PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2016

MEMORIA DEL PROYECTO Nº 19

1. DATOS DEL PROYECTO

Título: **Investigación tribológica sobre los defectos superficiales en la fabricación de tapas mediante embutición**

Investigador/a/es responsable/es: **Alberto García Martínez**

Tfno: **958 18 19 25** **E-mail:** **garciamaralberto@uniovi.es**

Otros investigadores:

- **Esteban Fernández Rico (Universidad de Oviedo)**
- **Rocío Fernández Rodríguez (Universidad de Oviedo)**
- **Celia Fernández Martínez (MIVISA Envases S.A.U)**

Empresas o instituciones colaboradoras:

MIVISA Envases S.A.U. Ubicada en el polígono Industrial de Silvota, en Llanera, MIVISA se dedica fundamentalmente a la fabricación distintos tipos de envases para industria alimentaria. La empresa aportará a la investigación el conocimiento inicial acerca de los defectos de fabricación habitualmente encontrados durante el proceso de embutición y facilitará materiales para realización de ensayos como troqueles, muestras de chapa lacada y barnizada, etc.

2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

2.1 Resumen ejecutivo

El resumen ejecutivo del Proyecto debe ser una síntesis clara y concisa del trabajo realizado, describiendo brevemente los motivos que justifican su realización, los beneficiarios, los objetivos específicos y su grado de consecución, la metodología aplicada y los resultados obtenidos.

Extensión: unas 500-600 palabras (limitado a un máximo de 4000 caracteres, incluidos espacios.

El presente proyecto de investigación se encuentra aún en fase de realización, con un porcentaje de realización que podría estimarse en torno a un 35 %. Si bien este porcentaje puede parecer bajo, no resulta alarmante teniendo en cuenta la fecha de incorporación del becario, y se estima que su desarrollo es adecuado y concluirá con resultados satisfactorios durante la última semana de enero de 2017. Por ello, el presente informe muestra los resultados preliminares y tareas realizadas hasta la fecha. Dado precisamente este carácter preliminar, los resultados mostrados no son analizados en profundidad.

Las tareas realizadas por el beneficiario de la ayuda se han centrado en dos vertientes fundamentales: por un lado, ensayos de laboratorio para la caracterización del lubricante, y

por otro lado ensayos en línea de producción para analizar la influencia del caudal de lubricante sobre la aparición de defectos en las tapas.

Dentro de las líneas de trabajo propuestas inicialmente en el proyecto (material de matriz de embutición, acabado superficial de la misma y lubricación), se ha optado por centrar los esfuerzos sobre la lubricación, pues es el elemento que permite un mayor grado de variabilidad con unos costes reducidos: Plantear cambios en los materiales de los troqueles resulta muy complicado, en la medida en que existe una dependencia directa e inevitable del fabricante del equipo, y su disposición a ensayar nuevos materiales. Por otro lado, la modificación superficial de esos troqueles, si bien es más sencilla de modificar en términos de un proyecto de investigación (se puede planear distintos métodos de texturizado o modificación superficial recurriendo a terceros, o incluso realizándolos en lo propios talleres de mantenimiento de la empresa, sin depender del fabricante del equipo), tampoco se ha abordado, pues tras una primera revisión bibliográfica, se ha llegado a la conclusión de que los texturizados sobre los radios críticos de los troqueles pueden resultar contraproducentes en el conformado de chapas blandas como las empleadas en esta aplicación. Por otro lado, la formación de la becaria beneficiaria de la ayuda (Grado en Ingeniería Química, y cursando Master en Ingeniería Química), favorece que se haya decido centrar los esfuerzos en el estudio de la lubricación, buscando maximizar el rendimiento del proyecto.

Se han realizado ensayos de caracterización básica del lubricante empleado actualmente (MK-VAPOL 120), así como dos lubricantes alternativos (EUROLUBE y H115 AL). Estos ensayos hasta la fecha han sido la espectrografía de masas, medición de tensión superficial y ángulo de contacto. Se están comenzando a realizar ensayos de desgaste (ASTM D4172 – 4 bolas) y de viscosidad.

Por otro lado, se han realizado ensayos en la línea de producción analizando el porcentaje de tapas defectuosas obtenidas variando los caudales de aceite en la línea. Para ello se ha seleccionado en base a la experiencia de los operadores de línea y del departamento de calidad de la empresa, el formato de tapa (tamaño y barniz) que estadísticamente presenta más problemas. Estos ensayos no han arrojado una correlación clara entre estos parámetros, lo cual hace necesario reconsiderar las condiciones en que se ha realizado este ensayo.

Del mismo modo, también sobre línea de producción se ha analizado la homogeneidad en el reparto de lubricante sobre la plancha de hojalata, mediante la adición de un colorante concentrado al lubricante. Fruto de este ensayo, se ha concluido la no homogeneidad den esta distribución, y por tanto la necesidad de reconsiderar modificar el actual sistema de dosificación para tratar de mejorar este aspecto.

2.2 Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución

El objetivo principal recogido inicialmente en la propuesta de proyecto era: "*determinar y cuantificar los mecanismos de desgaste sobre las matrices de embutición de hojalata lacada y barnizada, así como correlacionar dicho desgaste con los defectos superficiales sobre las chapas de hojalata embutidas".* Para lo cual se establecían un aserie de objetivos parciales basados en la actuación sobre tres factores: el material de las matrices de embutición, el acabado superficial de la misma y el control sobre la lubricación.

El trabajo desarrollado por el becario del presente proyecto se centra fundamentalmente en el sistema de lubricación de los procesos de embutición, con una caracterización tanto del

dispositivo de aplicación de lubricante, como una caracterización del mismo y de dos lubricantes alternativos propuestos.

En este sentido, ya se ha caracterizado las tres muestras de lubricante en cuanto a propiedades físico-químicas de los mismos: tensión superficial, trabajo de cohesión y extensión del líquido, ángulo de contacto sobre superficies de hojalata barnizada con diferentes acabados, etc.

Se están desarrollando actualmente mediciones de viscosidad y resistencia al desgaste según adaptación de la norma ASTM D4172 (ensayo de desgaste de 4 bolas)

2.3 Tareas realizadas

Las tareas realizadas se pueden agrupar en diferentes secciones:

A) Revisión bibliográfica: Se ha realizado una revisión bibliográfica sobre el proceso de embutición de hojalata, y la lubricación del mismo. Aquí adquiere especial relevancia la compatibilidad de los lubricantes empleados con el uso alimentario, pues si bien no se trata de un proceso en el que el lubricante este en contacto directo con producto alimentario, si debe preverse la posibilidad de un contacto esporádico con el producto (categoría H1 de la FDA-Food and Drug Administration- de EEUU).

B) Pruebas de línea: Se han realizado ensayos de detección de defectos superficiales en las tapas variando el caudal de lubricante. Estas pruebas se han realizado empleando el lubricante actualmente en uso en la empresa, y con la regulación de caudal y sistema de dosificación de lubricante actual. También se realizaron ensayos de homogeneidad en la distribución del lubricante mediante a la adición de un colorante artificial al lubricante, que permite determinar la homogeneidad o no en el reparto de lubricante sobre la chapa de hojalata.

C) Caracterización de laboratorio de los lubricantes: hasta la fecha se han realizado espectrografía de masas para determinar diferencias en la composición de los lubricantes, mediciones directas de tensión superficial de los lubricantes y ángulo de contacto.

2.4 Resultados obtenidos

Las espectrometrías de masas de las muestras de lubricante se muestran en las siguientes figuras:

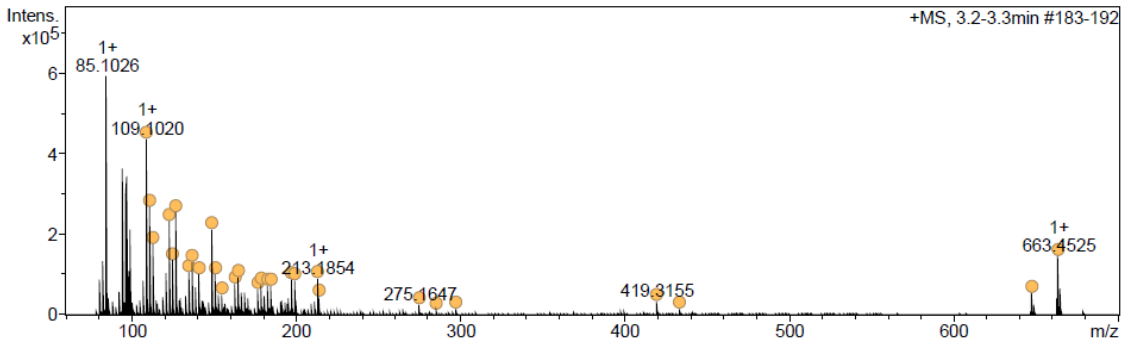

Fig. 1. Espectro de masa del lubricante MK VAPOL 120

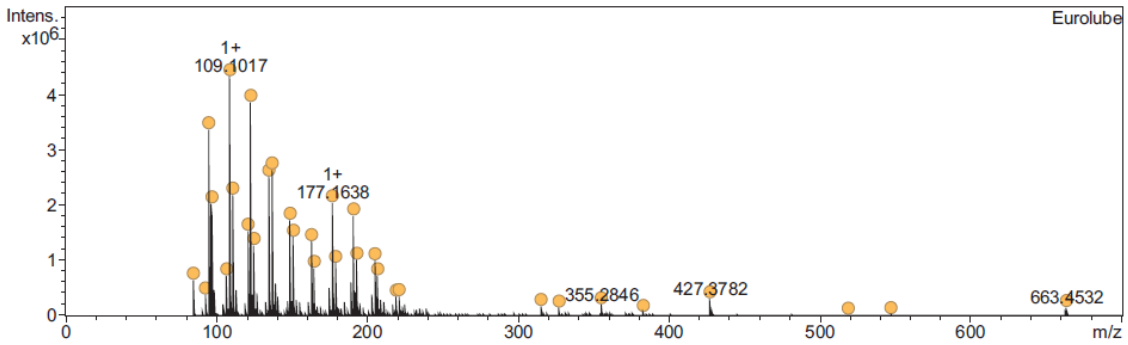

Fig. 2. Espectro de masa del lubricante EUROLUBE

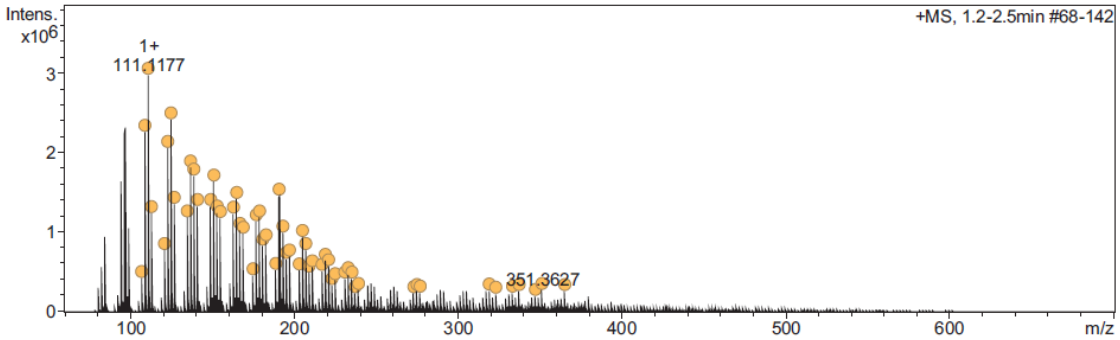

Fig. 3. Espectro de masa del lubricante H 115 AL

El lubricante H 115 AL es el que presenta aparentemente una mayor densidad. Los últimos picos más aislados, presentes en las muestras de Eurolube y MK Vapol 120, con pesos moleculares más elevados, pueden corresponder a aditivos en la formulación del aceite. Estos pueden llegar a representar hasta el 20% en peso de los aceites y les confieren las principales propiedades a los lubricantes: capacidad lubricante, protección antidesgaste, capacidad de carga, prevención de corrosión y oxidación, etc.

Un análisis más en profundidad de la composición química es fundamental para completar este apartado.

La tensión superficial de los lubricantes y de una muestra patrón de agua se muestra en la siguiente tabla:

LÍQUIDO	$\boldsymbol{pH}$	$\boldsymbol{\gamma_{LV}(mN\ /\ m)}$	$\boldsymbol{\sigma\ (mN\ /\ m)}$
AGUA	4.02	72.57	0.03
MK VAPOL	4.01	24.80	0.02
EUROLUBE	4	24.80	0.01
H 115 AL	3.99	29.90	0.03

La determinación de esta tensión superficial se realizó mediante medición directa mediante el método del anillo de platino Du Nouy (Tensiómetro KSV Sigma 700)

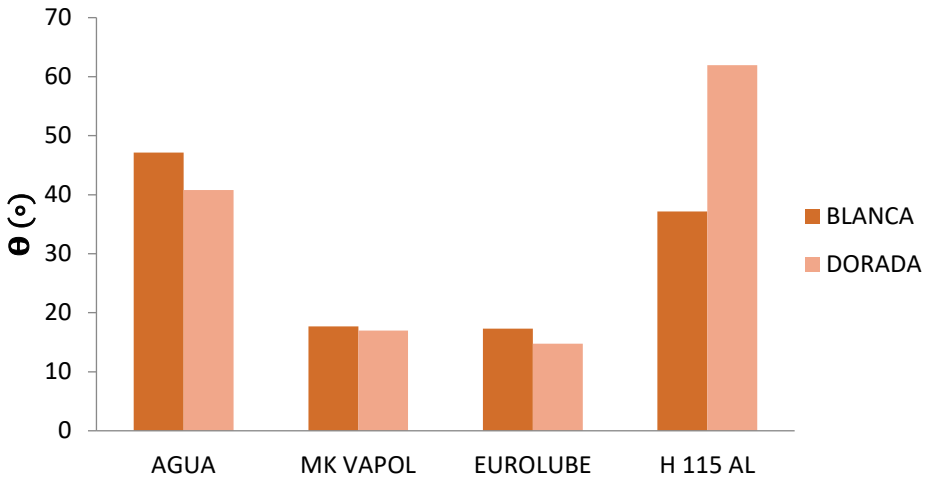

Fig. 4. Ángulos de contacto de los líquidos estudiados sobre los dos tipos de hojalata (blanca y dorada)

Las mediciones de ángulo de contacto revelan una gran diferencia en el comportamiento del lubricante H 115 AL, que presenta mayores ángulos de contacto, especialmente sobre la hojalata con barniz dorado.

Sobre línea de producción, se realizaron ensayos variando el caudal de lubricante, y analizando el porcentaje de tapas defectuosas resultante. Este porcentaje se analizó con lotes de fabricación con un tamaño de muestra variable entre 1679 y 2143 tapas (Los tamaños de muestra son fruto de las necesidades productivas de la planta), de modo que el tamaño maestral es suficientemente grande como para asegurar una correcta comparación entre distintos caudales de lubricante en términos porcentuales.

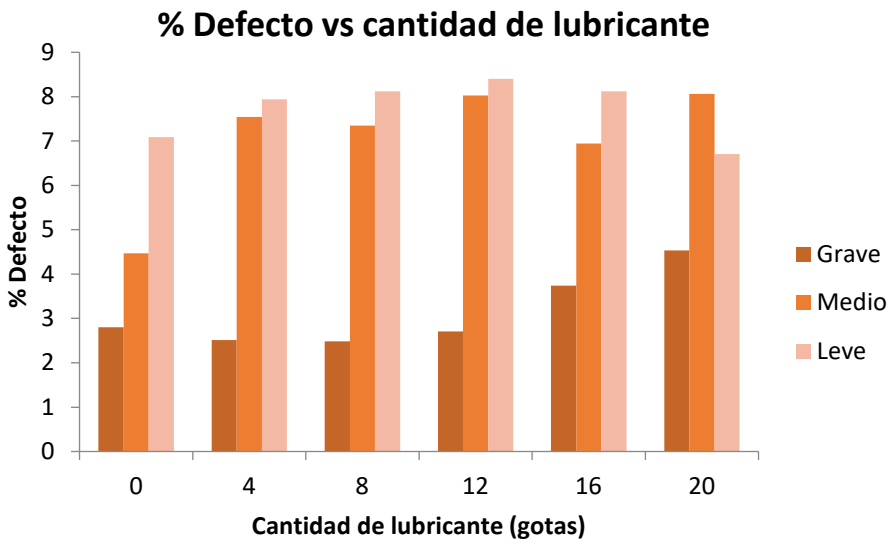

Fig. 5. Porcentaje de tapas defectuosas bajo distintos caudales de lubricación

Se aprecia un incremento en el porcentaje de defectos graves sobre las tapas para caudales elevados de lubricación, mientras que para caudales teóricamente nulos de lubricación, el porcentaje de defectos no se ve incrementado, siendo incluso menor si analizamos los defectos leves y medios.

Este resultado, hace que sea necesario reconsiderar las condiciones en que se ha realizado este ensayo, dado que no parece lógico que una lubricación nula aporte los mejores

resultados en materia de porcentaje de defectos. Probablemente estos resultados se encuentren alterados por el tiempo de estabilización que se tiene en la línea de producción desde que se ajusta un caudal de lubricante, hasta que este caudal se transfiere de forma continua y permanente a la hojalata. El sistema consiste en uno inyectores que dosifican el lubricante sobre unos rodillos de paño a modo de cuentagotas. A su vez estos rodillos trasfieren el lubricante a un segundo nivel de rodillos de paño que finalmente contacta con la hojalata.

Se han realizado por otro lado ensayos en línea de producción para a determinar la no homogeneidad en el reparto de lubricante sobre la plancha de hojalata. Este reparto no homogéneo queda patente en la distribución de colorante sobre los rodillos de paño que transfieren el lubricante a la hojalata mediante contacto. Como conclusión de este test, se deduce la necesidad de mejorar el actual sistema de dosificación mediante goteo sobre los rodillos de paño.

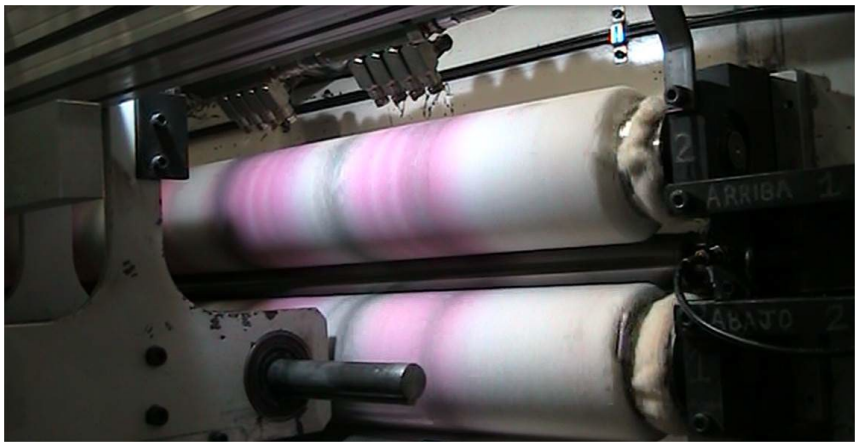

Fig. 6. Aspecto de la distribución de colorante en el lubricante sobre los rodillos dosificadores

2.5 Trabajos o necesidades futuras

De manera inmediata, los trabajos continúan en la línea de completar la caracterización físico-química de las muestras de lubricante, y realizar los ensayos de resistencia al desgaste de los mismos.

Adicionalmente será necesario completar la caracterización del comportamiento a desgaste de los lubricantes empleando ensayos tribológicos con el par de materiales que interviene en el proceso: acero frente a hojalata barnizada.

2.6 Divulgación de los resultados (publicaciones, artículos, ponencias…)

Dado el carácter preliminar de los resultados obtenidos hasta la fecha, no se ha realizado aún tareas de divulgación. Si bien, en base a dichos resultados parciales, se ha fijado como primer objetivo de divulgación acudir al X Congreso Mundial de Ingeniería Química (WCCE) que se celebrará en Barcelona del 1 al 5 de octubre de 2017.

3. MEMORIA ECONÓMICA

Financiación		Personal	Inventariable	Fungible	Otros gastos
IUTA	SV-16-GIJÓN-1-19	2600 €			
Otras fuentes	MIVISA Asturias			500 €	
Estudiante con ayuda a la investigación	Nombre	Maryam Abounaim			
	Tareas	Caracterización de lubricantes			
	Período	24 noviembre 2016 a enero de 2017			

4. OTROS PROYECTOS Y CONTRATOS CON FINANCIACIÓN EXTERNA

Título del proyecto/contrato	
Referencia	
Investigador/a/es principal/es	
Equipo investigador	
Periodo de vigencia	
Entidad financiadora	
Cantidad subvencionada	