



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011126345/13, 06.11.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
06.11.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
28.11.2008 ЕР 08020708.7

(43) Дата публикации заявки: 10.01.2013 Бюл. № 1

(45) Опубликовано: 20.06.2013 Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: GB 2162163 A, 29.01.1986. US 6821311 B1,  
23.11.2004. UA 26359 C2, 30.08.1999.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 28.06.2011(86) Заявка РСТ:  
EP 2009/007953 (06.11.2009)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2010/060535 (03.06.2010)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

НИХЮС Пауль (DE),  
ФРАНЦРАЕ Харальд (DE),  
ПОТТХОФФ Маттиас (DE),  
МОНСТРЕЙ Роланд (BE)

(73) Патентообладатель(и):

УДЕ ФЕРТИЛАЙЗЕР ТЕКНОЛОДЖИ  
Б.В. (NL)

R U 2 4 8 5 0 7 7 C 2

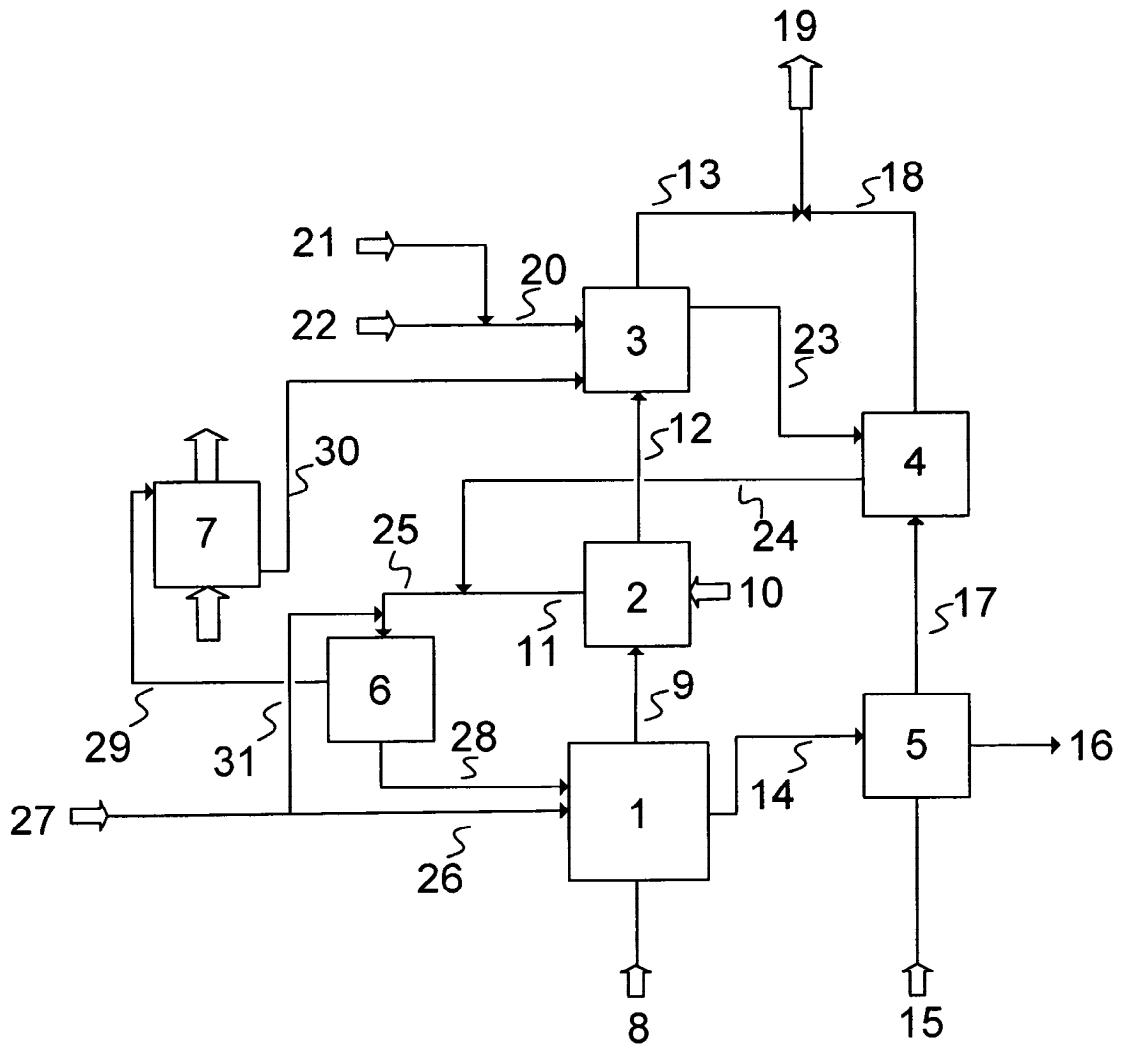
R U 2 4 8 5 0 7 7 C 2

**(54) СПОСОБ ГРАНУЛИРОВАНИЯ МОЧЕВИНЫ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ КИСЛОТНОГО  
СКРУББИНГА И ПОСЛЕДУЮЩЕГО ВВЕДЕНИЯ СОЛИ АММОНИЯ В ГРАНУЛЫ  
МОЧЕВИНЫ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу гранулирования мочевины и к устройству. Способ гранулирования мочевины с использованием системы скруббинга, которая включает несколько потоков отходов для удаления пыли и аммиака из отходящего газа установки для гранулирования мочевины, который включает гранулятор 1 мочевины, ступень 2 скруббера пыли гранулятора, ступень 3 кислотного скруббера гранулятора, охладители 5 продукта, ступень 4 скруббера

пыли охладителя продукта и испарительную установку 6, конденсаторную установку 7, причем система скруббинга сама по себе является полной закрытой системой. Изобретение позволяет создать способ, который объединяет и оптимизирует существующую технологию скруббинга отходящего газа, генерируемого в способе гранулирования мочевины, без получения потоков побочных продуктов или отходов. 2 н. и 23 з.п. ф-лы, 1 ил., 5 табл., 2 пр.



ФИГ.1

R U 2 4 8 5 0 7 7 C 2

R U 2 4 8 5 0 7 7 C 2

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2011126345/13, 06.11.2009

(24) Effective date for property rights:  
06.11.2009

Priority:

(30) Convention priority:  
28.11.2008 EP 08020708.7

(43) Application published: 10.01.2013 Bull. 1

(45) Date of publication: 20.06.2013 Bull. 17

(85) Commencement of national phase: 28.06.2011

(86) PCT application:  
EP 2009/007953 (06.11.2009)(87) PCT publication:  
WO 2010/060535 (03.06.2010)Mail address:  
129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

NIKhJuS Paul' (DE),  
FRANTsRAE Kharal'd (DE),  
POTTKhoff Mattias (DE),  
MONSTREJ Roland (BE)

(73) Proprietor(s):

UDE FERTILAJZER TEKNOLODZHI B.V. (NL)

RU 2485077 C2

## (54) METHOD OF GRANULATING UREA WITH ACIDIC SCRUBBING SYSTEM AND SUBSEQUENT INTEGRATION OF AMMONIA SALT INTO UREA GRANULES

(57) Abstract:

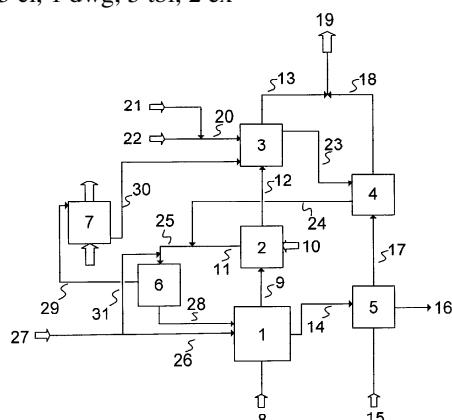
FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to a method of granulating urea and an apparatus. The method of granulating urea using a scrubbing system which includes several waste streams for removal of dust and ammonia from the exhaust gas of a urea granulation apparatus, which includes a urea granulator 1, a granulator dust scrubber stage 2, a granulator acidic scrubber stage 3, product coolers 5, a product cooler dust scrubber stage 4, an evaporation apparatus 6, and a condenser apparatus 7, wherein the scrubbing system is itself a completely closed system.

EFFECT: invention provides a method which combines and optimises the existing technology of scrubbing exhaust gas generated in a urea granulation

method without obtaining by-product or waste streams.

25 cl, 1 dwg, 5 tbl, 2 ex



ФИГ.1

5 Настоящее изобретение относится к способу гранулирования мочевины и к устройству, пригодному для работы такого способа. Настоящее изобретение объединяет способ уменьшения выбросов аммиака из установки для гранулирования мочевины, который в настоящее время выбрасывается обычным способом получения мочевины, посредством скруббинга отходящего газа и извлечения продукта скруббинга, и введение его в способ гранулирования, так что соли аммония полностью удерживаются в способе.

10 Обычный способ получения гранул из жидкой композиции описан в патенте США №5779945. Этот патент относится к обработке и сортировке генерируемых гранул с различными размерами. В нем сепараторное устройство газ/твёрдые продукты, такое как циклон или скруббер, используется для выделения твёрдого материала из потока отходящего газа устройства. Более глубокая дополнительная обработка потока отходящего газа не принимается во внимание.

15 20 25 В патенте США №4370198 отходящий газ из установки гранулирования направляется в циклон для отделения пыли, а затем во влажный скруббер непрерывного действия, оба они вносят вклад в скруббинг указанного потока отходящего газа. Используемая отделенная жидкость представляет собой часть раствора или суспензии, которая должна перерабатываться, и отделенная жидкость, покидающая влажный скруббер, вводится непосредственно обратно в установку для гранулирования. В качестве иллюстрации, описанный способ может использоваться для получения хлорида натрия, мочевины, сахарозы или оксида железа, соответственно. При этом отделенная жидкость представляет собой часть раствора или суспензии, которая должна перерабатываться и направляться непосредственно обратно в установку для гранулирования. Этот способ может использоваться только для скруббинга пыли, но непригоден для скруббинга аммиака.

30 Другой пример устройства и способа одновременной обработки газа с очисткой и удалением пыли влажного типа в горизонтальном скруббере с поперечным потоком описан в европейском патенте EP 0853971 A1. Это изобретение осуществляет удаление загрязнений и пыли в башне с насадкой.

35 В установке для получения мочевины использованный воздух, покидающий гранулятор мочевины, который снабжен псевдоожиженным слоем, содержит, в дополнение к пыли мочевины, также и аммиак. Это аммиачное загрязнение должно быть удалено перед тем, как поток отходящего газа удаляется в атмосферу.

40 45 Удаление аммиака из потока отходящего газа представляет собой хорошо известную технологию. Обычно поток отходящего газа обрабатывается с помощью кислотного разделительного раствора. Этот разделительный раствор может быть легко получен посредством добавления кислоты, такой как азотная кислота или серная кислота, в воду. Аммиак удаляется из потока газа посредством химического поглощения и преобразуется в соответствующую соль аммония. Использование азотной кислоты дает нитрат аммония (AN), а использование серной кислоты дает сульфат аммония (AS), соответственно. Эти растворы, содержащие соли аммония, могут использоваться для получения аммоний-сульфатного удобрения или NPK удобрения, технология для этого известна из литературы.

50 В установке для получения мочевины, соли аммония не образуются в способе и не могут легко перерабатываться на существующем оборудовании для получения мочевины. По этой причине обычное оборудование для получения мочевины имеет только следующие возможности для уменьшения выбросов газообразного аммиака из установки для гранулирования:

- высвобождение разбавленного раствора соли аммония в поток сточных вод,
- концентрирование разбавленного раствора соли аммония до концентрации, которая может использоваться другими установками, например NPK,
- 5 - получение удобрения UAS (мочевина/сульфат аммония) с высоким содержанием серы,
- получение раствора UAN (мочевина/нитрат аммония).

Все эти альтернативы требуют значительных инвестиций и изменений в условиях работы или предполагают изменения композиций и характеристик продукта. Все 10 указанные выше возможности приводят к получению новых продуктов, которые требуют дополнительного оборудования для транспортировки и манипуляций, а также энергетических устройств в количествах, требующих больших затрат. Как следствие, в настоящее время, оборудование для получения мочевины работает без 15 эффективного удаления аммиака, вызывая значительные проблемы с охраной окружающей среды. По этой причине, удаление аммиака из оборудования для получения мочевины представляет собой важную задачу, которая должна быть решена.

Альтернативное решение описывается в WO 03/099721. Настоящее изобретение 20 относится к способу удаления аммиака из потока газа, содержащего аммиак, посредством преобразования аммиака в потоке газа, содержащего аммиак, с помощью органической кислоты в соль аммония, при этом полученная соль аммония вступает при повышенной температуре в контакт с пероксидом. Соль аммония при 25 этом превращается в смесь, содержащую  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , в декомпозере и может легко перерабатываться в установке для синтеза мочевины. Пероксид является вспомогательным материалом обычного способа и может быть связан с другими 30 отрицательными сопутствующими обстоятельствами. Также, для превращения соли аммония в  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , в дополнение к обычной схеме установки, требуется отдельный декомпозер. Получаемый поток газа не может перерабатываться в 35 установке для гранулирования, но должен рециклироваться в установку для синтеза мочевины.

Уменьшение выбросов аммиака также описывается в M Potthoff, Nitrogen+Syngas, [online], July. August 2008, pages 39-41. На фиг.1 показана объединенная система 40 скруббера для пыли и кислотного скруббера. Аммиак поглощается в секции кислотного скруббинга и преобразуется в сульфат аммония. Раствор сульфата аммония добавляется в рециклируемый поток, поступающий обратно в испарительную секцию. В этой установке он смешивается с расплавом мочевины из 45 установки синтеза мочевины. Концентрированный поток жидкости от испарения переносится в гранулятор мочевины. Конденсат, поступающий из испарительной установки, используется в качестве восполнения для объединенной системы скруббинга пыли/аммиака. С помощью этой так называемой «технологии преобразования аммиака» содержание аммиака в отходящем газе может быть уменьшено до 30 мг/Нм<sup>3</sup>. Технология безкислотного скруббинга, как показано 50 в Brochure Urea, [online], 12-2007, pages 1-24, уменьшает содержание аммиака в отходящем газе только до значений около 160 мг/м<sup>3</sup> и далее упоминается в настоящем документе как технология, известная из литературы.

Технология преобразования аммиака, описанная в M Potthoff, Nitrogen+Syngas, [online], July. August 2008, pages 39-41, предполагает существование еще нескольких недостатков. Прежде всего, баланс воды в этой системе является критическим параметром. Если он нарушается, синтез мочевины будет загрязняться сульфатом

аммония, или, альтернативно, должны перерабатываться большие количества сточных вод. В дополнение к этому, смешивание кислотного раствора с концентрированным расплавом мочевины в испарительной установке оказывает отрицательное воздействие на гранулирование. Кроме того, эта технология предполагает генерирование больших количеств конденсата, загрязненного сульфатом аммония, который должен распределяться по различным скрубберам, включая технологию скруббинга пыли и кислотного скруббинга. Также, остающаяся концентрация амиака в отходящем газе, получаемая с помощью этой технологии, по-прежнему не является достаточной или удовлетворительной для современных установок гранулирования мочевины.

Задачей настоящего изобретения, по этой причине, является создание способа, который объединяет и оптимизирует существующую технологию скруббинга отходящего газа, генерируемого в способе гранулирования мочевины, без получения потоков побочных продуктов или отходов. Этот способ должен предотвращать возникновение проблем, связанных с обычными технологиями, как описано выше. В частности, должны исключаться загрязнения расплава мочевины из установки синтеза мочевины. Способ не должен использовать какого-либо дополнительного дорогостоящего оборудования. В дополнение к этому, способ не должен использовать материалов, таких как пероксид, в количествах, требующих больших затрат. При этом способ должен быть более благоприятным для окружающей среды, чем обычные способы гранулирования мочевины, известные из литературы, посредством нахождения применения для солей аммония, генерируемых обычным способом скруббинга амиака. Также, целью настоящего изобретения является создание устройства, пригодного для работы такого способа.

Это достигается с помощью способа гранулирования мочевины с системой скруббинга, содержащей несколько потоков отходов для удаления пыли и амиака из отходящего газа установки гранулирования мочевины, содержащей гранулятор 1 мочевины, ступень 2 скруббера пыли гранулятора, ступень 3 кислотного скруббера гранулятора, охладители 5 продукта, ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта, испарительную установку 6 и конденсаторную установку 7. При этом первый поток свежего воздуха 8, протекающий через первую последовательность стадий способа, направляется в гранулятор мочевины 1, при этом воздух 9, наполненный пылью и амиаком, извлекается из гранулятора 1 и переносится на ступень 2 скруббера пыли гранулятора, затем на ступень 3 кислотного скруббера гранулятора, на этой ступени воздух 12, наполненный амиаком, вступает в контакт с кислотой в жидкой фазе 22 и амиак отделяется от этого воздуха посредством генерирования соли аммония. Второй поток свежего воздуха 15, протекающий через вторую последовательность стадий способа, используется для охлаждения продукта, извлекаемого из гранулятора 1 мочевины, при этом указанное охлаждение осуществляется в охладителях 5 продукта, при этом указанный воздух нагревается и после этого переносится на ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта. Чистый отходящий газ 13, извлекаемый со ступени 3 кислотного скруббера гранулятора, и чистый отходящий газ 18, извлекаемый со ступени 4 скруббера пыли охладителя продукта, высвобождаются в атмосферу 19. При этом проходят через систему скруббинга, которая сама по себе является полной закрытой системой потоков отходов. В этом способе, поток 23 раствора соли аммония со ступени 3 кислотного скруббера гранулятора вводится на указанную ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта, при этом амиак потока 17 воздуха, наполненного пылью, покидающего

5 охладители 5 продукта, удаляется, и высвобождаемая жидкость 24 со ступени 4 скруббера пыли охладителя продукта и высвобождаемая жидкость 11 со ступени 2 скруббера пыли гранулятора направляются в испарительную установку 6. Поток 29 паров из испарительной установки 6, который содержит аммиак, поступает в конденсаторную установку 7, которая высвобождает жидкий технологический конденсат 30, и указанный жидкий технологический конденсат 30 поступает на ступень 3 кислотного скруббера гранулятора, и поток 28 концентрированный жидкости из испарительной установки 6, содержащей мочевину и соль аммония, и 10 расплав 26 мочевины из установки синтеза 27 по отдельности переносятся в гранулятор 1 мочевины. При этом соль аммония, содержащаяся в потоке 28 концентрированной жидкости, вводится в продукт гранулированной мочевины.

15 При этом система скруббинга сама по себе является полной закрытой системой, и по этой причине она полностью отделена от синтеза мочевины. При этом устраняются загрязнения расплава мочевины.

Концентрация соли в отделенной жидкости на ступени 4 скруббера пыли охладителя продукта, включенной во вторую последовательность стадий способа, составляет 35-60% масс.

20 Дополнительные возможности настоящего изобретения связаны с концентрацией расплава 26 мочевины и потока 28 концентрированной жидкости, содержащей мочевину и соль аммония, для гранулятора 1 мочевины, которая поддерживается в пределах от 95 до 99,8% масс. Предпочтительно, она поддерживается в пределах от 96 до 97,5% масс.

25 Другой вариант осуществления заключается в том, что кислоту 22 выбирают из группы, состоящей из серной кислоты, азотной кислоты, фосфорной кислоты, лимонной кислоты, молочной кислоты и щавелевой кислоты. Разумеется, могут использоваться и другие кислоты, если они являются нелетучими. Предпочтительно 30 используется серная кислота, поскольку она является легко доступной и, кроме того, она поставляет серу, которая, как считается, является очень востребованным питательным веществом.

Концентрация соли аммония в реакционной жидкости на ступени 3 кислотного скруббера гранулятора, включенной в первую последовательность стадий способа, 35 поддерживается <10% масс, а предпочтительно, она поддерживается в пределах от 6 до 8% масс. При этом pH потока жидкости на ступени 3 кислотного скруббера гранулятора, включенной в первую последовательность стадий способа, поддерживается в пределах от 2 до 6, а предпочтительно, поддерживается в пределах от 3,5 до 5,0, а наиболее предпочтительно, поддерживается в пределах от 4,0 до 4,5.

40 Концентрация мочевины в реакционной жидкости на ступени 2 скруббера пыли гранулятора, включенной в первую последовательность стадий способа, поддерживается в пределах от 35 до 60% масс. Является предпочтительным поддерживать концентрацию мочевины в жидкости на ступени 2 скруббера пыли 45 гранулятора, включенной в первую последовательность стадий способа, в пределах от 45 до 55% масс.

Кроме того, концентрация соли аммония на выходе испарительной установки 6 поддерживается при проценте массовом ниже 12% масс, а предпочтительно поддерживается в пределах от 9 до 11% масс.

50 Необязательно, смесь, вводимая в испарительную установку 6, смешивается с частью расплава 31 мочевины.

Кроме того, смесь очищенных отходящих газов, высвобождаемых в атмосферу 19,

показывает концентрацию  $\text{NH}_3$  в пределах от 10 до 25 мг/Нм<sup>3</sup>, а предпочтительно показывает концентрацию  $\text{NH}_3 < 15$  мг/Нм<sup>3</sup>.

Описанный способ гранулирования мочевины с системой скруббинга, включающей 5 несколько потоков отходов для удаления пыли и аммиака из отходящего газа гранулятора мочевины, должен работать в устройстве, содержащем гранулятор 1 мочевины, ступень 2 скруббера пыли гранулятора и ступень 3 кислотного скруббера гранулятора, образующие первую последовательность устройств. Также включаются 10 охладители 5 продукта и ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта, образующие вторую последовательность устройств, испарительная установка 6, конденсаторная установка 7, средства 8 для снабжения гранулятора мочевины свежим воздухом, 15 средства 9 для удаления воздуха, заполненного пылью и аммиаком, из гранулятора 1 мочевины и для переноса его на ступень 2 скруббера пыли гранулятора, средства 12 для удаления воздуха со ступени 2 скруббера пыли гранулятора на ступень 3 20 кислотного скруббера гранулятора, средства 15 для снабжения охладителей 5 продукта свежим воздухом, средства 17 для переноса использованного воздуха из охладителей 5 продукта на ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта, средства 18 для высвобождения очищенного воздуха со ступени 4 скруббера пыли 25 охладителя продукта и очищенного воздуха 13 со ступени 3 кислотного скруббера гранулятора, включенные в первую последовательность устройств, в атмосферу 19, средства для переноса технологической воды 21 и кислоты 22 на ступень 3 кислотного скруббера гранулятора, средства для переноса технологической воды 10 на ступень 2 скруббера пыли гранулятора, средства для переноса гранул мочевины 14 из 30 гранулятора 1 мочевины в охладители 5 продукта. При этом устройства системы скруббинга соединяются таким образом, что создается полная закрытая система потоков отходов, содержащая средства для переноса потока 23 жидкости со ступени 3 кислотного скруббера гранулятора на ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта 35 и средства для переноса потока 24 жидкости со ступени 4 скруббера пыли охладителя продукта и потока 11 жидкости со ступени 2 скруббера пыли гранулятора в испарительную установку 6, средства для переноса потока 29 паров из испарительной установки 6 в конденсаторную установку 7, средства для переноса технологического конденсата 30 из конденсаторной установки 7 на ступень 3 кислотного скруббера гранулятора и средства для переноса расплава 26 мочевины и потока 28 40 концентрированной жидкости, содержащей мочевину и соль аммония, отдельно друг от друга в гранулятор мочевины 1.

Другой вариант осуществления настоящего изобретения заключается в том, что 45 устройство содержит средства для смешивания потока 24 жидкости со ступени 4 скруббера пыли охладителя продукта, включенной во вторую последовательность устройств, с потоком 11 жидкости со ступени 2 скруббера пыли гранулятора, включенной в первую последовательность устройств, средства для введения расплава 31 мочевины в эту смесь и средства для введения этой смеси в испаритель 6.

Дополнительная возможность устройства заключается в том, что оно содержит средства для введения расплава мочевины в испарительную установку 6.

Далее, настояще изобретение описывается более подробно с помощью примера. Фиг.1 показывает блок-схему с гранулятором 1 мочевины с псевдоожиженным слоем, 50 ступенью 2 скруббера пыли гранулятора и ступенью 3 кислотного скруббера гранулятора, образующими первую последовательность устройств, охладителями 5 продукта и ступенью 4 скруббера пыли охладителя продукта, образующими вторую последовательность устройств, с испарительной установкой 6, конденсаторной

установкой 7 и главными технологическим потоками. Гранулятор мочевины может представлять собой барабанный гранулятор вместо гранулятора с псевдоожженным слоем или любой другой гранулятор, который использует свежий воздух.

Гранулятор 1 мочевины снабжается потоком 28 концентрированной жидкости, 5 содержащей мочевину и соль аммония, извлекаемым из испарителя 6, а также расплавом 26 мочевины, отдельно друг от друга. В грануляторе 1 гранулы мочевины формируются в псевдоожженном слое, который псевдоожжается и охлаждается потоком 8 свежего воздуха. Поток 9 воздуха, наполненного пылью и аммиаком, 10 извлекается. Он сначала разделяется на ступени 2 скруббера пыли гранулятора, включенной в первый поток устройств, где удаляется пыль мочевины. Поток 10 технологической воды добавляется на ступень 2 скруббера пыли гранулятора, и выходной поток 11 направляется в испарительную установку 6. При этом воздух 15 охлаждается с помощью испарения воды в скруббере. Почти не содержащий пыли, но наполненный аммиаком поток 12 воздуха разделяется на ступени 3 кислотного скруббера гранулятора, включенной в первую последовательность устройств, где аммиак удаляется, и очищенный поток 13 отходящего газа может удаляться.

Полученные гранулы 14 мочевины переносятся в охладители 5 продукта, где 20 поток 15 свежего воздуха охлаждает конечный продукт 16. Поток 17 воздуха, заполненного пылью, переносится на ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта, включенную во вторую последовательность устройств, где пыль мочевины отмывается, в то время как воздух охлаждается посредством испарения воды в скруббере. Поток 18 очищенного воздуха, покидающий ступень 4 скруббера пыли 25 охладителя продукта, смешивается с потоком 13 очищенного отходящего газа и высвобождается в атмосферу 19.

Разделительный раствор для ступени 3 кислотного скруббера гранулятора, включенной в первую последовательность устройств, состоит из технологической 30 воды 21 и потока 22 кислоты и технологического конденсата 30. На ступени 3 кислотного скруббера гранулятора раствор кислоты взаимодействует с аммиаком, с получением потока 23 раствора соли аммония, который переносится на ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта, включенную во вторую последовательность устройств, при этом аммиак из потока 17 воздуха, заполненного пылью, покидающего 35 охладители 5 продукта, включенные во вторую последовательность стадий способа, удаляется. Этот раствор удерживает пыль мочевины из потока 17 воздуха, наполненного пылью.

Полученный поток 24 жидкости со ступени скруббера пыли охладителя продукта, 40 включенной во вторую последовательность стадий способа, объединяется с выходным потоком 11 со ступени 2 скруббера пыли гранулятора, и полученная смесь 25 переносится в испарительную установку 6, где она концентрируется. Поток 28 концентрированной жидкости из испарительной установки 6 вводится в гранулятор 1 мочевины для включения генерируемой соли аммония в способ гранулирования. 45 Часть расплава мочевины 31 может добавляться в испарительную установку 6, для поддержания концентрации мочевины и концентрации сульфата аммония потока 28 концентрированной жидкости при правильном отношении, но предпочтительным является уменьшение потока 31 расплава мочевины до минимума. Поток 29 паров, извлекаемый из испарительной установки 6, переносится в конденсаторную 50 установку 7, где он охлаждается внешней охлаждающей водой. Технологический конденсат 30, генерируемый во время конденсации, направляется на ступень 3 кислотного скруббера гранулятора. Например, в качестве предпочтительного

варианта осуществления, используется скруббер горизонтального типа с поперечным потоком.

По этой причине, формируется замкнутый круг потоков отходов и все потоки отходов рециркулируют. В дополнение к этому, генерируемые соли аммония включаются в способ гранулирования мочевины. Также, уменьшается до минимума потребление внешней технологической воды. В целом, это сочетание отличается его совместимостью с окружающей средой.

В противоположность технологии преобразования аммиака, описанной в М

Potthoff, Nitrogen+Syngas, [online], July. August 2008, pages 39-41, технология по настоящему изобретению исключает загрязнение расплава мочевины, генерируемого в установке 27 синтеза мочевины, посредством построения замкнутой системы скруббинга. Это достигается посредством переноса потока 28 концентрированной жидкости из испарительной установки 6 и расплава 26 мочевины в отдельных средствах в гранулятор 1. Посредством потока 31, в испарительную установку 6 вводится только определенное и контролируемое количество расплава мочевины из установки 27 синтеза.

В примере 1 показана таблица, в которой представлены некоторые типичные

20 данные относительно аммиака при современном состоянии способов гранулирования мочевины: количество аммиака от 500 до 600 млн.д. масс в исходных материалах установки для гранулирования является более или менее неизбежным, поскольку оно является результатом равновесия, возникающего в предыдущей испарительной секции. Примерно 90 млн.д. аммиака добавляется при образовании биурета в линии растворов 25 мочевины, так что в целом в гранулятор поступают примерно 590-690 млн.д. аммиака. Примерно 50 млн.д. этого аммиака включаются в конечный продукт, при этом остальное покидает установку для гранулирования с потоком воздуха из установки для гранулирования через вытяжную трубу. Это дает для современного состояния 30 технологии конечную концентрацию приблизительно 130-160 мг/Нм<sup>3</sup>, как представлено в Brochure Urea, [online], 12-2007, pages 1-24. Конечная концентрация аммиака приблизительно 30 мг/Нм<sup>3</sup> обнаруживается в объединенной вытяжной трубе для так называемой технологии преобразования аммиака, как описано в M Potthoff, Nitrogen+Syngas, [online], July. August 2008, pages 39-41, в то время как технология по 35 настоящему изобретению, описанная в настоящей заявке, приводит к получению концентраций аммиака 10 мг/Нм<sup>3</sup>. По этой причине, при использовании этой технологии может быть получено значительное радикальное улучшение.

40		Уровень техники (Brochure Urea, 2007)	Технология преобразования аммиака (Potthoff, 2008)	Технология по настоящему изобретению
	Свободный аммиак из секции испарения	≈500-600 млн.д. масс		
	Аммиак от образования биурета	≈90 млн.д. масс		
45	Общее количество свободного аммиака на входе гранулятора	≈590-690 млн.д. масс		
	Свободный аммиак в конечном продукте	≈50 млн.д. масс		
	Высвобождаемый свободный аммиак (по отношению к раствору мочевины)	≈540-640 млн.д. масс		
50	Типичная концентрация аммиака в объединенной вытяжной трубе	≈130-160 мг/Нм <sup>3</sup> ; =0,6-0,7 кг/тонна продукта	≈30 мг/Нм <sup>3</sup> =0,14 кг/тонна продукта	≈10 мг/Нм <sup>3</sup> =0,05 кг/тонна продукта

Пример 2 показывает преимущественные экономические аспекты технологии

5 преобразования аммиака, образующей основу настоящего изобретения, по сравнению с так называемой технологией преобразования аммиака, как описано в M Potthoff, Nitrogen + Syngas, [online], July. August 2008, pages 39-41, и с современным уровнем технологии, как представлено в Brochure Urea, [online], 12-2007, pages 1-24.

10 В качестве вычисленных цен предсказываются примерно 300 долларов США/мт для аммиака, примерно 250 долларов США/мт для мочевины и примерно 20 долларов США/мт для серной кислоты.

10	Уровень техники (Brochure Urea, 2007)	Технология преобразования аммиака (Potthoff, 2008)	Технология по настоящему изобретению
15	Производительность установки	3500 мт/день	3500 мт/день
	Выбросы аммиака: (600 млн.д. NH <sub>3</sub> в растворе мочевины)	≈100 кг/час	20 кг/час
	Ежегодные потери аммиака	≈800 мт/год	160 мт/год
20	Эффективность извлечения аммиака		80%
			93%

25 Ежегодные потери аммиака 800 мт/год означают в целом потери 240000 долларов США в год при обычном современном уровне установки гранулирования для мочевины.

Уровень техники (Brochure Urea, 2007)			
Извлеченный аммиак		≈извлечения нет	
Произведенный сульфат аммония		≈0 мт/год	
Потребление серной кислоты		≈0 мт/год	0 долларов США/год

30 При использовании технологии преобразования аммиака можно извлекать примерно 640 мт/год, что соответствует сумме примерно 192000 долларов США. Приблизительно 2500 мт/год сульфата аммония производится установкой, имеющей такую же производительность, как используется для вычислений для современного уровня технологии. Дополнительное производство мочевины составляет примерно 2500 мт/год, что соответствует доходу примерно 625000 долларов США в год. С учетом стоимости потребления серной кислоты для такого способа, 1900 мт/год, что соответствует затратам примерно 38000 долларов США в год, общая 35 экономия составляет примерно 587000 долларов США в год.

Технология преобразования аммиака (Potthoff, 2008)		
Извлеченный аммиак	≈640 мт/год (стоимость 192000 долларов США)	
Произведенный сульфат аммония	≈2500 мт/год	
Потребление серной кислоты	≈1900 мт/год	-38000 долларов США /год
Замещение/дополнительное производство мочевины	≈2500 мт/год	+625000 долларов США /год
Ежегодная накопленная прибыль		+587000 долларов США /год

40 Используя настоящее изобретение можно извлечь примерно 740 мт/год аммиака, что соответствует сумме примерно 222000 долларов США. Приблизительно 2900 мт/год сульфата аммония производится установкой, имеющей такую же производительность, как используется для вычисления для современного уровня технологии. Дополнительное производство мочевины составляет примерно 2900 мт/год, что соответствует прибыли примерно 725000 долларов США в год. С учетом 50 стоимости потребления серной кислоты для такого способа, равной 2200 мт/год, что соответствует затратам примерно 44000 долларов США в год, остается общая экономия примерно 681000 долларов США в год.

Технология по настоящему изобретению		
Извлеченный аммиак	≈740 мт/год (стоимость 222000 долларов США)	
Произведенный сульфат аммония	≈2900 мт/год	
Потребление серной кислоты	≈2200 мт/год	-44000 долларов США/год
Замещение/дополнительное производство мочевины	≈2900 мт/год	+725000 долларов США/год
Ежегодная прибыль от экономии		+681000 долларов США/год

По этой причине технология по настоящему изобретению приводит к экономии  
примерно 94000 долларов США в год по сравнению с технологией преобразования  
амиака, как описано в M Potthoff, Nitrogen+Syngas, [online], July. August 2008, pages 39-  
41. Этот эффект вызывается увеличением количества извлеченного амиака, которое  
соответствует производству 400 мт/год дополнительной мочевины, по сравнению с  
технологией преобразования амиака.

15 Таким образом, получается раствор, который содержит низкую концентрацию соли аммония и высокую концентрацию мочевины. Нет значительного изменения свойств и качества продукта из-за добавления этих малых количеств солей аммония.

Содержание N продукта мочевины остается выше 46% N, так что продукт по-  
прежнему представляет собой типичное удобрение на основе мочевины.

Преимущества предложенного способа представляют собой:

- Значительно более низкие выбросы аммиака в окружающую среду.
  - Достижение выгод по затратам посредством уменьшения потерь аммиака, и при этом увеличивается производство удобрения.
  - Использование простого пути для переработки солей аммония в имеющихся установках для гранулирования мочевины.
  - Система замкнутого цикла без системы рециклирования в синтез или

высвобождения в сточные воды, при этом исключаются загрязнения сульфатом аммония.

- Использование проверенного и дешевого технического способа для удаления аммиака из потоков отходящего газа из установки для гранулирования мочевины с гранулированием в псевдоожженном слое.

<sup>35</sup> - Поскольку извлеченный аммиак включается в продукт, производство мочевины увеличивается, что приводит к значительной экономической выгоде.

- Производится типичный продукт мочевины с качеством соответствующим удобрению.

## Описание ссылочных номеров

- 40 1 гранулятор мочевины  
2 ступень скруббера пыли гранулятора  
3 ступень кислотного скруббера гранулятора  
4 ступень скруббера пыли охладителя продукта  
45 5 охладители продукта  
6 испарительная установка  
7 конденсаторная установка  
8 поток свежего воздуха  
9 воздух, наполненный пылью и аммиаком  
50 10 поток технологической воды  
11 поток жидкости  
12 поток воздуха, наполненный аммиаком  
13 очищенный поток отходящего газа

- 14 гранулы мочевины
- 15 поток свежего воздуха
- 16 конечный продукт
- 17 поток воздуха, наполненного пылью
- 5 18 поток чистого воздуха
- 19 атмосфера
- 20 кислотные исходные материалы
- 21 технологическая вода
- 10 22 поток кислоты
- 23 поток раствора соли аммония
- 24 поток жидкости
- 25 полученная смесь
- 26 расплав мочевины
- 15 27 расплав мочевины из установки синтеза
- 28 поток концентрированной жидкости
- 29 поток пара
- 30 технологический конденсат
- 20 31 часть расплава мочевины.

#### Формула изобретения

1. Способ гранулирования мочевины с использованием системы скруббинга, включающей несколько потоков отходов, для удаления пыли и аммиака из отходящего газа установки для гранулирования мочевины, которая включает:
  - гранулятор 1 мочевины,
  - ступень 2 скруббера пыли гранулятора,
  - ступень 3 кислотного скруббера гранулятора,
  - 30 охладители 5 продукта,
  - ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта и испарительную установку 6,
  - конденсаторную установку 7,
  - в соответствии с которым
  - 35 первый поток 8 свежего воздуха, протекающий через первую последовательность стадий способа, направляется в гранулятор 1 мочевины, в соответствии с которым воздух 9, наполненный пылью и аммиаком, извлекают из гранулятора 1 и переносят на ступень 2 скруббера пыли гранулятора, а затем на ступень 3 кислотного скруббера гранулятора, на этой ступени наполненный аммиаком воздух 12 вступает в контакт с кислотой в жидкой фазе 22, и аммиак отделяют от этого воздуха посредством генерирования соли аммония,
  - 40 второй поток свежего воздуха 15, протекающий через вторую последовательность стадий способа, используют для охлаждения продукта, извлекаемого из гранулятора 1 мочевины, при этом
  - 45 указанное охлаждение осуществляют в охладителях 5 продукта,
  - при этом указанный воздух нагревается, а после этого переносится на ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта,
  - 50 очищенный отходящий газ 13, извлекаемый со ступени 3 кислотного скруббера гранулятора, и очищенный отходящий газ 18, извлекаемый со ступени 4 скруббера пыли охладителя продукта, высвобождаются в атмосферу 19,
  - при этом осуществляют прохождение через систему скруббинга, которая сама по

себе является полной закрытой системой потоков отходов, при этом

поток 23 раствора соли аммония со ступени 3 кислотного скруббера гранулятора вводят на указанную ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта, при этом аммиак из потока 17 воздуха, наполненного пылью, покидающего охладители 5 продукта, удаляют, и

высвобождаемую жидкость 24 со ступени 4 скруббера пыли охладителя продукта и высвобождаемую жидкость 11 со ступени 2 скруббера пыли гранулятора, направляют в испарительную установку 6,

поток 29 паров из испарительной установки 6, который содержит аммиак, поступает в конденсаторную установку 7, которая высвобождает жидкий технологический конденсат 30, поступающий на ступень 3 кислотного скруббера гранулятора, и

поток 28 концентрированной жидкости из испарительной установки 6, содержащий мочевину и соль аммония, и расплав мочевины 26 из установки синтеза 27 переносят по отдельности в гранулятор 1 мочевины.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что концентрация расплава 26 мочевины и потока 28 концентрированной жидкости, содержащего мочевину и соль аммония, для гранулятора мочевины поддерживают в пределах от 95 до 99,8 мас.%, а предпочтительно поддерживают в пределах от 96 до 97,5 мас.%.

3. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что кислоту из потока 22 кислоты выбирают из группы, состоящей из серной кислоты, азотной кислоты, фосфорной кислоты, лимонной кислоты, молочной кислоты и щавелевой кислоты.

4. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что концентрацию соли аммония из реакционной жидкости на ступени 3 кислотного скруббера гранулятора, включенной в первую последовательность стадий способа, поддерживают <10 мас.%, а предпочтительно поддерживают в пределах от 6 до 8 мас.%.

5. Способ по п.3, отличающийся тем, что концентрацию соли аммония из реакционной жидкости на ступени 3 кислотного скруббера гранулятора, включенной в первую последовательность стадий способа, поддерживают <10 мас.%, а предпочтительно, поддерживают в пределах от 6 до 8 мас.%.

6. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что pH потока жидкости на ступени 3 кислотного скруббера гранулятора, включенной в первую последовательность стадий способа, поддерживают в пределах от 2 до 6, а предпочтительно поддерживают в пределах от 3,5 до 5,0, а наиболее предпочтительно поддерживают в пределах от 4,0 до 4,5.

7. Способ по п.3, отличающийся тем, что pH потока жидкости на ступени 3 кислотного скруббера гранулятора, включенной в первую последовательность стадий способа, поддерживают в пределах от 2 до 6, а предпочтительно поддерживают в пределах от 3,5 до 5,0, а наиболее предпочтительно поддерживают в пределах от 4,0 до 4,5.

8. Способ по п.5, отличающийся тем, что pH потока жидкости на ступени 3 кислотного скруббера гранулятора, включенной в первую последовательность стадий способа, поддерживают в пределах от 2 до 6, а предпочтительно поддерживают в пределах от 3,5 до 5,0, а наиболее предпочтительно поддерживают в пределах от 4,0 до 4,5.

9. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что концентрацию мочевины в жидкости на ступени 2 скруббера пыли гранулятора поддерживают в пределах от 35 до 60 мас.%.

10. Способ по п.3, отличающийся тем, что концентрацию мочевины в жидкости на ступени 2 скруббера пыли гранулятора поддерживают в пределах от 35 до 60 мас.%.

11. Способ по п.4, отличающийся тем, что концентрацию мочевины в жидкости на ступени 2 скруббера пыли гранулятора поддерживают в пределах от 35 до 60 мас.%.

5 12. Способ по п.9, отличающийся тем, что концентрацию мочевины жидкости на ступени 2 скруббера пыли гранулятора предпочтительно поддерживают в пределах от 45 до 55 мас.%.

10 13. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что концентрацию соли аммония на выходе испарительной установки 6 поддерживают ниже 12 мас.%, а предпочтительно поддерживают в пределах от 9 до 11 мас.%.

15 14. Способ по п.3, отличающийся тем, что концентрацию соли аммония на выходе испарительной установки 6 поддерживают ниже 12 мас.%, а предпочтительно поддерживают в пределах от 9 до 11 мас.%.

15 15. Способ по п.4, отличающийся тем, что концентрацию соли аммония на выходе испарительной установки 6 поддерживают ниже 12 мас.%, а предпочтительно поддерживают в пределах от 9 до 11 мас.%.

20 16. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что смесь, вводимую в испарительную установку 6, смешивают с частью 31 расплава мочевины.

17. Способ по п.3, отличающийся тем, что смесь, вводимую в испарительную установку 6, смешивают с частью 31 расплава мочевины.

25 18. Способ по п.4, отличающийся тем, что смесь, вводимую в испарительную установку 6, смешивают с частью 31 расплава мочевины.

19. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что смесь очищенных отходящих газов, высвобождаемых в атмосферу 19, имеет концентрацию  $\text{NH}_3$  в пределах от 10 до 25 мг/Нм<sup>3</sup>, а предпочтительно имеет концентрацию  $\text{NH}_3 < 15$  мг/Нм<sup>3</sup>.

30 20. Способ по п.3, отличающийся тем, что смесь очищенных отходящих газов, высвобождаемых в атмосферу 19, имеет концентрацию  $\text{NH}_3$  в пределах от 10 до 25 мг/Нм<sup>3</sup>, а предпочтительно имеет концентрацию  $\text{NH}_3 < 15$  мг/Нм<sup>3</sup>.

35 21. Способ по п.4, отличающийся тем, что смесь очищенных отходящих газов, высвобождаемых в атмосферу 19, имеет концентрацию  $\text{NH}_3$  в пределах от 10 до 25 мг/Нм<sup>3</sup>, а предпочтительно имеет концентрацию  $\text{NH}_3 < 15$  мг/Нм<sup>3</sup>.

22. Способ по п.6, отличающийся тем, что смесь очищенных отходящих газов, высвобождаемых в атмосферу 19, имеет концентрацию  $\text{NH}_3$  в пределах от 10 до 25 мг/Нм<sup>3</sup>, а предпочтительно имеет концентрацию  $\text{NH}_3 < 15$  мг/Нм<sup>3</sup>.

40 23. Устройство для гранулирования мочевины с системой скруббинга, содержащей несколько потоков отходов, для удаления пыли и аммиака из отходящего газа из гранулятора мочевины, пригодное для работы способа по п.1, включающее гранулятор 1 мочевины,

ступень 2 скруббера пыли гранулятора и

45 ступень 3 кислотного скруббера гранулятора, образующие первую последовательность устройств, и

охладители 5 продукта и

ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта, образующие вторую последовательность устройств,

50 испарительную установку 6,

конденсаторную установку 7 и

средства для обеспечения гранулятора мочевины свежим воздухом 8,

средства для удаления воздуха 9, наполненного пылью и аммиаком, из гранулятора 1 мочевины и для переноса на ступень 2 скруббера пыли гранулятора,

средства для удаления воздуха 12 со ступени 2 скруббера пыли гранулятора на ступень 3 кислотного скруббера гранулятора,

<sup>5</sup> средства для обеспечения охладителей 5 продукта свежим воздухом 15,

средства для переноса использованного воздуха 17 из охладителей 5 продукта на ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта,

средства для высвобождения очищенного воздуха 18 со ступени 4 скруббера пыли

<sup>10</sup> охладителя продукта и очищенного воздуха 13 со ступени 3 кислотного скруббера гранулятора, включенных в первую последовательность устройств, в атмосферу 19,

средства для переноса технологической воды 21 и кислоты 22 на ступень 3 кислотного скруббера гранулятора,

<sup>15</sup> средства для переноса технологической воды 10 на ступень 2 скруббера пыли гранулятора,

средства для переноса гранул 14 мочевины из гранулятора 1 мочевины в охладители 5 продукта,

<sup>20</sup> при этом устройства системы скруббинга соединяются таким путем, что образуется полная закрытая система потоков отходов, включающая

средства для переноса потока 23 жидкости со ступени 3 кислотного скруббера гранулятора на ступень 4 скруббера пыли охладителя продукта и

<sup>25</sup> средства для переноса потока 24 жидкости со ступени 4 скруббера пыли охладителя продукта и потока 11 жидкости со ступени 2 скруббера пыли гранулятора в испарительную установку 6,

средства для переноса потока 29 паров из испарительной установки 6 в конденсаторную установку 7,

<sup>30</sup> средства для переноса технологического конденсата 30 из конденсаторной установки 7 на ступень 3 кислотного скруббера гранулятора и

средства для переноса расплава 26 мочевины и средства для переноса потока 28 концентрированной жидкости, содержащей мочевину и соль аммония, в гранулятор 1 мочевины отдельно друг от друга.

24. Устройство по п.23, содержащее

<sup>35</sup> средства для смешивания потока 24 жидкости со ступени 4 скруббера пыли охладителя продукта с потоком 11 жидкости со ступени 2 скруббера пыли гранулятора и

средства введения расплава 31 мочевины в эту смесь и

<sup>40</sup> средства для введения этой смеси в испарительную установку 6.

25. Устройство по любому из пп.23 или 24, содержащее средства для введения расплава мочевины в испарительную установку 6.