

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042169**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.01.20

(51) Int. Cl. **C07D 251/60** (2006.01)
C07C 273/12 (2006.01)

(21) Номер заявки
201992623

(22) Дата подачи заявки
2014.12.16

(54) **СОВМЕЩЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАРБАМИДА И МЕЛАМИНА**

(31) **13197863.7**

(56) EP-A1-1198274
EA-A1-200702484
US-A1-2006052637

(32) **2013.12.17**

(33) **EP**

(43) **2020.03.31**

(62) **201691245; 2014.12.16**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
СТАМИКАРБОН Б.В. (NL)

(72) Изобретатель:
Меннен Йоханнес Хенрикус (NL)

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(57) Описан способ совмещенного производства карбамида и меламина. В зоне производства карбамида получают поток синтеза карбамида, содержащий карбамид, воду и карбамат аммония. Этот поток подвергают обработке, предпочтительно с отгонкой, чтобы отделить поток водного раствора карбамида от остаточного диссоциированного карбаматного пара, содержащего аммиак, диоксид углерода и воду. Карбамид подают в зону синтеза меламина и подвергают воздействию условий образования меламина с получением меламина и отходящего газа, содержащего диоксид углерода и аммиак. Диссоциированный карбаматный пар и меламиновый отходящий газ подвергают конденсации с образованием разбавленного конденсата отходящего газа производства меламина.

B1

042169

042169
B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к совмещению производства карбамида и меламина, в частности карбамида и меламина, производство которых осуществляется по технологии получения карбамида при высоком давлении в жидкой фазе. Изобретение также относится к способам переоборудования существующих установок по производству карбамида и меламина.

Уровень техники

Совмещение производства карбамида и меламина известно давно. При этом меламина получают из карбамида по следующей реакции:

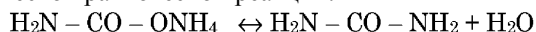


Интересно, что аммиак и диоксид углерода получают в результате этого процесса точно в стехиометрическом соотношении, в котором эти вещества образуют карбамид.

Получение карбамида по существу представлено в виде двух последовательных стадий реакции. На первой стадии в ходе экзотермической реакции образуется карбамат аммония:



Затем образованный карбамат аммония дегидратируют в ходе второй стадии с образованием карбамида в результате эндотермической равновесной реакции:



В данной области установки по производству карбамида обычно заполняют исходными материалами по принципу избытка аммиака (т.е. выше стехиометрического соотношения 2: 1). В зоне синтеза карбамида эти реактивы подвергают воздействию давления от 12 до 40 МПа и температуры от 150°C до 250°C.

При совмещенном производстве карбамида и меламина карбамид, получаемый в зоне синтеза карбамида, направляют в зону синтеза меламина. Диоксид углерода и отходящий газообразный аммиак, полученный в результате производства меламина, в свою очередь, рециркулируются в качестве исходного материала для использования в зоне синтеза карбамида.

Следует понимать, что, независимо от избытка подаваемого аммиака, реагенты выводятся из зоны синтеза в соотношении не более чем 2: 1, поэтому отходящий при синтезе меламина газ вводит обратно образующие карбамид реагенты в том же соотношении. Таким образом, соотношение аммиака и диоксида углерода в процессе всего синтеза карбамида и меламина и в контуре рециркуляции остается неизменным.

Совмещенное производство может осуществляться на совмещенной установке, имеющей зоны синтеза карбамида и меламина. Однако более типичной является ситуация, когда зоны синтеза меламина и карбамида содержатся в отдельных установках по производству карбамида и меламина, и указанные установки соединены с помощью соответствующих линий потоков, так чтобы реализовать описанное выше совмещение.

Типичная установка по производству карбамида представляет собой установку по отгонке карбамида (стриппинг - процесс получения карбамида). В ней разложение карбамата аммония, который не был превращен в карбамид, и удаление обычного избытка аммиака в основном происходит под давлением, по существу почти равным давлению в реакторе синтеза или ниже него. Это разложение и удаление происходят в одном или более отгонных устройствах (стрипперах), установленных ниже по потоку от реактора, возможно, с помощью отгонного газа, такого как, например, диоксид углерода или аммиак, и при нагреве. Поток газа, выходящий из отгонного устройства, содержит аммиак и диоксид углерода, которые конденсируются в конденсаторе высокого давления, работающем при давлении, по существу равном давлению в отгонном устройстве, а затем возвращаются в зону синтеза карбамида.

В установке по отгонке карбамида зона синтеза работает при температуре 160-240°C, а предпочтительно при температуре 170-220°C. Давление в реакторе синтеза составляет 12-21 МПа, предпочтительно 12,5-20 МПа. Молярное отношение аммиака и диоксида углерода (отношение N/C) в зоне синтеза карбамида отгонной установки обычно находится в пределах от 2,2 до 5, предпочтительно от 2,5 до 4,5 моль/моль. Зона синтеза может располагаться в одном реакторе или во множестве реакторов, расположенных параллельно или последовательно.

После отгонной обработки давление отогнанного раствора карбамида снижается в секции регенерации карбамида (или в секции рециркуляции, поскольку из этой секции рециркулируется карбамат). В секции регенерации непреобразованные аммиак и диоксид углерода в растворе карбамида отделяют от раствора карбамида и воды. Секция регенерации, как правило, содержит нагреватель, одну или более секций разделения газа/жидкости и одну или более секций конденсации. Раствор карбамида, поступающий в секцию регенерации, нагревают, чтобы испарить из раствора летучие компоненты - аммиак и диоксид углерода. Теплоносителем в нагревателе обычно служит водяной пар. Образующиеся пары в указанном нагревателе отделяют от водного раствора карбамида в сепараторе жидкости/газа, после чего указанные пары конденсируются в конденсаторе с образованием раствора карбамата. Выделяемое при конденсации тепло обычно рассеивается в охлаждающей воде. Образующийся раствор карбамата в этой секции регенерации, работающей при более низком давлении, чем давление в секции синтеза, предпочтительно возвращается в секцию синтеза карбамата, работающую при давлении синтеза. Секция регенера-

ции представляет собой по существу одиночную секцию или может состоять из множества последовательно расположенных секций регенерации.

В установке по отгонке карбамида, в которой в качестве отгонного газа используют диоксид углерода, обычно полезно ввести по существу весь диоксид углерода в контур синтеза через отгонное устройство. Однако в случае совмещенного производства карбамида и меламина подаваемую часть диоксида углерода определяет рециркуляция отходящего газа в производстве меламина. Поскольку отходящий газ содержит как диоксид углерода, так и аммиак, он в меньшей степени подходит для использования в качестве отгонной среды, так как его использование не привело бы к снижению парциального давления только одного из компонентов жидкой фазы.

Поскольку часть реагентов диоксида углерода, таким образом, вводят в другом месте секции синтеза карбамида, подача диоксида углерода в отгонное устройство неизбежно снижена по сравнению с установкой по производству карбамида, работающей автономно, т.е. не совмещенной с производством меламина. Это приводит к менее эффективной работе отгонного устройства. Хотя это можно компенсировать повышением температуры отгонки, последнее приводит к росту общего расхода энергии установки, обычно в форме повышенной потребности в водяном паре (водяной пар используется в межтрубном пространстве отгонного устройства для подвода тепла). Кроме того, подведение большего тепла к отгонному устройству можно реализовать только путем повышения температуры отгонного устройства. Однако в этом случае имеется ограничение, так как повышенные температуры снижают коррозионную стойкость материалов, из которых обычно изготавливают отгонные устройства. Соответственно, повышение температуры отгонного устройства приводит к увеличению коррозии, что может привести к повреждению указанного отгонного устройства и, таким образом, уменьшить срок его эксплуатации.

Изобретение направлено на обеспечение совмещенного производства карбамида и аммиака, которое позволит оптимизировать эффективность отгонки, расход водяного пара или и то, и другое.

Этот вопрос пока не получил адекватного решения в данной области несмотря на множество описаний, касающихся различных путей совмещения производства карбамида и меламина. В качестве примеров, отражающих уровень техники, приведена ссылка на следующие документы.

В документе WO 98/08808 A1 блок-схема, приведенная на фиг. 2, иллюстрирует способ совмещенного производства карбамида и меламина. В известном способе поток газа, образующийся в результате обработки при высоком давлении для получения меламина, подается непосредственно в секцию высокого давления процесса отгонки для получения карбамида. Недостатком известного способа является то, что стабильная работа полученного совмещенного способа получения меламина и карбамида затруднена: флуктуации давления в одном из процессов могут легко повлиять через поток газа на другой процесс и, таким образом, привести к нестабильной работе и нарушению процесса. Другим недостатком является то, что наилучшая работа известного способа достигается при условии, что процесс получения меламина проходит при более высоком давлении, чем давление в указанной секции высокого давления в процессе получения карбамида. Как отмечено, расход энергии установки по производству карбамида, перерабатывающей отходящий газ в совмещенном процессе получения меламина, выше, чем у автономной установки по производству карбамида. В частности, как пояснялось выше, расход энергии растет, если установка по производству карбамида представляет собой отгонное устройство, в котором используется диоксид углерода или аммиак.

Другой способ описан в документе US 7893298 B2 и проиллюстрирован блок-схемой, приведенной на фиг. 4. В известном способе поток газа, образующийся в результате обработки при высоком давлении для получения меламина, конденсируется в потоке водного раствора карбамата аммония, образованного в процессе отгонки с использованием CO_2 для получения карбамида.

Еще один способ описан в документе WO 2008/052640 A1. В этом известном способе в установке по производству карбамида содержится секция обработки при среднем давлении, в состав которой входит разлагатель. Поток газа, образующийся при производстве меламина, подается вместе с паром, образующимся в указанном разлагателе, и вместе с водным раствором карбамата аммония, образующимся в расположенной ниже по потоку секции регенерации карбамида, в конденсатор секции обработки при среднем давлении. Это позволяет получить концентрированный водный раствор карбамата, который рециркулируется в секцию синтеза карбамида при высоком давлении.

Изобретение направлено на снижение расхода водяного пара в установке по производству карбамида после совмещения с установкой по производству меламина. Альтернативно изобретение направлено на сохранение расхода водяного пара в секции производства карбамида в совмещенной установке по производству карбамида и меламина по меньшей мере на прежнем уровне. Таким образом, в конечном счете изобретение направлено на повышение экономичности и функциональности установки по совмещенному производству карбамида и меламина.

Раскрытие изобретения

Чтобы обеспечить лучшее достижение одного или более из вышеупомянутых желательных результатов, изобретение в одном аспекте предлагает способ совмещенного производства карбамида и меламина, в котором:

- (i) диоксид углерода и аммиак в зоне производства карбамида подвергают воздействию условий об-

разования карбамида, при которых образуется поток синтеза карбамида, содержащий карбамид, воду и карбамат аммония, причем указанная зона производства карбамида содержит секцию синтеза карбамида, которая содержит реактор и отгонное устройство;

(ii) осуществляют обработку потока синтеза карбамида с образованием потока водного раствора карбамида и пара, содержащего аммиак, диоксид углерода и воду, причем указанная обработка включает отгонку в указанном отгонном устройстве;

(iii) подают карбамид в зону производства меламина;

(iv) подвергают карбамид, подаваемый в зону производства меламина, воздействию условий, при которых образуется меламина, с получением меламина и отходящего газа производства меламина, содержащего диоксид углерода и аммиак;

(v) подают указанный отходящий газ в зону производства карбамида;

(vi) осуществляют конденсацию указанных пара и отходящего газа производства меламина в косвенном теплообмене с указанным потоком водного раствора карбамида, формируя тем самым объединенный поток конденсата пара из указанной обработки со стадии (ii) и конденсата указанного отходящего газа с получением разбавленного конденсата отходящего газа производства меламина; и

(vii) используют указанный разбавленный конденсат отходящего газа производства меламина в качестве текучей среды в косвенном теплообмене.

В изобретении также предложена установка для совмещенного производства карбамида и меламина, содержащая зону производства карбамида и зону производства меламина; при этом зона производства карбамида содержит секцию синтеза карбамида и секцию рециркуляции карбамата, содержащую секцию разделения жидкости/газа; зона производства меламина содержит секцию синтеза меламина и секцию отделения отходящего газа; причем указанная установка содержит линию транспортировки текучей среды из зоны производства карбамида в зону производства меламина, при этом указанная линия выполнена с возможностью подачи образующегося карбамида в секцию синтеза меламина, линию потока газа из секции отделения отходящего газа зоны производства меламина в секцию синтеза карбамида, при этом указанная линия потока газа сообщается с входом газа конденсатора для отходящего газа производства меламина и указанный конденсатор содержит выход жидкости для конденсированного газа, и линию потока газа из секции разделения жидкости/газа, сообщающуюся по текучей среде с конденсатором для пара, содержащего аммиак, диоксид углерода и воду, причем указанный конденсатор содержит выход жидкости для конденсированного газа, причем указанный конденсатор для отходящего газа производства меламина и указанный конденсатор для указанного пара входят в состав системы конденсации, причем указанные выходы жидкости объединены в единую систему транспортирования текучей среды.

В еще одном аспекте в изобретении предложен способ снижения расхода энергии в зоне производства карбамида существующей установки по совмещенному производству карбамида и меламина, содержащей зону производства карбамида и зону производства меламина; при этом зона производства карбамида содержит секцию синтеза карбамида и секцию рециркуляции карбамата, содержащую секцию разделения жидкости/газа; зона производства меламина содержит секцию синтеза меламина и секцию отделения отходящего газа, при этом в способе осуществляют добавление концентратора в зону производства карбамида, при этом указанный концентратор содержит испарительную камеру для жидкости, подлежащей нагреву и испарению, причем указанная испарительная камера содержит выход газа для испаренной жидкости и находится в теплообменном сообщении с камерой косвенного теплообмена; обеспечивают линию транспортировки для подачи жидкости из секции разделения жидкости/газа установки по производству карбамида в указанную испарительную камеру; обеспечивают линию потока газа из секции разделения жидкости/газа установки по производству карбамида в систему конденсации, которая содержит выход жидкости, сообщающийся по текучей среде с камерой косвенного теплообмена; и обеспечивают линию потока газа из секции отделения отходящего газа установки по производству меламина в систему конденсации.

В дополнительном аспекте в изобретении предложен способ повышения производительности оборудования зоны производства меламина существующей установки для совмещенного производства карбамида и меламина, содержащей зону производства карбамида и зону производства меламина; при этом зона производства карбамида содержит секцию синтеза карбамида и секцию рециркуляции карбамата, содержащую секцию разделения жидкости/газа; зона производства меламина содержит секцию синтеза меламина и секцию отделения отходящего газа, при этом в способе осуществляют увеличение производительности синтеза меламина в секции синтеза меламина; добавляют концентратор в зону производства карбамида, причем указанный концентратор содержит испарительную камеру для жидкости, подлежащей нагреву и испарению, и указанная испарительная камера содержит выход газа для испаренной жидкости и находится в теплообменном сообщении с камерой косвенного теплообмена; обеспечивают линию транспортировки для подачи жидкости из секции разделения жидкости/газа установки по производству карбамида в указанную испарительную камеру; обеспечивают линию потока газа из секции разделения жидкости/газа установки по производству карбамида в систему конденсации, при этом указанная система конденсации содержит выход для жидкости, сообщающейся по текучей среде с камерой косвенного теплообмена; и обеспечивают линию потока газа из секции отделения отходящего газа установки по

производству меламина в систему конденсации.

В еще одном аспекте в изобретении предложено применение вышеупомянутых способов для переоборудования установки для совмещенного производства карбамида и меламина.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 представлен схематический чертеж традиционной установки по отгонке карбамида.

На фиг. 2 представлен схематический чертеж установки для совмещенного производства карбамида и меламина в соответствии с вариантом осуществления, известным в данной области.

На фиг. 3 представлен график, на котором типичный расход энергии, выраженный в килограммах водяного пара на тонну произведенного карбамида, показан в зависимости от производительности присоединенной установки по производству меламина при постоянной производительности карбамида для варианта осуществления, показанного на фиг. 2.

На фиг. 4 представлен схематический чертеж установки для совмещенного производства карбамида и меламина в соответствии с другим вариантом осуществления, известным в данной области.

На фиг. 5 представлен график, такой как показан на фиг. 3 для варианта осуществления, представленного на фиг. 4.

На фиг. 6 представлен схематический чертеж установки для совмещенного производства карбамида и меламина в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

На фиг. 7 представлен график, такой как показан на фиг. 3 для варианта осуществления, представленного на фиг. 6.

На фиг. 8 представлен схематический чертеж установки для совмещенного производства карбамида и меламина в соответствии с другим вариантом осуществления изобретения.

На фиг. 9 представлен график, такой как показан на фиг. 3 для варианта осуществления, представленного на фиг. 8.

На фиг. 10 представлен схематический чертеж установки для совмещенного производства карбамида и меламина в соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения.

На фиг. 11 представлен график, такой как показан на фиг. 3 для варианта осуществления, представленного на фиг. 10.

Осуществление изобретения

В общем смысле в основе изобретения лежит неожиданное озарение относительно того, как применять тепловую энергию, создаваемую потоком отходящего газа в зоне производства меламина (далее также называется меламинавым отходящим газом), совмещенной с зоной производства карбамида. Это озарение привело к объединению конденсата указанного отходящего газа, в котором содержится относительно мало воды, и конденсата диссоциированного карбаматного пара (газообразного потока, содержащего аммиак, диоксид углерода и воду), получаемого при производстве карбамида и имеющего высокое содержание воды. Полученный объединенный конденсат имеет содержание воды выше, чем в отходящем газе зоны производства меламина. За счет такого разбавления отходящего газа, полученного при производстве меламина, после конденсации, полученный разбавленный конденсат можно далее использовать, направив его в другое место в совмещенной производственной установке, в частности рециркулируя его для использования в синтезе карбамида.

Чтобы получить объединенный конденсат, отходящий газ зоны производства меламина и диссоциированный карбаматный пар зоны производства карбамида направляют в систему конденсации, подводящую для получения и объединения конденсатов обоих указанных потоков газа.

Как правило, так называют систему, содержащую конденсатор для отходящего газа, производства меламина, причем указанный конденсатор имеет выход жидкости для конденсированного газа, и конденсатор для диссоциированного карбаматного пара, содержащего аммиак, диоксид углерода и воду, при этом указанный конденсатор имеет выход жидкости для конденсированного газа, при этом указанные выходы жидкости совмещены в единую систему транспортировки текучей среды. В зависимости от значений относительного давления потоков газов, как описано ниже, система конденсации может представлять собой одиночный конденсатор, в который поступают оба потока газа. Если предпочтительно не принимать мер для уравнивания значений давления обоих потоков газа, то система конденсации предпочтительно содержит множество конденсаторов, сообщающихся друг с другом по текучей среде.

По существу, жидкость на выходе системы конденсации представляет собой объединенный конденсат отходящего газа зоны производства меламина и диссоциированного карбаматного пара зоны производства карбамида. В случае если конденсация обоих потоков происходит не приблизительно в одно время или в одной емкости, а последовательно, то предпочтительно конденсация отходящего газа производства меламина происходит ниже по ходу потока от конденсации диссоциированного карбаматного пара. Таким образом, конденсат с низким содержанием воды (то есть конденсат отходящего газа производства меламина) будет сразу подхватываться в водный поток и разбавляться, что поможет не допустить отверждения конденсата отходящего газа производства меламина. Предпочтительно, чтобы разбавленный конденсат содержал от 20 до 35% воды по весу.

Предпочтительно, чтобы система конденсации была выполнена в форме межтрубного пространства кожухотрубного теплообменника. В любом случае система конденсации находится в теплообменном

сообщении с устройством, в котором используется выделяемое при конденсации тепло.

В предпочтительном варианте осуществления способа в соответствии с изобретением объединенная конденсация диссоциированного карбаматного пара и отходящего газа производства меламина проводится в ходе косвенного теплообмена с потоком водного раствора карбамата.

Предпочтительно, чтобы косвенный теплообмен проводился в кожухотрубном теплообменнике так, чтобы диссоциированный карбаматный пар и отходящий газ производства меламина подавались в межтрубное пространство теплообменника, а водный раствор карбамата - в его трубную часть.

Для концентрирования указанного потока используется теплообмен с потоком водного раствора карбамида. Это приводит к получению жидкого потока, представляющего собой концентрированный раствор карбамида, и потока газа, представляющего собой испаренную воду, содержащую аммиак и диоксид углерода.

В результате изобретения повышается экономичность по расходу энергии совмещенной производственной установки. Более конкретно, если зона производства карбамида представляет собой установку по отгонке карбамида, рост удельного расхода водяного пара в установке по производству карбамида замедляется, несмотря на то что из-за описанной выше более низкой эффективности отгонки в установке по производству карбамида, которая перерабатывает отходящий газ из установки по производству меламина, требуется дополнительный водяной пар, и, соответственно, количество диоксида углерода, поступающее непосредственно в отгонное устройство, уменьшается. Изобретатели неожиданно также обнаружили, что удельный расход энергии даже падает по мере роста производства меламина.

Следует отметить, что, как правило, отходящий газ в производстве меламина имеет давление в диапазоне, как правило, 1,0-25 МПа, предпочтительно 1,0-3,0 МПа, например, 1,5-2,5 МПа, обычно приблизительно 2 МПа. В контексте производства карбамида это должно считаться средним давлением. Карбамид обычно синтезируют при высоком давлении, например, 10-25 МПа, предпочтительно 12-22 МПа. Это предполагает, что если диссоциированный карбаматный пар, содержащий аммиак, получаемый из отгонного устройства высокого давления в зоне производства карбамида, объединить с отходящим газом из зоны производства меламина в объединенный конденсат, то объединенный конденсат образуется только после конденсации двух потоков газа.

Тем не менее, в одном из интересных вариантов осуществления диссоциированный карбаматный пар имеет давление, по существу равное давлению отходящего газа производства меламина, что допускает объединение в газовой фазе. В этом случае пар и отходящий газ можно подвергнуть совместной конденсации. Это можно сделать, если диссоциированный карбаматный пар имеет приблизительно правильное давление или приводится к правильному давлению.

Это можно реализовать, например, в зоне производства карбамида со стадией среднего давления. Такие зоны производства карбамида известны специалисту. На стадии среднего давления весь раствор для синтеза карбамида, получаемый из секции синтеза высокого давления, или его часть подвергается отгонке, причем выходящий поток стадии среднего давления представляет собой отогнанный водный раствор карбамида и диссоциированный карбаматный пар среднего давления. Специалисту известны зоны производства карбамида, включающие в себя стадию среднего давления, обычно содержащую отгонное устройство среднего давления и конденсатор карбамата среднего давления. См., например, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol 37, (2012) p 657-693.

Диссоциированный карбаматный пар среднего давления также можно получить путем мгновенного испарения. В предпочтительном варианте осуществления указанная выше обработка потока для синтеза карбамида для отделения потока водного раствора карбамида от остаточного диссоциированного карбаматного пара, содержащего аммиак, диоксид углерода и воду, включает в себя адиабатическое мгновенное испарение потока водного раствора карбамида, обычно под давлением от 1,0 до 8,0 МПа, а более конкретно - от 1,5 до 5,0 МПа. Это приводит к расширению, в результате которого значительная часть аммиака, диоксида углерода и воды отделяется от раствора карбамида в виде пара. Этот отделенный пар, т.е. в сущности диссоциированный карбаматный пар, находится при среднем давлении и может быть направлен в ту же систему конденсации, в которую также направляют отходящий газ производства меламина. В системе пар и отходящий газ могут быть объединены в газовой фазе, а затем подвергнуты совместной конденсации. Оставшийся раствор карбамида, как правило, по-прежнему подвергают обычной рециркуляционной обработке с целью отделения остального диссоциированного карбаматного пара от раствора карбамида. Последний диссоциированный карбаматный пар предпочтительно также направляют в вышеупомянутую систему конденсации. Преимуществом стадии адиабатического мгновенного испарения является то, что тепло, выделяемое при синтезе карбамида, можно регенерировать при конденсации пара, получаемого при мгновенном испарении, и использовать в косвенном теплообмене.

Изобретение находит полезное применение в способе совмещенного производства карбамида и меламина и на предназначенной для этого производственной установке. Оно также находит полезное применение в способе снижения расхода энергии зоны производства карбамида в установке для совмещенного производства карбамида и меламина. Наиболее полезное применение относится к повышению производительности установки по производству меламина, объединенной с установкой по производству карбамида. В целом в изобретении предложен способ переоборудования установки для совмещенного

производства карбамида и меламина.

Способ совмещенного производства карбамида и меламина в соответствии с изобретением включает в себя воздействие на диоксид углерода и аммиак условий образования карбамида в секции синтеза карбамида с образованием потока синтеза карбамида, содержащего карбамид, воду и карбамат аммония. Это можно сделать по стандартной технологии производства карбамида, используемой в данной области.

Поток синтеза карбамида подвергают обработке, чтобы отделить карбамид от остаточного диссоциированного карбаматного пара, содержащего аммиак, диоксид углерода и воду. Способы, позволяющие это выполнить, хорошо известны специалисту. Указанный диссоциированный карбаматный пар обычно конденсируется в карбаматный раствор, который рециркулируют в секцию синтеза карбамида. Это также можно сделать по стандартной технологии производства карбамида, известной специалисту.

Предпочтительно, чтобы обработка потока синтеза карбамида включала в себя отгонку указанного потока с получением отогнанного водного раствора карбамида. Отгонку можно проводить посредством подведения тепла (термическая отгонка) или с использованием отгоняющей среды, обычно противоточного потока отгоняющего газа. В производстве карбамида в качестве отгоняющей среды обычно используют аммиак или диоксид углерода.

Отогнанный водный раствор карбамида подвергают стадии рециркуляции, где от карбамида отделяют оставшийся карбамат аммония с получением раствора карбамида и диссоциированного карбаматного пара, содержащего аммиак, диоксид углерода и воду; указанный диссоциированный карбаматный пар конденсируют в раствор карбамата, который рециркулируют в секцию синтеза карбамида.

В изобретении в одном варианте осуществления конденсацию диссоциированного карбаматного пара проводят в сочетании с конденсацией отходящего газа, получаемого из секции производства меламина, и рециркулируют его в секцию производства карбамида в составе получаемого объединенного конденсата. В другом варианте осуществления диссоциированный карбаматный пар конденсируют первым. Затем конденсат приводят к подходящему давлению, смешивают с отходящим газом производства меламина, после чего конденсируют отходящий газ производства меламина. Конденсированную текучую среду используют для теплообмена.

В ходе совмещенного производства карбамида и меламина карбамид, образующийся в секции производства карбамида, направляют в качестве исходного материала в секцию производства меламина, где подвергают воздействию условий, в которых образуется меламина. Эти условия и связанное с ними оборудование для синтеза меламина, как правило, доступны специалисту.

Другая часть совмещения производства карбамида и меламина относится к рециркуляции отходящего газа из секции синтеза меламина в секцию синтеза карбамида. Следует понимать, что в изобретении эта рециркуляция происходит, полностью или частично, после описанной выше совместной конденсации. Другими словами, после конденсации отходящий газ производства меламина рециркулируют в секцию синтеза карбамида в составе объединенного конденсата указанного отходящего газа и диссоциированного карбаматного пара, полученного при производстве карбамида, как поясняется выше.

Помимо изложенных выше установленных требований к соблюдению порядка использования отходящего газа производства меламина в конденсации, совмещение производства карбамида и меламина можно, как правило, реализовать известным специалисту способом. В этом отношении в данной области существует много систем для совмещения установок по производству меламина и карбамида.

Для совмещенного производства карбамида и меламина необходимо, чтобы зона производства карбамида и зона производства меламина были связаны описанным выше образом. Зоны производства могут являться частями единой совмещенной установки. В более типичном случае зоны производства представляют собой отдельные установки, обычно находящиеся в достаточной близости друг к другу, что делает совмещение осуществимым с экономической и практической точки зрения.

Отдельные установки по производству карбамида и меламина могут быть построены как новые установки, или же одна из них или обе могут уже существовать. Если обе установки существуют и расположены в достаточной близости друг к другу, то в данной области традиционно они уже совмещены. Тем не менее можно также представить, что такое совмещение еще не реализовано, в частности, из-за недостатков, связанных с эффективностью отгонки установки по производству карбамида, описанных выше. Изобретение позволяет устранить эти недостатки.

Если установки уже существуют в совмещенном виде, можно представить, что соединение с установкой по производству карбамида фактически не позволяет специалисту повысить производительность установки по производству меламина из-за проблемы с более низкой эффективностью отгонки и/или более высоким расходом водяного пара, обусловленным повышенной подачей диоксида углерода и аммиака в установку по производству карбамида. Изобретение решает эту проблему.

Что касается зоны производства карбамида, часто используемым способом получения карбамида в соответствии со способом отгонки (стриппинг-процессом) является способ отгонки диоксидом углерода, например, описанный в публикации Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A27, 1996, pp 333-350. В этом способе за секцией синтеза следуют одна или более секций регенерации. Секция синтеза содержит реактор, отгонное устройство (стриппер), конденсатор и скруббер, в котором рабочее давление находится в диапазоне от 12 до 20 МПа, а предпочтительно - в диапазоне от 13 до 18 МПа. В секции син-

теза раствор карбамида, выходящий из реактора карбамида, подают в отгонное устройство, в котором большое количество непреобразованного аммиака и диоксида углерода отделяется от водного раствора карбамида. Такое отгонное устройство может представлять собой кожухотрубный теплообменник, в котором раствор карбамида подают в верхнюю часть со стороны трубок, а диоксид углерода, подаваемый для синтеза, вводят в нижнюю часть отгонного устройства. В межтрубное пространство вводят водяной пар для нагревания раствора. Раствор карбамида выходит из теплообменника в нижней части, тогда как паровая фаза выходит из отгонного устройства в верхней части. Пар, выходящий из указанного отгонного устройства, содержит аммиак, диоксид углерода и небольшое количество воды. Указанный пар конденсируется в теплообменнике с падающей пленкой или в конденсаторе погружного типа, который может быть горизонтального типа или вертикального типа. Погружной теплообменник горизонтального типа описан в публикации Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A27, 1996, pp 333-350. Тепло, высвобождаемое при экзотермической реакции конденсации карбамата в указанном конденсаторе, обычно используют для получения водяного пара, используемого в расположенной ниже по ходу потока секции обработки карбамида, для нагревания и концентрирования раствора карбамида. Поскольку в конденсаторе погружного типа жидкость пребывает некоторое время, часть реакции образования карбамида проходит уже в указанном конденсаторе. Образованный раствор, содержащий конденсированный аммиак, диоксид углерода, воду и карбамид вместе с неконденсированным аммиаком, диоксидом углерода и инертным паром, направляют в реактор. В реакторе вышеупомянутая реакция преобразования карбамата в карбамид доходит до точки равновесия. Молярное отношение аммиака и диоксида углерода в растворе карбамида, выходящем из реактора, по существу находится в диапазоне от 2,5 до 4 моль/моль. Также возможно объединение конденсатора и реактора в одном комплекте оборудования. Пример такого комплекта оборудования описан в публикации Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A27, 1996, pp 333-350. Образованный раствор карбамида, выходящий из реактора карбамида, подается на отгонное устройство, а инертный пар, содержащий неконденсированный аммиак и диоксид углерода, направляют в секцию очистки, работающую при аналогичном с реактором давлении. В этой секции очистки инертный пар удаляют от аммиака и диоксида углерода. В качестве абсорбента в этой секции очистки используют раствор карбамата из системы регенерации ниже по потоку. В изобретении образующийся карбамат в объединенном конденсате может быть направлен в вышеупомянутый скруббер в качестве абсорбента и/или в зону конденсации в секции синтеза.

Изобретение не ограничено каким-либо конкретным способом производства карбамида. Другие способы и установки включают в себя те, которые основаны на такой технологии, как способ НЕС, разработанный компанией Urea Casale, способ ACES, разработанный компанией Toyo Engineering Corporation, и способ, разработанный компанией Snamprogetti.

Что касается зоны производства меламина, она предпочтительно является установкой по производству меламина, в которой используется так называемая обработка при высоком давлении. Способы производства меламина описаны, например, в публикации Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A16, fifth ed., pp. 174-179.

Изобретение также относится к установке для совмещенного производства карбамида и меламина. Указанная установка содержит зону производства карбамида и зону производства меламина, которые могут принимать вид совмещенной установки или двух связанных отдельных установок, как по существу пояснено выше. Зона производства карбамида содержит секцию синтеза карбамида и секцию рециркуляции карбамата, содержащую систему разделения жидкости/газа; зона производства меламина содержит секцию синтеза меламина и секцию отделения отходящего газа. Чтобы производство карбамида и меламина было совмещенным, установка содержит линию транспортировки текучей среды из зоны производства карбамида в зону производства меламина, причем указанная линия выполнена с возможностью подачи образующегося карбамида в секцию синтеза меламина, и линию потока газа из секции отделения отходящего газа зоны производства меламина в секцию синтеза карбамида. В соответствии с изобретением установка дополнительно содержит линию потока газа из системы разделения жидкости/газа в конденсатор.

Вышеупомянутая линия потока газа из секции отделения отходящего меламина газа направляется на вход для газа конденсатора указанного меламина отходящего газа. Конденсатор содержит выход жидкости для конденсированного газа. Линия потока газа из секции разделения жидкости/газа зоны производства карбамида подается на вход для газа конденсатора для пара, содержащего аммиак, диоксид углерода и воду, причем указанный конденсатор также содержит выход жидкости для конденсированного газа. В соответствии с изобретением конденсатор для отходящего газа производства меламина и конденсатор для указанного пара входят в состав системы конденсации, в которой указанные выходы жидкости совмещены в единую систему транспортировки текучей среды. Как следует понимать из вышеизложенного, система конденсации может содержать одиночный конденсатор (в котором входы для газа обоих потоков могут быть разными или могут быть одним и теми же, если потоки газа объединены в каком-либо месте выше по ходу потока от конденсатора), или она может содержать два или более конденсаторов, чтобы раздельно конденсировать потоки газа, а затем объединять конденсаты.

Указанная система конденсации предпочтительно включает в себя межтрубное пространство одно-

го или более кожухотрубных теплообменников.

В предпочтительном варианте осуществления зона производства карбамида основана на технологии отгонки, т. е. установки по отгонке карбамида. Секция синтеза такой установки содержит реактор и отгонное устройство. В дополнительном предпочтительном варианте осуществления, предпочтительно объединенном с описанной выше технологией отгонки, зона конденсации находится в состоянии косвенного теплообмена с потоком водного раствора карбамида.

Предпочтительно косвенный теплообмен осуществляется в кожухотрубном теплообменнике, причем диссоциированный карбаматный пар и отходящий газ производства меламина подаются в межтрубное пространство теплообменника, а водный раствор карбамата - в его трубную часть.

Таким образом, следует понимать, что в предпочтительном варианте осуществления система конденсации является частью концентратора. Из потока водного раствора карбамида, подаваемого в указанный концентратор, будет испаряться вода, что приведет к образованию концентрированного раствора карбамида и водяного пара.

Ввиду предпочтительного использования, а именно для концентрирования водного раствора карбамида, система конденсации предпочтительно содержит одну или более линий подачи жидкости, которые сообщаются по текучей среде с секцией синтеза карбамида.

Предпочтительно, чтобы по меньшей мере часть указанного сообщения по текучей среде проходила через систему разделения жидкости/газа. В еще одном предпочтительном варианте осуществления зона производства карбамида дополнительно содержит систему мгновенного испарения между секцией синтеза карбамида и секцией рециркуляции карбамата. Система мгновенного испарения находится в сообщении по текучей среде с секцией синтеза карбамида, что позволяет потоку синтеза карбамида поступать на вход жидкости системы мгновенного испарения. Система мгновенного испарения имеет выход для газа, позволяющий диссоциированному карбаматному пару, отделяемому от потока для синтеза карбамида в результате мгновенного испарения, выходить из системы мгновенного испарения. Предпочтительно, чтобы указанный выход для газа представлял собой или содержал линию газового потока в ту же систему конденсации, в которую направляется отходящий газ производства меламина. Система мгновенного испарения имеет выход для жидкости, находящийся в сообщении по текучей среде с секцией рециркуляции карбамата, что позволяет направлять раствор карбамида, остающийся после мгновенного испарения, в секцию рециркуляции, в частности в ее систему разделения жидкости/газа.

Системы мгновенного испарения известны специалистам.

В изобретении также предложен способ снижения расхода энергии зоны производства карбамида существующей установки для совмещенного производства карбамида и меламина. Установка содержит зону производства карбамида и зону производства меламина; зона производства карбамида содержит секцию синтеза карбамида и секцию рециркуляции карбамата, содержащую секцию разделения жидкости/газа; зона производства меламина содержит секцию синтеза меламина и секцию отделения отходящего газа. В соответствии с изобретением в одном варианте осуществления способ включает в себя добавление концентратора в зону производства карбамида, причем указанный концентратор содержит систему косвенного теплообмена с потоком газа. Концентратор, как правило, содержит испарительную камеру для нагрева жидкости, причем указанная испарительная камера находится в теплообменном сообщении с камерой косвенного нагрева для нагрева текучей среды. Способ изобретения дополнительно включает в себя обеспечение линии транспортировки для подачи жидкости из секции разделения жидкости/газа установки по производству карбамида в указанную испарительную камеру. Дополнительно предусмотрена линия потока газа из секции разделения жидкости/газа установки по производству карбамида в систему конденсации, причем указанная система конденсации содержит выход для жидкости, находящийся в сообщении по текучей среде с камерой косвенного нагрева. Наконец, изобретение включает в себя обеспечение линии потока газа из секции отделения отходящего газа зоны производства меламина в систему конденсации.

Наиболее выгодное применение изобретения заключается в реализации способа повышения производительности зоны производства меламина существующей установки для совмещенного производства карбамида и меламина. Следует понимать, что указанная установка содержит зону производства карбамида и зону производства меламина; зона производства карбамида содержит секцию синтеза карбамида и секцию рециркуляции карбамата, содержащую секцию разделения жидкости/газа; зона производства меламина содержит секцию синтеза меламина и секцию отделения отходящего газа. Способ настоящего изобретения включает в себя повышение производительности синтеза меламина секции синтеза меламина. Это можно сделать известными способами, например, посредством увеличения размера реактора для производства меламина и установленного после него оборудования или изменения рабочих условий таким образом, чтобы обеспечить подачу большего количества карбамида для переработки в единицу времени. Изобретение включает в себя добавление концентратора в зону производства карбамида, причем указанный концентратор содержит испарительную камеру для нагрева жидкости, при этом указанная испарительная камера находится в теплообменном сообщении с камерой косвенного нагрева для нагрева текучей среды. Изобретение дополнительно включает в себя обеспечение линии транспортировки для подачи жидкости из секции разделения жидкости/газа установки по производству карбамида в ука-

занную испарительную камеру и обеспечение линии потока газа из секции разделения жидкости/газа установки по производству карбамида в систему конденсации. Система конденсации содержит выход для жидкости, сообщающийся по текучей среде с камерой косвенного нагрева. В соответствии с изобретением дополнительно обеспечивается линия потока газа из секции отделения отходящего газа зоны производства меламина в систему конденсации.

В результате этого возросшую производительность зоны производства меламина, которая происходит вместе с увеличением выхода отходящего газа, содержащего диоксид углерода и аммиак, можно использовать для полезного применения теплоты конденсации, содержащейся в указанном отходящем газе, как по существу описано выше в настоящем документе. Предпочтительно, чтобы зона производства карбамида содержала установку отгонки карбамида. Следует понимать, что особые преимущества от увеличения производительности меламина в соответствии с изобретением достигаются в том случае, когда зона производства карбамида основана на технологии отгонки. Приведена ссылка на вышеупомянутую проблему с пониженной эффективностью отгонки вследствие пониженной подачи диоксида углерода или аммиака в отгонное устройство, что обусловлено повышенной подачей реагентов из отходящего газа производства меламина. Изобретение направлено на устранение этой проблемы посредством обеспечения дополнительного источника нагрева, а именно из описанной выше совместной конденсации отходящего газа производства меламина и диссоциированного карбаматного пара.

В целом любой или оба из упомянутых выше способов, т.е. снижение расхода энергии в зоне производства карбамида и увеличение производительности меламина в зоне производства меламина, могут использоваться для переоборудования установки для совмещенного производства карбамида и меламина.

Далее изобретение будет дополнительно проиллюстрировано со ссылкой на представленные ниже примеры, не имеющие ограничительного характера. Все примеры относятся к установке по производству карбамида с производительностью 1900 т/сутки.

Пример 1 (сравнительный).

Фиг. 1 иллюстрирует установку по производству карбамида в соответствии с типичной технологией отгонки CO₂ согласно описанию в публикации Ullmann's Encyclopaedia of Industrial Chemistry, Vol. A27, 1996, pp 333-350. В этом способе диоксид углерода, используемый в качестве сырья, поступает в отгонное устройство HPSTR высокого давления по линии b. В отгонном устройстве HPSTR выходящий поток из реактора HPREA высокого давления контактирует в противотоке с диоксидом углерода, что приводит к падению парциального давления аммиака и разложению карбамата в этом растворе. Тепло, необходимое для того, чтобы завершить разложение карбамата с желаемой эффективностью, подают посредством пропускания насыщенного водяного пара высокого давления вокруг трубок отгонного устройства HPSTR высокого давления. Пар, выходящий из отгонного устройства HPSTR и содержащий аммиак, диоксид углерода и небольшую долю воды, направляют по линии c в конденсатор HPCC карбамата высокого давления. Конденсатор HPCC карбамата высокого давления может представлять собой конденсатор с падающей пленкой, конденсатор испарительного типа или конденсатор погружного типа. В конденсаторе HPCC карбамата высокого давления выделяемую теплоту конденсации используют для получения насыщенного водяного пара при давлении от 0,2 до 0,6 МПа, который используют, например, для нагрева в последующей переработке в установке по производству карбамида. Аммиак в качестве сырья подают в конденсатор HPCC карбамата высокого давления по линии a перед эжектором HPEJ высокого давления, в котором указанный аммиак используется в качестве движущей силы для передачи образующегося карбамата в скруббере HPSCR высокого давления по линии g в указанный конденсатор HPCC карбамата высокого давления по линии h.

Образующийся карбамат в конденсаторе HPCC карбамата высокого давления, содержащий аммиак, диоксид углерода, воду и необязательно карбамид, вместе с неконденсированным паром, выходящим из указанного конденсатора карбамата высокого давления, содержащим аммиак, диоксид углерода, воду, азот, кислород и низкие концентрации других инертных компонентов, поступает в реактор HPREA высокого давления под действием силы тяжести по линии d. В реакторе высокого давления происходит превращение оставшегося аммиака и диоксида углерода в карбамид до достижения равновесия. Образующийся раствор карбамида, выходящий из реактора HPREA высокого давления, содержащий карбамид, аммиак, диоксид углерода, воду и небольшие количества других компонентов, стекает под действием силы тяжести в указанное отгонное устройство HPSTR. Инертный пар, выходящий из реактора HPREA высокого давления по линии e и содержащий неконденсированный аммиак, диоксид углерода, азот, кислород и небольшие количества других инертных компонентов, подают в скруббер HPSCR высокого давления. В скруббере HPSCR высокого давления основная часть неконденсированного аммиака и диоксида углерода отделяется от инертного пара, содержащего в основном компоненты азот и кислород, путем введения в контакт пара, выходящего из реактора HPREA высокого давления, с раствором карбамата по линии ac, образующимся в ходе осуществляемой ниже по потоку переработки на установке по производству карбамида. Необязательно раствор карбамата, выходящий из реактора HPREA высокого давления, сначала проходит через конденсатор, где после выхода инертного пара вступает в контакт с указанным раствором карбамата из последующей переработки. Образующийся в этом скруббере HPSCR карбамат направляют по линии g в эжектор HPEJ высокого давления. Инертный пар, выходящий из скруб-

бера HPSCR высокого давления по линии f, поступает в атмосферу или подвергается дальнейшей обработке, например, в абсорбере, а затем выпускается в атмосферу.

Раствор карбамида, выходящий из отгонного устройства HPSTR высокого давления, направляют в секцию LPREC рециркуляции по линии aa. Секция LPREC рециркуляции работает под более низким давлением, чем давление в секции синтеза. В этой секции LPREC рециркуляции происходит разделение между непрореагировавшим аммиаком и диоксидом углерода и водным раствором карбамида. Отделенный аммиак и диоксид углерода конденсируют с образованием раствора карбамата, который возвращают по линии ac в скруббер HPSCR высокого давления в секции синтеза. Раствор карбамида, содержащий карбамид, воду и небольшие количества аммиака и диоксида углерода, собирают в баке UVV для хранения, где после этого раствор по линии ad концентрируют путем испарения EVAP до желаемой концентрации, необходимой для завершающей обработки продукта по линии ae до конечного твердого состояния. Расход энергии, выражаемый в килограммах водяного пара на тонну произведенного карбамида, обычно варьируется в диапазоне от 870 до 950 кг на тонну в зависимости от качества водяного пара и типа завершающей обработки, используемой для получения конечного продукта. В этом примере расход энергии составляет 920 кг/тонна.

Пример 2 (сравнительный).

Фиг. 2 иллюстрирует способ, представленный в предшествующем уровне техники и описанный в WO 98/08808 A1.

Этот способ включает в себя установку по производству карбамида, описанную для фиг. 1 (производительность 1900 т/сутки), и в конденсатор HPCC карбамата высокого давления в секцию синтеза добавляют пар VAPME1 из установки по производству меламина, содержащий аммиак, диоксид углерода и необязательно воду и инертный материал.

Фиг. 3 представляет собой график, на котором типичный расход энергии в килограммах водяного пара на тонну произведенного карбамида показан в зависимости от производительности присоединенной установки по производству меламина при постоянном объеме производства карбамида.

Как ожидалось, расход энергии установки по производству карбамида растет, если производительность присоединенной установки по производству меламина увеличивается за счет увеличения количества пара из указанной установки по производству меламина, который должна перерабатывать указанная установка по производству карбамида.

Пример 3 (сравнительный).

Фиг. 4 иллюстрирует пример варианта осуществления в соответствии с известным уровнем техники, описанным в US 7,893,298 B2. Этот способ включает в себя установку по производству карбамида, описанную для фиг. 1 (производительность 1900 т/сутки), и пар VAPME из установки по производству меламина, содержащий аммиак, диоксид углерода и необязательно воду и инертный материал L, конденсируют в конденсаторе CARBCOND, после чего образующийся раствор карбамата добавляют в секцию синтеза указанной установки по производству карбамида. В этом примере указанный образующийся карбамат добавляют по линии af в скруббер HPSCR высокого давления секции синтеза карбамида, однако также возможно добавлять этот раствор карбамата или часть раствора в другое место в секции синтеза карбамида, такое как конденсатор HPCC карбамата высокого давления установки по производству карбамида. В конденсаторе CARBCOND обычно образующийся карбамат в последующем потоке установки по производству карбамида добавляют в виде растворителя по линии ac, и обычно концентрация воды в указанном растворе карбамата из секции рециркуляции LPREC выше концентрации воды в образующемся растворе карбамата, выходящем из конденсатора CARBCOND. Как правило, давление в конденсаторе CARBCOND выше давления в секции рециркуляции LPREC, из которой добавляется карбамат, и ниже давления из секции установки по производству меламина, где выпускается пар VAPME1 из установки по производству меламина. В конденсаторе CARBCOND выделяемая теплота конденсации рассеивается в охлаждающей воде или используется для генерации водяного пара, который можно использовать в последующей переработке на установке по производству карбамида.

Фиг. 5 представляет собой график, на котором типичный расход энергии в килограммах водяного пара на тонну произведенного карбамида показан в зависимости от производительности присоединенной установки по производству меламина при постоянном объеме производства карбамида. Расход энергии совмещенной установки по производству карбамида и установки по производству меламина при постоянном объеме производства установки по производству карбамида показывает, что имеется незначительное увеличение относительно исходной установки по производству карбамида, не совмещенной с производством меламина.

Пример 4.

На фиг. 6 представлены установка и способ в соответствии с изобретением. Этот способ включает в себя установку по производству карбамида согласно описанию для фиг. 1 (1900 т/сутки). Раствор карбамида, выходящий из отгонного устройства HPSTR в секции синтеза установки по производству карбамида по линии aa, добавляют в систему рециркуляции низкого давления. Пар из установки по производству меламина, содержащий аммиак, диоксид углерода и необязательно воду, добавляют в концентратор PREEVAP, в котором раствор карбамида, выходящий из системы рециркуляции LPREC по линии bd,

концентрируют, после чего концентрированный раствор собирают в хранилище UVV по линии bb.

Концентратор PREEVAP предпочтительно представляет собой кожухотрубный теплообменник, в котором пары, выходящие из установки по производству меламина, предпочтительно добавляют в межтрубное пространство этого концентратора, а раствор карбамида, выходящий из секции рециркуляции, предпочтительно добавляют в трубную часть указанного концентратора. Кроме того, образующийся в секции рециркуляции раствор карбамата также добавляют по линии ac в межтрубное пространство концентратора PREEVAP. Образующийся карбамат в указанном концентраторе PREEVAP переносится предпочтительно насосом по линии af в секцию синтеза. В данном примере этот раствор карбамата добавляют в скруббер HPSCR в секции синтеза, но возможно добавление и в другом месте секции синтеза, таком как конденсатор HPCC карбамата высокого давления. Неконденсированный пар, выходящий из межтрубного пространства этого концентратора, обычно направляют в абсорбер, расположенный в установке по производству карбамида. Как правило, концентрация воды в указанном добавляемом растворе карбамата из секции рециркуляции LPREC выше концентрации воды в образующемся растворе карбамата, выходящем из концентратора PREEVAP. Как правило, давление в межтрубном пространстве конденсатора концентратора PREEVAP равно или ниже рабочего давления паров VAPMEL, добавляемых из установки по производству меламина, но выше давления в секции рециркуляции LPREC низкого давления.

Фиг. 7 представляет собой график, на котором типичный расход энергии в килограммах водяного пара на тонну произведенного карбамида показан в зависимости от производительности присоединенной установки по производству меламина при постоянном объеме производства карбамида.

На этом графике показано, что расход энергии совмещенной установки по производству карбамида и меламина при постоянном объеме производства карбамида на приблизительно 20-50 кг водяного пара на тонну производимого карбамида меньше по сравнению с типичной установкой по производству карбамида, не совмещенной с производством меламина, как показано на фиг. 1. Кроме того, расход водяного пара в установке по производству карбамида при постоянном темпе производства падает с ростом производительности установки по производству меламина.

Пример 5.

Фиг. 8 поясняет еще один вариант осуществления изобретения. Этот способ включает в себя установку по производству карбамида согласно описанию для фиг. 1 (производительность 1900 т/сутки). Раствор карбамида, выходящий из отгонного устройства HPSTR высокого давления в секции синтеза установки по производству карбамида по линии aa, адиабатически расширяется FLASH до давления от 1,0 до 8,0 МПа, а более конкретно - от 1,5 до 6,0 МПа. При расширении значительная часть аммиака, диоксида углерода и воды отделяется от раствора карбамида, содержащего в основном в качестве компонентов карбамид и воду, а также некоторое остаточное количество аммиака и диоксида углерода, растворенного в растворе карбамида. Указанный раствор карбамида выпускают по линии be в секцию рециркуляции LPREC установки по производству карбамида. Образованный при мгновенном испарении пар из адиабатической стадии мгновенного испарения FLASH, содержащий аммиак, диоксид углерода и воду, выпускают по линии ba в концентратор PREEVAP, в котором раствор карбамида, выходящий из системы рециркуляции LPREC по линии bd, концентрируют, после чего концентрированный раствор собирают в хранилище UVV по линии bb.

Пар, выходящий из установки по производству меламина и содержащий аммиак, диоксид углерода и необязательно воду, также добавляют в концентратор PREEVAP. Кроме того, концентратор PREEVAP предпочтительно представляет собой кожухотрубный теплообменник, в котором пары, выходящие после адиабатического расширения FLASH, и пары, выходящие из установки по производству меламина, предпочтительно вместе добавляют в межтрубное пространство этого концентратора, а раствор карбамида, выходящий из секции рециркуляции, предпочтительно добавляют в трубную часть указанного концентратора. Более того, образующийся в секции рециркуляции LPREC раствор карбамата также добавляют по линии ac в межтрубное пространство концентратора PREEVAP. Образующийся карбамат в указанном концентраторе PREEVAP переносится предпочтительно насосом по линии af в секцию синтеза. В данном примере этот раствор карбамата добавляют в скруббер HPSCR в секции синтеза, но возможно добавление и в другом месте секции синтеза, таком как конденсатор HPCC карбамата высокого давления. Неконденсированный пар, выходящий из межтрубного пространства этого концентратора, обычно направляют в абсорбер, расположенный в установке по производству карбамида. Как правило, концентрация воды в указанном добавляемом растворе карбамата из секции рециркуляции LPREC выше концентрации воды в образующемся растворе карбамата, выходящем из концентратора PREEVAP. Как правило, давление в межтрубном пространстве конденсатора концентратора PREEVAP равно или ниже рабочего давления, при котором происходит адиабатическое расширение FLASH, хотя указанное давление выше давления в секции рециркуляции LPREC, из которой добавляют карбамат.

Фиг. 9 представляет собой график, на котором типичный расход энергии в килограммах водяного пара на тонну произведенного карбамида показан в зависимости от производительности присоединенной установки по производству меламина при постоянном объеме производства карбамида.

На этом графике показано, что расход энергии совмещенной установки по производству карбамида и меламина при постоянном объеме производства карбамида на приблизительно 50-150 кг водяного пара

на тонну производимого карбамида меньше по сравнению с типичной установкой по производству карбамида, не совмещенной с производством меламина, как показано на фиг. 1. Кроме того, расход водяного пара в установке по производству карбамида при постоянном темпе падает с ростом производительности установки по производству меламина.

Пример 6.

Этот пример относится к варианту осуществления изобретения, показанному на фиг. 10. В нескольких аспектах этот вариант осуществления аналогичен варианту осуществления, описанному в примере 5. Тем не менее в настоящем примере концентратор PREEVAP расположен ниже по потоку от хранилища UVV и выше по потоку секции испарения EVAP, где раствор карбамида концентрируют до желаемой концентрации, необходимой для завершающей обработки образующегося расплава карбамида до конечного продукта. Отходящий газ, выходящий из реактора высокого давления в секции синтеза, направляют по линии e в пар, образованный при мгновенном испарении, из адиабатического процесса мгновенного испарения FLASH. Этот вариант осуществления является более предпочтительным, чем вариант осуществления, показанный на фиг. 5, так как в этом варианте осуществления удается избежать образования паров аммиака в хранилище UVV, и за счет больших объемов производства меламина на установке, например, появляется возможность в этом варианте осуществления концентрировать раствор карбамида в концентраторе PREEVAP более глубоко без образования паров аммиака в хранящемся растворе карбамида UVV по сравнению с вариантом осуществления из примера 5, показанном на фиг. 8.

Фиг. 11 представляет собой график, на котором типичный расход энергии в килограммах водяного пара на тонну произведенного карбамида показан в зависимости от производительности присоединенной установки по производству меламина при постоянном объеме производства карбамида.

На этом графике показано, что расход энергии совмещенной установки по производству карбамида и меламина при постоянном объеме производства карбамида на приблизительно 50-150 кг водяного пара на тонну производимого карбамида меньше по сравнению с типичной установкой по производству карбамида, не совмещенной с производством меламина, как показано на фиг. 1. Кроме того, расход водяного пара в установке по производству карбамида при постоянном темпе незначительно падает с ростом производительности установки по производству меламина.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ совмещенного производства карбамида и меламина, в котором:

(i) диоксид углерода и аммиак в зоне производства карбамида подвергают воздействию условий образования карбамида, при которых образуется поток синтеза карбамида, содержащий карбамид, воду и карбамат аммония, причем указанная зона производства карбамида содержит секцию синтеза карбамида, которая содержит реактор и отгонное устройство;

(ii) осуществляют обработку потока синтеза карбамида с образованием потока водного раствора карбамида и пара, содержащего аммиак, диоксид углерода и воду, причем указанная обработка включает отгонку в указанном отгонном устройстве для получения отогнанного раствора карбамида и обработку указанного отогнанного раствора карбамида в секции рециркуляции карбамата, содержащей секцию разделения жидкости/газа;

(iii) подают карбамид в зону производства меламина;

(iv) подвергают карбамид, подаваемый в зону производства меламина, воздействию условий, при которых образуется меламина, с получением меламина и отходящего газа производства меламина, содержащего диоксид углерода и аммиак;

(v) подают указанный отходящий газ в зону производства карбамида;

(vi) осуществляют конденсацию указанного пара со стадии (ii) с получением первого раствора карбамата и осуществляют конденсацию указанного отходящего газа производства меламина в присутствии указанного первого раствора карбамата, обеспечивая тем самым разбавленный конденсат отходящего газа производства меламина, причем конденсацию отходящего газа производства меламина осуществляют в косвенном теплообмене с указанным потоком водного раствора карбамида, концентрируя тем самым указанный поток водного раствора карбамида путем теплового испарения; и

(vii) рециркулируют указанный разбавленный конденсат отходящего газа производства меламина в секцию синтеза карбамида.

2. Способ по п. 1, в котором косвенный теплообмен осуществляют в кожухотрубном теплообменнике, причем указанные пар и отходящий газ производства меламина подают в межтрубное пространство теплообменника, а водный раствор карбамата - в его трубную часть.

3. Способ по п. 1 или 2, в котором указанный пар приводят к давлению, в достаточной степени равному давлению отходящего газа производства меламина, чтобы обеспечить объединение в газовой фазе.

4. Способ по любому из пп. 1-3, в котором секция синтеза карбамида дополнительно содержит конденсатор и скруббер, причем рабочее давление в секции синтеза карбамида составляет от 12 до 20 МПа.

5. Способ по любому из пп. 1-4, в котором разбавленный конденсат содержит от 20 до 35 мас.% воды.

6. Способ по любому из пп. 1-5, в котором указанную отгонку осуществляют с использованием про-

тивоточного потока отгоняющего газа, выбранного из аммиака и диоксида углерода.

7. Установка для совмещенного производства карбамида и меламина в соответствии со способом по п.1, содержащая зону производства карбамида и зону производства меламина; при этом зона производства карбамида содержит секцию синтеза карбамида и секцию рециркуляции карбамата, содержащую секцию разделения жидкости/газа, обеспечивающую поток (bd) водного раствора карбамида; причем указанная секция синтеза карбамида содержит реактор (HPREA) и отгонное устройство (HPSTR), при этом зона производства карбамида содержит концентратор (PREEVAP), причем указанный концентратор содержит испарительную камеру для потока (bd) водного раствора карбамида, подлежащего нагреву и испарению, причем указанная испарительная камера содержит выпуск газа для испаренной жидкости; зона производства меламина содержит секцию синтеза меламина и секцию отделения отходящего газа; причем указанная установка содержит линию транспортировки текучей среды из зоны производства карбамида в зону производства меламина, при этом указанная линия выполнена с возможностью подачи образующегося карбамида в секцию синтеза меламина, линию (VAPMEL) потока газа из секции отделения отходящего газа зоны производства меламина в секцию синтеза карбамида, при этом указанная линия потока газа сообщается с входом газа конденсатора для отходящего газа производства меламина и указанный конденсатор содержит выход (af) жидкости для раствора карбамата, и линию потока газа из секции разделения жидкости/газа, сообщающуюся по текучей среде с конденсатором для пара, содержащего аммиак, диоксид углерода и воду, причем указанный конденсатор содержит выход (ac) жидкости для раствора карбамата, причем указанный конденсатор для отходящего газа производства меламина и указанный конденсатор для указанного пара входят в состав системы конденсации, причем указанные выходы жидкости объединены в единую систему транспортирования текучей среды, причем указанная система конденсации выполнена с возможностью подвергания указанного отходящего газа производства меламина конденсации в косвенном теплообмене с указанным потоком (bd) водного раствора карбамида, содержащимся в указанной испарительной камере; причем одна или более линия выпуска жидкости системы конденсации сообщается по текучей среде с секцией синтеза карбамида.

8. Установка по п.7, в которой система конденсации содержит межтрубное пространство одного или более кожухотрубных теплообменников.

9. Установка по п.7 или 8, содержащая секцию мгновенного испарения с входом для жидкости, сообщаемым по текучей среде с выходом для жидкости секции синтеза карбамида, выходом для жидкости, сообщаемым по текучей среде с входом для жидкости секции рециркуляции карбамата, и линией потока газа в систему конденсации.

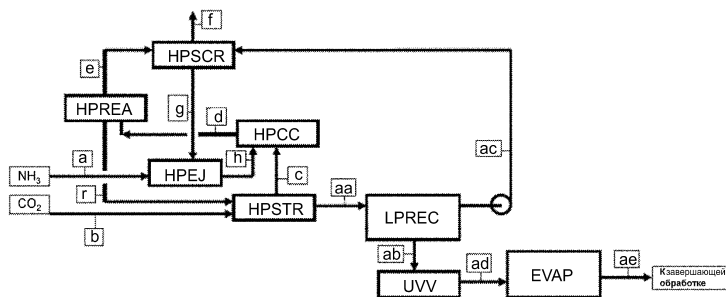
10. Способ переоборудования существующей установки по совмещенному производству карбамида и меламина в установку для совмещенного производства карбамида и меламина по п.7, причем указанная существующая установка содержит зону производства карбамида и зону производства меламина; при этом зона производства карбамида содержит секцию синтеза карбамида и секцию рециркуляции карбамата, содержащую секцию разделения жидкости/газа; зона производства меламина содержит секцию синтеза меламина и секцию отделения отходящего газа, при этом в способе осуществляют

добавление концентратора (PREEVAP) в зону производства карбамида, при этом указанный концентратор содержит испарительную камеру для потока водного раствора карбамида, подлежащего нагреву и испарению, причем указанная испарительная камера содержит выход газа для испаренной жидкости и находится в теплообменном сообщении с камерой косвенного теплообмена;

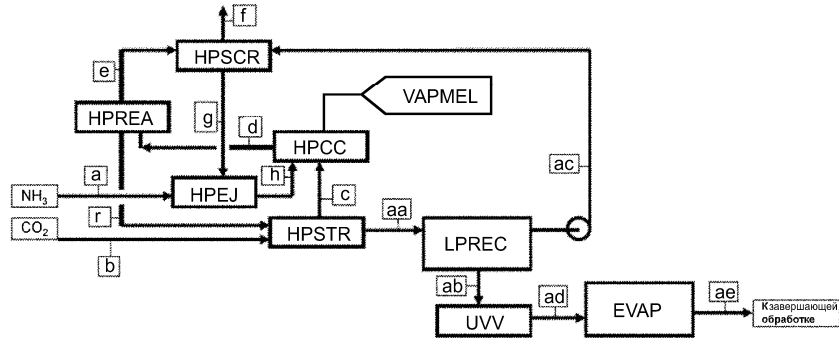
обеспечивают линию транспортировки для подачи потока (bd) водного раствора карбамида из секции разделения жидкости/газа установки по производству карбамида в указанную испарительную камеру;

обеспечивают линию потока газа из секции разделения жидкости/газа установки по производству карбамида в конденсатор для пара, содержащего аммиак, диоксид углерода и воду, который содержит выход (ac) жидкости, сообщающийся по текучей среде с камерой косвенного теплообмена; и

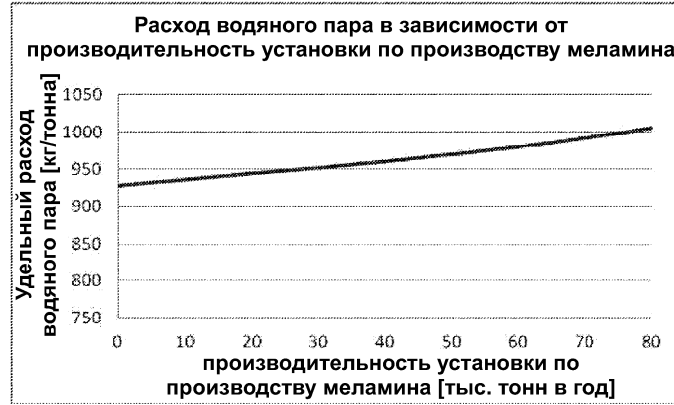
обеспечивают линию (VAPMEL) потока газа из секции отделения отходящего газа установки по производству меламина в камеру косвенного теплообмена.



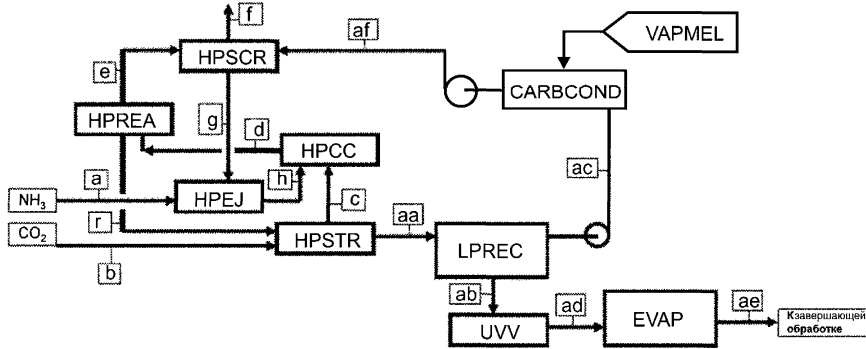
Фиг. 1



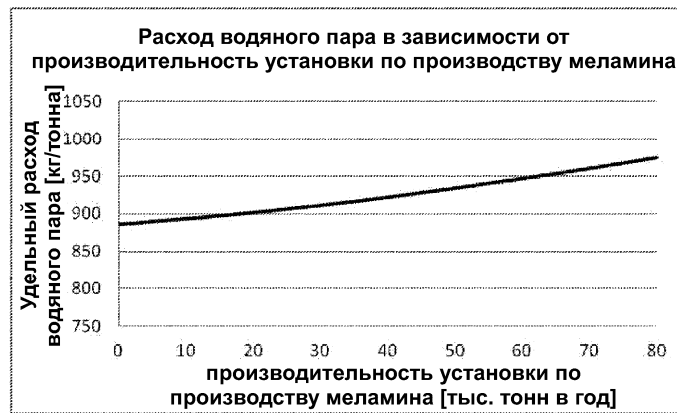
Фиг. 2



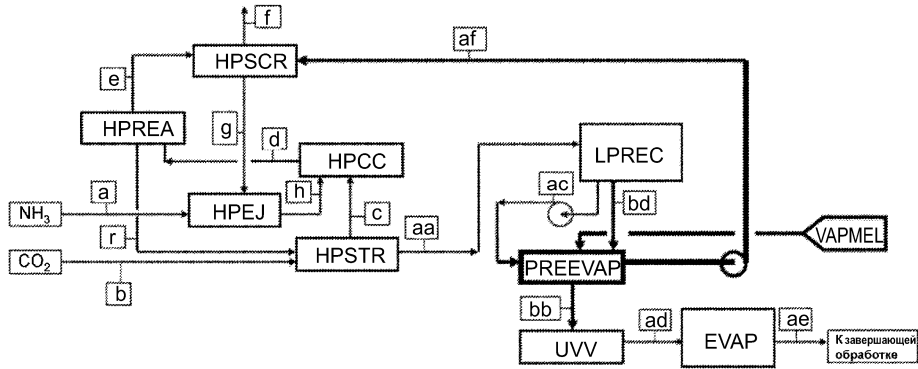
Фиг. 3



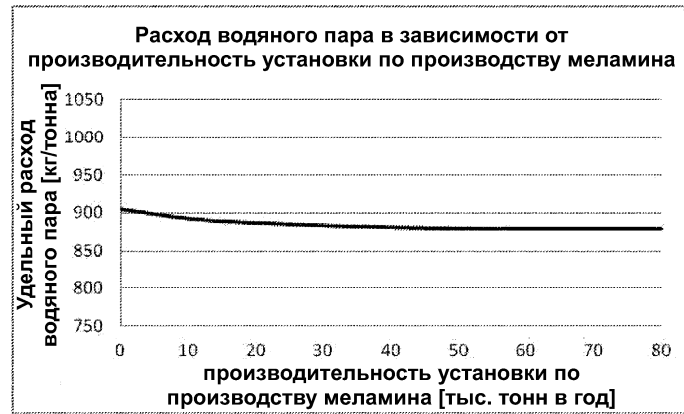
Фиг. 4



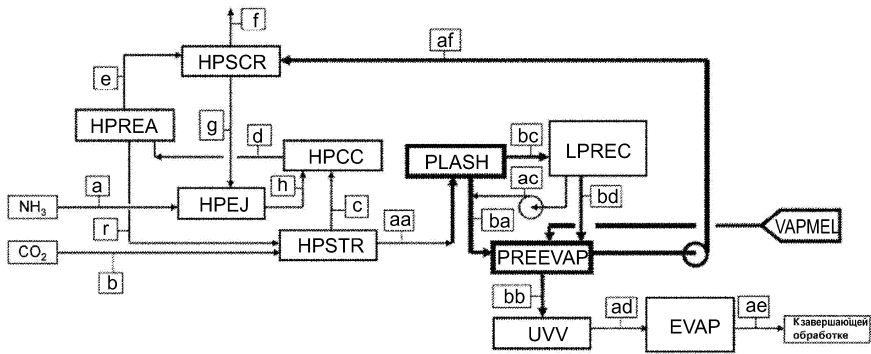
Фиг. 5



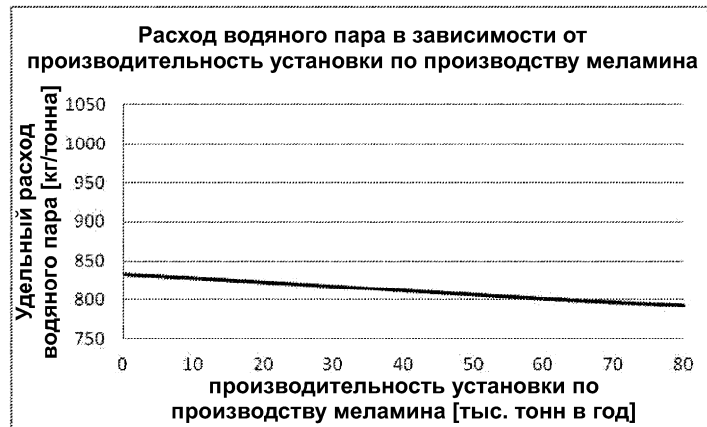
Фиг. 6



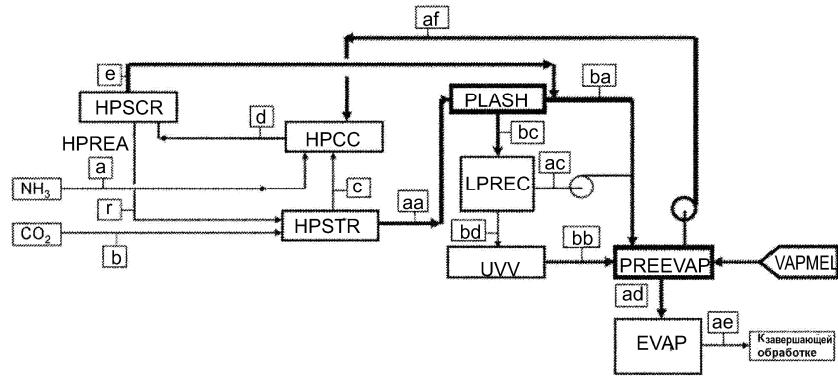
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11

