

SISTEMAS Y MÉTODOS PARA LA PRODUCCIÓN DE POLÍMEROS SUPERABSORBENTES

REFERENCIA CRUZADA A APLICACIONES RELACIONADAS

[0001] Esta solicitud reivindica prioridad a la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos No. 62/311,275, presentada el 21 de marzo de 2016, que se incorpora aquí como referencia en su totalidad.

CAMPO

[0002] Esta descripción se refiere a la producción de polímeros superabsorbentes que utilizan óxido de etileno ("OE") y monóxido de carbono ("CO") como materiales de partida. Más específicamente, esta descripción se refiere a la producción de polímeros superabsorbentes a partir de β -propiolactona ("BPL") utilizando operaciones unitarias como la destilación reactiva.

ANTECEDENTES

[0003] Los polímeros superabsorbentes ("PSA") son polímeros que pueden absorber líquidos muchas veces superiores a su propio peso. Debido a que la característica principal de SAP es su capacidad para absorber y retener altos niveles de líquidos, su uso predominante es en productos de higiene como pañales, etc. Como tal, PSA desempeña un papel importante en la vida cotidiana.

[0004] PSA puede sintetizarse a partir de una variedad de monómeros, aunque el más frecuente es el ácido acrílico. Existen diferencias considerables entre los principales productores en su método de producción de PSA. Estas diferencias se deben a la gran cantidad de variables en los procesos de PSA, que incluyen el inicio del ácido acrílico, los iniciadores utilizados, los reticuladores utilizados, la configuración del reactor, la temperatura y la presión de varios equipos, así como muchos otros factores. Los procesos PSA típicos implican la copolimerización de ácido acrílico, acrilato de sodio y un agente de reticulación para proporcionar un polímero mínimamente reticulado que contiene grupos carboxilo y carboxilato de sodio. La reticulación durante la polimerización produce un polímero en red, que no se disuelve en el agua y puede absorber y retener agua en condiciones de baja carga.

[0005] A medida que la demanda de productos de higiene continúa con una mayor prosperidad y un envejecimiento de la población, la demanda de PSA continuará. Además, las mejoras en los productos de higiene están dirigidas a mejorar el rendimiento de PSA y productos más delgados, lo que resulta en una disminución en la cantidad de PSA utilizado por producto.

BREVE RESUMEN

[0006] En este documento se proporcionan sistemas y métodos de uso de dichos sistemas para producir polímeros superabsorbentes a partir de óxido de etileno y monóxido de carbono. Los sistemas de producción tienen varias operaciones unitarias, que incluyen, por ejemplo, un sistema de producción de β -propiolactona configurado para producir β -propiolactona a partir de óxido de etileno y monóxido de carbono y un sistema de producción de polímero superabsorbente configurado para producir polímeros superabsorbentes a partir de β -propiolactona y / o acrílico ácido.

[0007] En algunas realizaciones, un sistema de producción para polímeros superabsorbentes a partir de óxido de etileno y monóxido de carbono comprende un sistema de producción de β -propiolactona que comprende un primer reactor que comprende al menos una entrada para recibir monóxido de carbono, óxido de etileno, catalizador de carbonilación y disolvente; y al menos una salida para un primer flujo de β -propiolactona comprende β -propiolactona, y catalizador de carbonilación disolvente. El sistema de producción también puede comprender un sistema de reciclaje de catalizador de carbonilación configurado para separar al menos una porción del catalizador de carbonilación de la primera corriente de β -propiolactona para producir una segunda corriente de β -propiolactona. Además, el sistema de producción también puede comprender un sistema de producción de polímero superabsorbente que comprende un segundo reactor que comprende al menos una entrada para recibir la segunda corriente de β -propiolactona, un componente que contiene sodio y un agente de reticulación; y al menos una salida para una corriente de polímero superabsorbente que comprende polímero superabsorbente.

El segundo reactor puede comprender al menos uno seleccionado del grupo de un reactor de destilación, un reactor de bucle o un reactor de tanque agitado continuo (CSTR por sus siglas en inglés). La al menos una entrada del segundo reactor también puede recibir un agente quelante y/o un agente gelificante. El componente que contiene sodio puede comprender al

menos uno seleccionado del grupo de NaOH, acrilato de sodio o metacrilato de sodio y sus sales. El sistema de producción también puede incluir un sistema de purificación de β -propiolactona entre el sistema de reciclado de catalizador de carbonilación y el sistema de producción de polímero superabsorbente configurado para separar al menos una porción del disolvente de la segunda corriente de β -propiolactona para producir una tercera corriente de β -propiolactona que es recibido por la al menos una entrada del segundo reactor en lugar de la segunda corriente de β -propiolactona.

[0008] En algunas realizaciones, un sistema de producción para polímeros superabsorbentes comprende un reactor de destilación que comprende al menos una entrada para recibir β -propiolactona, un componente que contiene sodio y un agente de reticulación; y al menos una salida para una corriente de polímero superabsorbente que comprende polímero superabsorbente. La al menos una entrada del reactor de destilación también puede recibir un agente quelante y/o un agente gelificante. El componente que contiene sodio también puede comprender al menos uno seleccionado del grupo de NaOH, acrilato de sodio o metacrilato de sodio. La β -propiolactona puede incluir disolvente. La β -propiolactona y el componente que contiene sodio pueden combinarse antes de entrar en el reactor de destilación. El componente que contiene sodio y el agente de reticulación se pueden combinar antes de entrar en el reactor de destilación. El reactor de destilación puede contener un material catalítico. El reactor de destilación puede comprender entradas separadas para recibir la β -propiolactona, el componente que contiene sodio y el agente de reticulación.

[0009] En algunas realizaciones, un sistema de producción para polímeros superabsorbentes comprende un reactor de destilación que comprende al menos una entrada para recibir ácido acrílico, un componente que contiene sodio y un agente de reticulación; y al menos una salida para una corriente de polímero superabsorbente que comprende polímero superabsorbente. Al menos una entrada del reactor de destilación también puede recibir un agente quelante y/o un agente gelificante. El componente que contiene sodio también puede comprender al menos uno seleccionado del grupo de NaOH, acrilato de sodio o metacrilato de sodio. El ácido acrílico y el componente que contiene sodio se pueden combinar antes de entrar en el reactor de destilación. El agente de reticulación y el componente que contiene sodio se pueden combinar antes de entrar en el reactor de destilación. El reactor de destilación puede contener un material catalítico. El reactor de destilación puede comprender

entradas separadas para recibir el ácido acrílico, el componente que contiene sodio y el agente de entrecruzamiento.

[0010] En algunas realizaciones, un sistema de producción para polímeros superabsorbentes comprende un reactor de bucle que comprende al menos una entrada para recibir β -propiolactona, un componente que contiene sodio y un agente de reticulación; y al menos una salida para una corriente de polímero superabsorbente que comprende polímero superabsorbente. Al menos una entrada del reactor de bucle puede recibir un agente quelante y/o un agente gelificante. El componente que contiene sodio comprende hidróxido sódico, acrilato sódico o metacrilato sódico, o cualquier combinación de los mismos. La β -propiolactona puede comprender disolvente. La β -propiolactona y el componente que contiene sodio se pueden combinar antes de entrar en el reactor de bucle. El componente que contiene sodio y el agente de reticulación se pueden combinar antes de entrar en el reactor de bucle. Al menos una entrada del reactor de bucle puede recibir un material catalítico. La al menos una entrada del reactor de bucle también puede recibir un diluyente. El reactor de bucle puede comprender una entrada separada para recibir la β -propiolactona, el agente de entrecruzamiento y el componente que contiene sodio.

[0011] En algunas realizaciones, un sistema de producción para polímeros superabsorbentes comprende un reactor de bucle que comprende al menos una entrada para recibir ácido acrílico, un componente que contiene sodio y un agente de reticulación; y al menos una salida para una corriente de polímero superabsorbente que comprende polímero superabsorbente. Al menos una entrada del reactor de bucle puede recibir un agente quelante y/o un agente gelificante. El componente que contiene sodio comprende hidróxido de sodio, acrilato sódico o metacrilato sódico, o cualquier combinación de los mismos. El ácido acrílico y el componente que contiene sodio se pueden combinar antes de entrar en el reactor de bucle. El componente que contiene sodio y el agente de reticulación se pueden combinar antes de entrar en el reactor de bucle. Al menos una entrada del reactor de bucle puede recibir un material catalítico. Al menos una entrada del reactor de bucle también puede recibir un diluyente. El reactor de bucle puede comprender una entrada separada para recibir el ácido acrílico, el agente de entrecruzamiento y el componente que contiene sodio.

[0012] En algunas realizaciones, un sistema de producción para polímeros superabsorbentes a partir de óxido de etileno y monóxido de carbono comprende un sistema

de producción de β -propiolactona que comprende un primer reactor que comprende al menos una entrada para recibir monóxido de carbono, óxido de etileno, catalizador de carbonilación y disolvente; y al menos una salida para una primera corriente de β -propiolactona que comprende β -propiolactona, disolvente y catalizador de carbonilación. El sistema de producción también puede comprender un sistema de reciclaje de catalizador de carbonilación configurado para separar al menos una porción del catalizador de carbonilación de la primera corriente de β -propiolactona para producir una segunda corriente de β -propiolactona. Además, el sistema de producción puede incluir un sistema de producción de ácido acrílico que comprende al menos una entrada para recibir la segunda corriente de β -propiolactona y al menos una salida para una corriente de ácido acrílico que comprende ácido acrílico. Además, el sistema de producción también puede comprender un sistema de producción de polímero superabsorbente que comprende un segundo reactor que comprende al menos una entrada para recibir la corriente de ácido acrílico, un componente que contiene sodio y un agente de reticulación; y al menos una salida para una corriente de polímero superabsorbente que comprende polímero superabsorbente. El segundo reactor puede comprender al menos uno seleccionado del grupo de un reactor de destilación, un reactor de bucle o un reactor de tanque agitado continuo. Al menos una entrada del segundo reactor también puede recibir un agente quelante y/o un agente gelificante. El componente que contiene sodio puede comprender al menos uno seleccionado del grupo de hidróxido de sodio, acrilato de sodio o metacrilato de sodio. El componente que contiene sodio puede ser hidróxido de sodio y el hidróxido de sodio puede incluir cantidades variables de agua. El sistema de producción también puede incluir un sistema de purificación de β -propiolactona entre el sistema de reciclado de catalizador de carbonilación y el sistema de producción de ácido acrílico configurado para separar al menos una porción del disolvente de la segunda corriente de β -propiolactona para producir una tercera corriente de β -propiolactona que es recibido por la al menos una entrada del sistema de producción de ácido acrílico en lugar de la segunda corriente de β -propiolactona. La corriente de polímero superabsorbente puede comprender disolvente. El sistema de producción también puede incluir un sistema de purificación de polímero superabsorbente configurado para separar al menos una porción del disolvente de la corriente de polímero superabsorbente para producir una segunda corriente de polímero superabsorbente. La corriente de polímero superabsorbente también puede comprender agua. El sistema de producción también puede incluir un sistema de purificación de polímero superabsorbente configurado para separar al menos una porción del disolvente y agua de la

corriente de polímero superabsorbente para producir una segunda corriente de polímero superabsorbente.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0013] La presente solicitud se puede entender mejor por referencia a la siguiente descripción tomada en conjunción con las figuras adjuntas, en las que las partes similares pueden ser referidas por números similares.

[0014] FIG. 1 es una ilustración esquemática ejemplar de un sistema para producir polímeros superabsorbentes a partir de monóxido de carbono y óxido de etileno.

[0015] FIG. 2 es un ejemplo de reactor de destilación descrito en este documento.

[0016] FIG. 3 es un ejemplo de reactor de bucle descrito en este documento.

[0017] FIG. 4A es una ilustración esquemática ejemplar de un sistema para producir polímeros superabsorbentes que usan hidróxido de sodio.

[0018] FIG. 4B es una ilustración esquemática ejemplar de un sistema para producir polímeros superabsorbentes que usan hidróxido de sodio que varía el contenido de agua.

[0019] FIG. 4C es una ilustración esquemática ejemplar de un sistema para producir polímeros superabsorbentes usando acrilato de sodio, metacrilato de sodio y / o hidróxido de sodio.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0020] La siguiente descripción establece métodos ejemplares, parámetros y similares. Sin embargo, debe reconocerse que dicha descripción no pretende ser una limitación del alcance de la presente descripción, sino que se proporciona como una descripción de realizaciones ejemplares.

[0021] Se proporcionan en este documento sistemas y métodos para la producción de polímeros superabsorbentes (“PSA”) de β -propiolactona (“BPL”). Por ejemplo, óxido de etileno (“OE”) puede sufrir una reacción de carbonilación, por ejemplo, con monóxido de

carbono ("CO"), en presencia de un catalizador de carbonilación para producir BPL. El BPL puede someterse a polimerización en presencia de un catalizador de polimerización para producir polipropiolactona ("PPL"). Además, el PPL puede someterse a termólisis para producir ácido acrílico "AA", incluyendo, por ejemplo, ácido acrílico glacial "AAG". The BPL, PPL, AA, o combinaciones de los mismos se pueden utilizar para producir PSA.

[0022] Con referencia a la FIG. 1, se representa un sistema ejemplar para producir PSA a partir de monóxido de carbono y óxido de etileno. La fuente **104** de monóxido de carbono ("CO"), la fuente **103** de catalizador de carbonilación, la fuente **101** de óxido de etileno ("OE") y la fuente **102** de disolvente se pueden alimentar a un sistema de producción BPL, representado como reactor **105** en la FIG. 1. El reactor **105** puede ser al menos un reactor de tanque agitado continuo, al menos un reactor de bucle, al menos un reactor de flujo de pistón, o una combinación de los mismos en serie o en paralelo. Tal sistema de producción de β -propiolactona puede configurarse típicamente para producir una corriente de producto líquido de β -propiolactona. Esta corriente líquida puede contener al menos aproximadamente 10% en peso de BPL, al menos 15% en peso de BPL, al menos 20% en peso de BPL, al menos 25% en peso de BPL, o al menos aproximadamente 30% en peso de BPL. En algunas realizaciones, esta corriente de líquido puede incluir 10-40% en peso de BPL, 15-30% en peso de BPL, o aproximadamente 20% en peso de BPL. La corriente de producto BPL puede luego alimentarse a un sistema de reciclaje de catalizador de carbonilación, representado como nanofiltro **106** en la FIG. 1. El sistema de reciclaje de catalizador de carbonilación puede configurarse para separar el catalizador de carbonilación residual presente en la corriente de producto de β -propiolactona, y dicho catalizador de carbonilación separado puede reciclarse para usar en el reactor **105**. Nanofiltro **106** representado en la FIG. 1 puede ser cualquier membrana adecuada, tal como una membrana polimérica o una membrana cerámica, y produce una corriente retenida compuesta típicamente por β -propiolactona, disolvente y catalizador de carbonilación residual, y una corriente de permeado compuesta típicamente por β -propiolactona, disolvente, pequeñas cantidades de óxido de etileno, monóxido de carbono, subproductos (como acetaldehído y anhídrido succínico) y trazas de catalizador de carbonilación.

[0023] La corriente de permeado se puede alimentar a un sistema de purificación de BPL, representado como columna de destilación opcional **107** en la FIG. 1, que se puede configurar para separar OE, CO, subproductos y solvente de la corriente de permeado. La columna de

destilación **107** es opcional, pero no necesaria. Por consiguiente, si se usa la columna de destilación **107**, la corriente de BPL purificada del sistema de purificación de BPL se alimenta al reactor de destilación **108** (es decir, un sistema de producción de polímero superabsorbente). Sin embargo, si no se usa la columna de destilación **107**, puede alimentarse una corriente de BPL con disolvente al reactor de destilación reactiva **108**. Esta corriente de BPL con disolvente puede incluir aproximadamente 5-90% en peso de BPL o aproximadamente 10-80% en peso de BPL.

[0024] Además, la corriente de BPL se puede alimentar a un sistema de producción de ácido acrílico. Por consiguiente, una corriente de ácido acrílico puede alimentarse al reactor de destilación **108** en lugar de una corriente BPL.

[0025] En el reactor de destilación **108**, se puede alimentar un agente de reticulación de la fuente de agente de reticulación **109**, se puede alimentar un componente que contiene sodio de la fuente de componente que contiene sodio **110**, se puede alimentar un agente quelante de la fuente de agente quelante **111**, y/o se puede alimentar un agente gelificante de la fuente de agente gelificante **112**. En algunas realizaciones, la corriente de BPL (o la corriente de ácido acrílico), el agente de reticulación, el componente que contiene sodio, el agente quelante y / o el agente gelificante se pueden mezclar antes de alimentar al reactor de destilación. Por ejemplo, antes del reactor de destilación **108**, la corriente de BPL (o corriente de ácido acrílico) y el componente que contiene sodio se pueden combinar de forma que se incorporen como una alimentación de tornillo en el reactor de destilación. En otra realización, el componente que contiene sodio y el agente de reticulación pueden combinarse antes de ser alimentados al reactor de destilación. Después de la destilación reactiva, se puede formar una corriente de PSA.

Fuente de óxido de etileno

[0026] El óxido de etileno (OE) se puede alimentar a una entrada o entradas del sistema de reacción de carbonilación. OE puede alimentarse como un líquido utilizando una bomba o cualquier otro medio conocido por los expertos en la técnica. Además, la fuente OE se puede mantener en una atmósfera inerte. En algunas realizaciones, el OE puede estar basado en petróleo. El OE a base de petróleo puede obtenerse a través de la oxidación de etileno.

Además, el OE puede ser de base biológica. El OE de base biológica se puede obtener a partir de etanol.

Fuente de solvent

[0027] El disolvente se puede seleccionar de cualquier disolvente descrito en este documento, y mezclas de tales disolventes. En algunas variaciones, el solvente es un solvente orgánico. En ciertas variaciones, el solvente es un solvente aprótico.

[0028] En algunas realizaciones, el disolvente incluye dimetilformamida, N-metilpirrolidona, tetrahidrofurano, tolueno, xileno, dietiléter, metil-terc-butiléter, acetona, metiletilcetona, metil-iso-butilcetona, acetato de butilo, acetato de etilo, diclorometano y hexano, y mezclas de dos o más de estos. En general, los disolventes apróticos polares o los hidrocarburos son adecuados para este paso.

[0029] Además, en una variación, se puede utilizar β -lactona como codisolvente. En otras variaciones, el disolvente puede incluir éteres, hidrocarburos y disolventes polares no próticos. En algunas realizaciones, el disolvente incluye tetrahidrofurano ("THF"), sulfolano, N-metil-pirrolidona, 1,3-dimetil-2-imidazolidinona, diglima, triglima, tetraglima, dietilenglicol-dibutil-éter, éteres isosorbídicos, metil-terc-butil-éter, dietil-éter, difenil-éter, 1,4-dioxano, carbonato de etileno, carbonato de propileno, carbonato de butileno, ésteres dibásicos, éter dietílico, acetonitrilo, acetato de etilo, dimetoxietano, acetona y metiletilcetona. En otras realizaciones, el disolvente incluye tetrahidrofurano, tetrahidropirano, 2,5-dimetiltetrahidrofurano, sulfolano, N-metilpirrolidona, 1,3 dimetil-2-imidazolidinona, diglima, triglima, tetraglima, dietilenglicol dibutiléter, éteres isosorbídicos, metil tertbutilo éter, éter dietílico, éter difenílico, 1,4-dioxano, carbonato de etileno, carbonato de propileno, carbonato de butileno, ésteres dibásicos, éter dietílico, acetonitrilo, acetato de etilo, acetato de propilo, acetato de butilo, 2-butanona, ciclohexanona, tolueno, difluorobenceno, dimetoxi etano, acetona y metiletilcetona. En ciertas variaciones, el solvente es un solvente donante polar. En una variación, el solvente es THF.

[0030] La introducción de un disolvente de bajo punto de ebullición que no impide la polimerización, tal como THF, puede proporcionar ventajas adicionales al proceso de producción de PSA. En primer lugar, el solvente de bajo punto de ebullición puede ayudar a

administrar efectivamente el calor generado durante el proceso de polimerización. Una distribución de calor uniforme puede permitir la producción de un mejor polímero (es decir, una distribución de tamaño de partícula más uniforme, etc.). En segundo lugar, el solvente de bajo punto de ebullición puede facilitar el procesamiento de PSA. Por último, el disolvente de bajo punto de ebullición puede reducir el coste asociado con el secado del PSA (es decir, un menor coste de ebullición del disolvente en comparación con el agua).

[0031] El solvente se puede alimentar al sistema de reacción de carbonilación usando una bomba. Además, las corrientes de solvente, las fuentes y los tanques de almacenamiento se pueden mantener bajo una atmósfera inerte o CO. En algunas realizaciones, la alimentación de disolvente que suministra disolvente al sistema de reacción de carbonilación puede incluir disolvente de fuente de disolvente nuevo, disolvente reciclado del sistema de purificación BPL, y/o disolvente en corriente de catalizador de carbonilación reciclada del sistema de aislamiento de catalizador de carbonilación. En algunas realizaciones, el disolvente reciclado del sistema de purificación BPL puede almacenarse en un depósito de disolvente de relleno. En algunas realizaciones, la alimentación de disolvente que suministra disolvente al sistema de reacción de carbonilación puede incluir disolvente del depósito de disolvente de relleno. En algunas realizaciones, el disolvente puede purgarse del sistema. En algunas realizaciones, el disolvente purgado puede ser disolvente del disolvente reciclado del sistema de purificación BPL. En algunas realizaciones, el disolvente de la fuente de disolvente nuevo también se almacena en el depósito de disolvente de relleno para diluir el disolvente reciclado del sistema de purificación de BPL con disolvente nuevo. En algunas realizaciones, el disolvente nuevo se alimenta desde la fuente de disolvente nuevo al depósito de disolvente de relleno antes de entrar en el sistema de reacción de carbonilación. En algunas realizaciones, el disolvente de la fuente de disolvente nuevo, el sistema de purificación BPL y el sistema de aislamiento del catalizador de carbonilación pueden purificarse mediante operaciones tales como la adsorción para eliminar oxígeno y agua que pueden inhibir el catalizador de carbonilación.

Fuente del catalizador de carbonilación

[0032] Numerosos catalizadores de carbonilación conocidos en la técnica son adecuados para (o se pueden adaptar a) los métodos de la presente invención. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los métodos de carbonilación utilizan un catalizador de ácido carbonil-Lewis metálico tal como los descritos en la patente US nº 6.852.865. En otras realizaciones, la etapa

de carbonilación se realiza con uno o más de los catalizadores de carbonilación descritos en la Solicitud de Patente US N. 10/820,958; y 10/586,826. En otras realizaciones, la etapa de carbonilación se realiza con uno o más de los catalizadores descritos en las patentes US N. 5.310.948; 7,420,064; y 5,359,081. Catalizadores adicionales para la carbonilación de epóxidos se discuten en una revisión en Chem. Commun., 2007, 657–674.

[0033] En algunas realizaciones, el catalizador de carbonilación incluye un compuesto de carbonilo metálico. Típicamente, se proporciona un único compuesto de carbonilo metálico, pero en algunas realizaciones, se proporcionan mezclas de dos o más compuestos de carbonilo metálicos. Por lo tanto, cuando un compuesto de carbonilo metálico provisto "comprende", por ejemplo, un compuesto de carbonilo metálico neutro, se entiende que el compuesto de carbonilo metálico proporcionado puede ser un único compuesto de carbonilo de metal neutro, o un compuesto de carbonilo de metal neutro en combinación con uno o más compuestos de metal carbonilo. Preferiblemente, el compuesto de carbonilo metálico proporcionado es capaz de abrir el anillo de un epóxido y facilitar la inserción de CO en el enlace de carbono metálico resultante. Los compuestos metálicos de carbonilo con esta reactividad son bien conocidos en la técnica y se usan para la experimentación de laboratorio, así como en procesos industriales tales como la hidroformilación.

[0034] En algunas realizaciones, un compuesto de carbonilo metálico proporcionado comprende un resto carbonilo metálico aniónico. En otras realizaciones, un compuesto de carbonilo metálico proporcionado comprende un compuesto de carbonilo metálico neutro. En algunas realizaciones, un compuesto de carbonilo metálico proporcionado comprende un hidruro de carbonilo metálico o un compuesto de carbonilo de metal hidrido. En algunas realizaciones, un compuesto de carbonilo metálico proporcionado actúa como un precatalizador que reacciona *in situ* con uno o más componentes de reacción para proporcionar una especie activa diferente del compuesto inicialmente proporcionado. Tales precatalizadores están específicamente abarcados ya que se reconoce que la especie activa en una reacción dada puede no conocerse con certeza; por lo tanto, la identificación de tal especie reactiva *in situ* no se aparta por sí misma del espíritu o las enseñanzas de la presente divulgación.

[0035] En algunas realizaciones, el compuesto de carbonilo metálico comprende una especie de carbonilo metálico aniónico. En algunas realizaciones, tales especies aniónicas de

carbonilo metálico tienen la fórmula general $[Q_dM'_e(CO)_w]^{y-}$, donde Q es cualquier ligando y no necesita estar presente, M' es un átomo de metal, d es un número entero entre 0 y 8 inclusive, e es un número entero entre 1 y 6 inclusive, w es un número tal como para proporcionar el metal aniónico estable complejo de carbonilo, y y es la carga de la especie aniónica de carbonilo de metal. En algunas realizaciones, el carbonilo de metal aniónico tiene la fórmula general $[QM'(CO)_w]^{y-}$, donde Q es cualquier ligando y no necesita estar presente, M' es un átomo de metal, w es un número tal que proporciona el carbonilo metálico aniónico estable, y y es la carga del carbonilo de metal aniónico.

[0036] En algunas realizaciones, las especies aniónicas de carbonilo metálico incluyen complejos carbonílicos monoaniónicos de metales de los grupos 5, 7 o 9 de la tabla periódica o complejos de carbonilo dianiónicos de metales de los grupos 4 u 8 de la tabla periódica. En algunas realizaciones, el compuesto de carbonilo metálico aniónico contiene cobalto o manganeso. En algunas realizaciones, el compuesto de carbonilo metálico aniónico contiene rodio. Los compuestos de carbonilo de metal aniónico adecuados incluyen, pero no se limitan a: $[Co(CO)_4]^-$, $[Ti(CO)_6]^{2-}$, $[V(CO)_6]^-$, $[Rh(CO)_4]^-$, $[Fe(CO)_4]^{2-}$, $[Ru(CO)_4]^{2-}$, $[Os(CO)_4]^{2-}$, $[Cr_2(CO)_{10}]^{2-}$, $[Fe_2(CO)_8]^{2-}$, $[Tc(CO)_5]^-$, $[Re(CO)_5]^-$ y $[Mn(CO)_5]^-$. En algunas realizaciones, el carbonilo metálico aniónico comprende $[Co(CO)_4]^-$. En algunas realizaciones, una mezcla de dos o más complejos aniónicos de carbonilo metálico puede estar presente en los catalizadores de carbonilación usados en los métodos.

Fuente de monóxido de carbono

[0037] El monóxido de carbono puede alimentarse al sistema de producción de BPL en una cantidad suficiente para carbonilar OE para producir BPL. En algunas variaciones, esto puede lograrse realizando la reacción de carbonilación bajo una presión superatmosférica de monóxido de carbono. En algunas realizaciones, el monóxido de carbono es a base de petróleo. El monóxido de carbono a base de petróleo se puede obtener a partir de diversos procesos tales como la gasificación. En algunas realizaciones, el monóxido de carbono es renovable. El monóxido de carbono renovable se puede obtener a partir de gasificación de MSW/biomasa u otras tecnologías que convierten CO_2 en CO (por ejemplo, Praxair/Haldor-Topsoe).

[0038] En algunas realizaciones, la fuente de monóxido de carbono que suministra monóxido de carbono al sistema de reacción de carbonilación puede incluir fuente de monóxido de carbono fresco (es decir, alimentación principal de CO) y corriente de monóxido de carbono reciclada del sistema de reacción de carbonilación. En algunas realizaciones, la fuente de monóxido de carbono puede ser solo la fuente de monóxido de carbono nuevo. En algunas realizaciones, la fuente de monóxido de carbono puede ser solo el monóxido de carbono reciclado. En algunas realizaciones, la corriente de monóxido de carbono fresca y/o las corrientes de monóxido de carbono recicladas se pueden alimentar al compresor de monóxido de carbono antes de que la corriente resultante del compresor de monóxido de carbono (es decir, la corriente de entrada de monóxido de carbono del reactor) se alimente al sistema de reacción de carbonilación. En algunas realizaciones, la corriente resultante del compresor de monóxido de carbono (es decir, la corriente de entrada de monóxido de carbono del sistema de reacción) puede ser la fuente de monóxido de carbono. La fuente de monóxido de carbono se puede comprimir a la presión o por encima de la presión del sistema de reacción de carbonilación y luego alimentar al sistema de carbonilación. En algunas realizaciones, la fuente de monóxido de carbono nuevo (es decir, la alimentación principal de CO) y el monóxido de carbono reciclado se pueden comprimir en compresores separados. Una razón por la cual el monóxido de carbono reciclado puede comprimirse por separado de la alimentación de monóxido de carbono (es decir, alimentación principal de CO) a la presión del sistema de reacción es evitar la contaminación del compresor principal (es decir, compresor de alimentación fresco) con componentes peligrosos como óxido de etileno y BPL que puede estar presente en la corriente de reciclaje de monóxido de carbono. Algunos de estos componentes potencialmente peligrosos se pueden eliminar del compresor como componentes parcialmente licuados como desechos. En algunas realizaciones, estos componentes potencialmente peligrosos también se pueden reciclar al sistema de reacción de carbonilación. En algunas realizaciones, el monóxido de carbono comprimido de ambos compresores se puede alimentar al sistema de reacción de carbonilación como el sistema de reacción de la corriente de entrada de monóxido de carbono.

Fuente del agente de reticulación

[0039] Las fuentes del agente de entrecruzamiento descritas en este documento pueden ser las adecuadas para uso en la producción de PSA. Los agentes de reticulación adecuados pueden incluir, por ejemplo, triacrilato de trimetilolpropano, tetraaliloxietano, metacrilato de

alilo, trietilamina, éter diglicídico de etilenglicol, N, N'-metilenbisacrilamida, N, N'-metilenbismetacrilamida, dimetacrilato de etilenglicol, diacrilato de dietilenglicol y triacrilato de trimetilolpropano. Se puede usar cualquier combinación de los agentes de reticulación descritos en este documento. Los agentes de reticulación también pueden usarse en diversas cantidades y concentraciones.

Fuente de componente que contiene sodio

[0040] Las fuentes de componentes que contienen sodio descritas en este documento pueden ser las adecuadas para uso en la producción de PSA. Específicamente, los componentes que contienen sodio pueden incluir hidróxido sódico, acrilato sódico, metacrilato sódico, sales de los mismos o combinaciones de los mismos. Además, el componente que contiene sodio puede incluir iniciadores de PSA conocidos en la técnica. Los componentes que contienen sodio pueden actuar como un iniciador para la apertura del anillo de BPL. Además, los componentes que contienen sodio pueden proporcionar iones de sodio en exceso que son ventajosos para las propiedades absorbentes del PSA final. Además, el componente que contiene sodio puede actuar como un agente neutralizante para el polímero de PSA y/o ácido acrílico en la producción de PSA. Los componentes que contienen sodio se pueden usar en diversas cantidades y concentraciones.

Fuente de agente de agente quelatante

[0041] Las fuentes del agente quelante descritas en este documento pueden ser las adecuadas para uso en la producción de PSA. Los agentes quelantes pueden usarse en diversas cantidades y concentraciones.

Fuente de agente gelificante

[0042] Las fuentes del agente gelificante descritas en este documento pueden ser las adecuadas para uso en la producción de PSA. Los agentes gelificantes se pueden usar en diversas cantidades y concentraciones .

Destilación reactiva

[0043] Con referencia a la FIG. 2, se muestra un ejemplo de reactor de destilación **208** (es decir, un sistema de producción de polímero superabsorbente a modo de ejemplo) para producir PSA a partir de BPL (o ácido acrílico). El reactor de destilación puede incluir un recipiente de reacción, que puede seguir la forma de cualquiera de las diversas columnas de destilación y reactores de transferencia de masa conocidos en la técnica. Posicionado dentro del reactor **208** puede ser una bandeja individual (no mostrada) o una pluralidad de bandejas (**213, 214, 215**), que pueden definir los límites inferiores de una pluralidad de cámaras de reacción (**216, 217, 218**) o el límite inferior de una sola cámara de reacción. Los materiales comúnmente utilizados en las columnas de destilación para ayudar en el proceso de destilación se pueden usar en el reactor **208** como una cuestión de elección y optimización del diseño de ingeniería.

[0044] Posicionado encima de la bandeja o bandejas pueden ser materiales catalíticos (**219, 220, 221**). Los materiales catalíticos pueden comprender todos los componentes necesarios de un catalizador de síntesis de PSA o sistema catalítico. Por lo tanto, los componentes catalíticos activos tales como los metales catalíticamente activos para la síntesis de PSA y sus compuestos precursores y derivados pueden incluirse en el catalizador de síntesis de PSA o en el sistema catalítico. Los materiales de soporte de catalizador, como son bien conocidos en la técnica, también pueden incluirse dentro del material catalítico. Los promotores, activadores y otros materiales también se pueden incluir en los materiales catalíticos. Además, se puede usar un empaque de destilación no catalítico o similar junto con los materiales catalíticos. En algunas realizaciones, una o más cámaras de reacción pueden no tener presente material catalizador. Los materiales catalíticos pueden estar presentes en diferentes cantidades, concentraciones, formas y configuraciones en cada cámara de reacción. El reactor de destilación utiliza preferiblemente un catalizador activo para la síntesis de PSA. Sin embargo, no hay un tipo de catalizador particular que deba usarse en el reactor. En una realización, los componentes de catalizador activos en el material de catalizador incluyen cualquier metal que se sepa que es activo para la producción de PSA. Se puede preparar una forma del material catalizador deseado mediante cualquiera de los métodos conocidos por los expertos en la técnica. El material catalizador, su forma física y la concentración de su contenido se pueden optimizar en cada cámara de reacción para dar como resultado un esquema de reacción deseado. De hecho, el material de catalizador se puede seleccionar para

cada cámara de reacción para optimizar las reacciones que se producen en dicha cámara de reacción. Por ejemplo, el material catalítico incluido en el reactor de destilación puede incluir catalizadores que pueden catalizar la reacción de $\text{BPL} \rightarrow \text{PPL}$; $\text{PPL} \rightarrow \text{AA}$; y/o $\text{AA} \rightarrow \text{PSA}$.

[0045] Se puede usar una pluralidad de líneas de alimentación para alimentar los reactivos deseados en el reactor **208**. Aunque se muestran tres líneas de alimentación, se puede usar cualquier cantidad de líneas de alimentación, más o menos de tres. Además, algunas de estas líneas de alimentación se pueden combinar entre sí antes de entrar en el reactor. Además, cada una de las líneas de alimentación puede entrar al reactor en una cámara de reacción como se muestra en la FIG. 2. En otras realizaciones, las líneas de alimentación pueden posicionarse de acuerdo con una variedad de configuraciones para alcanzar ciertos efectos deseados. Por ejemplo, todas las líneas de alimentación pueden entrar en el reactor en una cámara de reacción. Se pueden proporcionar compresores, calentadores y similares en las líneas de alimentación de manera que los materiales de alimentación se puedan precalentar, enfriar y presurizar si se desea. Por ejemplo, puede ser deseable precalentar y presurizar los materiales de alimentación de modo que entren en el reactor en condiciones compatibles con las del reactor en su punto de entrada.

[0046] En operación, los reactivos y otros materiales de procesamiento, si los hay, pueden entrar al reactor **208** a través de las líneas de alimentación. En una realización, la línea de alimentación BPL (o línea de alimentación AA) **222**, la línea de alimentación del agente **223** y la línea de alimentación del componente que contiene sodio **224** pueden entrar al reactor **208**. Además, puede haber más de una línea de alimentación BPL, más de una línea de alimentación del agente, más de una línea de alimentación de componente que contiene sodio y cada una de estas líneas de alimentación diferentes puede entrar en varias cámaras de reacción del reactor. Como se indicó anteriormente, estas líneas de alimentación pueden ingresar a las mismas o diferentes cámaras de reacción. La línea de alimentación BPL (o línea de alimentación AA) **222** puede provenir de un sistema de producción BPL (o sistema de producción AA) descrito anteriormente. La línea de alimentación del agente puede provenir de una fuente de agente de reticulación, una fuente de agente quelante, una fuente de agente gelificante o una combinación de las mismas. Además, puede haber varias líneas de alimentación del agente (por ejemplo, una para cada agente). La línea de alimentación del componente que contiene sodio puede provenir de una fuente de componente que contiene sodio. La línea de alimentación BPL puede incluir BPL purificado o puede incluir BPL en

disolvente. En algunas realizaciones, la línea de alimentación BPL (o línea de alimentación AA) y la línea de alimentación que contiene sodio pueden incorporarse como una sección de alimentación por tornillo antes del reactor de destilación. Por ejemplo, la línea de alimentación de BPL puede combinarse con una línea de alimentación de componente que contiene sodio que comprende acrilato de sodio (u otra sal de sodio) antes de entrar en el reactor. Además, puede haber más de una línea de alimentación BPL (o línea de alimentación AA), más de una línea de alimentación de agente, más de una línea de alimentación de componente que contiene sodio, más de una línea de alimentación de diluyente y más de una línea de alimentación de catalizador y cada una de estas diferentes líneas de alimentación puede ingresar en varios puntos o en el mismo punto del reactor.

[0047] En una realización, una línea de alimentación BPL (o línea de alimentación AA) y una línea de alimentación que contiene sodio (combinada o individualmente) pueden entrar en una ubicación de un reactor de destilación (por ejemplo, la parte inferior del reactor de destilación), una línea de alimentación del agente puede ingresar a una ubicación diferente de la línea de alimentación BPL (o línea de alimentación AA) y de la línea de alimentación que contiene sodio (por ejemplo, por encima del BPL (o línea de alimentación AA) y entrada que contiene sodio) y otra de sodio que contiene la línea de alimentación del componente puede ingresar en una ubicación diferente a la línea de alimentación del agente (por ejemplo, arriba de la entrada de la línea de alimentación del agente). En algunas realizaciones, la línea de alimentación que contiene sodio y la línea de alimentación del agente se pueden combinar antes de entrar en el reactor. Por ejemplo, una línea de alimentación BPL (o línea de alimentación AA) y una línea de alimentación que contiene sodio (combinada o individualmente) pueden ingresar en un lugar de un reactor de destilación y un agente combinado y línea de alimentación de componentes que contiene sodio puede ingresar a una ubicación diferente de BPL (o línea de alimentación AA) y ubicación de la línea de alimentación que contiene sodio. En algunas realizaciones, la línea de alimentación del agente se puede dividir en líneas de alimentación separadas para cada agente individual (es decir, línea de alimentación de reticulación, una línea de alimentación quelante, y una línea de alimentación gelificante, etc).

[0048] Las concentraciones de los materiales de alimentación y sus puntos de inyección, las temperaturas de reacción, y las presiones, y los tipos de catalizador y la cantidad de catalizador utilizado (si lo hay) en varias cámaras de reacción en el reactor de destilación

pueden todos variarse de acuerdo con la presente invención para controlar la distribución, conversión y selectividad de la producción. En una realización, los componentes de la columna de destilación están configurados de manera que el PSA se produce a partir de la columna de destilación.

[0049] Un aspecto importante en la fabricación de PSA de alta calidad es un sistema de gestión de calor eficiente. En consecuencia, el reactor **208** puede incluir intercambiadores de calor para una refrigeración eficiente. Los productores tradicionales de PSA usan hidróxido de sodio acuoso para controlar la evolución del calor. Sin embargo, esto puede dejar a los productores con el problema de eliminar el agua al final del proceso. Por ejemplo, típicamente el 50% del peso es agua y puede ser muy costoso eliminar agua para obtener PSA seco. La presente aplicación puede usar agentes de reticulación así como otros agentes (por ejemplo, agentes quelantes y/o gelificantes) en concentraciones variables, un componente que contiene sodio, y puede controlar el calor mediante un enfriamiento efectivo así como la introducción de solventes de bajo punto de ebullición como THF , por ejemplo.

Otros reactores

[0050] Aunque solo se ilustra un único reactor de destilación en la FIG. 2, se pueden usar múltiples reactores de destilación (en serie o en paralelo) para realizar la síntesis de PSA. Además de los reactores de destilación, otros reactores como reactores de bucle, reactores de tanque agitado continuo (RTAC) o reactores de flujo pistón pueden utilizarse para realizar la síntesis de PSA.

[0051] Por ejemplo, la FIG. 3 representa un ejemplo de reactor de bucle **308** (es decir, otro sistema de producción de polímero superabsorbente a modo de ejemplo) para producir PSA a partir de BPL (o AA). Similar al reactor de destilación, una pluralidad de líneas de alimentación puede entrar en el reactor de bucle. Se puede usar una pluralidad de líneas de alimentación para alimentar los reactivos deseados en el reactor **308**. Aunque se muestran cinco líneas de alimentación, se puede usar cualquier cantidad de líneas de alimentación, más o menos de cinco. Además, algunas de estas líneas de alimentación se pueden combinar entre sí antes de entrar en el reactor. En otras realizaciones, las líneas de alimentación pueden posicionarse de acuerdo con una variedad de configuraciones para lograr ciertos efectos deseados. Se pueden proporcionar compresores, calentadores y similares en las líneas de

alimentación de manera que los materiales de alimentación se puedan precalentar, enfriar y presurizar si se desea. Por ejemplo, puede ser deseable precalentar y presurizar los materiales de alimentación de modo que entren en el reactor en condiciones compatibles con las del reactor en su punto de entrada.

[0052] En operación, los reactivos y otros materiales de procesamiento, si los hay, pueden entrar al reactor **308** a través de las líneas de alimentación. En una realización, la línea de alimentación BPL (o línea de alimentación AA) **322**, la línea de alimentación del agente **323**, la línea de alimentación del componente que contiene sodio **324**, la línea de alimentación del diluyente **325** y/o la línea de alimentación del catalizador **326** pueden entrar en el reactor **308**. El diluyente puede ser un líquido que diluye los reactivos (y productos) y los transporta a través del reactor de bucle. Preferiblemente, los reactivos y/o productos no se disuelven en el diluyente. En algunas realizaciones, no se necesita un diluyente. Además, puede haber más de una línea de alimentación BPL (o línea de alimentación AA), más de una línea de alimentación de agente, más de una línea de alimentación de componente que contiene sodio, más de una línea de alimentación de diluyente y más de una línea de alimentación de catalizador y cada una de estas diferentes líneas de alimentación puede ingresar en varios puntos o en el mismo punto del reactor. La línea de alimentación BPL **222** (o línea de alimentación AA) puede provenir de un sistema de producción BPL (o sistema de producción AA) descrito anteriormente. La línea de alimentación del agente puede provenir de una fuente de agente de reticulación, una fuente de agente quelante, una fuente de agente gelificante o una combinación de las mismas. La línea de alimentación del componente que contiene sodio puede provenir de una fuente de componente que contiene sodio. La línea de alimentación del diluyente puede provenir de una fuente de diluyente. La línea de alimentación del catalizador puede provenir de una fuente de material catalítico. Como se discutió anteriormente, los materiales catalíticos pueden comprender todos los componentes necesarios de un catalizador de síntesis de PSA o sistema catalítico. De este modo, los componentes catalíticos activos tales como los metales catalíticamente activos para la síntesis de PSA y sus compuestos precursores y derivados pueden incluirse en el catalizador de síntesis de PSA o en el sistema catalítico. Los materiales de soporte de catalizador, como son bien conocidos en la técnica, también pueden incluirse dentro del material catalítico. Los promotores, activadores y otros materiales también se pueden incluir en los materiales catalíticos. En algunas realizaciones, el reactor de bucle no tiene un catalizador. Los materiales catalíticos pueden estar presentes en diferentes cantidades, concentraciones, formas y configuraciones en el reactor de bucle. El

reactor de bucle preferiblemente usa catalizador activo para la síntesis de PSA. Por ejemplo, el material catalítico incluido en el reactor de bucle puede incluir catalizadores que pueden catalizar la reacción de $\text{BPL} \rightarrow \text{PPL}$; $\text{PPL} \rightarrow \text{AA}$; y/o $\text{AA} \rightarrow \text{PSA}$. Sin embargo, puede usarse cualquier tipo de catalizador adecuado en el reactor. En una realización, los componentes de catalizador activos en el material de catalizador incluyen cualquier metal que se sepa que es activo para la producción de PSA. Se puede preparar una forma del material catalizador deseado mediante cualquiera de los métodos conocidos por los expertos en la técnica. El material catalizador, su forma física y la concentración de su contenido se pueden optimizar para dar como resultado un esquema de reacción deseado. De hecho, el material de catalizador se puede seleccionar para optimizar las reacciones que se producen en dicho reactor de bucle.

[0053] La línea de alimentación de BPL puede incluir BPL purificada o puede incluir BPL en disolvente. En algunas realizaciones, la línea de alimentación BPL (o línea de alimentación AA) y la línea de alimentación que contiene sodio se pueden combinar antes del reactor de bucle. En algunas realizaciones, la línea de alimentación que contiene sodio y la línea de alimentación del agente se pueden combinar antes de entrar en el reactor de bucle.

[0054] Las concentraciones de los materiales de alimentación y sus puntos de inyección, las temperaturas de reacción, y las presiones, y los tipos de catalizador y la cantidad de catalizador usado (si hay) en el reactor de bucle se pueden variar todos de acuerdo con la presente invención para controlar la distribución de producción, conversión y selectividad. En una realización, los componentes del reactor de bucle están configurados de manera que el PSA se produce a partir del reactor de bucle.

[0055] Además, el reactor de bucle puede incluir una camisa de refrigeración **327** para gestionar el calor. Además, el reactor de bucle puede incluir un separador **328** para separar el PSA del producto de otros componentes del reactor de bucle.

OE & CO $\rightarrow$ BPL $\rightarrow$ AA $\rightarrow$ PSA

[0056] Aunque todas las figuras anteriores han mostrado una línea de alimentación de BPL que entra en un reactor, esta línea de alimentación BPL puede reemplazarse por una línea de alimentación de ácido acrílico como se menciona anteriormente. Por consiguiente, en

todas las realizaciones previas en las que una línea de alimentación de BPL ha entrado en un reactor de destilación, un reactor de bucle, etc., esta línea de alimentación puede ser en su lugar una línea de alimentación de ácido acrílico. Este procedimiento para la producción de ácido acrílico se puede usar con cualquiera de los reactores de destilación, reactores de bucle u otros reactores descritos en la presente memoria para producir PSA.

[0057] Con referencia a las Figs. 4A-4C, se representan sistemas a modo de ejemplo para producir PSA a partir de CO y OE. Como se describió previamente con respecto a la FIG. 1 anterior, Figs. 4A-4C pueden incluir la misma o una fuente de CO **404** similar, fuente de catalizador **403**, fuente de OE **401**, fuente de disolvente **402**, reactor **405** (un sistema de producción de BPL), una corriente de reciclaje de catalizador y nanofiltro **406**. Además, la FIG. 4A también incluye un sistema de purificación de BPL representado como columna de destilación opcional **407** (es decir, similar a la columna de destilación opcional de la figura 1).

[0058] Con referencia a las Figs. 4A-4C, se representa un modo de ejemplo para producir PSA a partir de CO y OE. Como se describió previamente con respecto a la FIG. 1 anterior, Figs. 4A-4C puede incluir la misma o una fuente de CO **404** similar, fuente de catalizador **403**, fuente de OE **401**, fuente de disolvente **402**, reactor **405** (sistema de producción de BPL), una corriente de reciclaje de catalizador y nanofiltro **406**. Además, la FIG. 4A también incluye un sistema de purificación de BPL representado como columna de destilación opcional **407** (es decir, similar a la columna de destilación opcional de la figura 1).

[0059] Con referencia a la FIG. 4A, la corriente de ácido acrílico, un agente de reticulación de la fuente de agente de entrecruzamiento **409**, hidróxido de sodio de la fuente de componente **410** que contiene sodio, un agente quelante de la fuente de agente quelante **411**, y/o un agente gelificante de la fuente de agente gelificante **412** pueden alimentarse reactor **408** (es decir, un sistema de producción de polímero superabsorbente). El reactor **408** puede ser un(os) reactor(es) de destilación, un(os) reactor(es) de bucle, CSTR(s) o combinaciones de los mismos. Además, el reactor **408** puede ser cualquiera de los reactores **108** o **208** o **308** descritos anteriormente. En el reactor **408**, el PSA puede producirse a partir de AA. En algunas realizaciones, la corriente de AA, el agente de reticulación, el componente que contiene sodio, el agente quelante y / o el agente gelificante pueden mezclarse antes de alimentarse al reactor de destilación. Por ejemplo, antes del reactor **408**, la corriente de AA y el componente que contiene sodio se pueden combinar de manera que se incorporen como una

alimentación de tornillo en el reactor de destilación. En otra realización, el componente que contiene sodio y el agente de reticulación pueden combinarse antes de ser alimentados al reactor de destilación. Después del reactor **408** en la FIG. 4A, se puede formar una secuencia de PSA.

[0060] Con referencia a la FIG. 4B, la corriente de ácido acrílico, un agente de reticulación de la fuente de agente de entrecruzamiento **409**, hidróxido de sodio de la fuente de componente **410** que contiene sodio, un agente quelante de la fuente de agente quelante **411**, y/o un agente gelificante de la fuente de agente gelificante **412** reactor **408**. El hidróxido de sodio puede tener un contenido de agua variado. El reactor **408** puede ser un(os) reactor (es) de destilación, un(os) reactor(es) de bucle, CSTR(s) o combinaciones de los mismos. Además, el reactor **408** puede ser cualquiera de los reactores **108** o **208** o **308** descritos anteriormente. En el reactor **408**, el PSA puede producirse a partir de AA. En algunas realizaciones, la corriente de AA, el agente de reticulación, el componente que contiene sodio, el agente quelante y/o el agente gelificante pueden mezclarse antes de alimentarse al reactor de destilación. Por ejemplo, antes del reactor **408**, la corriente de AA y el componente que contiene sodio se pueden combinar de manera que se incorporen como un tornillo de alimentación en el reactor de destilación. En otra realización, el componente que contiene sodio y el agente de reticulación pueden combinarse antes de ser alimentados al reactor de destilación. Desde la FIG. 4B no incluye la columna de destilación opcional **407**, la corriente de PSA después del reactor **408** puede incluir disolvente así como agua (del suministro de hidróxido de sodio). El disolvente y el agua de la corriente de PSA se pueden separar del PSA por métodos conocidos en la técnica (por ejemplo, destilación) para formar PSA seco.

[0061] Con referencia a la FIG. 4C, la corriente de ácido acrílico; un agente de reticulación de la fuente de agente de reticulación **409**; acrilato de sodio, metacrilato de sodio y/o hidróxido de sodio de la fuente de componente **410** que contiene sodio; un agente quelante a partir de la fuente **411** del agente quelante; y/o un agente gelificante de la fuente **412** de agente gelificante puede alimentarse al reactor **408**. El reactor **408** puede ser un(os) reactor(es) de destilación, un(os) reactor(es) de bucle, CSTR(s) o combinaciones de los mismos. Además, el reactor **408** puede ser cualquiera de los reactores **108** o **208** o **308** descritos anteriormente. En el reactor **408**, el PSA puede producirse a partir de AA. En algunas realizaciones, la corriente de AA, el agente de reticulación, el componente que contiene sodio, el agente quelante y/o el agente gelificante pueden mezclarse antes de

alimentarse al reactor de destilación. Por ejemplo, antes del reactor **408**, la corriente de AA y el componente que contiene sodio se pueden combinar de manera que se incorporen como un tornillo de alimentación en el reactor de destilación. En otra realización, el componente que contiene sodio y el agente de reticulación pueden combinarse antes de ser alimentados al reactor de destilación. Puesto que la FIG. 4C no incluye la columna de destilación opcional **407**, la corriente de PSA después del reactor **408** puede incluir disolvente. El disolvente de la corriente de PSA puede separarse del PSA mediante métodos conocidos en la técnica (por ejemplo, destilación) para formar PSA seco. El reactor **408** en las Figs. 4A-4C puede incluir intercambiadores de calor para una refrigeración eficiente.

[0062] En otras variaciones más, los sistemas proporcionados en la presente memoria también están configurados para gestionar e integrar el calor producido. Por ejemplo, en algunas variaciones de los sistemas y métodos proporcionados aquí, se puede generar vapor en el equipo de transferencia de calor (por ejemplo, intercambiador de calor de carcasa y tubo y camisa de refrigeración del reactor) a través de un gradiente de temperatura entre fluido de proceso y agua/vapor. El vapor se puede usar para la integración de calor entre operaciones de unidades exotérmicas y endotérmicas. En otras variaciones de los sistemas y métodos proporcionados en este documento, se pueden usar otros fluidos de transferencia de calor adecuados. Por ejemplo, es posible generar una corriente de baja presión en el proceso de producción de PSA y usar ese vapor en una columna de destilación. Específicamente, el vapor de baja presión generado puede usarse para eliminar el disolvente de bajo punto de ebullición de una corriente BPL o PSA.