

МЕТОДИКА ЗА ИЗБОР НА ОГРАНИЧИТЕЛ НА ВЪРТЯЩ МОМЕНТ

METHODOLOGY OF SELECTION OF A TORQUE LIMITER

МЕТОД ДЛЯ ВЪБОРА ОГРАНИЧИТЕЛЯ ВРАЩАЮЩЕГО МОМЕНТА

Assoc. Prof. Eng. Pandev G. PhD.,

Faculty of Mechanical Engineering – University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgaria,
gppe@uctm.edu

Abstract: At work of the apparatuses and machinery in the chemical industry, it is often necessary to select a certain moment of rotation, the excess of which does not lead to their possible accidents and production stoppages. For this purpose, devices are used which are known as torque limiters. From the study, carried out, was established, that so far in the literature there is no known methodology with the respective specific criteria for the selection of a torque limiter.

The purpose of the proposed work is to develop a methodology for selecting a torque limiter, based on objective criteria and allowing appropriate checks.

Using of the methodology allows, to a greater degree, to highlight the advantages of the correspondent design of a torque limiter for each case of application.

Keywords: TORQUE LIMITER, MOMENT OF ROTATION,

1. Въведение

Ограничителите на въртящ момент представляват механизми, които се вграждат в конструкциите на машините и осигуряват автоматичен контрол върху въртящия момент и оттам сигурност при работата на цялата машина. Те се поставят на входящия вал на машината и при превишаването на определена стойност на въртящия момент прекъсват връзката между двигателя и вала, като по този начин се предпазва работната машина от евентуални аварии и спиране на производството.

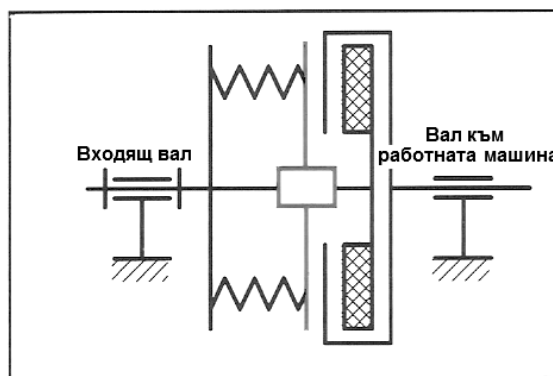
От направеното проучване в специализираната литература [1,2,3,4] се установи, че съществуват различни конструкции ограничители на въртящ момент, основаващи се на съответни принципи на работа. Беше направен задълбочен анализ, в резултат на който конструкциите на ограничители на въртящ момент най-общо могат да бъдат класифицирани в следните две основни групи в зависимост от принципа на работа :

1. Ограничители на въртящ момент, работещи чрез плътно притискане (адхезия) на отделните елементи. При превишаване на стойността на въртящия момент се получава приплъзване, което довежда до прекъсване на предаването на въртящия момент.
2. Ограничители на въртящ момент, работещи на принципа на контакт между две или повече повърхнини (в някои случаи полирани). Неутрализирането на въртящия момент се извършва чрез разединяването им. Предимството на този принцип е, че неутрализирането на въртящия момент се извършва много точно при достигане на зададена негова стойност.

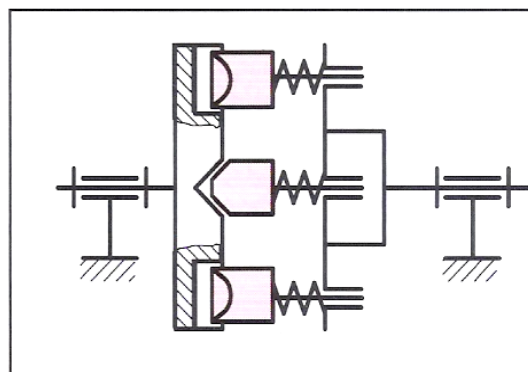
На Фигура 1 е показан ограничител на въртящ момент, работещ чрез плътно притискане (триене). При превишаване на момента ограничителя прекъсва връзката между входящия вал и валът на работната машина като приплъзва.

Клиновиден ограничител на въртящ момент е показан на Фигура 2. Той ограничава предаването на въртящия момент чрез премахване на контакта между повърхнините с клиновидна форма.

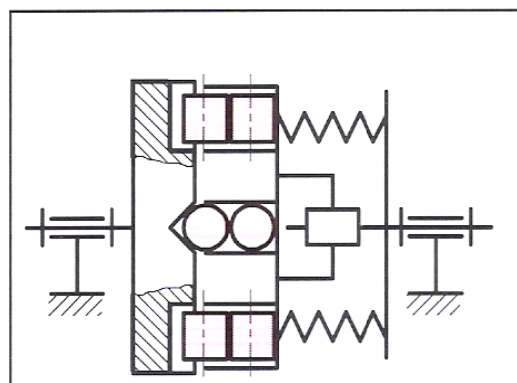
Някои конструкции ограничители работят с помощта на ролки (Фиг. 3). Прекъсването на предаването на въртящия момент се извършва както в предходния случай – чрез разединяване.



Фиг. 1. Ограничител на въртящ момент, работещ чрез триене⁴

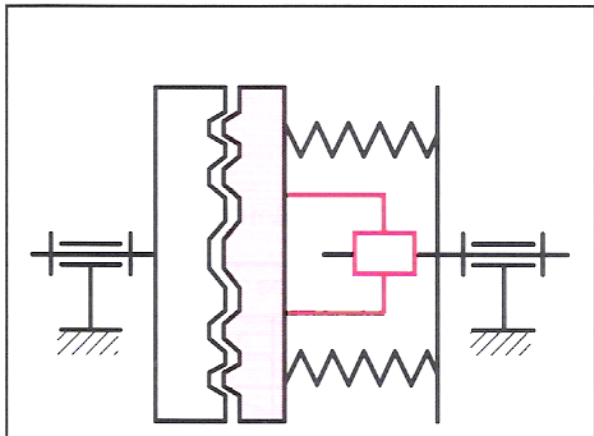


Фиг. 2. Клиновиден ограничител на въртящ момент⁴



Фиг. 3. Ролков ограничител на въртящ момент⁴

Спираловидният ограничител на въртящ момент спира предаването му чрез разединяване (Фиг. 4).



Фиг. 4. Спираловиден ограничител на въртящ момент

Въз основа на направената класификация на ограничителите на въртящ момент беше направен анализ на предимствата на различните конструкции.

Така например ограничителите от първата група, работещи на принципа чрез плътно притискане, имат проста и сравнително евтина конструкция.

Ограничителите от втората група имат малко по-сложна конструкция, но в замяна на това работят по-точно. По-конкретно клиновидният ограничител се отличава с голяма точност на изключване на въртящия момент при висока скорост на въртене. Освен това конструкцията му е модулна, което позволява лесното ѝ поддържане. Предимството на ограничителя от тази група, работещ с ролки, се състои в изключително високата точност на изключване на въртящия момент : $\pm 5\%$. Спираловидният ограничител на въртящ момент се отличава с много висока износоустойчивост и оттук продължителен срок на експлоатация.

За да може един ограничител на въртящ момент да изпълнява предназначението си е необходима методика за оразмеряване и правилен избор на съответна конструкция при зададени конкретни условия на работа. В специализираната литература няма известна методика със съответни критерии за избор на ограничител на въртящ момент.

Целта на предлаганата работа е да се разработи методика за оразмеряване и избор на ограничител на въртящ момент, основаваща се на обективни критерии и позволяваща съответни проверки.

2. Методика за оразмеряване на ограничител на въртящ момент

Методиката се отнася за ограничител на въртящ момент, работещ на принципа на притискане, т.е при превишаване на зададената стойност на момента се получава приплъзване. Тя може да се използва и за други видове ограничители.

2.1. Предаван въртящ момент – избира се ограничител на въртящ момент, за който е валиден следният критерий :

$$(1) \quad M_{огр} \geq 1,25 \cdot M_{макс}$$

където :

$M_{макс}$ – максимален предаван въртящ момент, N.m

$M_{огр}$ – въртящ момент за настройка на ограничителя, N.m.

2.2. Термичен баланс на ограничителя на въртящ момент. Установяването на термичния баланс се извършва чрез следната проверка :

$$(2) \quad P_{ср} \leq P_{огр}$$

където :

$P_{ср}$ – средна мощност, разсейвана по време на фазата на приплъзване,

$P_{огр}$ – средна мощност, разсейвана от ограничителя на въртящ момент.

При мощност $P_{огр}$ и при температура на околната среда 20°C , температурата на ограничителя на въртящ момент се повишава до 220°C .

2.2.1. При чести, но кратки периоди на приплъзване се избира ограничител, изпълняващ условието от т. 2.1 ($M_{огр} \geq 1,25 \cdot M_{макс}$).

2.2.2. При чести и с голяма продължителност периоди на приплъзване се извършва проверка на термичния баланс :

$$(3) \quad P_{ср} = M_{огр} \cdot \omega$$

като ω се определя в зависимост от :

- При задействане на ограничителя по време на приплъзване $t_{пл} : \omega = \omega_{двигател}$, тъй като валът към работната машина е блокиран, а ъгловата скорост остава равна на тази на двигателя, тъй като той не е спрял. Тогава

$$(4) \quad P_{огр} = K \cdot P_{вътр}$$

където :

$P_{вътр}$ – вътрешна загуба на мощност от ограничителя,

K – коефициент, отчитащ конструктивните особености на ограничителя.

Стойностите на $P_{вътр}$ и K са определени за всеки ограничител на въртящ момент в зависимост от продължителността на приплъзване (като диаграми или като таблични стойности).

- При стартиране на ограничителя

$$\omega = \omega_{двигател} / 2.$$

Има се предвид, че относителната ъглова скорост е равна на $\omega_{двигател}$ в началото на стартирането и пада до 0 в края му. Тогава времето за приплъзване $t_{пл}$ може да се определи от зависимостта (като се предполага, че ускорението остава постоянно) :

$$(5) \quad t_{пл} = J \cdot \omega / (M_{огр} - M_{макс})$$

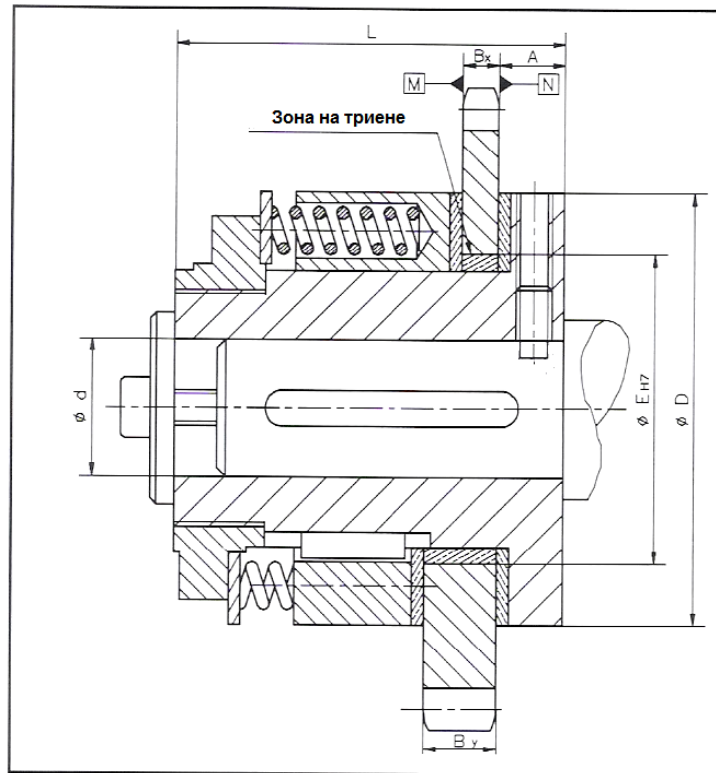
където J – инерционен момент на ограничителя на въртящ момент.

2.2.3. При продължително приплъзване или много чести, но кратки периоди на приплъзване : тук изчисленията се извършват по подобен начин както в предишната точка. Разликата се състои в това, че се използва директно стойността на средната мощност, разсейвана от ограничителя на въртящ момент $P_{огр}$, определена във функция на ъгловата скорост на ограничителя от страната на втулката, носеща пружините, по време на фазата на приплъзване.

На Фиг. 5 е показана конструкцията на триещ ограничител на въртящ момент, а в Таблица 1 са дадени техническите му характеристики.

Този тип ограничители се характеризират със своя голям топлинен капацитет и стабилност на предавания въртящ момент. Необходимите данни за избор на съответен тип ограничител са дадени в графичен вид на Диаграма 1 и 2.

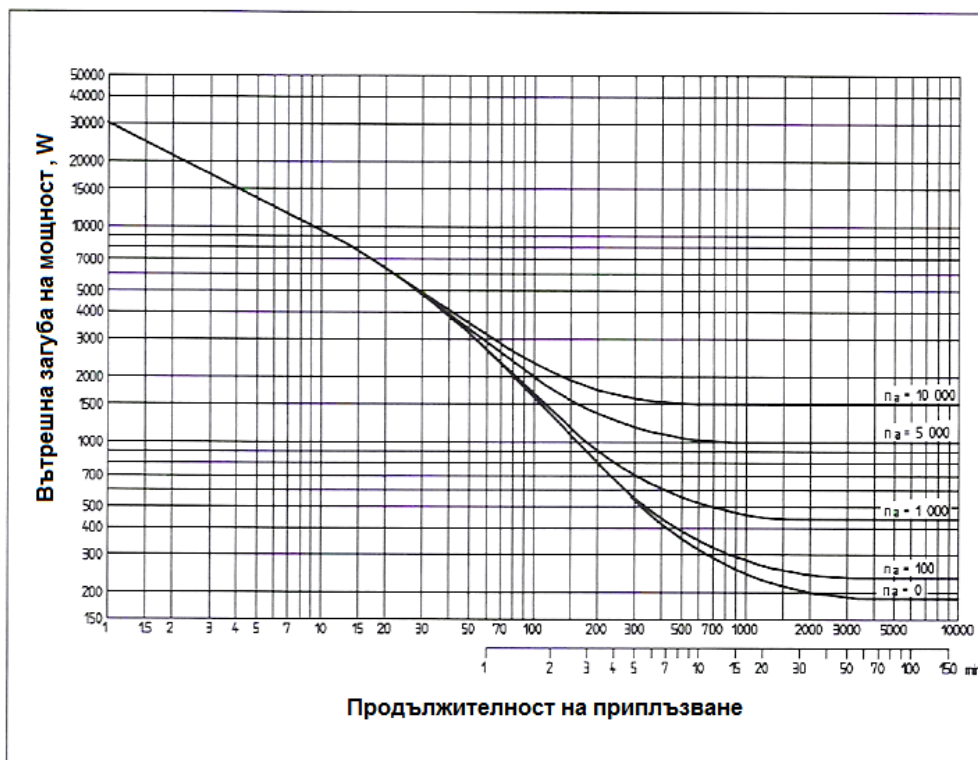
В зависимост от предавания въртящ момент и скоростта на въртене и като се имат предвид данните в представените диаграми за вътрешна загуба на мощност и разсейвана мощност от Таблица 1 може да се избере ограничител на въртящ момент със съответните технически характеристики.



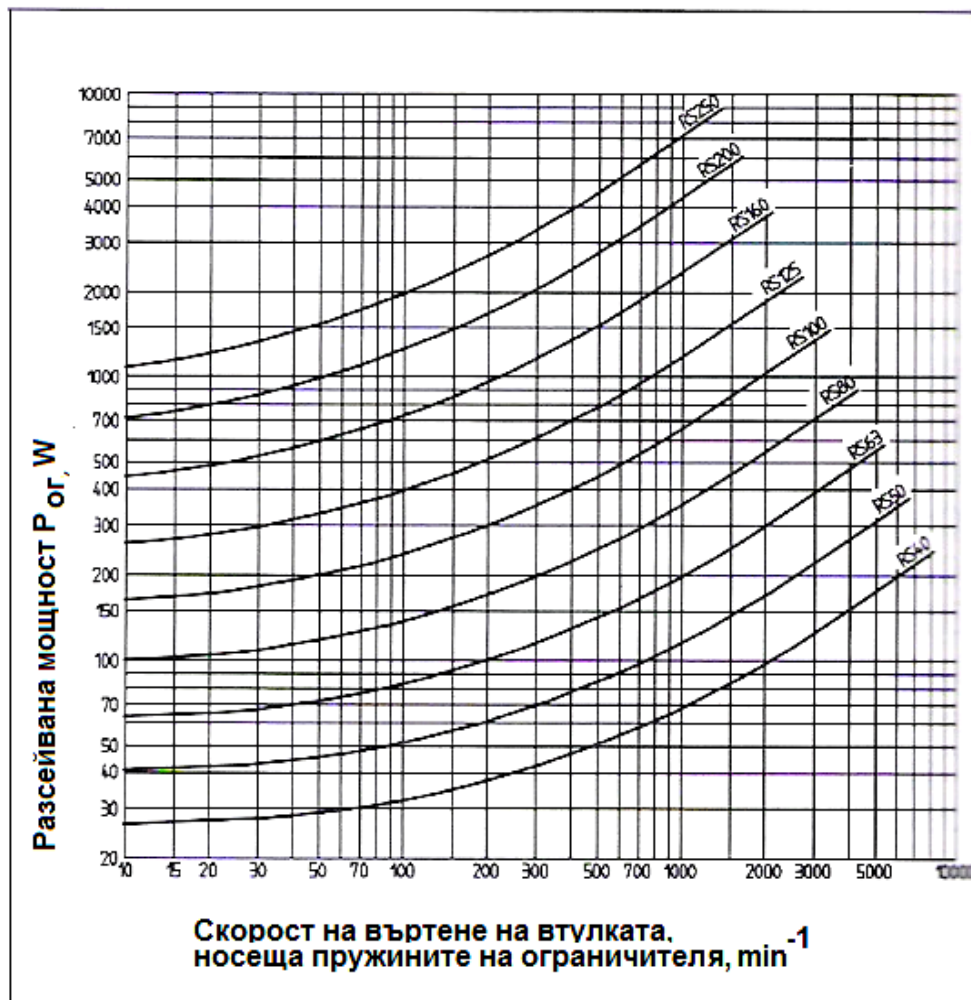
Фиг. 5. Триец ограничител на въртящ момент

Таблица 1. Технически характеристики на триец ограничител на въртящ момент

Тип	Момент N.m	n _{max} min ⁻¹	d	d _{fin}	A	B _x	B _y	C	D	E	L	R	J kgm ²
			mm										
RS 40 . 1	2 до 15	13000	-	8 - 16	8	4,4	7	25	40	28	35,5	-	0,000044
RS 50 . 1	4 до 25	10500	-	9 - 20	8	5,2	8,7	32	50	36	45	-	0,00012
RS 63 . 1	8 до 50	8500	-	9 - 25	10	5,8	10,5	40	63	44	56	-	0,0004
RS 80 . 1	10 до 100	6700	14	15 - 32	12	5,8	15,3	50	80	55	71	-	0,0012
RS 100 . 1	20 до 200	5350	24	25 - 40	15	8,7	18	65	100	70	90	-	0,004
RS 125 . 1	40 до 375	4300	20	22 - 55	17	15,3	23	80	125	85	105	2,5	0,012
RS 160 . 1	75 до 750	3350	38	40 - 70	22	15,3	28	100	160	105	130	5,5	0,04
RS 200 . 1	150 до 500	2700	48	50 - 90	27	23	34	125	200	130	160	7,5	0,12
RS 250 . 1	300 до 3000	2100	53	55 - 115	34	28	41	160	250	165	185	9	0,4



Диаграма 1. Зависимост вътрешна загуба на мощност – продължителност на приплъзване за различни скорости на въртене



Диаграма 2. Зависимост на разсейваната мощност от скоростта на въртене на втулката, носеща пружините на ограничителя

3. Изводи

От данни в литературата е извършена класификация на ограничителите в две големи групи в зависимост от принципа на работа. Анализирани са различните конструкции ограничители на въртящ момент, както и техните предимства.

Разработена е методика за избор на ограничител на въртящ момент, работещ на принципа на притискане. Методиката отчита реалните условия на работа, а именно честотата и продължителността на периодите на приплъзване при превишаване на стойността на момента. Това дава възможност тя да се използва и за други видове ограничители на въртящ момент.

Литература

1. АРНАУДОВ К., И.Димитров, П.Йорданов, Л.Лефтеров. Машинни елементи. Техника, София, 1980.
2. ПРОСПЕКТ на фирмата SEDIS, 2009 г.
3. CHEVALIER A. Guide du dessinateur industriel. Edition HACHETTE Technique, 2004.
4. CORBET J.-Cl., A. Ducruet, L. Huchet. Le CoDoTec. 1996.