Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Hidalgo 2019

ACADEMIA JOURNALS

OPUS PRO SCIENTIA ET STUDIUM

Libro electrónico Online ISSN
1946-5351, Vol. 11, No. 8, 2019

Hidalgo, México
Octubre 2, 3, y 4, 2019
www.AcademiaJournals.com

© Academia Journals 2019

Tomo	Páginas
1	1 - 169
2	170 - 352
3	353 - 515
4	516 - 685
5	686 - 847
6	848 - 1030
7	1031 - 1195
8	1196 - 1361
9	1362 - 1531
10	1532 - 1698
11	1699 - 1873
12	1874 - 2045
13	2046 - 2239
14	2240 - 2403
15	2404 - 2573
16	2574 - 2780
17	2781 - 2962
18	2963 - 3133
19	3134 +

© Academia Journals 2019

	Título	Autores	Primer Autor	Página
HH498	La adherencia al tratamiento asociada a la calidad de vida en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en el centro de salud Ángel Brioso Vasconcelos, Ciudad de México	Dolores Alejandra Arana Saldaña Margarita Marina Hernández González	Arana Saldaña	197
HH667	Calculus of the liquefaction depth of a seabed induced by water waves	Dr. Emmanuel Arcos Hernández Dr. Manuel Peralta Gutiérrez Dr. Enrique García Trinidad Dr. Cesar Felipe Juárez Carrillo Dr. José Antonio Rosales Martínez Dr. Jesús Martínez Martínez	Arcos Hernández	201
HH601	Mejora del sistema de compactado de películas termoplásticas recicladas de baja densidad en una empresa recicladora y fabricante de bolsas de plástico	Dr. Jesús Antonio Arenzano Altaif Ing. Crhistian Peralta Teran Dr. Sergio Márquez Domínguez Mtro. Gersón Omar Martínez Guevara Est. Pedro Emanuel Fernández Pacheco	Arenzano Altaif	205
HH796	Análisis de los procesos de reciclado de neumáticos en desuso	Miguel Ángel Arguelles Reyna Alvaro Álvarez González	Arguelles Reyna	211
HH743	Mapeo de sistemas productivos en municipios de Hidalgo para la enseñanza del desarrollo sustentable	Beatriz Daniela Armendáriz Mendieta Dulce Olivia Fosado Martínez	Armendáriz Mendieta	218
HH0015	Estudio de la calidad de vida laboral en empresas internacionales	Arredondo-Hidalgo María Guadalupe Caldera-González Diana del Consuelo Ortega-Carrillo Miguel Agustín	Arredondo-Hidalgo	225
HH0198	Propuesta para el registro nacional de infraestructura ciclista a través de una aplicación para dispositivos móviles	Ricardo Eugenio Arredondo Ortiz Odisey Yasmin Porras Beltrán Analí Balladares Villeda Ana Patricia Pérez Mérida José Alejandro Ascencio Laguna	Arredonde Ortiz	232

Mejora del sistema de compactado de películas termoplásticas recicladas de baja densidad en una empresa recicladora y fabricante de bolsas de plástico

Dr. Jesús Antonio Arenzano Altaif[1], Ing. Crhistian Peralta Teran[2], Dr. Sergio Márquez Domínguez[3], Mtro. Gerson Omar Martínez Guevara[4], Est. Pedro Emanuel Fernández Pacheco[5].

***Resumen*—En este artículo se presentan los resultados de un estudio y mejora del "sistema de compactado" en una empresa recicladora y fabricante de bolsas de plástico, el proceso de transformación consiste en que los desechos plásticos se reciclan y procesan en el sistema para obtener un material granulado conocido como "compactado"; en este trabajo se analizó todo el sistema así como los paros de máquina y sus causas, implementando un plan de mejora, desde la inspección inicial en la selección del material, pasando por la adecuación de la cantidad de material a suministrar en el compactador, así como por la modificación de su sistema de cuchillas, lo que permitió la obtención de un material con mejor calidad, más homogéneo y con un mejor granulado para su peletizado, además de que se redujo el número y tiempo de paros de máquina, logrando de esta forma la mejora del sistema de compactado.**

***Palabras clave*—Plástico, reciclaje, sistema de compactado, peletizado.**

Introducción

El presente trabajo sintetiza la mejora del sistema de compactado realizado en una empresa recicladora y fabricante de bolsas y películas de plástico, el sistema de compactado es donde se procesan las películas termoplásticas recicladas de baja densidad, principalmente productos de polietileno tales como empaques, bolsas, envases, laminaciones y películas para recubrimiento, sin embargo este sistema presenta diversos problemas tales como: paros continuos de máquina, falta de uniformidad en el material compactado, así como impurezas en dicho material; por lo que para esta empresa se hace necesario mejorar el funcionamiento de dicho sistema. El polietileno es un polímero de cadena repetitiva de etileno $(CH_2\text{-}CH_2)n$, pertenece al grupo de polímeros denominados poliolefinas, estas provienen de hidrocarburos simples, compuestos por átomos de carbono e hidrógeno y con dobles enlaces, se trata de un termoplástico que puede moldearse a casi cualquier forma, extruirse para hacer fibras o soplarse para formar películas delgadas, tiene propiedades químicas y mecánicas sobresalientes, destaca su lubricidad, resistencia al impacto y abrasión, y por ser químicamente inerte. (Askeland & Wright, 2017).

El compactado de plásticos se lleva a cabo principalmente en polietilenos reciclados de baja densidad, entre los que se encuentran el polietileno de baja densidad LDPE (Low Density Polyethylene), el polietileno lineal de baja densidad LLDPE (Linear Low Density Polyethylene) y el polietileno de muy baja densidad VLDPE (Very Low Density Polyethylene); el LDPE tiene una densidad en el rango de 0.917 – 0.930g/cm^3, tiene una forma química en su mayor parte amorfa, es un material traslucido, inodoro y tiene una conductividad térmica baja como la mayoría de los materiales termoplásticos; el LLDPE tiene una densidad en el rango de 0.910 -0.925 g/cm^3, es un copolímero que tiene moléculas con pocas ramificaciones y éstas son muy cortas dando lugar a que las cadenas puedan acomodarse o plegarse de manera compacta entre ellas, esto presenta como ventajas la mejora de la tenacidad comparado con el polietileno de baja densidad, buena resistencia al rasgado y a la punción, muy buena resistencia al impacto y en películas posee una excelente elongación; en cuanto al VLDPE tiene una densidad en el rango de 0.880-0.905 g/cm^3, pertenece a la familia de los copolímeros lineales de etileno, es un copolímero extremadamente flexible, presenta una cantidad mucho mayor de ramificaciones de cadena corta, el alto nivel de ramificaciones inhibe muy eficientemente la formación de cristales, resultando en un material no-cristalino, al tiempo que los niveles altos de desorden se reflejan en densidades muy bajas. (Peacock, 2000).

[1] Dr. Jesús Antonio Arenzano Altaif es Profesor de Tiempo Completo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, campus Ixtaczoquitlán, Veracruz, México. jarenzano@uv.mx (*autor corresponsal).
[2]Ing. Crhistian Peralta Teran es Ingeniero Industrial por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, campus Ixtaczoquitlán, Veracruz, México. crhistianazul@hotmail.com
[3]Dr. Sergio Márquez Domínguez es Profesor de Tiempo Completo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, campus Ixtaczoquitlán, Veracruz, México. semarquez@uv.mx
[4]Mtro. Gerson Omar Martínez Guevara es Profesor de Tiempo Completo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, campus Ixtaczoquitlán, Veracruz, México. germartinez@uv.mx
[5]Est. Pedro Emanuel Fernández Pacheco es estudiante del programa educativo de Ingeniería Industrial en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, campus Ixtaczoquitlán, Veracruz, México. pedro.pefnp@gmail.com

El compactado de plásticos consiste en moler y compactar los desechos plásticos de baja densidad principalmente derivados de polietileno, el proceso de recuperación y reciclaje de este tipo de material plástico inicia con la selección de las películas plásticas las cuales son introducidas en una maquina compactadora, que funciona a base de cuchillas, las cuales con ayuda de calor y agua procesan el material, el proceso se ejecuta de manera continua, el material mezclado y suministrado se pretritura y se aglomera para obtener un material granulado uniforme (Rubin, 2012).
Para realizar la optimización del sistema se llevó a cabo un estudio y análisis de todo el sistema de compactado desde la llegada de la materia prima hasta la obtención del producto compactado, además, se realizó un estudio de paros de máquina y se llevaron a cabo modificaciones en el compactador para la mejora del sistema.

Descripción del Método

Revisión y análisis del sistema.
Se realizó una revisión y análisis de todo el sistema de compactado, desde la llegada de la materia prima hasta la obtención del producto compactado, para detectar las fallas e inconsistencias del sistema y realizar los ajustes necesarios para mejorar su funcionamiento. El proceso de compactado comienza con la previa elección de los materiales reciclados, estos desechos plásticos que son películas de baja densidad, se procesan en una maquina compactadora donde el material es impulsado a un movimiento circular por efecto de las cuchillas, ofreciendo por fricción un alto auto calentamiento; lograda la temperatura de semiplastificación, se introduce agua que por una reacción térmica, produce el agrietamiento y solidificación del material, a continuación, el material es descargado por centrifugación dando como resultado un material granulado conocido como “compactado” el cual es utilizado como materia prima para el siguiente proceso conocido como peletizado, en el cual una maquina peletizadora funde el material compactado y como resultado se obtienen los pellets que alimentaran al extrusor para obtener las bolsas o películas de plástico. La figura 1 muestra el compactador de plásticos de baja densidad.

Figura 1. Compactador de plásticos.

En la revisión se detectó que el proveedor entregaba el material contaminado, aunque en teoría lo debería entregar limpio y libre de impurezas, sin embargo al inspeccionar dicho material se encontró contaminado con grapas y cintas adhesivas como diurex o cinta canela, entre otros; de igual forma en la operación de vaciado de la materia prima, se observó que esta se llevaba a cabo de forma inmediata mediante costales de 30 Kg. que el proveedor suministraba con el material a compactar, lo que ocasionaba el suministro en exceso de materia prima, asimismo, se observó que en la principal operación de todo el sistema que consiste en el compactado, el problema radicaba en el atascamiento y paro de la máquina compactadora de manera continua, derivado por una parte del exceso de suministro de materia prima al momento de realizar el vaciado y por otra parte derivado del deterioro de las dos cuchillas rotatorias de la maquina compactadora, las cuales por tiempo de uso y por el tipo de sistema de la maquina ya no realizaban de manera efectiva el corte y compactado del material. La figura 2 muestra el sistema de 2 cuchillas rotatorias de la maquina compactadora.

Fig. 2. Sistema de dos cuchillas rotatorias de la maquina compactadora.

Finalmente en cuanto a la inspección y almacenamiento de producto terminado se observó que el tamaño de granulo del material compactado era muy grande por lo cual encapsulaba las impurezas como las grapas o fundía y mezclaba las cintas adhesivas en el granulado. La figura 3 muestra el material compactado con gránulos de tamaño grande.

Fig. 3. Material compactado con gránulos grandes.

El problema con las impurezas es que al momento de realizar el peletizado, daña las mallas que se encuentran en la boquilla de inyección de la maquina peletizadora, además, de que al momento de realizar la flexografía en las bolsas, impide la adhesión de las tintas de manera correcta, ocasionando rechazos del producto terminado. La figura 4 muestra imágenes de las mallas dañadas.

Fig. 4. Mallas dañadas con impurezas.

Para conocer de manera puntual los paros de máquina se decidió llevar a cabo un seguimiento durante cuatro semanas de los paros de la maquina compactadora en un turno de 8:00 a 13:00 hrs. El cuadro 1 muestra los resultados del seguimiento de paros de máquina del compactador antes de realizar ajustes al sistema.

SEGUIMIENTO DE PAROS DE MAQUINA SIN AJUSTES AL SISTEMA																				
HORARIO (HRS).	SEMANA 1										SEMANA 2									
	Lun	Min	Mar	Min	Mie	Min	Jue	Min	Vie	Min	Lun	Min	Mar	Min	Mie	Min	Jue	Min	Vie	Min
8:00-9:00	2	20	2	14	1	17	2	22	2	25	1	18	0	0	2	15	1	12	1	14
9:00-10:00	0	0	1	15	3	22	0	0	1	15	2	20	3	24	0	0	2	14	3	25
10:00-11:00	2	20	0	0	0	0	1	18	0	0	0	0	0	0	3	22	2	20	0	0
11:00-12:00	2	15	2	22	2	21	0	0	0	0	0	0	2	22	2	21	0	0	2	20
12:00-13:00	1	10	2	16	0	0	2	20	2	17	2	20	1	18	0	0	1	15	0	0
TOTAL	7	65	6	68	6	60	5	60	5	57	5	58	6	64	7	58	6	61	6	59
HORARIO (HRS).	SEMANA 3										SEMANA 4									
	Lun	Min	Mar	Min	Mie	Min	Jue	Min	Vie	Min	Lun	Min	Mar	Min	Mie	Min	Jue	Min	Vie	Min
8:00-9:00	2	17	2	12	2	23	0	0	1	11	3	20	2	12	2	23	0	0	1	10
9:00-10:00	2	18	2	12	1	12	2	18	2	20	2	16	2	12	1	12	2	24	2	25
10:00-11:00	0	0	0	0	3	14	1	22	1	10	0	0	0	0	3	15	1	16	1	11
11:00-12:00	0	0	1	16	0	0	2	17	2	19	1	10	1	16	0	0	2	19	2	20
12:00-13:00	3	21	1	19	1	10	1	11	0	0	1	10	1	19	1	15	1	12	0	0
TOTAL	7	56	6	59	7	59	6	68	6	60	7	56	6	59	7	60	6	71	6	66

Cuadro 1. Seguimiento de paros de máquina sin ajustes al sistema.

El seguimiento arrojo que hubo en total 123 paros de máquina durante las cuatro semanas, equivalentes a 1224 minutos de tiempo perdido en paros de la máquina.

Mejora del sistema de calidad.

Una vez realizado el análisis se determinó realizar los ajustes necesarios al sistema para mejorar su funcionamiento, inicialmente se decidió adicionar una inspección a la operación de selección de materia prima para verificar que no existieran impurezas en el material suministrado, llenando una tina jumbo de 400 kg. de capacidad, para ahí ir revisando que el material no estuviera contaminado y en su caso retirar las películas contaminadas. A continuación, se modificó la operación de vaciado, en cuanto a cantidad y forma de suministrar la materia prima al compactador, en este caso se determinó colectar mediante cubos de 25 kg de capacidad el material de la bandeja previamente inspeccionada, para evitar el exceso de llenado que se ocasionaba con los costales de 30 kg. Por último se decidió modificar el sistema de cuchillas rotatorias de la maquina compactadora de 2 a 4 cuchillas con la finalidad de mejorar el granulado y reducir el número y tiempo de paros de máquina. La figura 5 muestra el nuevo sistema con cuatro cuchillas rotatorias que se le adicionó a la maquina compactadora.

Fig. 5. Sistema de cuatro cuchillas rotatorias adicionadas a la maquina compactadora.

Resultados y discusión

Para medir las mejoras realizadas al sistema se decidió llevar a cabo un seguimiento durante otras cuatro semanas más, de los paros de la maquina compactadora en un turno de 8:00 a 13:00 hrs. El cuadro 2 muestra los resultados del seguimiento de paros de máquina del compactador una vez realizados los ajustes al sistema.

SEGUIMIENTO DE PAROS DE MAQUINA CON AJUSTES AL SISTEMA																				
HORARIO (HRS).	SEMANA 1										SEMANA 2									
	Lun	Min	Mar	Min	Mie	Min	Jue	Min	Vie	Min	Lun	Min	Mar	Min	Mie	Min	Jue	Min	Vie	Min
8:00-9:00	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	1	12	1	13	0	0	0	0
9:00-10:00	1	13	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0
10:00-11:00	0	0	1	12	1	13	0	0	1	14	1	11	1	11	0	0	0	0	0	0
11:00-12:00	1	12	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	1	11	0	0	0	0	1	13
12:00-13:00	0	0	1	12	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0
TOTAL	3	39	3	37	2	25	1	14	1	14	2	24	3	34	1	13	2	24	1	13
HORARIO (HRS).	SEMANA 3										SEMANA 4									
	Lun	Min	Mar	Min	Mie	Min	Jue	Min	Vie	Min	Lun	Min	Mar	Min	Mie	Min	Jue	Min	Vie	Min
8:00-9:00	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	1	11	0	0
9:00-10:00	1	12	1	12	0	0	1	12	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00-11:00	0	0	1	11	1	13	0	0	0	0	1	11	1	11	1	11	0	0	1	11
11:00-12:00	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	0	0
12:00-13:00	1	12	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0
TOTAL	2	24	3	34	1	13	2	24	1	12	2	23	1	11	2	23	2	22	1	11

Cuadro 2. Seguimiento de paros de máquina con ajustes al sistema.

El seguimiento arrojo un total de 36 paros de máquina durante las cuatro semanas equivalentes en tiempo a 434 minutos de paros de máquina. Asimismo, se obtuvo un material más homogéneo y con un mejor granulado, al reducir el tamaño de los gránulos, lo cual mejoró el desempeño del peletizado. La figura 6 muestra el material granulado obtenido.

Fig. 6. Material compactado con gránulos pequeños y homogéneos.

Los resultados obtenidos permiten confirmar que se pudo dar cumplimiento al objetivo de este trabajo que consistía en la mejora del sistema de compactado de películas termoplásticas recicladas de baja densidad, reduciendo los paros de producción y mejorando la calidad del material procesado; las implementaciones realizadas desde la inspección inicial en la selección del material, para verificar que no existieran contaminantes, o en su caso retirarlos, así como, la adecuación de la cantidad de materia prima a vaciar en el compactador que pasó de 30 kg a 25 Kg, seguido de la modificación del sistema de cuchillas del compactador al cual se le adicionaron 2 cuchillas rotatorias más, pasando de 2 a 4 cuchillas rotatorias, permitieron la obtención de un mejor material, más homogéneo y con un granulado más pequeño, con lo cual se evita el daño de las mallas durante el peletizado y asegura la calidad de impresión de las bolsas que se fabrican en esta empresa, además de que se redujo el número y tiempo de paros de máquina, pasando de 123 paros de máquina durante las cuatro primeras semanas de seguimiento, antes de realizar las mejoras equivalentes a 1224 minutos de tiempo, a 36 paros de máquina durante las cuatro semanas posteriores a las implementaciones, equivalentes en tiempo a 434 minutos de paros de máquina, es decir hubo una reducción de

87 paros de máquina y de 790 minutos de tiempo, con respecto al seguimiento inicial del sistema; por lo que se puede establecer que se logró la mejora del sistema de compactado.

Conclusiones

Se puede concluir que las implementaciones realizadas en el sistema de compactado, desde la inspección inicial en la selección del material, para verificar que no existieran contaminantes, o en su caso retirarlos, así como, la adecuación de la cantidad de materia prima a vaciar en el compactador, seguido de la modificación del sistema de cuchillas permitió la mejora del sistema, reduciendo los paros de máquina del compactador durante el proceso de compactado, pasando de 123 paros de máquina a 36 paros de máquina y de 1224 minutos a 434 minutos de tiempo de paros de máquina, además, se mejoró la uniformidad del tamaño del material compactado obteniendo un granulado más pequeño, para facilitar el peletizado, de tal forma que se pudo realizar la mejora del sistema, reduciendo los paros de máquina, así como la mejora del material procesado evitando impurezas y logrando una mejor uniformidad de tamaño, obteniendo en suma un producto de mejor calidad y en menor tiempo; por lo que se puede establecer que se cumplió con la mejora del sistema de compactado en esta empresa.

Recomendaciones

Se recomienda dar mantenimiento periódicamente al compactador principalmente a las cuchillas en cuanto a su nivel de ajuste y el afilado de las mismas, así como realizar un muestreo previo a la hora de recibir los materiales por parte del proveedor, para evitar estar realizando inspecciones al momento de alimentar al compactador, con la finalidad de optimizar el funcionamiento de todo el sistema de compactado.

Referencias bibliográficas

Askeland Donald R. y Wright Wendelin J., “Ciencia e Ingeniería de Materiales”, Edit. CENGAGE Learning, 2017; ISBN: 978-607-526-062-4
Peacock Andrew J., “Manual de Polietileno: Estructuras, propiedades y aplicaciones”, Edit. Marcel Dekker Inc, 2000; ISBN: 0-8247-9546-6.
Rubin Irvin I., “Materiales Plásticos: propiedades y aplicaciones”, Edit. Limusa, 2012; ISBN: 978-968-185-277-1.