

## Proyecto Escuela de Verano

Enfoque para desarrollar la solución a problemática de los carbon brushes en generadores eólicos, desde la perspectiva de una empresa.

### Propiedades del MG1157 Morgan Advanced Materials

- Continuous current rating = 18 A/cm<sup>2</sup>
- Continuous speed rating = 40 m/s
- Resistivity = 3.30 μΩ·m
- Bulk density = 1.30 g/cm<sup>3</sup>
- Metal content = 50% Ag
- Common Application = Optimizado para anillos de acero, con capacidad de formar película lubricante estable en climas fríos.

Solución según profesor: Equilibrio Termodinámico = Swollen Phase Brush

Traducción: TDeq favorece la hinchazón del artefacto

Dato: La tolerancia (espacio entre pase brush y brush holder) es muy pequeño

Meta: Proponer un flujo de trabajo para hallar la solución, no la solución en sí misma.

Restricción: Somos una compañía, no trabajamos como la academia.

Esquema primitivo de flujo de trabajo: \*no serio\*

Actividad	Equipo encargado
Presentación de la empresa	
- Nombre de la empresa: *Campanil Carbon Materials* - Biobio Materials - Integrantes - A qué nos dedicamos -> producción/venta de carbon brushes - Misión/visión	
Contextualización del problema:	
- Qué es un carbon brush - Por qué se expanden - Por qué esto es un problema	
Investigación del estado del arte	Departamento de I+D
Investigación de las causas del problema	
Proposición de metodologías	
Análisis económico	Departamento de finanzas? O es lo mismo que la siguiente?
Filtro de metodologías de acuerdo a las capacidades de la empresa	Product Management / Project management
Ejecución de propuestas de solución (pequeña escala)	Operations / Manufacturing
Evaluación de soluciones	Quality Assurance / Quality Control
Escalamiento de soluciones	Operations / Manufacturing
Protección de PI?	Departamento de asuntos legales
	Supply Chain / Procurement

Preguntas para Mario:

¿Tiene sentido los “departamentos” hipotéticamente involucrados en el flujo trabajo?

Desde su experiencia y en el contexto de solucionar problemas de la empresa:

¿Cuáles son los equipos que realmente existen?

Estructura organizacional

Traducción de propiedades del material

- Resistividad: generación localizada de calor, lo que se llama “Joul Heating”
- Baja densidad + fase grafito: estructura porosa / capacidad de retención de especies
- Contenido metálico 50%: conducción + anclaje mecánico de fases blandas
- Optimizado para climas frios: comportamiento no rígido a bajas temperaturas

#### **Análisis y presentación del problema**

- Carbon brushes absorben humedad y sufren hinchazón, se traban mecánicamente, pierden contacto eléctrico y provocan fallas, por lo que deben ser modificados o pueden causar problemas en generadores eólicos

**Posibles causas del problema:** Podría ser una o varias

- Contenido metálico del brush
  - Plata es resistente a la oxidación y con alta conductividad, pero es caro
  - Debe ser un metal con bajo coeficiente de expansión térmica y alta estabilidad química.
- Proporción metal/grafito
  - ¿Bajo que criterios se establece la proporción ideal?
  - Quizás la proporción utilizada no es la ideal.
- Porosidad
  - Análisis porosidad actual -> BET
  - Análisis de factores que condicionan la porosidad
- Tipo de aglomerante:
  - Análisis del tipo de aglomerante utilizado y sus propiedades para determinar si este influye o contribuye a la hinchazón
  - Estudio de nuevos aglomerantes que contribuyan a disminuir porosidad y/o hinchazón

#### **Posibles soluciones al problema**

- Pre-acondicionamiento del brush

Esto va más conforme a llevar al brush antes de instalarlo a condiciones similares a operación, el brush se expande fuera del generador y se instala ya en su estado de equilibrio.

- **Diseño con tolerancia al estado hinchado**

Rediseñar housing (brush holder) / resortes de presión, con esto puede llevarse a una aceptación de la expansión como una condición normal, y se puede controlar la presión de contacto.

- **Modificación del material para desplazar el equilibrio**

Reducir la porosidad efectiva del brush y ajustar su fase metálica (quizás más o menos de carbón o plata) e introducir aditivos hidrofóbicos.

- Aditivos hidrofóbicos

Trimetoxilano (Silanos hidrofóbicos) (pueden dar un tratamiento superficial)

Polidimetilsiloxano (PDMS)

PTFE (Teflon) en micro-partículas (caros, pero pueden extender la vida útil)

Aceites de silicona

- Tener en consideración que no disminuyan la conductividad eléctrica

- Modificaciones del porcentaje de metal:

Reducción ligera del porcentaje metálico (30 – 40%), menor fracción de fases con alto coeficiente de expansión térmica, menor rigidez global del brush, más comportamiento “carbonoso” homogéneo, por lo cual, disminuye la expansión térmica y el estrés interno, sin embargo, podría existir un aumento de resistividad.

Opciones: Bronces especiales como Cu – Sn; Aleaciones de Cu – Ni

Pruebas que podrían hacerse

- Prueba de absorción de humedad
- Medición de expansión dimensional
- Fricción bajo ambiente controlado

Consideraciones para la toma de decisiones

- Factor económico

- Costo metal/aditivos
- Costo producción

- Facilidad/tiempo de producción del potencial producto solución

- Si demora mucho o es complejo, no es viable para producción masiva