

“EQUIPO PARA CONCENTRACIÓN DE JUGOS, APARATO DOSIFICADOR RECIPROCANTE DE BAGAZO, SISTEMA CONCENTRADOR DE JUGOS, MÉTODO DE MONTAJE DE DICHO SISTEMA Y MÉTODO DE OBTENCIÓN DE MIELES CONCENTRADAS EN FLUJO CONTINUO”

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención tiene que ver con un equipo generador de vapor, un dosificador de bagazo, un sistema de concentración y producción de jugos, un método de obtención de mieles y montaje del sistema de producción. El producto se ubica dentro del campo de las ingenierías química y mecánica.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En el estado de la técnica respecto a la producción de mieles y su concentración solo se conoce el sistema tradicional que durante siglos se ha utilizado para la obtención de la panela y que de forma artesanal y sin darle mayor valor agregado al producto y a la manufactura, no ha sufrido mayores cambios tecnológicos significativos a través del tiempo.

En cuanto al proceso en el trapiche, la etapa de concentración de mieles, a partir del jugo crudo de la caña (el cual llega entre 10 a 25 Brix o fracción de contenido de azúcares) por evaporación de la fracción de agua contenida en este, se efectúa empleando procedimientos obsoletos de calentamiento en “pozo” usando recipientes, llamados pailas de la misma naturaleza de la que existían hace cientos de años y que aún hoy se utilizan. El problema de este proceso es que, durante este viaje, la burbuja debe vencer la cabeza hidráulica de fluido (pérdida de energía), que será más alta, entre más alto sea el grosor de la capa de fluido (de jugo), dificultando y haciendo ineficiente, costoso y demorado el proceso de ebullición, tal y como sucede actualmente en los procesos de evaporación del jugo de la caña de azúcar para producir panela. Adicionalmente, el problema aumenta pues parte del vapor contenido en la burbuja se va condensando sobre sus paredes, disminuyendo la eficiencia de evaporación. Este proceso continuo hasta que se elimina prácticamente toda el agua presente en el jugo, aumentando el contenido de sólidos solubles (92 a 95 Brix) hasta el punto de obtener una mezcla conocida como miel, que luego se le trata para obtener panela en bloque, en forma de panela pulverizada, o incluso líquida en forma de sirope o miel.

Otro problema del procedimiento tradicional de obtención de panela consiste en que, es necesario con antelación, llenar de jugo estas pailas abundantemente puesto que de lo contrario se fundirían al someterlas al fuego directo, lo cual requiere tiempos entre 2 y 3 horas para llenarlas.

DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un grupo de figuras en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1. Esta figura muestra en el plano un esquema general de la instalación: un generador cilíndrico de vapor (13) con pirotubos (14) con la zona líquido (17) y la zona vapor (16), un sistema de conducción de vapor (3), un intercambiador de calor para evaporación y concentración de jugos (12) con superficie inclinada troncocónica o, tronco piramidal (8) que termina en un intercambiador de calandria (9), una reducción cónica (10) y una válvula reguladora de caudal (11). Una tubería de retorno gravitacional de condensados (4). También se muestra la tubería de conducción para suministro de jugo crudo (21) y el dispositivo rociador giratorio de jugo crudo (20). El generador de vapor (13) posee un control de nivel visible (15) que permite al operador estar controlando que no se baje, bajo ninguna circunstancia, el nivel de agua dentro del generador de vapor (13)

Figura 2. Esta figura muestra en el plano el generador cilíndrico de vapor con tapas semiesféricas superiores e inferiores, el nivel que separa la fase vapor (16) y la fase líquido (17), tubería para salida de vapor saturado en su parte superior (3), una zona para fase vapor (16), una zona para fase líquido (17), un control de nivel visible (15) por vasos comunicantes entre la zona vapor y la zona líquido, una tubería de entrada para retorno de los condensados (4) que vienen desde el evaporador concentrador, un conjunto de tres pirotubos pasantes paralelos al flujo de gases calientes (14), una base de apoyo del generador para colocación sobre el piso exterior de la hornilla (18).

Figura 3. Esta figura muestra en el plano el intercambiador de calor para evaporación y concentración de jugos: tiene un recipiente cilíndrico (12) con tapa inferior semiesférica, espacio para vapor saturado o lado vapor (1), zona para regado y circulación descendente de jugos (8), tubería para entrada de vapor saturado (3), tubería de salida de retorno de condensados (4), superficie tronco cónica o tronco piramidal (8), intercambiador de calor tipo calandria multitubo (9), ducto de conducción de mieles concentradas (10), válvula de regulación de caudal de mieles (11), niple para conexión de termómetro(5), niple conexión para válvula de seguridad (6), niple para conexión de presostatos de control de suministro de combustible (7).

Figura 4. Esta figura muestra en el plano un esquema de la instalación de bombeo de jugos: una bomba hidráulica (22), una tubería de succión de jugos (24), un recipiente contenedor de jugo clarificado (23), una tubería de conducción de jugo clarificado (21), un rociador giratorio (20).

Figura 5. Esta figura muestra el detalle del dispositivo de suministro automático de bagazo (dosificador de bagazo). Este dispositivo funciona de manera reciprocante admitiendo y suministrando bagazo a la cámara de combustión a través de dos pistones solidarios (28) (Figura 5), de sección trapezoidal para empuje de bagazo hacia la cámara de combustión de la hornilla (31) (Figura 7). La carrera de admisión y carrera de suministro de bagazo de estos pistones, están guiados por las paredes estructural (26) (Figura 6) con una geometría que permite expandir el bagazo para que no se atasque, que funcionan a su vez como tolva de recibo de bagazo y como camisa de pared inclinada para carrera de los pistones. El movimiento lo genera un motor eléctrico que impulsa una biela en cuyo extremo posee un rodillo que se desplaza sobre una corredera generando el movimiento reciprocante (30) (Figura 5). En la parte superior posee dos aletas (27) (Figura 5) que direccionan el bagazo hacia la parte interna de la tolva en donde la recibe una rampa inclinada (29) (Figura 5) que la direcciona hacia los pistones (28) (Figura 5) de suministro de bagazo a la hornilla, los pistones se mueven sobre rodachinas de trayectoria en línea recta (Figura 5).

Figura 6. Esta figura muestra el dispositivo de suministro automático de bagazo (Dosificador de bagazo), donde se observa la pared exterior (26).

Figura 7. Esta figura muestra el conjunto general del sistema. La hornilla con diseño especial con sus diferentes componentes. La cámara de combustión (31), rampa de alimentación (32), parrilla (33), ducto de gases (34), paila clarificadora (35) y paila para deshidratar la cachaza (melotera) (36). Así mismo muestra el sitio y la forma en que van instalados los generadores de vapor (13), el dispositivo de suministro automático de bagazo (dosificador de bagazo) (25) y chimenea (37).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Como es de popular conocimiento la panela es un producto o preparación tradicional derivada del jugo de caña de azúcar sin filtrar que se utiliza como endulzante natural en diferentes preparaciones de postres y bebidas dulces. En nuestro país es uno de los productos insignias de la gastronomía natural. Específicamente, la panela es un producto cristalizado que se obtiene en los procesos de separación por evaporación del agua del jugo producido en la molienda de la caña de azúcar y que se consume sin haber sido sometida a procesos de refinación.

De forma más amplia, el problema planteado en la presente solicitud consiste en que en el sector de la industria panelera el uso de los recursos energéticos, su productividad y su competitividad han sido deficientes (ICA, 1986; CORPOICA, 1996). Esto debido fundamentalmente al atraso y obsolescencia tecnológica de los factores involucrados en el proceso productivo. Se puede decir que durante siglos la panela se ha fabricado en la misma forma artesanal sin darle mayor valor agregado al producto y a su proceso de manufactura, sin haber sido objeto de cambios tecnológicos significativos para el proceso de producción de la panela.

Respecto al proceso en el trapiche, la etapa de concentración de mieles, a partir del jugo crudo de la caña (el cual llega entre 10 a 25 Brix o fracción de contenido de azúcares) por evaporación de la fracción de agua contenida en este, se efectúa empleando procedimientos obsoletos de calentamiento en “pozo” usando recipientes, llamados pailas de la misma naturaleza de la que existían hace cientos de años y que aún hoy se utilizan. Estas pailas se llenan con jugo crudo, y se someten al fuego directo en hornillas diseñadas para tal fin, hasta que ocurre una evaporación sostenida. Esta evaporación es abierta, porque se realiza en pailas expuestas a la presión atmosférica y el calentamiento con fuego directo, porque los fondos de las pailas se exponen directamente a los gases de combustión. A este proceso de ebullición se le denomina “en pozo” y se caracteriza por la rápida formación de burbujas de vapor en la interface sólido – líquido que a medida que el tamaño se lo permite, se separan de la superficie sólida dirigiéndose hacia la superficie libre del fluido. El problema de este proceso es que durante este viaje, la burbuja debe vencer la cabeza hidráulica de fluido (pérdida de energía), que será más alta, entre más alto sea el grosor de la capa de fluido (de jugo), dificultando y haciendo ineficiente, costoso y demorado el proceso de ebullición, tal y como sucede actualmente en los procesos de evaporación del jugo de la caña de azúcar para producir panela. Adicionalmente, el problema aumenta pues parte del vapor contenido en la burbuja se va condensando sobre sus paredes, disminuyendo la eficiencia de evaporación. Este proceso continua hasta que se elimina prácticamente toda el agua presente en el jugo, aumentando el contenido de sólidos solubles (92 a 95 Brix) hasta el punto de obtener una mezcla conocida como miel, que luego se le trata para obtener panela en bloque, en forma de panela pulverizada, o incluso líquida en forma de sirope o miel.

Otro problema del procedimiento tradicional de obtención de panela consiste en que, es necesario con antelación, llenar de jugo estas pailas abundantemente puesto que de lo contrario se fundirían al someterlas al fuego directo, lo cual requiere tiempos entre 2 y 3 horas para llenarlas, una vez hecho este procedimiento, comienza el proceso de arranque o encendido de las hornillas que también es bastante demorado puesto que para alcanzar las condiciones de temperatura adecuadas hasta dar el primer punto de cristalizado, se pueden demorar entre 2 a tres horas, haciendo necesario un uso de mano de obra adicional relevante aumentando las horas hombre necesarias para la producción, aumentando costos económicos y sociales durante la producción.

Para solucionar estos problemas, proponemos un conjunto y un sistema de generación de vapor saturado o calderín que toma calor de la combustión del bagazo de la molienda, con un sistema de tuberías para su transporte hasta un intercambiador de calor de vapor a jugos de caña de diseño especial para máximos flujos de calor de evaporación y concentración de jugos con retorno gravitacional de condensados al calderín. El jugo crudo de la molienda se suministra a través de un sistema de tuberías que lo conduce hasta el intercambiador de calor de diseño especial y se vierte en forma de gotas continuas y/o finos chorros de trayectoria circular que se hacen caer en forma continua sobre la superficie caliente del mismo, formando una película delgada descendente con alta tasa de evaporación, que a

medida que se desplaza, se evapora y se concentra hasta alcanzar los grados Brix requeridos así:

El conjunto para concentración de jugos de caña es una planta completa (Figura 1), la cual consta de un generador (13) de vapor saturado de cuerpo cilíndrico entre 15 cm y 60 cm de diámetro construido de acero inoxidable 304 o 316 y entre 1.5 m y 2.5 m de longitud, el cual opera entre presiones de vapor de 140 KPa hasta 850 KPa relativos y ubicado dentro de la cámara de combustión de la hornilla panelera.

El generador de vapor funciona con o sin pirotubos, si funciona con pirotubos, estos son entre 1 y 5 pirotubos (14) de 7.5 cm de diámetro pasantes transversalmente al cuerpo cilíndrico, los cuales favorecen la transferencia de calor para producir vapor.

La planta o conjunto generador de vapor saturado o calderín (figura 2) toma calor de la combustión del bagazo de la molienda, con un sistema de tuberías para su transporte (3) hasta un intercambiador de calor de vapor a jugos de caña (12) de diseño especial (figura 3) para máximos flujos de calor de evaporación y concentración de jugos con retorno gravitacional de condensados al calderín (4). El jugo crudo de la molienda se suministra a través de un sistema de tuberías (21,24) que lo conduce hasta el intercambiador de calor (12) de diseño especial (figura 3) y se vierte en forma de gotas continuas y/o finos chorros de trayectoria circular que se hacen caer en forma continua sobre la superficie caliente del mismo (8), formando una película delgada descendente con alta tasa de evaporación, que a medida que se desplaza, se evapora y se concentra hasta alcanzar los grados Brix requeridos así:

La planta o equipo para concentración de jugos de caña (Figura 1), consta de:

- Un generador (13) de vapor saturado de cuerpo cilíndrico de entre 15 cm y 60 cm de diámetro construido de acero inoxidable 304 o 316 y entre 1.5 m y 2.5 m de longitud, el cual opera entre presiones de vapor de 140 KPa hasta 850 KPa relativos y ubicado dentro de la cámara de combustión de la hornilla panelera. El generador de vapor (13) funciona con o sin pirotubos, si funciona con pirotubos, estos son entre 1 y 5 pirotubos (14) de 7.5 cm de diámetro pasantes transversalmente al cuerpo cilíndrico, los cuales favorecen la transferencia de calor para producir vapor.
- Tuberías para conducción de vapor saturado (3) : El vapor saturado generado (16) es conducido por tuberías (3) de acero inoxidable 304 o 316 o acero al Carbono hacia la parte superior del evaporador / concentrador (12),
- Un intercambiador de calor evaporador / concentrador (12) el cual es de cuerpo cilíndrico con una superficie interior cónica o semiesférica o tronco piramidal (8), con una terminación inferior en forma de calandria (9) para punteo final de las mieles.
- Un mecanismo para suministro de jugos de caña que consta de un distribuidor rotativo (20), el cual hace incidir tales jugos en forma de finas gotas o delgado chorro sobre la superficie evaporadora caliente (8), formando una capa delgada de jugo que desciende sobre la superficie cónica o tronco cónica (8), en donde se evapora la parte acuosa de los mismos,

logrando la obtención de mieles hasta de 95 Brix de concentración de azúcares que es adecuada para la posterior manufactura y obtención de panela en bloque, panela pulverizada o, mieles de panela, en el proceso conocido como “punteo”, que se da en la parte final del equipo.

- Tubería de retorno de condensados: Una vez el vapor saturado se condensa (lado vapor del equipo) (1), al transferir su calor latente, este condensado cae a la parte inferior del intercambiador y es llevado por gravedad de nuevo al generador de vapor (13), por tuberías de acero inoxidable (4) para reiniciar un nuevo ciclo.
- Un conjunto de suministro de jugos (figura 4): los jugos de caña crudos son impulsados, a través de la tubería (21), por una bomba centrífuga (22) desde un tanque de jugo clarificado (23), la cual en el punto de suministro, los hace pasar por un dispositivo aspersor rotativo, de uno a tres brazos rociadores de 360 grados automático que los convierte en un flujo goteante y con movimiento circular (20), logrando con esto que el jugo tenga contacto con la superficie cónica o tronco cónica caliente (8) en capas muy delgadas, descendentes y continuas, las cuales se van desplazando siguiendo la inclinación del cono o el tronco de cono, logrando grandes tasas de evaporación y por tanto de concentración de azúcares al finalizar su recorrido por el mismo. La temperatura de la superficie caliente cónica o tronco cónica (8) y la parte inferior o calandria (9) permanecen a temperaturas entre 130 y 160 grados centígrados, lo cual es un importante factor de calidad de las mieles obtenidas y el valor de transferencia de calor óptimo.

La planta o conjunto propuesto, sus componentes y el método de obtención de mieles de panela hasta de 95 Brix tiene como objetivos fundamentales, producir miel de caña en flujo continuo (no por cochadas o baches como se hace actualmente), disminuir los tiempos de arranque y transferencia de calor del proceso con respecto a los del proceso tradicional actual, disminuir la mano de obra necesaria respecto a las metodologías actuales, evaporar a baja temperatura mejorando la calidad de la panela respecto al proceso tradicional que se hace a la llama directa.

Los objetivos se cumplen mediante:

- Un suministro continuo de jugo crudo en forma de gotas a través de un distribuidor rotativo (20), el cual es un dispositivo aspersor rotativo, de uno a tres brazos rociadores de 360 grados automático que los convierte en un flujo goteante y con movimiento circular o chorro fino, de trayectoria circular de flujo continuo que al descender por la superficie de geometría cónica (8) (u otra geometría) inclinada forma una película delgada que permite altas tasas de evaporación y, para la concentración final de azúcares, además, un sistema de intercambio de calor tipo calandria (9) para el punteo final, la cual termina en una reducción cónica (10) y una válvula de regulación de flujo de mieles concentradas (11).

Esto permite eliminar el demorado proceso de llenado y trasvase de pailas tradicional.

- Un mecanismo o equipo para generación de vapor saturado (13) que permite obtener rápidamente vapor de calentamiento (16) y (1) en el intercambiador de calor (entre 45 a 60 minutos), comparado con las 5 o 6 horas de los sistemas tradicionales. El proceso de transferencia de calor desde el vapor (1) hacia los jugos es sumamente rápido por el fenómeno de condensación que genera altos coeficientes de convección y liberación de la energía latente del mismo.
- El equipo o mecanismos de suministro mecánico y automático de jugo por bombeo (figura 4, partes 20, 21, 22, 23 y 24) hace innecesario el consumo de mano de obra que comúnmente se utiliza para la agitación y trasvase de jugos.
- Por las propiedades de relación Presión / Temperatura del vapor saturado, es posible controlar la temperatura superficial del intercambiador asegurando que las temperaturas de calentamiento y evaporación no superen los 130 a 160 grados centígrados evitando deterioros de calidad de la panela. Esto no es posible con calentamiento a la llama directa, haciéndose necesaria la intervención de un operario que este agitando el jugo y las mieles para que no se quemen en el sistema tradicional.

Otro diseño inventivo en nuestra solicitud tiene que ver con un dispositivo de suministro o alimentación de bagazo (25) automático para la combustión que a su vez sirve como control del combustible utilizado en el proceso y dosificación del combustible (25) (figuras 5, 6 y 7). Este dispositivo funciona de manera reciprocante admitiendo y suministrando bagazo a la cámara de combustión a través de dos pistones solidarios (28) (Figura 5), de sección trapezoidal para empuje de bagazo hacia la cámara de combustión de la hornilla (31) (Figura 7). La carrera de admisión y carrera de suministro de bagazo de estos pistones, están guiados por las paredes estructural (26) (Figura 6) con una geometría que permite expandir el bagazo para que no se atasque, que funcionan a su vez como tolva de recibo de bagazo y como camisa de pared inclinada para carrera de los pistones. El movimiento lo genera un motor eléctrico que impulsa una biela en cuyo extremo posee un rodillo que se desplaza sobre una corredera generando el movimiento reciprocante (30) (Figura 5). En la parte superior posee dos aletas (27) (Figura 5) que direccionan el bagazo hacia la parte interna de la tolva en donde la recibe una rampa inclinada (29) (Figura 5) que la direcciona hacia los pistones (28) (Figura 5) de suministro de bagazo a la hornilla, los pistones se mueven sobre rodachinas de trayectoria en línea recta (Figura 5).

EL SISTEMA CONCENTRADOR DE JUGOS Y PRODUCCION DE PANELA EN CONTINUO SE COMPONE DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS Y CARACTERÍSTICAS.

El sistema para concentración de jugos se compone específicamente de los siguientes elementos y características:

- Un generador de vapor saturado (13) con zona vapor (16) y zona líquido (17) con cuerpo cilíndrico que puede montarse liso o instalarle de 1 a 5 pirotubos (14) de 7,5 cm de diámetro pasantes transversalmente, los cuales favorecen la transferencia de calor para producir vapor. Este generador (13) de vapor saturado es de cuerpo cilíndrico de entre 15 cm y 60 cm de diámetro construido de acero inoxidable 304 o 316 y entre 1.5 m y 2.5 m de longitud, el cual opera entre presiones de vapor de 140 KPa hasta 850 KPa relativos y ubicado dentro del ducto de una hornilla u horno con diseño especial (figura 7). El generador de vapor (13) funciona con o sin pirotubos, si funciona con pirotubos, estos son entre 1 y 5 pirotubos (14) de 7.5 cm de diámetro pasantes transversalmente al cuerpo cilíndrico, los cuales favorecen la transferencia de calor desde los gases calientes de combustión para producir vapor. El generador de vapor (13) posee un control de nivel visible de vasos comunicantes (15) que permite al operador estar controlando que no se baje bajo ninguna circunstancia, el nivel de agua dentro del generador de vapor (13). Para suministrar el vapor hacia el concentrador / evaporador tiene una conexión (3) y para recibir el condensado tiene una conexión (4). (Figuras 1 y 2). El generador de vapor conecta con el concentrador / evaporador (12) a través de la línea de suministro de vapor (3) y a través de la línea (4) de retorno de condensados desde el concentrador / evaporador.
- Una línea de tuberías de conexión y suministro de vapor en acero inoxidable 304 o 316 SCHEDULE 80 (figura 1) (3) desde el generador de vapor (13) hasta el intercambiador para evaporación y concentrador de jugos de caña (12).
- Un intercambiador de calor cilíndrico, para evaporar y concentrar los jugos (12), que posee un lado, o chaqueta de doble pared, para vapor (1) y un lado para jugos (8) formado de dos superficies de intercambio de vapor en el lado jugos (8), las cuales constan de una primera superficie inclinada de geometría ya sea tronco cónica o tronco piramidal para separación por evaporación en película delgada y una segunda (9), con final tipo calandria multitubos descendentes para punteo de mieles que termina en una reducción cónica (10) y una válvula reguladora de caudal de mieles concentradas (11). Sobre estas superficies, los jugos y mieles fluyen por gravedad. El intercambiador, en su parte inferior tiene una conexión tubular para evacuación y retorno de condensados hacia el generador de vapor (13), una reducción cónica (10) y una válvula (11) para extracción de mieles concentradas del intercambiador de calor (12). (Figuras 1 y 3). El concentrador / evaporador (12) conecta con el generador de vapor (13) a

través de la línea de transporte de vapor (3) y a través de la línea (4) de retorno de condensados hacia el generador de vapor (13)l.

- Una línea para retorno de condensados (4) desde la parte inferior del lado de vapor (1) del intercambiador evaporador concentrador (12), hasta la parte superior del generador de vapor (13). El flujo de condensados desde el evaporador concentrador (12) ocurre por la acción de la gravedad debido a la diferencia de niveles entre el generador de vapor (13) de nivel bajo y, el evaporador concentrador de nivel alto. (figura 1)
- Un conjunto hidráulico para bombeo de jugos crudos (figura 4) que consta de una bomba hidráulica centrífuga (22), una tubería de succión de jugos (24), un recipiente contenedor de jugo clarificado (23), una tubería de conducción de jugo clarificado (21), un dispositivo aspensor rotativo, de uno a tres brazos rociadores de 360 grados automático que los convierte en un flujo goteante y con movimiento circular (20). La presión de bombeo de jugo crudo de caña clarificado oscila entre 30 KPa y 700 KPa. (figura 4). Todas las tuberías son en acero inoxidable 304 o 316.
- Al final de la tubería de jugo clarificado (21), se conecta una boquilla (20), o, dispositivo aspensor rotativo, de uno a tres brazos rociadores de 360 grados automático que lo convierte en un flujo goteante de movimiento circular para proveer el caudal de jugo con un patrón de rociado giratorio de jugo clarificado ya sea en forma de finas gotas o, finos chorros tangenciales giratorios o estáticos, que inciden sobre la parte superior de la superficie de intercambio de calor (8), lado jugos, y desciende por gravedad sobre tales superficies y zonas del intercambiador, generando un perfil pelicular de alta rata de evaporación para separación de la fase acuosa de los jugos. (figuras 3 y 4).
- Un dispositivo de suministro o alimentación de bagazo (25) automático (ya mencionado) para la combustión que a su vez sirve como control del combustible utilizado en el proceso y dosificación del combustible (25) (figuras 5, 6 y 7). Este dispositivo funciona de manera reciprocante admitiendo y suministrando bagazo a la cámara de combustión a través de dos pistones solidarios (28) (Figura 5), de sección trapezoidal para empuje de bagazo hacia la cámara de combustión de la hornilla (31) (Figura 7). La carrera de admisión y carrera de suministro de bagazo de estos pistones, están guiados por las paredes estructural (26) (Figura 6) con una geometría que permite expandir el bagazo para que no se atasque, que funcionan a su vez como tolva de recibo de bagazo y como camisa de pared inclinada para carrera de los pistones. El movimiento lo genera un motor eléctrico que impulsa una biela en cuyo extremo posee un rodillo que se desplaza sobre una corredera generando el movimiento reciprocante (30) (Figura 5). En la

parte superior posee dos aletas (27) (Figura 5) que direccionan el bagazo hacia la parte interna de la tolva en donde la recibe una rampa inclinada (29) (Figura 5) que la direcciona hacia los pistones (28) (Figura 5) de suministro de bagazo a la hornilla, los pistones se mueven sobre rodachinas de trayectoria en línea recta (Figura 5).

- Una hornilla de combustión de diseño especial. El generador de vapor saturado o calderín (13) toma calor de la combustión del bagazo de la molienda, porque está instalado en un horno con un diseño especial (Figura 7) que se describe a continuación. Horno con cámara de combustión (31) construida en ladrillo refractario con puerta o boca de alimentación de bagazo y rampa de caída (32) a una parrilla (33) semi profunda en ladrillo refractario y con entrada de aire secundario. El horno tiene un ducto de gases corto (34), construido en ladrillo tolete, con puesto para uno o varios generadores de vapor (13), una paila para clarificación de jugo (35) y otra para deshidratación de cachaza (36), siguiendo la geometría de del calderín y las pailas. La alimentación de combustible a la hornilla se realiza por medio del dispositivo de suministro automático de bagazo (25) (Figuras 5, 6 y 7). La hornilla con diseño especial con sus diferentes componentes. La cámara de combustión (31), rampa de alimentación (32), parrilla (33), ducto de gases (34), paila clarificadora (35) y paila para deshidratar la cachaza (melotera) (36). Así mismo muestra el sitio y la forma en que van instalados los generadores de vapor (13) y el dispositivo de suministro automático de bagazo (dosificador de bagazo) (25).

METODO DE OBTENCION DE MIELES CONCENTRADAS EN FLUJO CONTINUO.

El método de obtención de mieles concentradas en flujo continuo a partir del jugo crudo de caña, u otro tipo de jugo, con sistema de calentamiento con vapor saturado, se realiza de la siguiente manera:

Etapas a. Limpieza de Jugos. Una vez se realiza la limpieza de los jugos que vienen del molino de caña entre 10 a 25 Brix, la cual consiste en eliminar a temperatura ambiente por gravimetría y medios físicos el material grueso con el que sale el jugo de caña del molino (la cachaza gruesa y las partículas de bagazo) y luego someter este a un proceso de clarificación por calentamiento con adición de aglutinantes hasta una temperatura de 75 a 85°C para retirarle los finos conocidos como cachaza blanca y negra, los jugos quedan listos (clarificados) para suministrarlos al sistema concentrador de jugos y producción de panela en continuo, siendo transportados al recipiente de jugo clarificado (23) (figura 4). Una vez allí, se procede con los siguientes pasos que constituyen el método de obtención de las mieles concentradas en flujo continuo.

Etapas b. Bombeo de jugo clarificado (figura 4)

Los jugos de caña crudos clarificados de entre 10 a 25 grados Brix son impulsados, a una presión entre 30 y 700 KPa, y un caudal entre 250 a 350 litros por hora a través de la tubería (21), por una bomba centrífuga (22) de medio a tres cuartos de caballo desde el tanque de jugo clarificado (23). Al final de la tubería de suministro (21) los jugos se hacen pasar por un dispositivo aspersor rotativo, de uno a tres brazos rociadores de 360 grados automático (20) que los convierte en un flujo constante de chorro o goteante y con movimiento circular, con el fin de que incidan sobre la superficie caliente (8) (figura 3) con este patrón de movimiento. Esto permite eliminar el demorado proceso de llenado y trasvase de pailas tradicional.

Etapa c. Evaporación y concentración

El proceso de evaporación y concentración se da en el intercambiador de calor cilíndrico evaporador concentrador (figura 3). Una vez que el jugo crudo y clarificado es suministrado por el aspersor rotativo (20) con el patrón de chorreado con movimiento circular, el jugo comienza a bajar por gravedad adherido a la superficie de intercambio de calor (8), que es tronco cónica o tronco piramidal, como fina película descendente delgada evaporándose rápidamente de tal manera que cuando llega al final de esta superficie (comienzo de la calandria (9)) inclinada los jugos ya van concentrados hasta 65 a 75 grados Brix. Una vez los jugos alcanzan la segunda sección del intercambiador de calor (la calandria (9)) comienza el proceso de concentración final cuando los jugos de 65 a 75 Brix, al circular descendentemente por dentro de los tubos de esta, reciben el calor del vapor del intercambiador, terminando de evaporarse los restos de humedad que aun llevan logrando al final de la calandria (9) reducción (10) una concentración entre 90 a 95 grados Brix. En esta fase se consigue aumentar la concentración de azúcares en los jugos, por medio del calor suministrado en el cambio de fase del agua líquido a vapor, con lo cual se aumenta el contenido inicial de sólidos solubles hasta el punto de la panela o punto de miel (90 a 95 Brix) donde se alcanza una temperatura promedio de 120°C. A partir de esta temperatura inicia el proceso de concentración el cual se realiza en la sección punteadora o calandria (9) punteadora donde los jugos se recogen en el fondo a través de la válvula (11)

Durante todo el proceso, el calor suministrado a los jugos crudos clarificados por el vapor es aprovechado para lograr el cambio de fase del agua (líquido a vapor) eliminándose entre 90 y 95% del agua presente en los jugos crudos. Con esto se aumenta el contenido inicial de los sólidos solubles hasta el punto de panela o punto miel, en este punto los jugos alcanzan temperaturas entre 120°C hasta 125°C. El vapor de calentamiento durante todo el proceso permanece en la chaqueta de vapor (1) cediendo su calor latente correspondiente al calor específico de evaporación de saturación a presiones entre 140 KPa y 850 KPa. Una vez se obtienen los Brix de punto de panela (entre 90 a 95 Brix) estos se extraen a través de la válvula (11) para posteriormente moldearlos para manufactura de panela en cuadro o, para batido y manufactura de panela granulada o pulverizada.

Etapa d. Generación, suministro y retorno del vapor

(Figura 1) Para la generación de vapor saturado, se hace uso de un recipiente cilíndrico (13), que se introduce dentro del flujo de gases calientes de la hornilla de combustión, y puede montarse liso o instalarle de 1 a 5 pirotubos (14) de 7,5 cm de diámetro pasantes transversalmente, los cuales favorecen la transferencia de calor para producir vapor. Este generador (13) de vapor saturado es de cuerpo cilíndrico de entre 15 cm y 60 cm de diámetro construido de acero inoxidable 304 o 316 y entre 1.5 m y 2.5 m de longitud, el cual opera entre presiones de vapor de 140 KPa hasta 850 KPa relativos y va ubicado dentro de la cámara de combustión de la hornilla panelera. El generador de vapor (13) posee un control de nivel visible de vasos comunicantes (15) que permite al operador estar controlando que no se baje bajo ninguna circunstancia, el nivel de agua dentro del generador de vapor (13). Para suministrar el vapor hacia el concentrador / evaporador tiene instalada una línea de tubería de conexión (3) y para recibir el condensado tiene una línea de tubería de conexión (4) (Figuras 1 y 2). Una vez se produce vapor por la acción del calor de combustión obtenido en la hornilla (Figura 7), este se lleva a través de la tubería (3) hacia la zona (1) de almacenamiento de vapor del concentrador / evaporador (12). Una vez el vapor cede su calor latente, este se condensa (se vuelve líquido), cae al fondo del intercambiador (12) y se devuelve a través de la línea (4) de retorno de condensados, de nuevo hacia el generador (13) para iniciar un nuevo ciclo.

El generador de vapor se carga inicialmente con agua, ya sea manualmente o con un equipo e bombeo, a través de la conexión (5) (figura 3) hasta que se alcance un 50% de la longitud del control de nivel visible (15) (figura 1), luego de lo cual la conexión (5) se deberá taponar y no se deberá abrir en funcionamiento. Es importante que siempre el nivel de agua del generador esté siempre por encima del flujo de gases calientes que fluyen dentro de la hornilla, pues así los materiales de los cuales está hecho el generador, permanecerán refrigerados.

Es decir, el sistema concentrador de jugos y producción de panela en continuo combina la acción de dos zonas específicas: una que llamaremos lado vapor, en la cual se realiza el trabajo de la generación de vapor saturado, su transporte, su transferencia de calor latente y calor sensible hacia los jugos a través de una pared que lo separa físicamente de los jugos, su condensación y su retorno por fuerza gravitacional de nuevo al generador para reiniciar el ciclo (figura 1) y la otra zona que llamaremos lado jugo en donde se realiza la toma de jugo clarificado, su bombeo y rociado sobre las superficies de evaporación y concentración en flujo descendente de película delgada de altas tasas de evaporación de la fase acuosa de los jugos (figura 4). A continuación se describe el montaje de la planta y luego la operación de la misma.

Etapa e. Generación de energía para el sistema

El sistema de generación de vapor saturado o calderín (13) toma calor de la combustión del bagazo de la molienda, porque está instalado en un horno con un diseño especial (Figura 7) que se describe a continuación. Es una hornilla u horno con cámara de combustión (31) construida en ladrillo refractario con puerta o boca de alimentación de bagazo y rampa de caída (32) a una parrilla (33) semi profunda

en ladrillo refractario y con entrada de aire secundario. El horno tiene un ducto de gases corto (34), construido en ladrillo tolete, con puesto para uno o varios calderines (13), una paila para clarificación de jugo (35) y otra para deshidratación de cachaza (36), siguiendo la geometría del calderín y las pailas.

Etapa f. Dosificación y combustión de bagazo

Para el suministro y sostenimiento de la combustión se utiliza un dispositivo electromecánico, (dosificador de bagazo) (25) (Figuras 6 y 7) que de acuerdo a intervalos de la presión de vapor del evaporador que oscilan entre 30 y 70 psi este se apaga cuando la presión de vapor es de 70 psi y se activa cuando la presión baja a 50 psi. Este dispositivo funciona de manera reciprocante admitiendo y suministrando bagazo a la cámara de combustión a través de dos pistones solidarios (28) (Figura 5), de sección trapezoidal para empuje de bagazo hacia la cámara de combustión de la hornilla (31) (Figura 7). La carrera de admisión y carrera de suministro de bagazo de estos pistones, están guiados por las paredes estructural (26) (Figura 6) con una geometría que permite expandir el bagazo para que no se atasque, que funcionan a su vez como tolva de recibo de bagazo y como camisa de pared inclinada para carrera de los pistones. El movimiento lo genera un motor eléctrico que impulsa una biela en cuyo extremo posee un rodillo que se desplaza sobre una corredera generando el movimiento reciprocante (30) (Figura 5). En la parte superior posee dos aletas (27) (Figura 5) que direccionan el bagazo hacia la parte interna de la tolva en donde la recibe una rampa inclinada (29) (Figura 5) que la direcciona hacia los pistones (28) (Figura 5) de suministro de bagazo a la hornilla, los pistones se mueven sobre rodachinas de trayectoria en línea recta (Figura 5).

METODO DE MONTAJE DEL SISTEMA CONCENTRADOR DE JUGOS

El método de montaje del sistema concentrador de jugos se compone de las siguientes etapas:

Etapa a. Montaje de Hornilla. Se construye la hornilla (Figura 7) siguiendo las especificaciones especiales del diseño. En ella se instala una paila clarificadora (35) y una paila melotera (36) y se instalan los generadores de vapor (13).

Etapa b. Montaje de Lado de jugos. Inicialmente se monta el recipiente de almacenamiento de jugo de caña clarificado (23), luego se monta la bomba hidráulica (22) (figura 4) se hacen las conexiones de las tuberías (21) y (24) para

circulación de jugo clarificado. Al final de la tubería (20) se instala el aspersor rotativo, de uno a tres brazos rociadores de 360 grados automático que suministra el caudal de jugo con el patrón de rociado giratorio de jugo clarificado.

Etapa c. Montaje de Lado de vapor. El generador de vapor se monta en la hornilla de tal manera que quede vertical con una parte sobresaliente sobre el piso superior de la hornilla (ver figura 1 y figura 2) que será el volumen que contendrá el vapor saturado y no estará en contacto con los gases calientes de la combustión. El volumen restante del generador de vapor, que contiene la fase líquida del agua, está en el interior de la cámara de combustión de la hornilla y es este volumen el que está en contacto con los gases calientes de la combustión. Si al generador de vapor se le realizan pirotubos (14), durante el montaje se tendrá en cuenta que estos tendrán una dirección tal que los gases de combustión pasen por su interior paralelos a la dirección de estos.

De la parte superior del generador de vapor (figura 1 y figura 3) se tiende una tubería para conducción de vapor (3) hasta el intercambiador de calor evaporador - concentrador de jugos (figura 1) el cual se conecta por la parte superior de este último y, por la parte inferior de este intercambiador se tiende una tubería de retorno de condensados (4) hasta la parte intermedia del generador de vapor como lo indica la figura 1 y 2. El evaporador concentrador de jugos siempre estará, geográficamente, por encima de la cota superior del generador de vapor para asegurar que por vasos comunicantes siempre el condensado retorne al generador de vapor, como lo indica la figura 1. Una vez se realiza el montaje, este queda en modo circuito aislado y no se tendrá la necesidad de reponer agua, instalar equipos de bombeo, purgadores de vapor, tanques de condensados u otros elementos típicos de instalaciones de vapor convencionales, haciendo sencilla la instalación, su mantenimiento y su operación.

Etapa c. Instalación del Dosificador de bagazo. Se instala de tal manera que el pistón inferior de suministro de bagazo del dosificador (28) (Figura 5) quede enfrentado con la boca de suministro de bagazo de la hornilla sin que quede espacio libre entre estos (Figura 7).