



TECHGNOTIP 184

PILAR I - LUBRICACION DE PRECISION TECHGNOSIS SELECCIÓN DEL TIPO DE ACEITE Y CALCULO DE VISCOSIDAD PARA LUBRICACION DE ENGRANAJES INDUSTRIALES SOMETIDOS A ALTA CARGA

TABLA 1. SELECCIÓN EXPERTA DE LUBRICANTES PARA ENGRANAJES CON ALTA CARGA – TEMPERATURA

ACERO - ACERO	SINFÍN - CORONA BRONCE	TEMPERATURA DE OPERACIÓN
PAO + EP	PAG	> 80°C
MINERAL ALTO IV+EP	MINERAL ALTO IV + ÁCIDOS GRASOS *	-10°C < T < 80°C
PAO + EP	PAG	< -10°C

Estudios tribológicos han demostrado que un espesor óptimo mínimo de película para reducir el desgaste e incrementar la vida de los elementos lubricados es de 0.001 pulgadas (25.4 micras = 1000 micro-pulgadas). NOTA: El espesor típico de película lubricante es de 0.5 a 20 micras.

En base a un trabajo experimental desarrollado por Crook y Archard, se establece la siguiente fórmula para la viscosidad mínima necesaria en cSt (centiStokes) a la temperatura de operación:

$$Vg = h^2 / \left[0.1089 * d^2 * np * \left(\frac{mG}{mG + 1} \right) \right]$$

Donde:

- Vg = Viscosidad en cSt a la temperatura de operación del engrane
- h = Espesor de película en micro-pulgadas. Si h = 1000 micro-pulgadas se tiene el espesor óptimo mínimo de película
- d = Diámetro de paso o primitivo (Pitch Diameter) del piñón en pulgadas
- np = Velocidad del piñón en RPM
- mG = Relación del engranaje = Radio del inducido / Radio del motriz (Piñón)

NOTAS:

- * Aceites compuestos (COMPOUND)
- Engranajes con alta velocidad y sin carga (por ejemplo en turbo generadores) pueden ser lubricados con aceite tipo turbina (R&O). Para engranajes abiertos de baja velocidad se usan asfalto (cada vez menos) o sintéticos (PAOS) de muy alta viscosidad

EJEMPLO:

Usando esta fórmula, calcular la viscosidad mínima requerida en cSt a la temperatura de operación de los engranajes. El piñón tiene 5 " de diámetro de paso y el engrane acoplado con el piñón tiene 20 " de diámetro de paso. ¿Qué tipo de aceite selecciona si la temperatura de operación es de 50 °C y los engranes son de acero-acero sometidos a alta carga?.

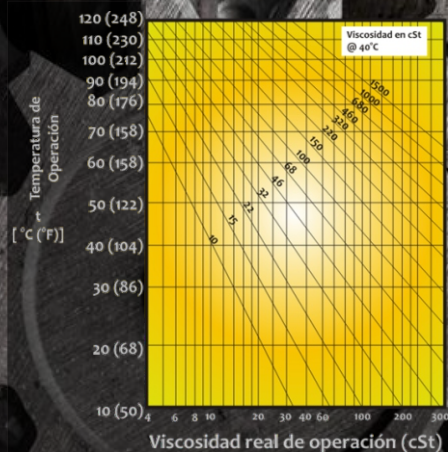
- Velocidad del piñón: 1800 RPM
- Velocidad del piñón: 3600 RPM
- Velocidad del piñón: 10000 RPM

RESPUESTAS:

En todos los casos, de la Tabla 1, dada la temperatura considerada, se puede utilizar un aceite mineral de alto Índice de Viscosidad con aditivos EP (Extrema Presión), dado que se trabaja por arriba de los -10 °C y por debajo de los 80 °C

- $Vg = 1000000 / [0.1089 * 25 * 1800 * (4 / 5)] = 255 \text{ cSt @ Temperatura de operación (TO)}$
- $Vg = 1000000 / [0.1089 * 25 * 3600 * (4 / 5)] = 128 \text{ cSt @ Temperatura de operación (TO)}$
- $Vg = 1000000 / [0.1089 * 25 * 10000 * (4 / 5)] = 46 \text{ cSt @ Temperatura de operación (TO)}$

TABLA 2. CONVERSION DE VISCOSIDAD REQUERIDA A LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN A GRADOS ISO



EJEMPLO:

Con la Tabla 2 (Válida para aceites minerales de Índice de Viscosidad (Superior a 90) se obtiene el grado de viscosidad comercialmente disponible en grados ISO (cSt @ 40 °C)

- Con 255 cSt y @ 50 °C se requiere un aceite ISO 320
- Con 128 cSt y @ 50 °C se requiere un aceite ISO 150
- Con 46 cSt y @ 50 °C se requiere un aceite ISO 68

NOTAS:

- Para un engrane corona-sinfín, tomar el diámetro de paso del usado
- Leer en la Tabla 2, el valor más cercano de viscosidad ISO donde se crucen la Temperatura de operación y la viscosidad requerida
- Para este ejemplo, la relación mG es de 20 " / 5 " , o sea, 4 y, entonces $mG / (mG + 1) = 4 / 5$
- Si se requiriera utilizar un aceite sintético, tipo PAO, por ejemplo, entonces, preguntar al proveedor del lubricante o consultar a Techgnosis, para determinar qué aceite dará la viscosidad requerida a la temperatura de operación.
- Usando la fórmula de Crook y Archard es posible determinar el cálculo inverso, o sea: conocida la viscosidad real, se calcula h y, si este es menor a 0.001 " (o sean: 1000 micro pulgadas), se tendrán condiciones no óptimas de lubricación y se justificará el incremento de la viscosidad