл.2).

Табл.2: Електронна таблица за определяне на параметрите на гайката за  $F=0\ 000\ N$ .

Товаро- подемност	Работен ход	Граница на проплачане	Допустим коэф. На сигурност	Допустимо напреж. на натиск	вътрешен диаметър на резбата	коэф. отчитащ усукването	Стройност на пръта	коэф.	Височина на главата на винта	Височина на гайката	Лице на напр. сечение на винта	Допустимо натоварване
$F, N$	$h, mm$	$\sigma_s, MPa$	$[s]$	$[\sigma], MPa$	$d_3, mm$	$k$	$\lambda$	$\varphi$	$h_1$	$H$	$S, mm^2$	$[F], N$
10000	270	360	3	120	11.74752	1.3	123.6364	0.28	40	60	379.94	12765.98
					22					20		
Външен диаметър на резбата	Среден диаметър на резбата	Външ. диам. на тялото на гайката	Диаметър на пояса на гайката	Височина на пояса на гайката	Стъпка на резбата	Износване			Проверка на пояса на опъване			
$d, mm$	$d_2, mm$	$D_5$	$D_7$	$h_2$	$P, mm$	$z$	$z$	$z$	56.20082	$\sigma_{ог}$		
27	24.5	32.56087	43.06712	2.67623	5	3.99964	2.359047	1.348027	60	$[\sigma]_{ог}$		
		34	44	5		4						

Промяната на стойностите на параметрите в електронната таблица се отразяват на 3D модела на гайката (фиг. 5).



Фиг.5. 3D модел на гайка при  $F=10\ 000\ N$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Освен осигуряването на бързо, точно и нагледно проектиране, предложеният подход позволява, чрез използване на вариантост в материала за гайката и винта да се оптимизират нейните габритни размери.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ненов, П., Д.Андреев, П. Стаматов, И. Спасов: Курсово проектиране по машинни елементи, Техника, София, 2007.
- [2] Спасов, И., Т. Дюлгерян: Машинни елементи (електронен носител), Русе, 2010.

### За контакти:

ас. д-р Ахмед Али Ахмед, Катедра "Машинознание, машинни елементи и инженерна графика", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 492, e-mail: [ahmed@uni-ruse.bg](mailto:ahmed@uni-ruse.bg)

Докладът е рецензиран.