

MÉTODO INSTRUMENTAL PARA EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE UN DADO Y DE UN SISTEMA DE CORTE DE POLIOLEFINAS EN UNA EXTRUSORA

CAMPO TÉCNICO

- 5 **[001]** La presente invención se encuentra en el campo técnico de procesos industriales, de investigación y desarrollo y control de calidad para la obtención de poliolefinas y la mejora de la eficiencia de los dados y sistemas de corte de cuchillas en máquinas peletizadoras en procesos de extrusión.

RESUMEN

- 10 **[002]** La presente invención se encuentra dirigida a método instrumental para la evaluación de la eficiencia de un dado y/o de un sistema de corte de poliolefinas en una extrusora, en donde el método comprende pesar una muestra de pellets (1), verter la muestra a través de un embudo (2) para su colocación en un canal vibrador
- 15 (3) que vibra a una frecuencia para hacer caer los pellets de manera individual hacia una cámara de muestra (4) y durante el recorrido de caída, se realiza la toma de fotografías a través de la lente (6) de una cámara fotográfica (7) de alta velocidad a cada pellet y realizar la adquisición de la información de cada una de las fotografías y el almacenamiento de la información de los pellets en un computador (10) que
- 20 mediante un soporte lógico realiza el cotejo de todas las variables para arrojar un número que se relaciona con la eficiencia del dado y/o del sistema de corte de una máquina peletizadora.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 25 **[003]** Las pérdidas de eficiencia de los dados y de los sistemas de cortes de los pellets en máquinas peletizadoras traen como consecuencia la presencia de productos peletizados con colas, pellets no uniformes en longitud y tamaño, pellets no uniformes en forma, pellets con burbujas, pellets globos, pellets con hoyuelos o
- 30 con formas alargadas y/o dos o más pellets sin separar. Cada uno de ellos tienen

P-16666

asociadas causas que son propias del proceso o del sistema de corte u operación del dado.

[004] Los métodos existentes actualmente, no permiten detectar de manera precisa y exacta, la presencia de una u otras imperfecciones de las pelotillas (pellets) de polímero, ni la cuantificación de cada uno ellos que permita medir la pérdida de la eficiencia del dado y/o del desempeño del sistema de corte y que permita tomar acciones correctivas o reparadoras en menor tiempo y a un menor costo durante la producción del polímero, la cual se caracteriza por ser una producción continua.

[005] Los métodos actuales propuestos y desarrollados por fabricantes de dados, se caracterizan por ser ecuaciones matemáticas complejas que requieren de la alimentación de muchas variables que son propias del proceso y de las partes de la extrusora. Adicionalmente, las ecuaciones matemáticas y estadísticas toman como referencias las diez (10) partículas más grandes y las diez (10) partículas más pequeñas de una producción de poliolefinas, que puede contener más de tres mil millones de partículas o pellets (3.000.000.000). Indicando lo anterior la toma de muestras no representativas, que por tal motivo llevaría a tomar decisiones poco confiables, dado los altos errores de representatividad.

[006] Aunado a lo anterior, es claro que la toma de decisiones de la eficiencia del dado y el desempeño del corte se hace en función de variables cualitativas, netamente subjetivas, con lo cual, surgen las calificaciones de buena (B), regular (R) y mala (M), de acuerdo con la percepción de cada analista, sin juicios estadísticos, poca oportunidad de mejora, baja credibilidad y confiabilidad analítica y ausencia de un control estadístico de proceso.

[007] Otro control de proceso que se puede usar es con un cálculo llamado tamaño promedio de pellet (TPP). En este análisis se pesan 25 pellets de una muestra y se multiplica por 100 y se divide entre el número de pellets. En este análisis también se observa que, para una producción con más de tres mil millones de pellets, veinticinco (25) no son, en lo absoluto, representativos, para controlar la calidad y conlleva a tomar decisiones poco confiables, dado los altos errores de representatividad. Este análisis al igual que los anteriores, tienen la limitante

P-16666

adicional del factor humano y de tiempo de proceso, toda vez que, es casi imposible que, en un tiempo óptimo, una persona contabilice y analice al menos 1000 pellets uno a uno y deje evidencia de las desviaciones encontradas.

[008] En el campo de las patentes, se conoce, por ejemplo, la patente
5 CN104749065 la cual está dirigida a la detección de la propiedad de exfoliación de la superficie de un pellet diseñado en un proceso de producción en horno rotatorio en donde existe una influencia del polvo de mineral en la superficie del horno rotatorio debido a la fricción de rodadura del pellet y dicha exfoliación no se evalúa cuantitativamente. El dispositivo de detección del índice de exfoliación de la
10 superficie de los pellets está compuesto por un tambor, un motor de tambor, un reductor de rueda helicoidal y un gabinete de control de tambor, en donde el tambor es un cilindro de acero colocado horizontalmente y la superficie del extremo del tambor está abierta y la cubierta del extremo del tambor está fijada por un sujetador de tornillo y un tornillo. El gabinete de control del tambor se usa para controlar el
15 número de revoluciones del tambor, que se puede configurar por adelantado y detener automáticamente después del número de revoluciones establecido. El método de detección del índice de exfoliación incluye etapas de preparar el pellet, ensayo de precalentamiento de los pellets, prueba de exfoliación de los pellets sometiéndolos a un número de revoluciones por minuto sobre un rodillo y calcular
20 el índice de exfoliación según una formula determinada.

[009] También se conoce el documento EP0347303, el cual reporta una manera de controlar los gránulos que salen de un proceso de compactación, en donde el método y el dispositivo de prueba para determinar imperfecciones, como grietas abiertas y porosidad abierta en pellets, es no invasivo y permite detectar defectos
25 internos mediante la colocación de sensores de ondas acústicas alrededor del barril central para luego del prensado, poder detectar y monitorear continuamente la aparición y propagación de defectos en los pellets. Este método y dispositivo se aplica para pellets de muy alta densidad. Esta patente indica que el control de la formación de los pellets puede hacerse en tiempo real gracias a que un sistema de
30 adquisición está almacenando y procesando la información.

[010] De otra parte, el documento US5,606,140 reporta la extrusión de plástico, en particular para procesos de extrusión y sistema de control de calidad mejorados. La invención divulga una válvula de flujo de control de plástico que tiene una entrada acoplada a una extrusora por un conducto calentado y un inyector montado de manera giratoria que se coloca en una relación espaciada predeterminada con dicha válvula. El inyector se puede acoplar selectivamente a una salida de la válvula y cuando el inyector y la válvula están así acoplados, un miembro de la válvula se desabrocha para establecer el flujo desde la extrusora a través de la válvula y hacia el inyector. Una vez que la cabeza del inyector se ha llenado con plástico caliente, la cabeza se retrae y luego el inyector gira para alinear la cabeza con un molde de muestreo. El aparato incluye un dispositivo de prueba de calidad que tiene una válvula conectada a la extrusora, un inyector que tiene una posición de recepción de la muestra conectada operativamente a la válvula, y un molde de muestra para formar muestras de prueba solidificadas del material para su análisis. El inyector también tiene una posición de expulsión conectada operativamente a una entrada de molde para inyectar tales muestras en el molde.

[011] Es evidente que en el estado de la técnica continúa la necesidad de un método fácil, versátil y no destructivo para la evaluación de la eficiencia de un dado y de un sistema de corte de poliolefinas en una extrusora, en tiempo real a través del análisis rápido de una muestra grande de pellets obtenidos por esa máquina en un momento determinado, en donde el método permita de una manera rápida y eficiente evaluar las condiciones del dado y del sistema de corte a través del análisis de las formas de los pellets en la muestra a través de un sistema que permita la toma de fotografías rápidas de pellets individuales que salgan desde una bandeja de muestreo y evaluación de cada una de las fotografías a través de un ordenador con soporte lógico que analiza la forma de las figuras y estadísticamente calcula la cantidad de pellets no uniformes por la cantidad de pellets en la muestra total, almacenando la información en una memoria que facilita luego evaluar y analizar la trazabilidad tanto del método como los instrumentos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

P-16666

[012] La figura 1 muestra microfotografías de las diversas formas en las cuales se puede obtener pellets de baja calidad debido a la reducción de la eficiencia en el dado y/o en el sistema de corte en una extrusora: (a) colas; (b) pellets no uniformes; (c) pellets globos; (d) pellets “hueso de perro” y (e) cabello de ángel.

5 **[013]** La figura 2 enseña una breve descripción de las imágenes de los pellets en una corrida de una muestra tomada de un producto de pellets obtenido de un proceso de peletización mediante el método instrumental de la presente invención.

[014] La figura 3 muestra las partes relevantes del dispositivo/equipo/sistema mediante el cual se realiza el método instrumental de acuerdo con la invención, en
10 donde se ilustra el soporte de embudo (2'), varillas de fijación (2'') de la tolva de alimentación o embudo (2), la cámara de muestras (4), la bandeja o canal vibrador (3) para transportar las muestras.

[015] La figura 4 muestra un flujograma con el método instrumental de acuerdo con la presente invención.

15 **[016]** La figura 5 muestra un esquema de una posible configuración del sistema/dispositivo y su conexión con el ordenador (10) y el sistema regulador de variables de vibración e inyección a través de una red inalámbrica o alámbrica entre ellos junto con una interface de visualización.

[017] La figura 6 muestra las microfotografías de las formas encontradas en una
20 muestra de trabajo de un proceso de fabricación de pellets, en donde se observa que la uniformidad de una población de pellets es deficiente.

[018] La figura 7 muestra las microfotografías de las formas encontradas en una muestra de trabajo del proceso de fabricación de pellets luego del mantenimiento del dado y el sistema de cortado, en donde se observa que la uniformidad de una
25 población de pellets mejoró significativamente luego de determinar dicho valor de %UI de acuerdo con el método de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[019] De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método
30 instrumental y un sistema o dispositivo (A) para la evaluación de la eficiencia de un

P-16666

dado y/o de un sistema de corte de poliolefinas en una extrusora, en donde el método comprende las etapas de pesar una muestra de pellets (1) obtenidos en un proceso continuo, verter la muestra previamente pesada a través de un embudo (2) para su colocación en un canal vibrador (3) que vibra a un valor determinado en el rango desde 0 a 100 a fin de hacer caer los pellets de manera casi unitaria hacia una cámara de muestra (4) y durante el recorrido de caída, el cual puede estar en un rango de 10 a 50 mm, preferiblemente entre 24 y 25 milímetros, se realiza la toma de fotografías a través de la lente (6) de una cámara fotográfica (7) de alta velocidad a cada pellet, para luego, realizar la adquisición de la información de cada una de las fotografías y el almacenamiento de la información de los pellets y de la muestra en un computador u ordenador (10) y finalmente, el análisis y cotejo de todas las variables para arrojar un número que se relaciona luego con la eficiencia del dado y/o del sistema de corte de la máquina peletizadora.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[020] El método instrumental para la evaluación de la eficiencia de un dado y/o de un sistema de corte de poliolefinas en una extrusora de la presente invención, es un método que evalúa dichos parámetros en una extrusora para la producción de pellets de poliolefina y otros materiales plásticos. El método comprende el análisis dinámico de imágenes de todos los pellets (1) presentes en la muestra y emplea un sistema de flujo generado por la vibración de un canal vibrador (3) para transportar las partículas que caen desde una altura determinada, por ejemplo de 24 a 25 mm, hacia una cámara de muestra (4) y que, secuencialmente o simultáneamente, son iluminadas a través de un haz de luz desde una lámpara estroboscópica (5) ubicada justo en frente del sistema de lentes (6) de una cámara de alta velocidad digital (7), en donde, las imágenes de las partículas iluminadas se capturan y almacenan como imágenes digitales de las partículas que fluyen en medio de la luz estroboscópica (5) y el sistema de lentes (6) de la cámara (7). El método permite identificar todas las imperfecciones presentes en los pellets (1) en la muestra en un tiempo inferior

P-16666

a 8 minutos, en donde el número de pellets analizados puede estar entre 100 y 3000 pellets, más de preferencia entre 1000 a 3000 pellets.

[021] En una modalidad de la invención el equipo (A) puede tener acoplado y adaptado un sistema de alimentación de aire (4') para evitar que las partículas se adhieran a las lentes y vidriería, afín de evitar error por lectura de partículas adheridas y para hacer el método instrumental de la invención más eficiente y minimizar el consumo de aire. El sistema de alimentación de aire (4') comprende una válvula (41) que se coloca a la entrada del aire de una flauta (8) y se conecta en la parte inferior de la cámara (4). En otra modalidad, dicho sistema de aire (4') puede colocarse en la ventana (4'') al lado de la luz estroboscópica (5) y luego un lazo de control entre el sistema de vibración (3') de la bandeja y dicha válvula de aire (4'). De esta manera el aire se alimenta al instante que el método desarrollado active el sistema de vibración (3').

[022] En otra modalidad de la invención y como estrategia para controlar la caída de los pellets (1) de la muestra evitando que entren en contacto entre sí, se peguen y al final el lente (6) los registre como uno solo, el dispositivo/sistema (A) comprende además un sistema de inyección (3'') de un flujo continuo de nitrógeno por la parte inferior o lateral del canal vibrador (3) del equipo, de tal manera que las condiciones de una pseudo-atmósfera de nitrógeno, permita tener las partículas de menor tamaño en suspensión o retardar su caída hacia la cámara (4) facilitando así de esta manera, que dichas partículas también sean registradas y tenidas en cuenta para el análisis de la muestra total. En una modalidad de la invención, se puede colocar una flauta con una pluralidad de orificios, por ejemplo, pero sin limitarse a 50 orificios en la parte inferior de la cámara (4) donde partículas caen desde el canal vibrador (3), en donde dicha flauta (8) proporciona nitrógeno en contra flujo a la caída de las partículas o pellets, garantizando una mayor suspensión de las mismas y por tanto una ganancia en la caracterización de dichas partículas según su tamaño. Esta modalidad, resulta ventajosa para poder ver y cuantificar partículas más pequeñas, lo cual era imposible con métodos convencionales debido a la aglomeración de partículas muy pequeñas.

[023] Una vez se ha determinado el peso de la muestra representativa de un lote, bache o de producto en un momento determinado de la producción continua, se procede a pasarla a través de un embudo de muestra (2) que permite su depósito sobre un canal vibrador (3). Tanto el embudo de muestra (2) como el canal vibrador (3) pueden ser hechos de un material metálico, por ejemplo, pero sin limitarse a acero inoxidable, hierro, aluminio, etc. o un material plástico, en donde el canal vibrador (3) tiene una forma y dimensiones específicas, por ejemplo, pero sin limitarse a una forma triangular alargada como se muestra en la figura 3. En otras modalidades de la invención y dependiendo de la naturaleza de la muestra, el canal vibrador (3) puede ser rectangular o trapezoidal.

[024] El canal vibrador (3) está conectado a un sistema de inyección (3'') de un flujo continuo de nitrógeno por la parte inferior del equipo y un sistema vibrador (3') el cual se mueve a una velocidad determinada según lo establecido en la tabla 1 de vibración que permita separar y mover los pellets (1) en el canal vibrador (3) de manera independiente para su caída libre hacia la cámara de muestra (4) y para la toma rápida de fotografías mediante la cámara digital (7), mientras que la lámpara estroboscópica (5) y el sistema de lentes (6) iluminan y enfocan cada uno de los pellets, respectivamente, mientras caen hacia la cámara de muestra (4). La cámara (4) tiene ventanas (4'') con o sin vidrio protector que permiten la visualización de los pellets (1) que caen en dicha cámara y la interacción entre la cámara fotográfica (7) de alta velocidad, los lentes (6) y la luz estroboscópica (5). En una modalidad de la invención, la cámara fotográfica (7) está montada sobre rieles (7') que permiten ajustar la distancia de dicha cámara fotográfica (7) en el equipo o sistema de acuerdo con la invención.

[025] Esta información de imágenes se almacena en una memoria de un computador (10) y es analizada por el mismo ordenador a través de un soporte lógico a fin de correlacionar los valores geométricos de los pellets (1) a saber: diámetro de área, diámetro de perímetro, largo, ancho, espesor, sieve (tamiz), área, superficie de área, perímetro, elipticidad, compactación, redondez, circularidad, concavidad, etc; con los problemas observados y se determina el porcentaje de índice de uniformidad (%UI) en función de cada una de ellas.

[026] En este sentido la función del índice de uniformidad $f(\%UI)$ será igual al $\%(\text{diámetro de área})$, $\%(\text{diámetro de perímetro})$, $\%(\text{largo})$, $\%(\text{ancho})$, $\%(\text{espesor})$, $\%(\text{sieve})$, $\%(\text{área})$, $\%(\text{superficie de área})$, $\%(\text{perímetro})$, $\%(\text{elipticidad})$, $\%(\text{compactación})$, $\%(\text{redondez})$, $\%(\text{circularidad})$, $\%(\text{concavidad})$. Lo anterior responde eficientemente a f (eficiencia del dado y el desempeño del sistema de corte) = $1/(\text{colas, pellets no uniformes en longitud y tamaño, pellets no uniformes en forma, pellets con burbujas, pellets globos, hoyuelos, largos o codos, huesos de perros, matrimonios (unión de dos pellets), cadenas, cluster, aglomerados, cabellos de ángel, finos, fracturas por fundido, etc})$.

[027] En este orden de ideas, el método instrumental de la presente invención puede contener las siguientes etapas:

- a) Toma de muestra a la salida de la extrusora;
- b) Clasificación de la muestra según la familia de polímero sintetizado, por ejemplo, homopolímero (el cual es un polipropileno cuya estructura molecular está hecha de solo propileno; es una resina altamente cristalina, con alta temperatura de fusión (164°C), con T_g de aprox. 0°C . El homopolímero posee buenas propiedades dieléctricas, su resistencia a la tensión es excelente en combinación con la elongación (permitiendo ser bioorientado de manera relativamente sencilla), presenta apariencia translúcida, excelente resistencia a altas temperaturas y buena resistencia a diversos productos químicos. Otra familia de polímero utilizado es copolímero random, el cual es un polipropileno cuya estructura molecular está constituida de Propileno y Etileno (menos del 10%). El etileno le imparte alta transparencia, resistencia al impacto, baja cristalinidad, baja temperatura de fusión (145°C - 155°C) y alta flexibilidad. Tiene temperaturas de sello bajas, presenta también una temperatura más baja de deformación térmica que los homopolímeros y a -10°C su resistencia mecánica disminuye) y otra familia de polímero utilizada es copolímero de impacto, el cual es un polipropileno que en su estructura molecular está constituido por una parte de homopolímero y otra de un copolímero de etileno-

P-16666

propileno (fracción de caucho). Es una mezcla íntima de un caucho de etilenopropileno y un homopolímero de propileno, el cual genera un balance entre rigidez y resistencia al impacto altos, presentando mejor resistencia a bajas temperaturas), etc.;

- 5 c) Cuarteo de muestra en el laboratorio; en donde una muestra de gran tamaño se divide en dos o más muestras de menor tamaño garantizando su representatividad.
- d) Pesado de la muestra en balanza analítica;
- e) Colocación de la muestra en el canal vibrador (3) a través del embudo
10 (2);
- f) Ingresar en el computador (10) la información con la que se identifica la muestra, fecha, hora, mes, planta productora, peso de la muestra, operador, naturaleza de la muestra, composición de polímeros en la misma, etc.;
- 15 g) Ajustar el sistema de vibración (3') del equipo/sistema;
- h) Ajustar la lámpara estroboscópica entre 29 y 34 mm de la salida de pellets (1) del canal vibrador (3), el sistema de lentes 6) entre 0.5 y 0.35 metros y la cámara digital (7) con una resolución de lente desde 30 a 35.000 micrómetros;
- 20 i) Ajustar el sistema de flujo de nitrógeno (3") entre 1 y 5 ml/min;
- j) Cargar en el computador (10) el método de interés,
- k) Accionar el sistema vibrador (3'), la lámpara (5), el sistema de lentes (6) y la cámara digital (7);
- 25 l) Culminar la corrida con el método seleccionado y archivar los resultados para su análisis e interpretación.

[028] El método de acuerdo con la presente invención permite medir la eficiencia del dado y el desempeño del sistema de corte, en función del porcentaje (%) de índice de uniformidad (%IU). Siendo estas dos, directamente proporcionales: f
30 (eficiencia del dado y el desempeño del sistema de corte) = f (%IU).

P-16666

[029] El método de la presente invención es un método versátil de evaluación de eficiencia de un dado y del sistema de corte de una extrusora para plantas productoras de polipropileno que pueden tener tecnologías y sistemas catalíticos diferentes, ya que el parámetro de control de proceso y control de calidad, llamado %UI de acuerdo con la invención, puede considerar n referencias de productos y n especificaciones, con lo cual permite que, dependiendo del producto a obtener y sus especificaciones, se puede saber en tiempo real si el dado y el sistema de corte para esas condiciones está funcionando correctamente o si se debe hacer algún ajuste a la máquina y/o al proceso de obtención.

[030] En la tabla 1 a continuación, se especifican las condiciones básicas del método para cada familia de polipropileno (homopolímero, copolímero random y copolímero impacto):

Condiciones básicas	Descripción	Homopolimero	copolímero random	copolímero impacto
% área de inicio	Corresponde al porcentaje de área detectada en la primera imagen de la partícula	0.1	0.1	0.1
Tiempo de espera (Segundo)	Corresponde al tiempo de espera de la lenta para detectar la caída de una partícula	20	20	20
imagen (área min)	Proporciona un criterio de parada que activa el conteo de las partículas	0.03	0.05	0.03
Control de ganancia de vibrador	Variable adimensional que corresponde a la vibración más alta o el tiempo más bajo de operación	90	80	95
Tiempo del vibrador (segundo)	Tiempo que demora el vibrador activo	422	525	320
control de retraso del vibrador	Variable adimensional	0	0	0
Máximo nivel de vibración (%)	Este valor va de 0 a 100 y corresponde a la máxima intensidad la vibración que	40	32	52

P-16666

	se debe colocar en la bandeja.			
Nivel de vibración inicial (%)	Este valor va de 0 100 y corresponde a la intensidad inicial de la vibración con la que inicia la bandeja.	25	19	23
Nivel de vibración nominal (%)	Este valor va de 0 100 y corresponde a la intensidad promedio de la vibración que se debe permanecer en la bandeja.	25	20	30
Flujo de Nitrógeno (ml/min)	Son los mililitros por minuto de nitrógeno que utilizan para mantener una turbulencia al interior de la cavidad.	1	3	4

[031] En la tabla anterior se observa valores para algunos de los parámetros que se tienen en cuenta en el método instrumental de la presente invención para los tres tipos de familias de polímeros obtenidos en un proceso de fabricación de pellets mediante una máquina extrusora.

Ejemplo de trabajo 1

[032] De acuerdo con el método instrumental de la presente invención; a) el operador toma una muestra a la salida de la extrusora de la planta; b) se clasifica la muestra según la familia de polímero sintetizado de acuerdo con las familias de polímero definidas anteriormente; c) se cuartea la muestra; d) se pesa la muestra en balanza analítica; e) se coloca la muestra en un canal vibrador (3) a través de un embudo (2); f) se Ingresa en un computador (10) la información con la que se identifica la muestra, fecha, hora, mes, planta productora, peso de la muestra, operador, naturaleza de la muestra y composición de polímeros en la misma; g) se ajusta el sistema de vibración (3') del equipo; h) se ajusta la lámpara estroboscópica entre 29 y 34 mm de la salida de pellets (1) del canal vibrador (3), el sistema de lentes (6) entre 0.5 y 0.35 metros y la cámara digital (7) de 30 a 35.000 micrometros; i) se ajusta el sistema de flujo de nitrógeno (3'') entre 1 y 5 ml/min; j) se carga en el computador (10) el método con la serie de pasos lógicos de interés para el análisis

P-16666

de las fotografías digitales que se toman durante el recorrido, k) se acciona el sistema vibrador (3'), la lámpara (5), el sistema de lentes (6) y la cámara digital (7); l) se culmina la corrida con el método seleccionado y se archivan los resultados para su análisis e interpretación.

5

[033] Para este caso en particular, el resultado del porcentaje de uniformidad (%UI) arrojado por el método instrumental de acuerdo con la presente invención, luego de realizar la interpretación y análisis de todas las características relacionadas de diámetro de área, diámetro de perímetro, ancho, espesor, elipticidad, redondez, etc. de cada uno de los pellets micro-fotografiados con el método instrumental de la presente invención, el porcentaje del índice de uniformidad fue de **45.57**, el cual está mostrando que las condiciones de operación del sistema de corte de las cuchillas y la operación del dado requieren de un mantenimiento correctivo y de una acción inmediata para poder mejora la morfología del material. De hecho, como se puede apreciar en la figura 6, una alta proporción de los pellets en la muestra presentan características deficientes de diámetro, área, perímetro, elipticidad, redondez, concavidad, y otras características indicadas anteriormente.

[034] De acuerdo con este valor obtenido, se procedió a realizar un mantenimiento preventivo y rápido de las cuchillas y el dado de la máquina extrusora, lo cual se realizó en un tiempo récord, luego de lo cual se continuó con la manufactura de los pellets bajo las mismas condiciones anteriormente descritas y se realizó de nuevo el método instrumental de la invención como se indica a continuación en el ejemplo de trabajo 2.

25

Ejemplo de trabajo 2

[035] La nueva muestra tomada luego del mantenimiento correctivo a la máquina extrusora sometida al método instrumental de la presente invención; siguiendo nuevamente los pasos d: a) toma de muestra a la salida de la extrusora de la planta; b) clasificar la muestra; c) cuartear la muestra; d) pesar la misma en balanza

30

P-16666

analítica; e) colocar la muestra en un canal vibrador (3) a través de un embudo (2); f) Ingresar en un computador (10) la información con la que se identifica la muestra, fecha, hora, mes, planta productora, peso de la muestra, operador, naturaleza de la muestra y composición de polímeros en la misma; g) ajustar el sistema de vibración (3') del equipo; h) ajustar la lámpara estroboscópica entre 29 y 34 mm de la salida de pellets (1) del canal vibrador (3), el sistema de lentes (6) entre 0.5 y 0.35 metros y la cámara digital (7) de 30 a 35.000 micrómetros; i) ajustar el sistema de flujo de nitrógeno (3'') entre 1 y 5 ml/min; j) cargar en el computador (10) el método con la serie de pasos lógicos de interés para el análisis de las fotografías digitales que se toman durante el recorrido, k) accionar el sistema vibrador (3'), la lámpara (5), el sistema de lentes (6) y la cámara digital (7); l) culminar la corrida con el método seleccionado y se archivar los resultados para su análisis e interpretación y mantenerlos guardados para tener trazabilidad en los procesos productivos.

[036] El resultado del porcentaje de uniformidad (%UI) fue de **75.76**, el cual fue arrojado por el método instrumental de acuerdo con la presente invención para este ejemplo de trabajo 2, luego de realizar la interpretación y análisis de todas las características relacionadas de diámetro de área, diámetro de perímetro, etc., de cada uno de los pellets micro-fotografiados, luego de realizar el ajuste correctivo al equipo. Este porcentaje del índice de uniformidad (**75.76**), muestra con el mantenimiento realizado en las cuchillas y la operación del dado, se mejoró las características morfológicas del material obtenido por la extrusora. De hecho, como se puede apreciar en la figura 7, se observa una alta uniformidad en los pellets. Para el caso de la figura 2, ésta evidencia imágenes de pellets en una corrida para una muestra en donde el %UI está alrededor del **90.25** de acuerdo con el método de la presente invención.

[037] De acuerdo con este valor obtenido luego de realizar el mantenimiento basado en el resultado previamente arrojado por el método instrumental de la invención, se evidenció que, al tomar las acciones correctivas en la extrusora y en el sistema de corte y dado, el valor de %UI muestra (75.76) las mejoras realizadas

P-16666

para este producto, permitiendo ver que se encuentra en óptimas condiciones operacionales.

En este orden de ideas, es claro que un valor de %IU alto que se acerque al 100% de acuerdo con el método de la presente invención, denota que las características morfológicas de la mayoría de los pellets en una muestra determinada tienen una uniformidad y estándares de calidad para este tipo de productos poliméricos, lo cual está directamente relacionado con la eficiencia y desempeño del sistema de corte (cuchillas) y dado de la máquina extrusora. Por tanto, los valores de %UI deseados para cumplir con los estándares de calidad en los productos poliméricos en forma de pellets, serán aquellos que estén en un rango desde 50% hasta 100%. En contraposición, aquellos valores que estén por debajo de dicho rango, indican que el desempeño y la eficiencia en el sistema de corte y dado de la máquina extrusora debe ser sometido a un proceso de mantenimiento ya sea correctivo o preventivo. Por ende, valores de %UI menores a 50%, por ejemplo entre 50% y 30% indican que la máquina extrusora debe ser sometida a un mantenimiento preventivo, y valores de % U menos a 30% por ejemplo, entre 30% y 10% indican la necesidad de un mantenimiento correctivo del sistema de corte y de dado de la máquina extrusora.

20