

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **038681**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2021.10.04**

(21) Номер заявки  
**202092531**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.04.12**

(51) Int. Cl. **C05C 9/00** (2006.01)  
**B01J 2/00** (2006.01)  
**B01D 47/00** (2006.01)

---

(54) **УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОЧЕВИНЫ И СИСТЕМА ОЧИСТКИ ГАЗА**

---

(31) **18168762.5**

(32) **2018.04.23**

(33) **EP**

(43) **2021.02.28**

(86) **PCT/EP2019/059485**

(87) **WO 2019/206684 2019.10.31**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ТИССЕНКРУПП ФЕРТИЛАЙЗЕР  
ТЕКНОЛОДЖИ ГМБХ;  
ТИССЕНКРУПП АГ (DE)**

(72) Изобретатель:  
**Францрае Гаральд, Эрбен Аксель, Кох  
Зимон (DE)**

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

(56) **WO-A1-2015072854  
US-A1-2017320816  
WO-A1-2015002535**

(57) Изобретение относится к установке для получения мочевины, содержащей по меньшей мере: а) секцию синтеза и извлечения (1); b) первую секцию испарения (2), соединенную с секцией синтеза и извлечения (1) и первой секцией конденсации (6); с) секцию гранулирования (3), соединенную с первой секцией испарения (2); d) секцию очистки (4), соединенную с секцией гранулирования (3); e) вторую секцию испарения (5), соединенную с секцией очистки (4), и при этом вторая секция испарения (5) соединена с секцией гранулирования (3); f) вторую секцию конденсации (7), соединенную со второй секцией испарения (5); g) секцию охлаждения (8), содержащую впускное отверстие для жидкости для распределения охлаждающей жидкости, расположенную между секцией гранулирования (3) и секцией очистки (4) и соединенную с ними, и при этом секция охлаждения (8) соединена с секцией подачи охлаждающей жидкости (10) и второй секцией конденсации (7).

**038681**  
**B1**

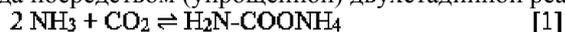
**038681**  
**B1**

Изобретение относится к установке для получения мочевины с новой установкой очистки газа и охлаждения, к применению установки для получения мочевины по изобретению для производства гранул удобрения на основе мочевины и к способу изготовления гранул мочевины.

Вследствие непрерывного увеличения мирового населения существует постоянная потребность в надежных, простых с точки зрения производства и дешевых удобрениях. Эти стандартные удобрения могут содержать азот, фосфат, серу, калий или питательные микроэлементы.

Обычное, широко используемое удобрение содержит мочевины в качестве основного компонента. Водорастворимая мочевина быстро разлагается в почве с образованием аммониевых и нитратных соединений. В зависимости от предназначения, удобрение может содержать только мочевины или комбинацию мочевины с одним или несколькими из вышеупомянутых компонентов, например, фосфатом, серой, калием или питательными микроэлементами.

Мочевину можно производить в крупных промышленных масштабах с помощью реакции между аммиаком с диоксидом углерода посредством (упрощенной) двухстадийной реакции



Поглощение воды, основанное на гигроскопической природе мочевины, легко приводит к неконтролируемой агрегации, ухудшению качества и спеканию мелких, необработанных частиц мочевины. Этот процесс может отрицательно влиять на растворимость, объемное хранение, долговечность или химическую стабильность удобрения на основе мочевины. Кроме того, неконтролируемое увеличение веса за счет поглощения воды увеличивает транспортировочный вес и затраты. Следовательно, необходимы дополнительные стадии после процесса синтеза, чтобы получить удобрение на основе мочевины, которое можно транспортировать и хранить. Общие технологические способы включают разнообразные методы гранулирования, такие как приллирование, гранулирование в барабанном грануляторе или гранулирование в кипящем слое. Особенно процессы приллирования страдают некоторыми важными недостатками, такими как относительно мягкие и иногда деформированные неоднородные частицы.

Этих проблем можно избежать, используя способ гранулирования в кипящем слое, который приводит к образованию более твердых, более стабильных и однородных гранул.

Полученная гранулированная мочевина особенно подходит для операций по смешиванию в больших объемах. Кроме того, уменьшается сегрегация или механическое повреждение во время смешивания и транспортировки удобрения на основе мочевины.

Примеры способа гранулирования мочевины в кипящем слое можно найти в WO 2010/060535 A1, например, в параграфах [0025]-[0035], на фиг. 1, или в патентах US 4701353 A, DE 3116778 A1 и US 4219589 A.

Удобрения на основе мочевины могут быть комбинированы с сульфатом аммония или элементарной серой, тем самым обеспечивая оба питательных вещества для растений в одном удобрении. Сульфат аммония может непосредственно потребляться растениями, тогда как элементарная сера должна разлагаться почвенными микроорганизмами, обеспечивая тем самым долгосрочное снабжение растений питательными веществами. Примеры гранул мочевины/серы можно найти, например, в US 4330319 A.

Способ гранулирования в кипящем слое основан на наличии зародышей гранулообразования, которые растут за счет нарастания очень мелких капелек жидкости, обеспечивающей их рост. Эти мелкие капельки могут обеспечиваться с помощью "атомизированного" жидкого плава мочевины. Термин "атомизированный" при его использовании в описании, относится к способу смешивания жидкого плава мочевины (или других подходящих плавов удобрений) с находящейся под избыточным давлением средой, такой как воздух. Этот способ смешивания создает газожидкостную эмульсию, дисперсию или аэрозоль из мелких капелек. Термин "атомизированный" не следует путать с процессом разъединения молекулярных связей на атомарном уровне. В рамках изобретения термин "плав" включает плавы солей и концентрированный раствор соли и их смеси, предпочтительно растворы, содержащие более 50 мас.% соли. Получаемые капельки могут иметь распределение величины среднего размера от 1 до 200 мкм. Эти мелкие капельки расплава оседают на поверхности зародышей гранулообразования, тем самым создавая "растущие" частицы гранулята. Эти свежееобразованные гранулы, полученные "in-situ" ("на месте"), обычно могут иметь температуру около 100°C и находятся в относительно мягком состоянии. Далее частицы остывают в кипящем слое гранулятора и/или в отдельных охлаждающих отделениях.

Из-за высокой теплоты кристаллизации, выделяющейся в ходе процесса гранулирования, требуется большое количество охлаждающего воздуха для поддержания предпочтительного диапазона температур во время гранулирования и последующих процессов охлаждения. Это неизбежно приводит к выделению значительного количества пыли в охлаждающий воздух. По экологическим соображениям, образующаяся пыль не может попадать в окружающую атмосферу. В то же время, удаление пыли мочевины является сложным и проблематичным. Из-за общей природы процесса гранулирования пыль мочевины необходимо удалять из очень большого количества воздуха. Кроме того, размер частиц может потребовать различных методов удаления. Установленные и хорошо известные процедуры включают процессы мокрой очистки. Примеры подходящих скрубберов можно найти в WO 2005/032696 A1 (например, фиг. 1 и соот-

ветствующее описание) или WO 2010/60535 A1. Дополнительные примеры удаления очень мелких частиц описаны в WO 2014/094987 A1. Дополнительным загрязнителем воздуха является аммиак, который также обязательно выделяется в процессе гранулирования мочевины. Надежные процессы удаления аммиака включают кислотную очистку, например, путем приведения в контакт насыщенного аммиаком воздушного потока в кислотном скруббере с серной или азотной кислотой.

Существует постоянная потребность в дальнейших улучшениях в отношении содержания выделяемой пыли и аммиака в воздухе для гранулирования, чтобы следовать нормативам по контролю выбросов. Кроме того, в будущем следует ожидать еще более строгих экологических норм.

Помимо экологических проблем рециркуляция пыли мочевины обратно в процесс гранулирования дает дополнительные экономические и финансовые преимущества.

Однако каждая дополнительная стадия процесса неизбежно увеличивает потребление энергии и коммунальных услуг (например, воды, пара и тепла), тем самым увеличивая общие производственные затраты.

В WO 2015/072854 A1 раскрыт способ удаления растворимых твердых частиц, например пыли мочевины, из газового потока. Способ включает подвергание отходящего газа по меньшей мере двум стадиям охлаждения водной охлаждающей жидкостью.

В WO 2013/165245 A1 раскрыта установка для производства мочевины. Установка содержит стандартные секции для синтеза и извлечения, для испарения и конденсации, для конечной обработки мочевины и для очистки пыли. В соответствии с изобретением дополнительный контур испарения и конденсации выходит и входит в секцию очистки пыли.

В NL 2009295 C раскрыт способ производства гранул, например мочевины или нитрата аммония. Раскрытый способ включает установку трех скрубберов для уменьшения содержания субмикронной пыли.

В WO 2016/099267 A1 раскрыт способ удаления пыли мочевины из отходящего газа секции конечной обработки в установке для получения мочевины. Способ включает подвергание отходящего газа охлаждению водой для того, чтобы получить охлажденный отходящий газ. Охлажденный отходящий газ подвергают увлажнению путем смешивания указанного охлажденного газового потока с увлажняющей жидкостью, выбранной из (а) насыщенного пара и (b) перегретого пара, смешанного со вторым водным потоком, тем самым получая увлажненный газовый поток, подвергая указанный увлажненный газовый поток разделению частиц.

В US 2016/0184758 A1 раскрыт способ удаления пыли мочевины из отходящего газа секции конечной обработки в установке для получения мочевины, при этом указанный способ включает подвергание отходящего газа охлаждению водой с получением охлажденного отходящего газа, и подвергание охлажденного отходящего газа очистке с использованием по меньшей мере одного скруббера Вентури.

Таким образом, целью настоящего изобретения является создание установки для получения мочевины с процессом удаления пыли, обладающим повышенной эффективностью в отношении удаления пыли и одновременно снижением потребления технологической среды.

Цель настоящего изобретения достигается с помощью установки для получения мочевины в соответствии с п.1 формулы изобретения. Предпочтительные варианты осуществления изобретения являются предметом соответствующих зависимых пунктов формулы изобретения.

В следующем аспекте еще одной целью настоящего изобретения является обеспечение применения установки для получения мочевины для производства гранул удобрения. Термин "гранулы удобрений" включает частицы, агломераты и/или гранулы, содержащие мочевины и дополнительные необязательные компоненты.

Цель настоящего изобретения также достигается с помощью способа изготовления гранул мочевины в соответствии с п.9 формулы изобретения. Предпочтительные варианты осуществления изобретения являются предметом соответствующих зависимых пунктов формулы изобретения.

Установка для получения мочевины в соответствии с изобретением содержит, по меньшей мере, секцию синтеза и извлечения. В этой секции синтеза и извлечения аммиак и мочевина вступают в реакцию с образованием мочевины. Основные и упрощенные схематические реакции показаны в уравнениях [1] и [2]. Вышеупомянутая реакция приводит к получению водного раствора мочевины после нескольких стадий синтеза и извлечения. Основные стадии синтеза и извлечения хорошо известны в данной области, например, описаны в "Энциклопедии промышленной химии Ульмана "Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2010, Urea, chapter 4 [DOI: 10.1002/14356007.a27\_333.pub2]". Полученный раствор мочевины обычно содержит около 50-80 мас.% мочевины. Последующая стадия концентрирования необходима для получения раствора мочевины с содержанием воды обычно ниже 5 мас.%. Предпочтительно термин "раствор мочевины" включает раствор, содержащий 50 мас.% мочевины или более. В контексте настоящего изобретения термин "раствор мочевины" включает эмульсии и/или дисперсии, и/или их смеси, содержащие по меньшей мере 50 мас.% мочевины.

Первая секция испарения соединена с секцией синтеза и извлечения и первой секцией конденсации. Термин "соединенный" в изобретении в целом относится к средствам соединения, которые являются способными/подходящими для транспортировки или переноса технологических жидкостей, твердых ве-

ществ или газов (или их смесей), например, через трубы, каналы, насосы, шланги и, кроме того, включает емкости, резервуары и/или насосы. Это определение включает средства соединения, подходящие для газообразных и жидких сред, находящихся под низким давлением (менее 1 бар), и газообразных и жидких сред, находящихся под высоким давлением (более 1 бар, предпочтительно более 10 бар). Первая секция испарения приводит к получению концентрированного раствора мочевины, содержащего предпочтительно 95-98 мас.% мочевины, и потока водяного пара. В контексте настоящего изобретения термин "соединенный" включает направления течения выше по потоку и/или ниже по потоку. Предпочтительно первая секция испарения переносит воду, содержащую пар, из первой секции испарения в (главным образом жидкость), более предпочтительно технологическую жидкость повторного использования.

Концентрированный раствор мочевины может быть перенесен в секцию гранулирования, соединенную с первой секцией испарения. Секция гранулирования включает секции гранулирования в кипящем слое, приллирования, гранулирования в барабанном грануляторе или другие секции гранулирования, предпочтительно секцию гранулирования в кипящем слое. Предпочтительно система гранулятора кипящего слоя содержит, по меньшей мере, гранулятор кипящего слоя, содержащий пространство гранулирования в грануляторе кипящего слоя. Гранулятор кипящего слоя, кроме того, содержит перфорированную пластину, расположенную внутри пространства гранулирования, и распылительные форсунки, расположенные внутри, на поверхности или вблизи перфорированной пластины. Отверстие для выпуска псевдоожижающего воздуха, предпочтительно расположенное ниже перфорированной пластины, обеспечивает необходимый псевдоожижающий воздух для кипящего слоя гранул удобрения. Термин "псевдоожижающий воздух" включает воздух или инертные газы, такие как CO<sub>2</sub>, азот, аргон или их смеси. Распылительные форсунки соединены с питающими линиями для воздуха атомизации и питающими линиями для концентрированного раствора мочевины.

Кроме того, гранулятор кипящего слоя содержит отверстие для выпуска зародышей гранулообразования. Термин "отверстие для выпуска зародышей гранулообразования" подразумевает внутренние и внешние устройства, линии и отверстия для ввода зародышей гранулообразования. Термин "внутренний" относится к получению зародышей гранулообразования внутри гранулятора. Термин "внешний" относится к обеспечению снабжения или к получению зародышей гранулообразования снаружи гранулятора, например, с помощью сит или дробилок вне гранулятора кипящего слоя. Кроме того, гранулятор кипящего слоя содержит выпускное отверстие гранулятора и отверстие для выхода воздуха.

Секция очистки соединена с секцией гранулирования и второй секцией испарения. Охлаждающий воздух и отходящие газы из секции гранулирования переносятся в секцию очистки. Предпочтительно пыль, например пыль мочевины, и/или химические пары, такие как аммиак, которые генерируются или выделяются в ходе процесса гранулирования, удаляются (по меньшей мере, частично) в скрубберной установке. Из-за выделения тепла в процессе гранулирования требуется большое количество охлаждающего воздуха, чтобы поддерживать предпочтительный температурный интервал во время гранулирования и последующих процессов охлаждения. Это неизбежно приводит к выделению значительного количества пыли и аммиака в охлаждающий воздух. Предпочтительно скрубберная установка содержит по меньшей мере пылеудаляющий скруббер и скруббер для удаления аммиака, более предпочтительно дополнительный охлаждающий скруббер для отходящих газов охладителя кипящего слоя. Примеры подходящих скрубберов можно найти в WO 2005/032696 A1 (фиг. 1) или WO 2010/60535 A1. Приведенная в качестве примера скрубберная установка включает (в направлении потока отходящего газа из гранулятора): пылеудаляющий скруббер, кислотный скруббер и необязательно скруббер для удаления мелких частиц (аэрозолей), например, как раскрыто в WO 2014/094987 A1. Подходящие смачивающие жидкости в скруббере включают разбавленный раствор мочевины (например, 5-60 мас.%) в качестве смачивающей жидкости для пылеудаляющего скруббера. Растворы серной кислоты, азотной кислоты и фосфорной кислоты являются подходящими промывочными жидкостями для кислотного скруббера. Аммиак, например, удаляют в соответствии с приведенными в качестве примера уравнениями [3] или [4]:



Вторая секция испарения, расположенная ниже по потоку секции очистки, соединена с секцией гранулирования, что позволяет повторно вводить концентрированный раствор, содержащий мочевины, в секцию гранулирования. Термин "ниже по потоку" обычно относится к направлению течения соответствующих жидкостей, паров или газов. Секция очистки, предпочтительно секция очистки пыли, производит водный раствор мочевины, содержащий около 30-60 мас.% мочевины. Этот водный раствор мочевины может быть перенесен во вторую секцию испарения, отличную от упомянутой ранее первой секции испарения. Как упоминалось ранее, полученный концентрированный раствор мочевины (предпочтительно более 95 мас.% мочевины) из второй секции испарения переносится в зону гранулирования. Эта установка с двумя секциями (первая и вторая секция испарения) позволяет избежать обогащения или загрязнения первой секции испарения. Кроме того, путем использования кислотного скруббера в секции очистки вторая секция испарения позволяет осуществлять заданное введение сульфата аммония [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] или нитрата аммония [NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>] из секции очистки через вторую секцию испарения в секцию гранулиро-

вания и получать конечный гранулированный продукт.

Вторая секция конденсации соединена со второй секцией испарения. Образующаяся паровая фаза второй секции испарения переносится во вторую секцию конденсации, отличную от первой секции конденсации. Паровая фаза (по меньшей мере, частично) переносится в предпочтительно главным образом жидкую фазу.

Секция охлаждения, содержащая отверстие для впуска жидкости для распределения или выпуска охлаждающей жидкости, расположена (секция охлаждения) между секцией гранулирования и секцией очистки, и соединена с ними (обеими). Термин "отверстие для впуска жидкости" относится к подходящим устройствам для ввода жидкостей в соединение, например трубы или каналы, между секцией гранулирования и секцией очистки. Эти устройства включают форсунки и аналогичные устройства. Вышеупомянутые отверстия/устройства для впуска жидкости обеспечивают введение жидкой фазы в газовый поток между секцией гранулирования и секцией очистки. Предпочтительно отверстие для впуска жидкости обеспечивает введение жидкой фазы в виде тонко диспергированных мелких капелек. Образование мелких капелек может быть достигнуто путем распыления жидкой фазы в вышеупомянутый газовый поток. Мелкие капельки жидкости действуют в качестве охлаждающей жидкости, кондиционируя газовый поток, понижая температуру (предпочтительно ниже 50°C), например, путем фазового перехода из жидкого в газообразное состояние, и предпочтительно повышая относительную влажность приблизительно до 100%. Подробное описание процесса охлаждения можно найти, например, в WO 2015/072854 A1, страницы 12-14. Секция охлаждения соединена с секцией подачи охлаждающей жидкости и второй секцией конденсации. Таким образом, конденсат, полученный во второй секции конденсации, может быть использован повторно для охлаждения отходящего газа гранулятора. Кроме того, секция охлаждения соединена с секцией подачи охлаждающей жидкости. Секция подачи охлаждающей жидкости содержит различные источники водной жидкости и соответствующие соединения для технологической воды, технологических водных жидкостей или свежей воды. Предпочтительно секция подачи охлаждающей жидкости действует в качестве источника необходимых дополнительных количеств охлаждающей жидкости. Предпочтительно секция подачи охлаждающей жидкости может быть частью соединения (устройств) между секцией гранулирования и секцией очистки или может быть сформирована в виде отдельной секции между упомянутыми выше секциями.

Предпочтительно отверстие для впуска жидкости содержит распылительные форсунки или аналогичные устройства.

В дополнительном предпочтительном варианте осуществления секция очистки содержит пылеудаляющий скруббер, кислотный скруббер и/или скруббер-холодильник. Предпочтительно в пылеудаляющем скруббере в качестве промывочного раствора используется водный раствор мочевины. Подходящие растворы для кислотного скруббера включают серную кислоту, азотную кислоту и/или фосфорную кислоту. Предпочтительно, в случае наличия дополнительного охладителя для гранулирования, этот охладитель для гранулирования соединен с отдельным скруббером-холодильником. Предпочтительно в этом охладителе для гранулирования используются как пылеудаляющий скруббер, так и кислотный скруббер.

Предпочтительно пылеудаляющий скруббер соединен с секцией подачи жидкости для очистки пыли. Как описано выше, термин "соединен" обычно относится к средствам соединения, которые способны/подходят для транспортировки или переноса технологических жидкостей или газов, например, по трубам, воздуховодам, насосам, шлангам. Термин "секция подачи жидкости для очистки пыли" включает емкости, резервуары и/или насосы, подходящие для транспортировки и хранения жидкостей, предпочтительно подходящих жидкостей для очистки пыли, например, воды, разбавленных водных растворов мочевины, разбавленных или жидких кислот.

Более предпочтительно секция подачи охлаждающей жидкости содержит (является идентичной) секцию подачи жидкости для очистки пыли. Пылеудаляющий скруббер и секция охлаждения соединены с секцией подачи охлаждающей жидкости. Таким образом, секция подачи жидкости для очистки пыли одновременно обеспечивает охлаждающую жидкость для секции охлаждения и жидкость для очистки пыли для пылеудаляющего скруббера. Таким образом, одна и та же технологическая жидкость может быть использована на двух разных стадиях процесса, снижая общую сложность процесса и производственные затраты.

Предпочтительно, чтобы пылеудаляющий скруббер не имел подачи свежей воды. Термин "подача свежей воды" предпочтительно относится к водопроводной воде и/или технологической воде без значительного количества примесей, влияющих на процесс. Таким образом, пылеудаляющий скруббер не нуждается во внешней подаче свежей воды, что значительно снижает производственные затраты и общее потребление воды. Может быть реализована подача свежей воды, например, путем соединения секции подачи жидкости для удаления пыли со скруббером-холодильником. Как описано выше, это соединение может включать трубы, каналы, шланги, емкости, резервуары и/или насосы. Более предпочтительно дренаж смачивающей жидкости скруббера-холодильника соединен с отверстием для впуска смачивающей жидкости пылеудаляющего скруббера, тем самым переноса использованную жидкость из скруббера-холодильника в пылеудаляющий скруббер. Это упомянутое ранее соединение между скруббером-холодильником и пылеудаляющим скруббером делает ненужной дополнительную подачу свежей воды

для пылеудаляющего скруббера. Альтернативно, подача без свежей воды может быть реализована аналогичным образом с помощью соединения между секцией подачи жидкости для очистки пыли и кислотным скруббером.

Предпочтительно секция последующей обработки соединена с секцией гранулирования. Эта секция последующей обработки содержит хорошо известные элементы, такие как, например, сита, дробилки, проточные ленты, охладители продуктов и элементы, необходимые для дальнейшей обработки, транспортировки и упаковки гранул удобрений.

Изобретение дополнительно включает применение установки для получения мочевины согласно изобретению, как описано ранее, для производства гранул удобрений, содержащих аммониевые соединения, нитраты, фосфаты, мочевины, элементарную серу, сульфат аммония, UAS (мочевину - сульфат аммония) и/или их смеси.

Еще один аспект изобретения относится к способу получения гранул мочевины, содержащему по меньшей мере следующие стадии.

Диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ) вступает в реакцию на одной или нескольких стадиях синтеза и извлечения с аммиаком ( $\text{NH}_3$ ) с образованием раствора (A), содержащего мочевины и воду. Основные стадии синтеза и извлечения хорошо известны в данной области, например, описаны в "Энциклопедии промышленной химии Ульмана" "Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2010, Urea, chapter 4, [DOI: 10.1002/14356007.a27\_333.pub2]". Предпочтительно полученный раствор мочевины обычно содержит около 50-80 мас.% мочевины. Последующая стадия концентрирования необходима для получения раствора мочевины с содержанием воды обычно ниже 5 мас.%. Эта стадия концентрирования достигается путем испарения воды из раствора (A), что приводит к получению первого концентрированного раствора мочевины (B) и первого водяного пара (C). После этого первый водяной пар (C) подвергают стадии конденсации, что приводит к получению первого конденсата (I). Концентрированный раствор мочевины (B) подвергают стадии гранулирования в устройстве для гранулирования, что приводит к получению гранул мочевины (D) и отходящего газового потока (E), содержащего пыль мочевины. Стадия гранулирования включает гранулирование в кипящем слое, приллирование или гранулирование в барабанном грануляторе, предпочтительно гранулирование в кипящем слое. Отходящий газовый поток (E), содержащий пыль мочевины, подвергают стадии очистки, что приводит к получению водного раствора мочевины (F), например, путем очистки пыли. Предпочтительно стадия очистки включает очистку пыли, более предпочтительно одну или несколько дополнительных стадий очистки в кислотном скруббере. Водный раствор мочевины (F) подвергают отдельной стадии испарения, что приводит к получению второго концентрированного раствора мочевины (G) и второго водяного пара (H). Второй концентрированный раствор мочевины (G) подают в устройство для гранулирования и повторно вводят на стадию гранулирования. Второй водяной пар (H) подвергают отдельной стадии конденсации, что приводит к получению второго конденсата (J). Второй конденсат (J) и охлаждающая жидкость (K) контактируют, например, в форме мелких капелек с отходящим газовым потоком, содержащим пыль мочевины. Предпочтительно охлаждение происходит в зоне охлаждения, более предпочтительно в зоне охлаждения, описанной выше. Термин "отходящий газовый поток" относится к газовому потоку, покидающему устройство для гранулирования на стадии гранулирования и перед входением на стадию очистки пыли.

Предпочтительно стадия очистки включает стадию очистки пыли и/или стадию очистки в кислотном скруббере, и/или стадию очистки в скруббере-холодильнике.

Предпочтительно на стадии очистки пыли используют жидкость для очистки пыли (L) и жидкость для очистки пыли (L) также используют в качестве охлаждающей жидкости (K). Эта технологическая схема может быть реализована путем соединения пылеудаляющего скруббера и секции охлаждения с одной и той же секцией подачи охлаждающей жидкости. Таким образом, секция подачи жидкости для очистки пыли одновременно обеспечивает охлаждающую жидкость для секции охлаждения и жидкость для очистки пыли для пылеудаляющего скруббера. Таким образом, одна и та же технологическая жидкость может быть использована на двух различных технологических стадиях, что снижает общую сложность технологического процесса и производственные затраты.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения на стадии очистки пыли не используют дополнительную свежую воду. Эта технологическая схема может быть реализована, например, путем соединения секции подачи жидкости для очистки пыли со скруббером-холодильником. Как описано выше, это соединение может включать емкости, резервуары и/или насосы. Более предпочтительно дренаж очищающей жидкости из скруббера-холодильника соединен с отверстием для впуска очищающей жидкости пылеудаляющего скруббера, тем самым перенося использованную жидкость скруббера-холодильника в пылеудаляющий скруббер. Это ранее упомянутое соединение между скруббером-холодильником и пылеудаляющим скруббером делает ненужной дополнительную поддержку свежей водой пылеудаляющего скруббера.

Изобретение дополнительно описано на следующих фигурах. Фигуры предназначены только для иллюстрации и не ограничивают объем охраны. Фигуры не соответствуют реальному масштабу. Стрелки указывают подходящие направления технологического потока.

На фиг. 1 показана блок-схема производственной установки/способа для получения гранул мочевины.

На фиг. 2 показана блок-схема производственной установки/способа для получения гранул мочевины в соответствии с изобретением.

На фиг. 3 показана предпочтительная блок-схема производственной установки/способа для получения гранул мочевины в соответствии с изобретением.

На фиг. 1 показана производственная установка/способ изготовления гранул мочевины. Установка для получения мочевины содержит, по меньшей мере, секцию (1) синтеза и извлечения. В этой секции аммиак и мочевина реагируют с образованием мочевины. Полученный раствор мочевины обычно содержит около 50-80 мас.% мочевины. Следующая стадия концентрирования необходима для получения раствора мочевины с содержанием воды, как правило, ниже 5 мас.%. Следовательно, первая секция (2) испарения соединена с секцией (1) синтеза и извлечения и первой секцией (6) конденсации. Первая секция испарения приводит к получению концентрированного раствора мочевины, предпочтительно содержащего 95-98 мас.% мочевины и водяной пар. Концентрированный раствор мочевины переносится в секцию (3) гранулирования, соединенную с первой секцией (2) испарения. Секция (3) гранулирования содержит секцию гранулирования в кипящем слое. Секция (4) очистки соединена с секцией (3) гранулирования. Охлаждающий воздух и отходящие газы из секции гранулирования переносятся в секцию (4) очистки. Пыль, например пыль мочевины, и химические пары, такие как аммиак, которые образуются или выделяются в процессе гранулирования, удаляются в скрубберной установке (4). Необязательно скрубберная установка содержит, по меньшей мере, пылеудаляющий скруббер и скруббер для удаления аммиака. Вторая секция (5) испарения ниже по потоку секции очистки соединена с секцией (3) гранулирования. Термин "ниже по потоку" обычно относится к направлению течения соответствующих жидкостей, паров или газов. Секция (4) очистки, в частности секция очистки пыли, производит водный раствор мочевины, содержащий около 30-60 мас.% мочевины. Этот водный раствор мочевины переносится во вторую секцию (5) испарения, отличную от упомянутой ранее первой секции (2) испарения. Вторая секция (7) конденсации соединена со второй секцией (5) испарения. Образовавшаяся паровая фаза второй секции (5) испарения переносится во вторую секцию (7) конденсации, отличную от первой секции (6) конденсации. Конденсированную жидкость, полученную во второй секции (7) конденсации, повторно используют в скрубберной установке (4), на что указывает соединение между второй секцией (7) конденсации и скрубберной установкой, например, в качестве жидкого компонента для удаления пыли. Гранулированный продукт из секции (3) гранулирования далее обрабатывается в секции (9) последующей обработки. Эта секция (9) последующей обработки содержит хорошо известные элементы, такие как, например, сита, дробилки, проточные ленты, охладители, элементы, необходимые для дальнейшей обработки и транспортировки гранул.

На фиг. 2 показана блок-схема производственной установки/способа для получения гранул мочевины в соответствии с изобретением. Базовая установка, обозначенная ссылочными позициями секция (1) синтеза и извлечения, первой секции (2) испарения, секции (3) гранулирования, секции (4) очистки, второй секции (5) испарения, первой секции (6) конденсации, второй секции (7) конденсации и секции (9) последующей обработки, идентична установке, описанной на фиг. 1. Однако вторая секция (7) конденсации соединена с секцией (8) охлаждения. Секция (8) охлаждения, содержащая отверстие для впуска жидкости для распределения охлаждающей жидкости, расположена между секцией (3) гранулирования и секцией (4) очистки и соединена с ними. Секция (8) охлаждения соединена с секцией (10) подачи охлаждающей жидкости и упомянутой выше второй секцией (7) конденсации. Таким образом, конденсат, полученный во второй секции конденсации, может быть повторно использован для охлаждения отходящего газа гранулятора. Кроме того, секция (8) охлаждения соединена с секцией (10) подачи охлаждающей жидкости. Секция (10) подачи охлаждающей жидкости содержит различные источники водной жидкости и соответствующие соединения для технологической воды, технологических водных жидкостей или свежей воды.

На фиг. 3 показана предпочтительная блок-схема производственной установки/способа для изготовления гранул мочевины в соответствии с изобретением. Принципиальная установка идентична установке, показанной на фиг. 2. Кроме того, секция (10) подачи охлаждающей жидкости соединена с секцией (8) охлаждения и секцией (4) очистки, предпочтительно с пылеудаляющим скруббером. Таким образом, один и тот же поток жидкости может быть использован в качестве охлаждающей жидкости в секции (8) охлаждения и в качестве жидкости для очистки пыли в секции (4) очистки. Эта установка упрощает общую схему, тем самым снижая производственные затраты.

Ссылочные позиции:

- (1) секция синтеза и извлечения
- (2) первая секция испарения
- (3) секция гранулирования
- (4) секция очистки
- (5) вторая секция испарения
- (6) первая секция конденсации
- (7) вторая секция конденсации
- (8) секция охлаждения

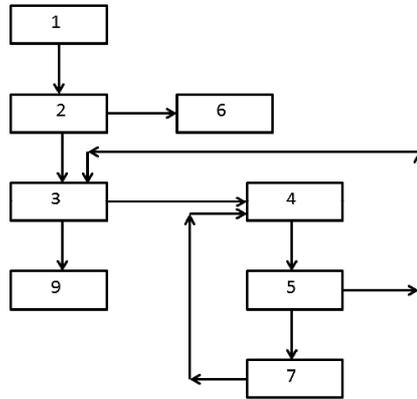
- (9) секция последующей обработки  
 (10) секция подачи охлаждающей жидкости

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

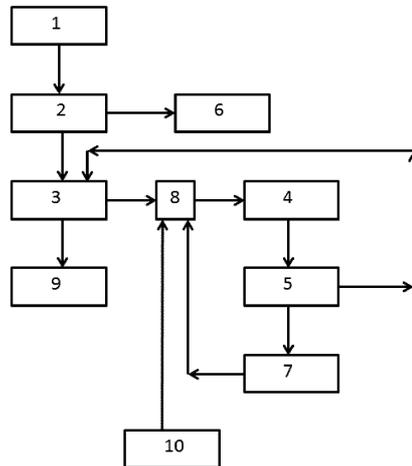
1. Установка для получения мочевины, содержащая, по меньшей мере:
  - a) секцию (1) синтеза и извлечения;
  - b) первую секцию (2) испарения, соединенную с секцией (1) синтеза и извлечения и первой секцией (6) конденсации;
  - c) секцию (3) гранулирования, соединенную с первой секцией (2) испарения;
  - d) секцию (4) очистки, соединенную с секцией (3) гранулирования;
  - e) вторую секцию (5) испарения, соединенную с секцией (4) очистки, и при этом вторая секция (5) испарения соединена с секцией (3) гранулирования;
  - f) вторую секцию (7) конденсации, соединенную со второй секцией (5) испарения;
  - g) секцию (8) охлаждения, содержащую впускное отверстие для жидкости для распределения охлаждающей жидкости, расположенную между секцией (3) гранулирования и секцией (4) очистки и соединенную с ними, и при этом секция (8) охлаждения соединена с секцией (10) подачи охлаждающей жидкости и второй секцией (7) конденсации.
2. Установка для получения мочевины по п.1, отличающаяся тем, что впускное отверстие для жидкости содержит распылительные форсунки.
3. Установка для получения мочевины по п.1 или 2, отличающаяся тем, что секция очистки содержит пылеудаляющий скруббер и/или кислотный скруббер, и/или скруббер-холодильник, и/или их комбинацию.
4. Установка для получения мочевины по п.3, отличающаяся тем, что пылеудаляющий скруббер соединен с секцией подачи жидкости для очистки пыли.
5. Установка для получения мочевины по п.4, отличающаяся тем, что секция (10) подачи охлаждающей жидкости содержит секцию подачи жидкости для очистки пыли или идентична ей и как пылеудаляющий скруббер, так и секция (8) охлаждения соединены с секцией (10) подачи охлаждающей жидкости.
6. Установка для получения мочевины по п.5, отличающаяся тем, что скруббер для очистки пыли не имеет подачи свежей воды, предпочтительно при этом секция подачи жидкости для очистки пыли соединена со скруббером-холодильником и/или при этом секция подачи жидкости для очистки пыли соединена с кислотным скруббером.
7. Установка для получения мочевины по любому из пп.1-6, отличающаяся тем, что секция (9) последующей обработки соединена с секцией (3) гранулирования.
8. Применение установки по любому из пп.1-7 в качестве установки для производства гранул удобрения на основе мочевины, содержащих соединения аммиака, нитраты, фосфаты, элементарную серу, сульфат аммиака, мочевина - сульфат аммиака (UAS) и/или их смеси.
9. Способ изготовления гранул на основе мочевины, включающий, по меньшей мере, следующие стадии, на которых:
  - a) осуществляют одну или несколько стадий синтеза и извлечения, на которых диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ) реагирует с аммиаком ( $\text{NH}_3$ ) с образованием раствора (A), содержащего мочевины и воду;
  - b) проводят испарение воды из раствора (A), с получением первого концентрированного раствора мочевины (B) и первого водяного пара (C);
  - c) подвергают первый водяной пар (C) конденсации, с получением первого конденсата (I);
  - d) подвергают концентрированный раствор мочевины (B) гранулированию, с получением гранул мочевины (D) и потока отходящего газа, содержащего пыль мочевины (E);
  - e) подвергают поток отходящего газа, содержащего пыль мочевины (E), очистке, с получением водного раствора мочевины (F);
  - f) подвергают водный раствор мочевины (F) отдельной стадии испарения, с получением второго концентрированного раствора мочевины (G) и второго водяного пара (H);
  - g) подают второй концентрированный раствор мочевины (G) на стадию гранулирования d);
  - h) подвергают второй водяной пар (H) отдельной стадии конденсации с образованием второго конденсата (J);
  - i) воздействуют на второй конденсат (J) и охлаждающую жидкость (K) потоком отходящего газа, содержащего пыль мочевины, после выхода из стадии гранулирования d) и перед входом на стадию очистки пыли e).
10. Способ по п.9, отличающийся тем, что стадия очистки e) включает стадию очистки пыли и/или стадию с использованием кислотного скруббера, и/или стадию использования скруббера-холодильника, и/или их комбинацию.

11. Способ по п.9 или 10, отличающийся тем, что на стадии очистки от пыли используют жидкость для очистки пыли (L), причем жидкость для очистки пыли (L) также используют в качестве охлаждающей жидкости (К).

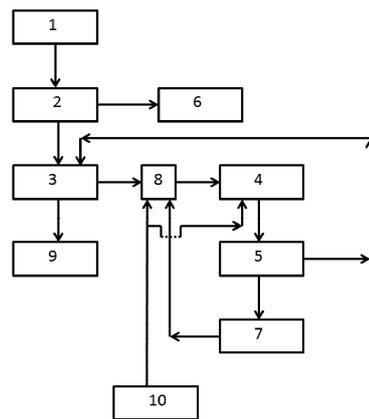
12. Способ по любому из пп.9-11, отличающийся тем, что на стадии очистки от пыли не используют дополнительную свежую воду.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

