



TECHNICAL INFORMATION

INTRODUCTION

Many of our customers already know operation and calculation of brakes and clutches. This information may be used confidently. However engineers and technicians facing brake and clutch problems for the first time may find them difficult to assimilate. We shall be pleased to provide advice on this subject. For assistance please contact our technical department.

TERMS

First, let us define some concepts concerning moments and torques which are frequently used in calculation.

Me. Clutch static torque.- This is the torque transmitted when the friction surfaces have no relative speed, that is the driver and driven parts are integral (clutch engaged).

Md. Clutch dynamic torque.- This is the torque transmitted when there is a relative speed between the driver and the driven parts. It varies depending on the relative linear speed of the friction surfaces and on their lubricating condition, among other factors. This is the torque shown on the table of characteristics in our catalogue.

Depending on the type of discs used, the ratio existing between the dynamic and the static torque is as follows:

Steel/steel plates	1:1.8
Lining/steel plates	1:1.3
Sintered bronze/steel plates	1:1.5

INFORMACION TECNICA

INTRODUCCION

Muchos de nuestros clientes son conocedores del funcionamiento y cálculo de los frenos y embragues, y ellos manejan esta información con familiaridad. Sin embargo los ingenieros y técnicos que se enfrentan por primera vez con problemas de frenos y embragues pueden tener alguna dificultad en su asimilación. Nos ofrecemos para asesorarles en todo lo que esté a nuestro alcance, y les rogamos no duden en consultarnos.

DEFINICIONES

Primeramente vamos a definir algunos conceptos en cuanto a momentos o pares se refiere y que se emplean frecuentemente en el cálculo.

Par estático del embrague Me.- Es el par que transmite cuando las superficies de fricción no tienen velocidad relativa o sea son solidarias las partes conductora y conducida (Posición embragado).

Par dinámico del embrague Md.- Es el par que transmite cuando hay una velocidad relativa entre las partes conductora y conducida. Este par varía en función de la velocidad lineal relativa de las superficies de fricción, del estado de lubricación de las mismas y de otros factores. Este par es el que aparece en las tablas de características de nuestro catálogo.

Según qué tipo de láminas se empleen, la relación que hay entre el par dinámico y el estático es aproximadamente:

Láminas acero/acero	1:1,8
Láminas acero/guarnición	1:1,3
Láminas acero/bronce sinterizado	1:1,5

M_r. Clutch residual torque.- This is the torque transmitted by the clutch in the disengaged position.

It depends on clutch position (horizontal or vertical), relative speed of plates or discs, oil flow rate and viscosity.

With vertical assembly, the mobile frame or pressure plate, if it is not separated by springs, will be mounted at the lower position to prevent its weight from increasing residual torque.

M_C. Load torque or static torque.- This is the torque required to overcome the work done by the machine and frictions. Its value is equal to the tangential force to be made multiplied by the length of the corresponding lever arm.

$$M_C = F \cdot r$$

M_a. Acceleration torque.- This is the torque required to accelerate masses up to a speed, in a required time. To work out this value the following formula is applied:

$$M_a = \frac{J(n_2 - n_1)}{94 \cdot t} \text{ in daNm.}$$

J = Moment of inertia in kgm².

n₁ = driven shaft speed in r.p.m.

n₂ = Driver shaft speed in r.p.m.

t = Time in seconds.

M_a = Acceleration torque in daNm.

In this formula all moments have to be referred to the clutch shaft, using the following formula:

$$J_{red} = J \cdot i^2$$

where **J** is the moment of inertia of the masses of a shaft at any given speed; **J** ref is the moment referred to the clutch shaft, and **i** is ratio between the former and the latter speeds.

Par residual del embrague M_r .- Es el par que transmite el embrague en posición de desembragado.

Depende de: La posición del embrague (horizontal o vertical), la velocidad relativa de las láminas o discos, de la viscosidad y caudal de aceite.

En el caso de montaje vertical, la armadura móvil o plato de presión si no está separada por muelles, deberá montarse en la posición baja para evitar que su peso aumente el par residual.

Par resistente estático o par de carga M_C .- Es el par necesario para vencer el trabajo que realiza la máquina y los rozamientos. Su valor es igual al producto de la fuerza tangencial que hay que hacer, por la longitud del brazo de palanca correspondiente.

$$M_C = F \cdot r$$

Par de aceleración M_a .- Es el par necesario para acelerar las masas hasta una velocidad en un tiempo deseado. Para calcular su valor se aplica la siguiente fórmula:

$$M_a = \frac{J(n_2 - n_1)}{94 \cdot t} \text{ in daNm.}$$

J = momento de inercia en kgm².

n₁ = velocidad en r.p.m. del eje conducido.

n₂ = velocidad en r.p.m. del eje conductor.

t = tiempo en segundos.

M_a = par de aceleración en daNm.

En esta fórmula todos los momentos tienen que ser referidos al eje del embrague, lo que se obtiene por la relación siguiente:

$$J_{red} = J \cdot i^2$$

siendo **J** el momento de inercia de las masas de un eje a una velocidad cualquiera; **J** red, el momento reducido al eje del embrague, e **i** la relación de velocidades entre el primero y el segundo.



If the masses to be accelerated have a linear motion, their moments are referred to the clutch shaft, applying the following formula:

$$J \text{ red.} = 91 \cdot m \cdot \frac{v^2}{n^2}$$

m = Masses in linear motion, in kg.

V = Speed of the above mentioned masses in m/sec.

n = R.p.m. of the clutch.

$J \text{ red}$ = Moment of inertia in kgm^2 referred to the clutch shaft.

M_t = Total torque

This is the sum of the load torque and the acceleration torque.

$$M_t = M_C + M_a$$

The J of a 100 mm thick solid iron cylinder, it works out by means of the following formula:

$$J = 77 \cdot D^4$$

Where D is its external diameter in m, and J is the moment of inertia in Kgm^2 .

ACCELERATION TIME

The acceleration time can be calculated using the following formula:

$$t_a = \frac{J (n_2 \pm n_1)}{9,55 (M_t \pm M_C)} \text{ in seconds}$$

$n_2 - n_1$ = where acceleration or deceleration is concerned.

$n_2 + n_1$ = where inversion is concerned.

$M_t - M_C$ = in Nm where acceleration is concerned.

$M_t + M_C$ = in Nm where deceleration is concerned.

Si las masas a acelerar tienen un movimiento lineal, sus momentos se reducen al eje del embrague, por la siguiente fórmula:

$$J \text{ red.} = 91 \cdot m \cdot \frac{v^2}{n^2}$$

m = Masas en movimiento lineal (kg).

V = Velocidad de las citadas masas en m/seg.

n = revoluciones por minuto del embrague.

$J \text{ red}$ = momento de inercia en kgm^2 reducido al eje del embrague.

M_t = Par resistente total

Su valor resulta de la suma de los pares de carga y aceleración.

$$M_t = M_C + M_a$$

El J de un cilindro macizo de hierro, de 100 mm de espesor, se obtiene por la fórmula:

$$J = 77 \cdot D^4$$

Siendo D su diámetro exterior en m J es el momento de inercia en kgm^2 .

TIEMPO DE ACELERACION

Para hallar el tiempo de aceleración, utilice la siguiente fórmula:

$$t_a = \frac{J (n_2 \pm n_1)}{9,55 (M_t \pm M_C)} \text{ in seconds}$$

$n_2 - n_1$ = en casos de aceleración o deceleración

$n_2 + n_1$ = en caso de inversión.

$M_t - M_C$ = en Nm, en casos de aceleración.

$M_t + M_C$ = en Nm, en casos de deceleración.

CALORIFIC CAPACITY

In order to calculate the produced heat **Q** during every operation, use the following formula:

$$Q = \frac{J (n_2 \pm n_1)^2}{764 \cdot 10^3} \cdot \frac{M_t}{(M_t \pm M_C)} \text{ in kcal.}$$

The work produced by the clutch or brake during every operation will be transformed into heat, it will be absorbed by the friction surfaces of the plates or dissipated into the air, without exceeding the thermal capacity of the clutch.

In order to calculate the maximum engagements per hour the following should be taken into account: friction surface area of the discs in cm², number of friction surfaces and calorific value (dissipation capacity in Kcal/cm² hour). For this last element and according to the type of plate, the following values should be considered:

1) steel/steel plates

Splash lubrication $\approx 0,4 \div 0,5$
Inside lubrication $\approx 0,6 \div 0,7$

Maximum temperature of the friction surfaces:
200° C.

2) sintered bronze/steel plates

Dry running = 0,4 \div 0,5
Splash lubrication 1 \div 1,2
Inside lubrication 1,5 \div 2

Maximum temperature: 500° C.

3) lining/steel plates

Single-plate units, 1 \div 2 dry running.
Multi-plate units, 0,2 \div 0,3 dry running.

Maximum temperature: 300° C.

CAPACIDAD CALORIFICA

Para calcular el calor **Q** producido en cada maniobra, aplique la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{J (n_2 \pm n_1)^2}{764 \cdot 10^3} \cdot \frac{M_t}{(M_t \pm M_C)} \text{ in kcal.}$$

El trabajo producido por el embrague o freno en cada maniobra que se transforma en calor y es absorbido o transmitido al aire por las superficies de fricción de los discos, sin sobrepasar la capacidad calorífica del embrague.

Para calcular la frecuencia máxima de maniobras por hora admisibles para el embrague, hay que tener en cuenta: superficies de rozamiento de los discos en cm², número de las mismas y el valor calorífico (Poder de disipación en Kcal/cm² hora). Para este último factor y según el tipo de disco se pueden considerar los siguientes valores:

1) discos acero/acero

Lubricación por barboteo $\approx 0,4 \div 0,5$
Lubricación interior $\approx 0,6 \div 0,7$

La temperatura de las superficies de rozamiento no debe sobrepasar 200° C.

2) discos acero/sinterizado

En seco = 0,4 \div 0,5
Lubricación por barboteo 1 \div 1,2
Lubricación interior 1,5 \div 2

La temperatura no debe ser superior a 500° C.

3) discos acero/guarnición

Monodiscos 1 \div 2 en seco
Multidiscos 0,2 \div 0,3 en seco.

La temperatura máxima será 300° C.

Furthermore, the energy produced per operation and per cm² of surface area should not exceed:

* 25-50 cal/cm² for wet operation of sintered bronze/steel plates.

* 6-12 cal/cm² for wet operation of steel/steel plates.

* 25-35 cal/cm² for dry operation sintered bronze/steel plates.

* 50-100cal/cm² for dry operation of lining/steel or cast iron plates.

DETERMINING CLUTCH SIZE

In order to determine clutch size, consider the maximum resisting torque to be overcome.

While in operation in most cases impact unknown peaks may happen. For that reason a service factor **K** determined by experience should be taken into consideration. It will depend on the characteristics of driving and driven machines.

$$M_d \geq M_t \cdot K$$

If the machine is not equipped with a flywheel, calculate clutch torque using motor power, with the following formula:

$$M_d = 955 \cdot \frac{P_m}{n} \cdot K$$

P_m = Motor power in kw.

n = Clutch speed in r.p.m.

K = Safety factor.

M_d = Dynamic clutch torque in daNm.

For some applications with a high speed and operation frequency, the calculation should be complemented by a study on heat dissipation based on empirical formulations. Please let us do this for you.

Además, la energía producida por operación y por cm² de superficie no deberá pasar de:

* 25-50 cal/cm² para discos de acero-bronce sinterizado en aceite.

* 6-12 cal/cm² para acero-acero en aceite.

* 25-35 cal/cm² acero-bronce sinterizado en seco.

* 50-100 cal/cm² para acero o fundición-guarnición orgánica en seco.

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DEL EMBRAGUE

Para determinar el tamaño del embrague, se tendrá en cuenta el par resistente máximo que tiene que vencer.

Durante el funcionamiento se pueden producir puntas de choque desconocidas en la mayoría de los casos; por esta razón hay que tener en cuenta un factor de seguridad **K** determinado por la experiencia, y que depende de la naturaleza de las máquinas motriz y receptora.

$$M_d \geq M_t \cdot K$$

En el caso de que la máquina no lleve incorporado un volante de inercia se puede calcular el par del embrague partiendo de la potencia del motor, en cuyo caso se aplicará la siguiente fórmula:

$$M_d = 955 \cdot \frac{P_m}{n} \cdot K$$

P_m = Potencia del motor en kw.

n = Velocidad del embrague en r.p.m.

K = Factor de seguridad.

M_d = Par dinámico del embrague en daNm.

En ciertas aplicaciones, en las que la velocidad y frecuencia de maniobras es elevada, el cálculo debe ser completado con un estudio de disipación del calor cuyo cálculo basado en fórmulas empíricas, rogamos nos confíen.



K SAFETY FACTOR VALUES

Type of driven machine	Type of driving machine			
	Electric motor	Internal combustion engine 4 or 6 cylinders	Internal combustion engine 2 or 3 cylinders	Internal combustion engine 1-cylinder
Lower J Centrifugal pumps, small fans, centrifugal compressors	1,5	1,8	2	2,5
Low J Elevators, Large fans, Belt conveyors, Wood and metal machine tools, Small textile Machines	1,7	2	2,2	2,8
Medium J Rotary furnaces, Elevators, Mixers, Shearing machines, Stamping machines, Pump and piston compressors, Sharpening machines, Heavy textile machines, Mills.	2	2,3	2,5	3,2
High J and high load peaks Shovels, Polishing machines, Tractors, Light metal rollers, Crushing machines, Large fans, Molding presses, Locomotives, Large piston pumps, Cranes.	2,5	2,7	3	3,5
Higher J and high load peaks Forging presses, Large piston compressors, Steel and rubber rollers, Saws, Carrier rollers, Filing machines, Wire drawing machines, Plate bending machines, Large crushing machines, Paper calenders, Spinning machines.	3	3,2	3,5	4

VALORES DEL FACTOR DE SEGURIDAD K

Tipo de máquina receptora	Tipo de máquina motriz			
	Motor eléctrico	Motor explosión 4 ó 6 cilind.	Motor explosión 2 ó 3 cilind.	Motor explosion Monocilindr.
J muy reducido Bombas centrífugas, pequeños ventiladores, compresor centrífugo.	1,5	1,8	2	2,5
J pequeño Elevadores, Grandes ventiladores, Transportadores a cinta, Máquinas herramientas para madera y metal, Pequeña máquina textil.	1,7	2	2,2	2,8
J mediano Horno rotativo, montacargas, Mezcladoras, Cizalla, Máquina de estampar, Bomba y compresor de pistón, Afiladora, Máquina textil pesada, Molinos	2	2,3	2,5	3,2
J elevado y fuertes puntas de carga Palas, Pulidoras, Tractores, Laminadoras de metales ligeros, Trituradoras, Grandes ventiladores, Prensas de matricular, Locomotoras, Bombas grandes de pistón, Grúas.	2,5	2,7	3	3,5
J muy elevado y fuertes puntas de carga Prensas de forjar, Compresor de pistón grande, Laminadoras para acero y caucho, Sierras alternativas, Rodillos transportadores, Limadoras, Bancos de estiraje, Plegadoras, Grandes trituradores, Calandras para papel, Centrifugadoras.	3	3,2	3,5	4