

EINSTEIN Curso Introductorio. Ejercicio IT02_Metalurgy

La empresa "EINSTEIN METAL S.A" se dedica a la producción de tubos de acero para grúas. El tratamiento de superficie es el proceso de producción de mayor demanda de energía térmica y, por lo tanto, el estudio EINSTEIN se centrará en este paso. La empresa tiene 2 turnos de trabajo de 8 horas cada uno, 5 días a la semana, 260 días al año. La capacidad de producción anual es de 998.4 toneladas de acero.

La compañía está situada a una latitud geográfica de 40° con una temperatura media anual de 10°C. La temperatura media anual es de 10°C.

A continuación se muestran las descripciones y un esquema simplificado de los distintos procesos que componen el tratamiento de superficie (ver figura 2).

- **Pretratamiento**

Primero, los tubos metálicos se limpian en un baño de desengrase. Los tubos pasan por dos baños de agua caliente de forma continua y consecutiva.

2 baños de desengrase de 25m³ cada uno

Temperatura de proceso (temperatura de los baños): 50°C

Temperatura de entrada de los tubos: 10 °C

Temperatura de salida de los tubos: 50 °C

Temperatura después de interrupciones del proceso: 35°C

Potencia térmica media medida para compensación de pérdidas térmicas: 38kW (*)

- **Enjuagues**

Los tubos pasan por varios baños de enjuague. Sólo uno de los enjuagues es caliente y tiene demanda energética relevante.

Baño de enjuague con agua tibia: 25 m³

Temperatura de proceso: 55°C

Temperatura de entrada de los tubos: 50 °C

Temperatura de salida de los tubos: 55 °C

Temperatura después de interrupciones: 40°C

No se requiere potencia térmica para el mantenimiento de temperatura (*)

- **Pintura catódica de las piezas metálicas**

Los tubos se pintan en un baño catódico, en un proceso que genera calor y por tanto tiene que estar refrigerado.

Baño de 25 m³

Temperatura de proceso: 30°C

Temperatura de entrada de las barras: 40°C

(no se considera el baño de preenfriamiento entre enjuague y pintura catódica)

Potencia de refrigeración constante para compensación de generación de calor: 70kW (*)

No hay necesidad de enfriamiento inicial.

- **Secado**

Finalmente los tubos metálicos se secan en una cámara de secado.

Temperatura de proceso: 150°C

Potencia térmica para compensación de pérdidas térmicas y calor latente de evaporación: 270kW (*)

Caudal de entrada de aire: 6.000 m³/h (densidad estimada de 1 kg/m³)

Aire húmedo de salida y tubos metálicos salen de la cámara a 150°C

Temperatura de entrada de aire: 10 °C

Temperatura de entrada de los tubos: 40 °C

(*)Nota: para todos los procesos se ha especificado la potencia para calor / frío de mantenimiento (según definiciones de EINSTEIN), y no la potencia total requerida por el proceso.

La energía térmica se genera en una caldera de vapor de 2,500 MW de potencia nominal. Su rendimiento es aproximadamente del 91% (basado en p.c.i.). El vapor se distribuye a 7 bar 180 °C ida / 100°C retorno condensado. Las tuberías tienen una longitud de 300m (en una dirección).

La pintura catódica es un proceso electrolítico que necesita ser enfriado continuamente a una temperatura de 30 °C (24 horas por día). Un equipo de refrigeración suministra el frío necesario. Tiene una potencia frigorífica nominal de 98kW y una demanda eléctrica de 40kW a una temperatura de frío generado de 7 °C y una temperatura de disipación de 20 °C. El rendimiento (EER) medio en condiciones reales de trabajo es de 2,69.

El fluido de trabajo es glicol (por simplicidad: modelizar como agua), que se distribuye a 7°C y retorna a 12°C. Las tuberías tienen una longitud de 100m.

El precio del gas es actualmente de 30 €/MWh y el de electricidad de 85 €/MWh . Los gastos de operación y mantenimiento anual de procesos térmicos es de 3000€.

Edificios: la superficie de la sala de producción es de 10000 m² total (6000m² de superficie de espacios calentados). La demanda de calefacción se puede estimar en base a las fluctuaciones mensuales de demanda de energía en 1000 MWh/a. El período de calefacción empieza el 1 de Septiembre y acaba el 31 de Marzo. No hay demanda de refrigeración ni tampoco para agua caliente sanitaria.

Para posibles instalaciones solares, hay disponibles 6000 m² de tejado orientados al suroeste.

Genere las siguientes propuestas alternativas:

A – recuperación de calor externa (añadir intercambiador manualmente)

Se instala un intercambiador de calor en el proceso de secado. El aire de salida a 150°C se usa para pre-calentar el aire de entrada de 10 a 40°C . El aire de salida, sale del intercambiador a 120°C.

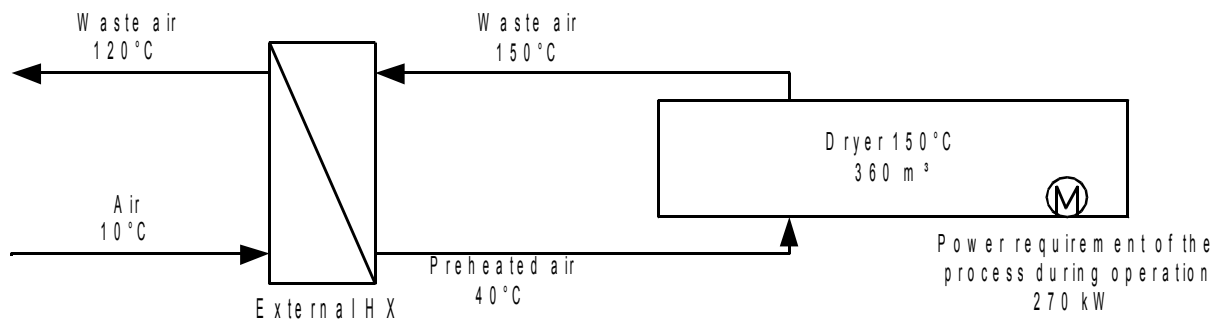


Figura 1: intercambiador de calor instalado

B – Optimización de la red de intercambiadores de calor

- 1) Diseñe una red de intercambiadores optimizada con el asistente de diseño de EINSTEIN (configuración default)
- 2) Repita el procedimiento, pero con una diferencia de temperatura mínima de 20 K.
- 3) Haga un ajuste fino manual del resultado obtenido en el paso 2
- 4) Compare los ahorros con el máximo teórico según análisis pinch y con los resultados de un cálculo en modo estimativo (estimate).

C – Optimización del sistema de suministro

- 1) **Cogeneración:** Diseñe una planta de cogeneración utilizando el asistente de diseño (configuración: seleccione turbina de gás, rendimiento eléctrico efectivo mínimo: 0,55, número mínimo de horas de operación anuales 2000 h/año)
- 2) **Solar térmica:** Seleccione un campo de captadores de tubo de vacío con 2.000 kW de potencia instalada y 10 m³ de volumen de acumulación. Cambie el coste de inversión del sistema solar a 650.000 €.

D – Ejercicios adicionales (para los/las rápidos/as o para practicar en casa)

- 1) Defina el intercambiador del ejercicio A en el estado actual (intercambiador de calor ya existente en el estado actual). Ejecute la comprobación de consistencia.
- 2) Compruebe la influencia de la masa térmica del aire y de las paredes del secador, suponiendo que el secador tiene un volumen de 360 m³, con una pared de acero de 1 mm de espesor que se caliente prácticamente hasta la temperatura del secador (150 °C) y que se enfria a 80 °C después de interrupciones del proceso. Desprecie la masa térmica del aislamiento en la superficie exterior del secador.
- 3) Continúe el ejercicio C añadiendo una bomba de calor al sistema, que utiliza calor extraído del baño de pintura catódica para calefacción en invierno y para calentamiento de agua.

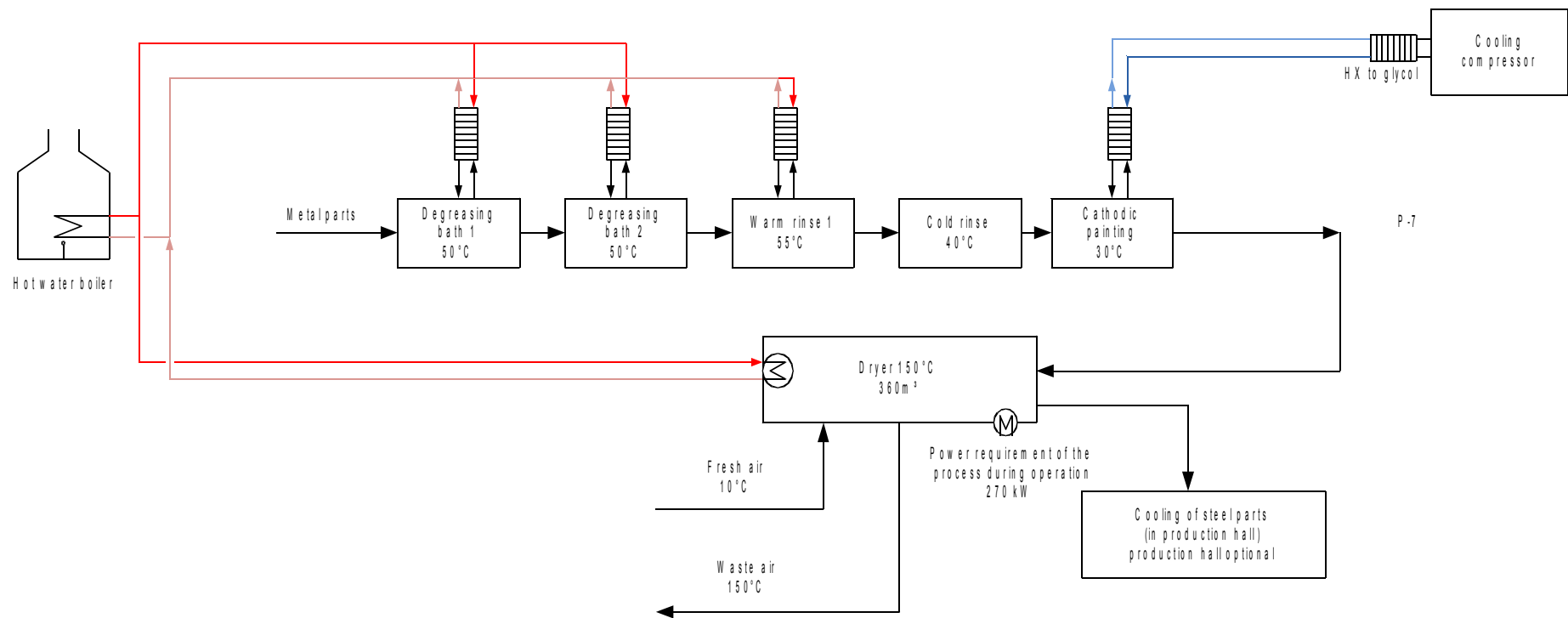


Figura 2- Esquema de los procesos