

ANEXO B. RECOMENDACIONES SOBRE EL PROCEDIMIENTO PARA MEDIR EROSIÓN

Diseño experimental propuesto en pruebas de erosión a alta temperatura

Para determinar el daño en el desgaste erosivo se deben comparar las diferencias en la microestructura desgastada con la variación del ángulo de impacto en probetas rectangulares de 1 pulgada cuadrada manteniendo constantes la velocidad, el tiempo de exposición y la temperatura; para el análisis estadístico, se considera un diseño de un solo factor donde el factor de interés es el ángulo, y los niveles son los distintos ángulos considerados, ej. 15° , 22.5° , 30° , 45° , 65° y 90° . Se toman dos réplicas de cada tratamiento por costos y tiempos de operación, lo que genera un total de doce corridas que se aleatorizan con el fin de eliminar posibles correlaciones entre los datos, La aleatorización se hizo con la ayuda del software Minitab V16. Así, se generó una tabla de toma de datos con el orden en el que podrían ser ejecutadas. En este caso el modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} \text{ Bajo el supuesto } \epsilon_{ij} \sim^{iid} N(0, \sigma^2)$$

Donde la hipótesis a estudiar fue:

$$\begin{aligned} H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = 0 \\ H_A: \tau_i \neq 0, \text{ para algún } i \end{aligned}$$

Donde: μ : es la media global, τ_i : es el efecto debido al tratamiento i y ϵ_{ij} : Es el error aleatorio. Pensando en eliminar el ruido posible en cada una de las mediciones, se tuvo en cuenta las siguientes condiciones:

- Se debe revisar que la muestra del cerámico que será sometido a prueba no presente anomalías tales como: rugosidades fuera del estándar, muescas, fisuras, imperfecciones en la aplicación plasma, etc. Las muestras fueron uniformes, presentaron las mismas características y medidas. Se utilizó el microscopio estéreo y óptico para efectuar un control de calidad.
- Se debe realizar pruebas previas con el fin de garantizar que el tribómetro esté calibrado correctamente y no se presenten anomalías e inconsistencias que pudiesen afectar el experimento.
- Una vez terminadas las pruebas de calibración, el usuario debe definir un protocolo de encendido y control del proceso con el fin de establecer las posibles variaciones entre uno y otro encendido. Tal protocolo se entrega en los resultados.
- El montaje de la muestra siguió un procedimiento estandarizado, con el fin de que el experimento no fuera afectado. Tal procedimiento se entrega en los resultados.
- Para los ensayos de erosión se deben registrar los datos del desarrollo de cada una de las corridas, tales como humedad y temperatura del ambiente, entre otros datos que fueron relevantes a la hora de determinar fuentes de error.

Se debe registrar la fecha, la hora y observaciones de cada una de las corridas con el fin de tener una trazabilidad de las mismas y poder detectar posibles causas de errores en las mediciones en caso de detectarse anomalías. El software de control y adquisición de datos registra todos los parámetros de operación (temperatura y presiones, la velocidad

puede ser calculada con las dos variables anteriores) en función del tiempo para que dicha información esté disponible en la interpretación y análisis de los ensayos.

Formato experimental para medir el efecto del ángulo en la erosión (producto)

Los valores de ángulo aleatorizados previamente a los ensayos de erosión, deben respetarse estrictamente para poder satisfacer la mayor confiabilidad en los resultados. La aleatorización se hizo con la ayuda del software **Minitab V16**. Este formato es un soporte de información adicional al SAD. A continuación se muestra una tabla con un orden aleatorio generado de las corridas:

N°	FECHA	HORA	A°	Peso i (g)	Peso f (g)	DESGASTE	OBSERVACIONES, perfil de T°, V y P
1			65				
2			90				
3			65				
4			30				
5			15				
6			45				
7			15				
8			45				
9			22.5				
10			90				
11			22.5				
12			30				

Se incluyó un ítem de fecha, la hora y observaciones de cada una de las corridas simuladas con el fin de que en los ensayos de erosión hubiese una trazabilidad y se detectasen posibles causas de errores en las mediciones en caso de anomalías. El software de control y adquisición de datos registra todos los parámetros de operación (temperatura, presiones, la velocidad puede ser calculada) en función del tiempo para que dicha información esté disponible en la interpretación y análisis de los ensayos.

Tabla. Especificaciones del quemador utilizado en el tribómetro de erosión a alta temperatura

Parámetros del quemador	Valores
Máxima potencia Btu/h, alto fuego	500.000
Mínima potencia Btu/h, bajo fuego	50.000
Máxima temperatura de Cámara cerámica ° C	1.650°C
Longitud de llama dentro de la cámara: mm (pulgadas) en Alto Fuego	638 mm (25 pulgadas)
Sensor de llama	Ultravioleta, UV
Combustibles	Gas natural, Propano
Presión de Gas natural	60 psi a 80 psi
Diámetro de entrada de gas	1 pulgada
Exceso de aire	Mínimo 20% en adelante
Caudal de gas, CFH: Pies Cúbicos por hora	
Gas natural	500
Gas propano	200
NOx en PPM, 4% de O2	25% de potencia, 112 100% de potencia, 84
CO2 en PPM 4% de O2	100% 73