

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 683 425**

(51) Int. Cl.:

C10G 9/36 (2006.01)
C10G 9/00 (2006.01)
C10G 9/14 (2006.01)
F02C 6/18 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2014 PCT/EP2014/079172**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2015 WO15128035**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2014 E 14828469 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 3110909**

(54) Título: **Proceso para incrementar la eficiencia energética de hornos de procesos**

(30) Prioridad:

25.02.2014 EP 14156624

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

26.09.2018

(73) Titular/es:

**SAUDI BASIC INDUSTRIES CORPORATION (50.0%)
P.O. Box 5101
Riyadh 11422, SA y
SABIC GLOBAL TECHNOLOGIES B.V. (50.0%)**

(72) Inventor/es:

VAN WILLIGENBURG, JORIS

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 683 425 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCION

Proceso para incrementar la eficiencia energética de hornos de procesos

- 5 La presente invención se refiere a un proceso para incrementar la eficiencia energética de hornos de procesos a través de la integración de la turbina de gas utilizando gas de escape de la turbina, en el que se calienta una alimentación de hidrocarburos en un horno. Más en detalle, la presente invención se refiere a la eficiencia energética incrementada del craqueo de vapor por la integración de la turbina de gas.
- 10 La patente US 4.172.857 se refiere a un proceso de craqueo no-catalítico que emplea un craqueador térmico del tipo de elevador presurizado calentado por partículas de ceniza aglomeradas calientes circuladas desde una unidad de combustión que produce potencia de combustión de carbón separada. El aire comprimido pasa desde un compresor a través de un conducto hasta bobinas de un intercambiador de calor y entonces pasa hasta el conducto principal de suministro de aire y al conducto de derivación que suministra aire a alta velocidad hasta los medios de conducto de reciclado. Los gases de escape o gases de la combustión desde la unidad de combustión pasan hacia arriba a través de la salida hasta el conducto. Los gases que abandonan el ciclón pasan hasta el conducto de gases de escape que transporta los gases de escape libres de cenizas hasta el generador de corriente y a un sobre calentador. Los gases pasan entonces hasta la entrada de la turbina de gas y hasta el intercambiador de calor. Una turbina de vapor y un generador de motor eléctrico están conectados a la turbina y al compresor para asistir en el arranque y más tarde para generar electricidad a partir de la potencia excesiva disponible después del arranque. El sobre calentador y el intercambiador de calor recuperan energía térmica a partir de los gases de escape para proporcionar vapor y para precalentar la alimentación de hidrocarburos y el aire de manera que los gases de escape son refrigerados. El agua de alimentación de la caldera introducida en las bobinas del intercambiador de calor es precalentada y retornada a un tambor de vapor. El agua del tambor de vapor es alimentada a un intercambiador de calor convencional calentado por los gases craqueados para formar vapor que es retornado al tambor de vapor. El vapor desde el tambor pasa hasta la bobina del sobre calentados, y el vapor sobrecalentado es descargado. La tecnología descrita aquí tiene un compresor que comprime aire ambiental hasta un proceso combinado de regeneración (catalítica) / suministro de calor de proceso. Este compresor es accionado por una turbina que expande un gas hidrocarburo desde el proceso. El trabajo producido / requerido por la turbina y el compresor están relacionados directamente con el proceso.

35 El documento WO90/06351 se refiere a un proceso para inhibir la formación de coque durante la vaporización de hidrocarburos pesados precalentando tales hidrocarburos en presencia de una pequeña cantidad crítica de hidrocarburos en la sección de convección de un horno tubular convencional. La tecnología descrita aquí es una tecnología para prevenir la formación de coque en hornos de craqueo (de vapor) y no se refiere a una tecnología que es más eficiente de energía por la combinación de producción de electricidad con craqueo de vapor.

40 El documento WO2010/077461 se refiere a un proceso para prevenir la formación de coque y permite el procesamiento de la alimentación de hidrocarburos más pesados en hornos de craqueo, que comprende un proceso para el craqueo de una corriente de alimentación de hidrocarburos que contiene componentes no-volátiles en un horno de craqueo de hidrocarburos que tiene secciones superior e inferior de calentamiento por convección dentro de una combustión del horno, y una sección de calentamiento radiante curso abajo y conectada con dicha sección inferior de calentamiento por convección, un intercambiador de línea de transferencia curso abajo y conectado a dicha sección de calentamiento radiante, una caja de horno que contiene quemadores de horno y dicha sección de calentamiento radiante, y una caldera de separación de vapor/líquido conectada entre las secciones superior e inferior del calentamiento por convección. La tecnología descrita aquí es una tecnología para prevenir la formación de coques y permite el procesamiento de la alimentación de hidrocarburos más pesados en hornos de craqueo y esta referencia no describe una tecnología que es más eficiente energética por la combinación de la producción de electricidad con craqueo de vapor.

50 La solicitud de patente US 2013/001132 se refiere a un proceso y aparato para producir olefinas en un horno de pirolisis que emplea TLEs para refrigerar los gases de pirolisis, que comprende inyectar una cantidad de fluido de humidificación dentro de los tubos de TLEs para mantener la pared de los tubos humedecidas para prevenir de esta manera la refrigeración, donde el TLE de la pared humedecida puede generar vapor a alta presión.

55 El documento JPH0979506 se refiere a un método para inyectar hidracina en una caldea de recuperación de calor de escape para prevenir la ocurrencia de picaduras en el tubo de transferencia de calor de tal caldera de recuperación de calor de escape.

60 El documento WO91/15665 se refiere a un método de ajuste de la generación de calor en un proceso de pasta de sulfato para corresponder al consumo de calor por inyección de exceso de vapor en una cámara de combustión de turbina de gas o en el gas de escape de la misma.

La patente US N° 6.237.337 se refiere a un equipo de readaptación para reducir el consumo de combustible fósil por

una central eléctrica que utiliza aislamiento solar, en el que la central eléctrica incluye una caldera de calor residual en forma de una serie de bobinas de intercambio de calor y que recibe gases de escape calientes. Después de salir de la caldera, los gases de escape entonces desprovistos de calor son ventilados a la atmósfera. La vaporización de

- 5 turbina de vapor acoplada a un generador. La turbina expande el vapor y acciona un generador que produce potencia a partir del generador y el vapor expandido desde el escape de la turbina. Un condensador condensa el vapor expandido en condensado y el condensado es retorna a la caldera para completar el circuito de agua. Se aplica vapor a bobinas de sobrecalentamiento produciendo vapor sobrecalentado que se aplica a la turbina.

- 10 El craqueo con vapor, referido también como pirolisis, se ha utilizado desde hace mucho tiempo para craquear varias alimentaciones de hidrocarburos en olefinas, con preferencia olefinas ligeras, tales como etileno, propileno y butenos. El craqueo de vapor convencional utiliza un horno de pirolisis que tiene dos secciones principales: una sección de convección y una sección radiante. La alimentación de hidrocarburos entra típicamente en la sección de convección del horno como un líquido (excepto alimentaciones ligeras que entran como un vapor), donde se calienta típicamente y se evapora por contacto indirecto con gas de escape caliente desde la sección radiante y por contacto directo con vapor. La mezcla de alimentación vaporizada y vapor se introduce entonces en la sección radiante donde tiene lugar el craqueo. Los productos resultantes, incluyendo olefinas, abandonan el horno de pirolisis para procesamiento siguiente curso abajo, incluyendo enfriamiento.

15

- 20 En un proceso de conversión de energía, por ejemplo ejecutado por Lummus Technology, la eficiencia energética del craqueador de vapor se incrementa a través de la integración de la turbina de gas, donde el gas de escape de la turbina de gas (aproximadamente 400 - 650°C dependiendo del tipo de turbina de gas, que contiene aproximadamente 13 - 15 % en volumen de oxígeno) se utiliza como aire de la combustión para hornos de craqueo.
25 La integración de la turbina de gas con la planta de etileno comprende, entre otras, cosas, el uso de gas de escape de turbina como una alimentación para la cabecera de distribución de aire de la combustión.

Algunos aspectos relacionados con esta tecnología son: ahorros de energía a partir del incremento combinado de calor y potencia (CHP) cuando se puede suministrar más calor al proceso. El suministro de calor al proceso (y, por lo tanto, el potencial de ahorros de energía) está limitado por los requerimientos de aire de la combustión de los hornos

- 30 de craqueo de vapor, el tamaño de la turbina de gas está limitado por los requerimientos del aire de la combustión en los hornos, limitando las posibles ventajas de escala de las turbinas de gas mayores. Esto significa que la escala operativa de esta tecnología está dictada por la relación técnica íntima entre los hornos de craqueo de vapor y la combinación de calor y potencia (CHP) que resulta en algunas consecuencias técnicas negativas posibles.

- 35 Esto significa que en tal construcción, un fallo de la turbina de gas tiene una perturbación significativa sobre las condiciones de craqueo resultando consecuencias para todo el extremo trasero de la planta. Esta tecnología de integración resulta en una producción adicional de vapor por los hornos de craqueo. Esto limita el potencial de aplicación de otras opciones de ahorros de energía, tales como plantas CHP o en sitios con un suministro y consumo de vapor compensados. De esta manera, el vapor adicional generado en los hornos de craqueo sustituirá a la generación eficiente de vapor desde una planta CHP local resultando menos ahorros netos.

40

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para incrementar la eficiencia energética del craqueador de vapor a través de la integración de la turbina de gas, en cuyo método las presiones del horno se conducen separadas de los procesos de la turbina de gas.

- 45 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un proceso para incrementar la eficiencia energética del craqueador de vapor a través de la integración de la turbina de gas, en cuyo proceso se reduce al mínimo el efecto negativo de un fallo de la turbina de gas sobre todo el sistema de craqueador de vapor y turbina de gas.

- 50 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un proceso para incrementar la eficiencia energética del craqueador de vapor a través de la integración de la turbina de gas utilizando gas de escape de la turbina, en cuyo proceso se produce vapor sobre calentado de una manera de eficiencia energética.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un proceso para incrementar la eficiencia energética del craqueador de vapor a través de la integración de la turbina de gas utilizando gas de escape de la turbina, en el que el calor del gas de escape de la turbina se utiliza para calentar agua alimentada a la caldera.

- La presente invención se refiere, por lo tanto, a un proceso para incrementar la eficiencia energética del craqueador de vapor a través de la integración de la turbina de gas utilizando gas de escape de la turbina, en el que se calienta una alimentación de hidrocarburos en un horno, siendo dicho proceso como se describe en la reivindicación 1. Por lo tanto, el presente proceso proporciona una separación física de los sistemas de aire de la unidad CHP y de hornos de proceso. Alimentando dicho gas de escape de turbina a dicha unidad de recuperación de calor en lugar de dirigir dicho gas de escape de la turbina a la sección radiante de los hornos, se realiza una situación de desacoplamiento de la unidad CHP y de los hornos de proceso de acuerdo con el presente método.

Por lo tanto, la presente invención se refiere a un método para desacoplar la turbina de gas desde el horno de proceso. Este desacoplamiento tiene las siguientes ventajas:

i) reduce la carga en la sección de convección del horno de proceso, resultando un exceso de calor disponible en la sección de convección, que se utiliza ahora para precalentar aire de la combustión resultando (1) menos consumo de gas combustible y (2) temperaturas más altas de la combustión en el horno de proceso proporcionando más calor de alta calidad y menos calor "residual" de baja calidad a recuperar en la sección de convección del horno de proceso. Ésta es una ventaja de eficiencia energética.

ii) el sistema utilitario (turbina/compresor) no interfiere con el proceso. Especialmente en la patente US 4.172.857 descrita, un fallo o bien del compresor (4), la turbina de gas (5), el motor/generador (81) y/o la turbina de vapor (80) (estos números de referencia son recuperados de la figura 1 de la patente US 4.172.857) resultan en una parada de todo el proceso, puesto que su operación es vital para el proceso (el suministro de aire comprimido a la unidad de regeneración se parará, deteniendo el proceso). Mientras que el proceso de acuerdo con la presente invención puede continuar (aunque con menor eficiencia energética y posiblemente menor capacidad).

15 La integración indirecta como se describe en la presente invención no afecta a las condiciones de craqueo en el caso de un fallo en la turbina de gas.

De hecho, la unidad de recuperación de calor está desacoplada de los hornos y tal posición (desconectada) de la unidad de recuperación de calor da como resultado, por consiguiente, un control independiente de la misma. Tal separación de la unidad de recuperación de calor tiene el efecto ventajoso de desacoplar la escala de ambas unidades y permite un CHP más ventajoso. Además, la eficiencia energética de la preparación del agua de alimentación de la caldera y, por lo tanto, la preparación de vapor de alta presión sobre calentado se pueden incrementar altamente utilizando la capacidad de calor no sólo de los gases de escape calientes desde el horno, sino también desde la propia unidad de recuperación de calor. Desde un punto de vista operativo, se puede ver una gran ventaja cuando se utiliza la presente invención, puesto que una alteración o fallo de una de las unidades, por ejemplo la sección de turbina de gas, no significa una parada de la otra unidad, por ejemplo el sistema de horno, y viceversa.

30 De acuerdo con el presente método, un generador de turbina de gas (GTG) produce electricidad y gases de escape calientes. Los de escape calientes soñ utilizados por la unidad de recuperación (HRU) para sobrecalentar el vapor saturado desde el tambor de vapor en la sección del sobre calentador (SH) de la HRU.

35 De acuerdo con el presente proceso, el horno se selecciona con preferencia a partir del grupo de horno de craqueo de vapor, horno de deshidrogenación de propago y horno de deshidrogenación de butano.

40 De acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención, el horno es un horno de craqueo de vapor. En tal horno de craqueo de vapor, se proporciona calor a alta temperatura de acuerdo con la etapa i) a la sección radiante de dicho horno de craqueo para pirolisis de la alimentación de hidrocarburos presente en dicha sección radiante en condiciones de craqueo.

45 Un horno de craqueo de vapor consta de una sección radiante y una sección de convección. En la sección de convección, se precalienta la alimentación de hidrocarburos (FPH), en el caso de alimentación de hidrocarburos líquidos se evapora (FPH) y se calienta más (FH) y se craquea en las bobinas radiantes de la sección radiante. En la presente invención, la recuperación de calor tiene lugar precalentando el aire de la combustión (APH). Después de abandonar la sección radiante, el gas es refrigerado rápidamente por un intercambiador de línea de transferencia (TLE) y se proporciona refrigeración por agua desde el tambor de vapor. En el tambor de vapor se separan el agua y el vapor. El vapor es sobrecalentado en el Sobre Calentador (SH).

50 El presente proceso comprende con preferencia alimentar agua de alimentación de la caldera a dicha unidad de recuperación de calor y alimentar el agua de alimentación de la caldera precalentada de esta manera a dicho tambor de vapor. De acuerdo con otra forma de realización, el presente proceso comprende, además, precalentar el agua de alimentación de la caldera a través de gases de escape calientes desde un horno y alimentar el agua de alimentación de la caldera precalentada de esta manera a dicho tambor de vapor.

55 Además, se prefiere realizar la etapa ii) utilizando un intercambiador de la línea de transferencia (TLE).

De acuerdo con una forma de realización preferida del presente proceso, la unidad de recuperación de calor comprende, además, un evaporador y/o un generador de vapor.

60 Adicionalmente, se prefiere que la unidad de recuperación de calor comprenda uno o más quemadores de conductos para proporcionar adicionalmente capacidad de calentamiento para capacidad adicional de generación de vapor.

Además, el presente proceso comprende uno o más proveedores de aire fresco para proporcionar aire a dichos uno

o más quemadores.

El proceso de acuerdo con la invención comprende adicionalmente uno o más economizadores, generadores de vapor, tambores de vapor y sobre calentadores, accionados a presiones más bajas para producir vapor caliente a presión media y/o baja.

En el presente proceso, es posible también calentar líquidos o gases de proceso alimentando dichos líquidos o gases de proceso a dicha unidad de recuperación de calor.

La unidad de recuperación de calor puede estar equipada con un evaporador. En el caso de un fallo de alguno o de todos los hornos de craqueo, continuará cierta producción de vapor. Además, la unidad de recuperación de calor puede estar equipada con un evaporador y alimentación suplementaria para permitir la producción adicional de vapor y la capacidad de reserva en el caso de fallo de uno o más quemadores de craqueo. También es posible proveer la unidad de recuperación de calor con un generador de vapor, un evaporador y alimentación de aire fresco para permitir la operación continuada en el caso de un fallo de la turbina de gas. Además, en lugar de calentar el agua de alimentación de la caldera, se podrían calentar también otros líquidos en esta sección de la unidad de recuperación de calor. Los hornos de craqueo de vapor pueden estar equipados con recirculación de gases de escape para incrementar la temperatura de combustión resultando menos emisiones de NOX. Los hornos de craqueo de vapor pueden estar equipados con reducción SCR NOX.

La invención se describirá con más detalle a continuación y en combinación con el dibujo adjunto.

La figura 1 es una ilustración esquemática de una forma de realización del proceso de la invención.

Con referencia ahora al proceso y al aparato 101 ilustrados esquemáticamente en la figura 1, se muestra un proceso para incrementar la eficiencia energética del craqueo de vapor por integración de la turbina de gas.

Se envía aire de combustión 1 a una sección del horno 5. En el horno 5, la corriente 4, que comprende alimentación de proceso, es calentada en una primera sección de precalentamiento y se calienta adicionalmente y se craquea en las bobinas radiantes 7 de la sección radiante del horno 5. El horno 5 es calentado a través de vapor 6, que comprende combustible. Aire de la combustión 1 es precalentado a través de gases de escape calientes 2 desde el horno de craqueo 5. También es posible (no se muestra) precalentar aire de la combustión 1 en una sección de la unidad de recuperación de calor 14. La alimentación de hidrocarburos craqueados que procede desde el horno de craqueo 5 se enfriá rápidamente por un intercambiador de línea de transferencia (TLE) 11. La refrigeración es proporcionada por agua 9 desde el tambor de vapor 12. En el tambor de vapor 12 se separan agua y vapor y el vapor 13 producido en el tambor de vapor 12 es enviado a una unidad de recuperación de calor 14. Vapor saturado a alta presión 13 es convertido en vapor sobre calentado a alta presión 16 después de abandonar la unidad de recuperación de calor 14. En el intercambiador de la línea de transferencia 11 se convierte agua 9 que procede desde el tambor de vapor 12 en una mezcla 10 de agua y vapor y se retorna al tambor de vapor 12. Se calienta agua de alimentación de la caldera 3 en una sección de la unidad de recuperación de calor 14, cuya sección se llama también economizador. También es posible (no se muestra) precalentar agua de alimentación de la caldera 3 a través de gases de escape calientes 2 desde el horno de craqueo 5. Después de calentar agua de alimentación de la caldera 3 en la unidad de recuperación de calor 14, se envía el agua caliente 24 al tambor de vapor 12.

Se genera electricidad en un generador conectado a la turbina 22, cuya turbina 22 está conectada al compresor 19. Se envía aire ambiental 8 al compresor 19. En la cámara de combustión 21 se mezcla combustible 20 con aire a alta presión que procede desde el compresor 19 y se quema. Los productos de combustión a alta presión se expanden en la turbina 22. El gas de escape de la turbina 22 se envía a una unidad de recuperación de calor 14. También es posible proveer la unidad de recuperación de calor 14 con uno o más economizadores, generadores de vapor, tambores de vapor y sobre calentadores (no mostrados), accionados a presiones más bajas para producir vapor caliente a presión media y/o baja.

La figura 1 muestra una forma de realización del horno de craqueo de vapor 5, pero el presente método se puede realizar también para otros hornos, tales como hornos de deshidrogenación de propago, y hornos de deshidrogenación de butano.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un proceso para incrementar la eficiencia energética de hornos de proceso a través de la integración de la turbina de gas utilizando gas de escape de la turbina, en el que se calienta una alimentación de hidrocarburos en un horno, comprendiendo dicho proceso las siguientes etapas:
- i) alimentar aire de combustión del horno a los quemadores de dicho horno junto con combustible del horno para proporcionar calor a alta temperatura a dicho horno;
 - ii) enfriar la alimentación de hidrocarburos procesados de esta manera utilizando agua de un tambor de vapor bajo la formación de vapor de agua;
 - iii) retornar la mezcla de agua y vapor de agua formada de esta manera al tambor de vapor;
 - iv) extraer vapor a alta presión saturado desde dicho tambor de corriente y alimentar dicho vapor a alta presión saturado a una unidad de recuperación de calor;
 - v) alimentar dicho gas de escape de la turbina a dicha unidad de recuperación de calor para convertir dicho vapor a alta presión en vapor a alta presión sobreacalentado, desacoplando de esta manera la turbina de gas desde el horno de proceso.
- 10 2.- El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el horno se selecciona del grupo de horno de craqueo de vapor, horno de deshidrogenación de propano y horno de deshidrogenación de butano.
- 15 3.- El proceso de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho horno es un horno de craqueo de vapor y en el que en la etapa i) se proporciona calor a alta temperatura a la sección radiante de dicho horno de craqueo para pirolisis de la alimentación de hidrocarburos presente en dicha sección radiante en condiciones de craqueo.
- 20 4.- El proceso de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, precalentar el aire de la combustión del horno a través de gases de escape calientes desde dicho horno y/o gases de escape calientes desde dicha unidad de recuperación de calor.
- 25 5.- El proceso de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, precalentar agua de la caldera a través de gases de escape calientes desde dicha unidad de recuperación de calor y alimentar el agua alimentada a la caldera precalentada de esta manera a dicho tambor de vapor.
- 30 6.- El proceso de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, precalentar agua de la caldera a través de gases de escape calientes desde un horno y alimentar el agua de alimentación de la caldera precalentada de esta manera a dicho tambor de vapor.
- 35 7.- El proceso de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa ii) se realiza utilizando un intercambiador de línea de transferencia (TLE).
- 40 8.- El proceso de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha unidad de recuperación de calor comprende, además, un evaporador y/o un generador de vapor.
- 45 9.- El proceso de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha unidad de recuperación de calor comprende uno o más quemadores de conducto para proporcionar adicionalmente capacidad de calentamiento para proporcionar vapor a alta presión sobreacalentado.
- 50 10.- El proceso de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende, además, uno o más suministradores de aire fresco para proporcionar aire dichos uno o más quemadores.
- 55 11.- El proceso de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, adicionalmente uno o más economizadores, generadores de vapor, tambores de vapor y sobre calentadores, accionados a presiones más bajas para producir vapor caliente a presión media y/o a baja presión.
- 55 12.- El proceso de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, calentar líquidos o gases de proceso alimentando dichos líquidos o gases de proceso a dicha unidad de recuperación de calor.

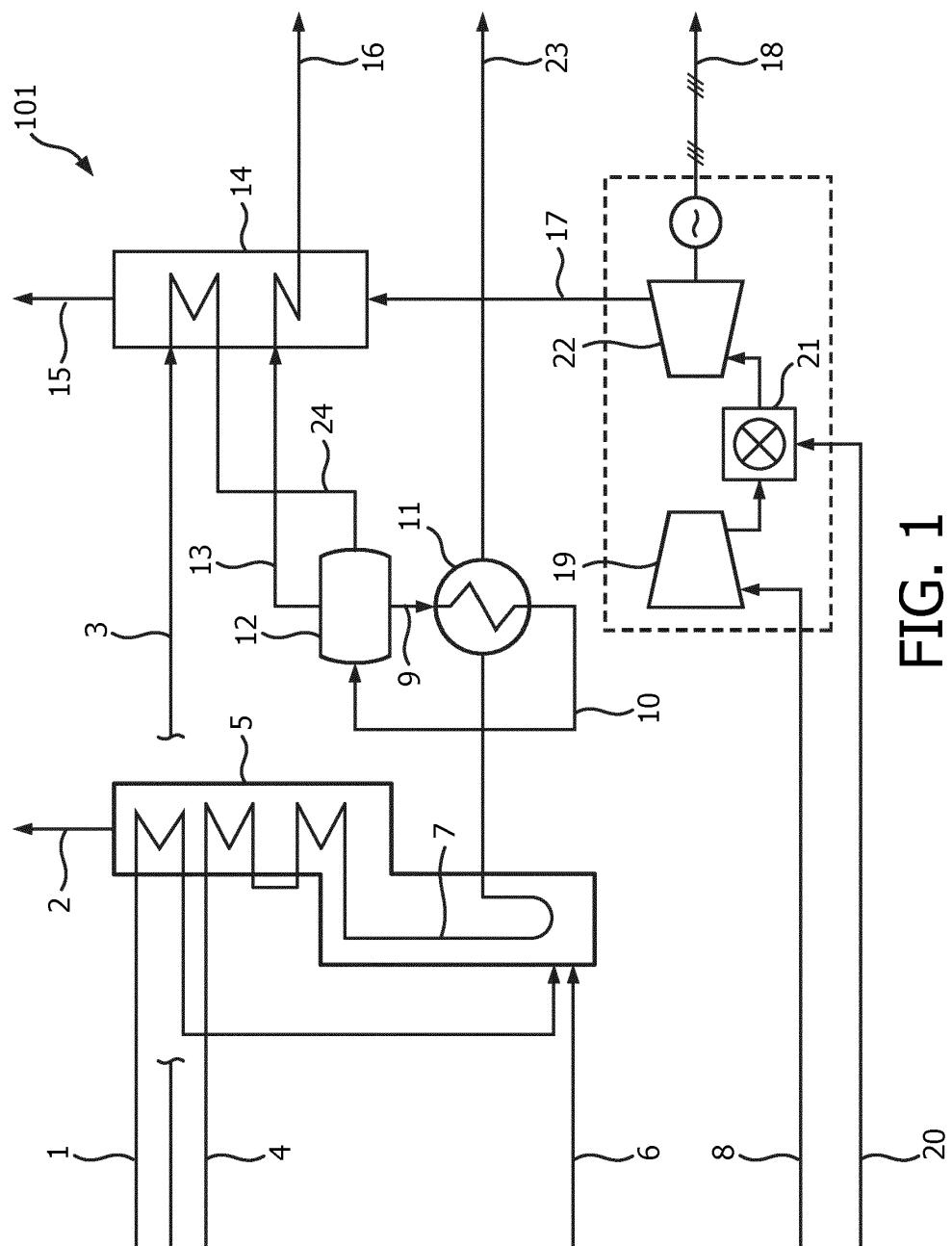


FIG. 1