

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045486**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.11.29

(51) Int. Cl. **C05C 9/00** (2006.01)
C05G 3/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202390713

(22) Дата подачи заявки
2019.06.04

(54) СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЯ НА УДОБРЕНИЯ

(31) **62/680,193; 18177506.5**

(32) **2018.06.04; 2018.06.13**

(33) **US; EP**

(43) **2023.05.31**

(62) **202092910; 2019.06.04**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ПЁРСЕЛЛ АГРИ-ТЕК, ЛЛК;
ХАНТСМЕН ИНТЕРНЭШНЛ ЛЛК
(US)**

**Марк, Робертсон II Леон, Сандерс
Спенсер Дэниел, Сандерс Аллен Зорн,
Хасинофф Мюррей Пол, Хеберер
Дэниел Пол, Фогарти Джастин
Маклин, Моджинский Кристофер
Майкл (US)**

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

(72) Изобретатель:
**Сайя Джозеф Энтони, Пёрселл
Джеймс Тейлор, мл., Брукс Стивен**

(56) **US-A1-2015376077
US-A1-2014298873
US-A-4854715**

(57) Раскрыта установка для доводки карбамида, содержащая модуль доводки карбамида, такой как модуль гранулирования или башня приллирования, причем модуль доводки карбамида имеет входное отверстие для расплава карбамида и выходное отверстие для подогретых частиц карбамида; модуль для нанесения покрытий, имеющий входное отверстие, соединенное с указанным выходным отверстием для подогретых частиц карбамида, причем модуль для нанесения покрытий содержит неподвижную раму и по меньшей мере два подвижных элемента, при этом указанные подвижные элементы выполнены с возможностью независимого перемещения относительно рамы, первый подвижный элемент из указанных подвижных элементов представляет собой контейнер, имеющий стенку и внутреннее пространство для размещения частиц удобрения, на которые планируют нанести покрытие, и второй из указанных подвижных элементов представляет собой перемешивающий элемент, расположенный во внутреннем пространстве контейнера, причем ось вращения контейнера является вертикальной или наклонена по отношению к вертикальному направлению и имеет угол по меньшей мере 5° и менее 30° по отношению к вертикальному направлению, где вертикальное направление определено по отношению к силе тяжести, и модуль для нанесения покрытий дополнительно содержит выходное отверстие для частиц карбамида с покрытием; и охлаждающий модуль, имеющий входное отверстие, соединенное с указанным выходным отверстием для частиц карбамида с покрытием, и дополнительно имеющий выходное отверстие для охлажденных частиц карбамида с покрытием.

B1

045486

**045486
B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к способу нанесения покрытия на частицы и, в частности, к способу нанесения покрытия на частицы удобрений.

Предпосылки создания изобретения

Многие удобрения применяют в виде водорастворимого материала, имеющего форму частиц, например карбамидсодержащие удобрения. Удобрения с контролируемым высвобождением можно использовать для обеспечения замедленного высвобождения удобрения из частиц. Замедленное высвобождение может способствовать более эффективному применению удобрения. Такие удобрения могут быть изготовлены, например, путем нанесения покрытия на частицы удобрения. Например, в публикации US 2014/0033779 описан способ нанесения покрытия на субстрат, причем материал субстрата и материал покрытия смешивают и отверждают смесь с покрытием в отдельном реакторе. В публикации US '779 также упоминается, что способы получения удобрений с контролируемым высвобождением с использованием одного барабана или реактора (т.е. периодического процесса) являются функциональными и их часто используют, однако они ассоциируются с несколькими проблемами, такими как риск образования агрегатов или комков в материалах с покрытием.

В публикации US 5538531 описан способ получения частиц удобрения с контролируемым высвобождением, который включает нагревание частиц удобрения, встряхивание частиц с обеспечением осторожного перемешивания, добавление полиола, добавление полиизоцианата после равномерного распределения полиольного компонента, обеспечение реакции компонентов и добавление воска.

Более того, существующие способы нанесения покрытий на удобрения являются относительно дорогими, так как из-за этапа нанесения покрытия в производство удобрения добавляется отдельный технологический этап. Этап нанесения покрытия обычно требует длительного времени обработки и, следовательно, предусматривает применение крупного оборудования, из-за чего возрастают капитальные и эксплуатационные расходы. Хотя более высокая цена может быть приемлемой для специализированных покрытий и для садоводства, в случае выращиваемых в больших масштабах сельскохозяйственных культур, таких как кукуруза (маис), важны низкие затраты.

Таким образом, существует потребность в способах нанесения покрытия на частицы, в частности на частицы удобрения. В частности, существует потребность в способах покрытия удобрений по конкурентной цене для получения удобрений с контролируемым высвобождением, которые подходят для эффективного удобрения выращиваемых в больших масштабах товарных сельскохозяйственных культур.

Целью настоящего изобретения является создание способа нанесения покрытия, который решает вышеуказанные проблемы и по меньшей мере частично удовлетворяет нужды.

Раскрытие изобретения

В первом аспекте изобретение относится к способу нанесения покрытия на частицы удобрения, включающему:

- a) обеспечение наличия частиц удобрения в модуле для нанесения покрытий;
- b) этап нанесения слоя покрытия (этап b), включающий:

нанесение одного или более компонентов покрытия на частицы удобрения в модуле для нанесения покрытий для получения частиц удобрения с покрытием, содержащих слой покрытия и частицы удобрения, и

по меньшей мере частичное отверждение или затвердевание слоя покрытия, причем указанное отверждение или затвердевание включает химическую реакцию указанного одного или более компонентов покрытия,

при этом этап b) выполняют один или более раз для получения частиц удобрения с покрытием; и

c) выгрузку частиц удобрения с покрытием из модуля для нанесения покрытий или окончательное отверждение или затвердевание частиц удобрения с покрытием в модуле для нанесения покрытий с последующим высвобождением частиц удобрения из модуля для нанесения покрытий, причем выгруженные частицы удобрения содержат указанное покрытие, при этом покрытие предпочтительно содержит нерастворимый в воде полимер,

причем модуль для нанесения покрытий содержит неподвижную раму и по меньшей мере два подвижных элемента, при этом указанные подвижные элементы выполнены с возможностью независимого перемещения относительно рамы, и при этом способ включает перемещение указанных по меньшей мере двух подвижных элементов относительно рамы по меньшей мере на этапе b).

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 схематично показан пример модуля для нанесения покрытий, который можно использовать в способе изобретения.

На фиг. 2 показаны экспериментально полученные скорости высвобождения карбамида из частиц удобрения, полученных способом в соответствии с изобретением, с помощью композиций покрытия, имеющих различные значения времени реакции.

На фиг. 3 показаны экспериментально полученные профили времени высвобождения карбамида для двух удобрений с покрытием, нанесенным в соответствии со способом изобретения, и двух удобрений с покрытием, нанесенным в соответствии со сравнительным способом с помощью ротационного барабан-

ного аппарата для нанесения покрытий.

Осуществление изобретения

Настоящее изобретение в общих чертах обеспечивает разумное комбинирование короткого времени пребывания в установке для нанесения покрытия, в которой покрываемые частицы поддерживают в движении, с модулем для нанесения покрытия, состоящим из двух подвижных элементов, и предпочтительно, кроме того, с композицией покрытия, имеющей короткое время отверждения или затвердевания.

В изобретении предложен способ, который включает проведение химической реакции одного или более компонентов покрытия в таком модуле для нанесения покрытий, при этом сохраняется подвижность частиц по меньшей мере для частичного отверждения или затвердевания покрытия. Преимуществом является то, что это обеспечивает высокую пропускную способность и быстрый процесс нанесения покрытия без агломерации частиц удобрения и без образования твердых отложений в модуле для нанесения покрытий.

Изобретение относится к способу нанесения покрытия на частицы удобрения. Частицы удобрения можно также называть гранулированным удобрением. Частицы, подлежащие нанесению покрытия и/или после нанесения на них покрытия, имеют размер, например, от 0,10 до 20 мм, например от 0,5 до 15 мм или от 1,5 до 5 мм. Частицы, например, имеют средний размер частиц в этом диапазоне или, например, по меньшей мере 90 мас.% частиц имеют размер частиц в этом диапазоне, причем размер частицы относится, например, к минимальному размеру. Частицы представляют собой, например, гранулированные или приллированные удобрения или окомкованный, таблетированный или прессованный материал удобрения. Необязательно способ включает этап солидификации жидкого материала удобрения в частицы удобрения, на которые необходимо нанести покрытие, например, в башне приллирования, в модуле гранулирования (например, с фонтанирующим слоем или псевдоожиженным слоем) или с помощью таблетировывающего устройства, особенно если удобрение представляет собой карбамидное удобрение или карбамидсодержащее удобрение. Предпочтительно на этом этапе солидификации расплав (например, плав карбамида) охлаждают, например, с помощью охлаждающего воздуха. Между этапом солидификации и этапом нанесения покрытия частицы предпочтительно выдерживают при температуре выше 50 или выше 60°C.

Частицы, на которые нужно нанести покрытие, содержат материал удобрения или состоят из него. Материал удобрения представляет собой, например, материал азотного удобрения и содержит, например, азот (в расчете на атомы N) в количестве по меньшей мере 10 мас.%, по меньшей мере 20 мас.% или по меньшей мере 30 мас.%. Материал удобрения может, например, содержать соли карбамида и/или аммония, такие как сульфат аммония и нитрат аммония, и содержит, например, менее 10 мас.% или менее 5 мас.% компонентов, отличных от солей карбамида и солей аммония. Материал удобрения предпочтительно содержит карбамид, например по меньшей мере 50 мас.% карбамида, и предпочтительно представляет собой карбамидное удобрение, содержащее по меньшей мере 40 мас.% N или по меньшей мере 46 мас.% N. Материал удобрения может также содержать K (калий), Ca (кальций), P (фосфор) и/или S (серу) (от элементного состава), например в виде сульфата и/или соли фосфора, необязательно в комбинации с N, например в виде карбамида и/или аммония. Материал удобрения, как правило, водорастворим, поэтому при нанесении частиц удобрения на поверхность земли элементы удобрения (такие как N, P и S, K, Ca) попадают в сельскохозяйственные растения в виде растворенных веществ и возможно дополнительно предоставляют Zn и/или другие микроэлементы.

Способ изобретения относится к нанесению покрытия на частицы удобрения. Соответственно, частицы с покрытием (полученные в соответствии со способом нанесения покрытия) содержат частицы удобрения и внешний слой материала покрытия, который частично или полностью покрывает частицы удобрения.

Слой покрытия обеспечивает, например, контролируемое высвобождение материала удобрения, особенно при нанесении удобрений на землю (в почву) и при контакте с водой. Слой покрытия может также обеспечивать медленное высвобождение удобрения. В таких вариантах осуществления удобрение высвобождается из частицы, например, посредством гидролиза, биоразложения или ограниченной растворимости или посредством их комбинации. Высвобождаемый материал удобрения - это высвобожденные доступных для растений питательных веществ.

Покрытие предпочтительно содержит полимер, а более предпочтительно содержит нерастворимый в воде полимер. Полимер, например, имеет растворимость менее 0,10 г/л в деионизированной воде при 100 кПа и 20°C. Полимер, например, нерастворим при температуре 20°C в деионизированной воде при использовании для определения способа, описанного в публикации D. Braun et al., Practical Macromolecular Organic Chemistry, CRC Press, 1984, p. 73, причем 30-50 мг образца мелкодисперсного полимера помещают в небольшие пробирки с жидкостью объемом 1 мл и оставляют на несколько часов.

Материал покрытия является, например, водонепроницаемым или полупроницаемым. Материал покрытия предпочтительно защищает удобрение внутри покрытия от почвенных процессов вплоть до высвобождения.

В некоторых вариантах осуществления вода и растворенные вещества могут проникать через по-

крытие путем диффузии. Время, необходимое для диффузии, может обеспечивать требуемую скорость высвобождения питательных веществ удобрения из частиц с покрытием в почву. Таким образом, покрытие может обеспечивать контролируемое высвобождение.

В некоторых вариантах осуществления материал покрытия является полупроницаемым (например, проницаемым для воды, но непроницаемым для материала удобрения, такого как карбамид), а после нанесения на поверхность земли вода проникает через покрытие вследствие осмоса и вызывает набухание сердцевины из материала удобрения. В результате возможны растрескивание покрытия и/или выход материала удобрения через поры в покрытии. Таким образом можно достигать замедленного и/или отсроченного высвобождения материала из покрытия.

Материал покрытия составляет, например, в общей сложности по меньшей мере 0,0010 мас.%, например от 0,10 до 10 мас.% в расчете на общую массу частицы, и/или составляет, например, 0,2-5 мас.%, или 0,3-3,0 мас.%, или 0,3-1,5 мас.%, или 0,5-1,2 мас.% на один слой покрытия, например 1,0-3 мас.% на слой покрытия. Толщина покрытия находится, например, в диапазоне от 1,0 до 50 мкм в целом и/или на один слой покрытия, хотя также возможны и другие значения толщины.

Материал покрытия, присутствующий в частицах с покрытием, является, например, полимерным, и композиция покрытия, наносимая на частицы удобрения в процессе нанесения покрытия, представляет собой, например, смолу.

Покрытие частиц, выгружаемых из модуля для нанесения покрытий, предпочтительно содержит полимер. Полимер предпочтительно является поперечно сшитым. Полимер предпочтительно является термоотверждаемым, в альтернативном варианте осуществления - термопластичным.

Способ включает получение частиц удобрения в модуле для нанесения покрытий, например частицы подают в модуль для нанесения покрытий, в частности во вращающийся контейнер. Модуль для нанесения покрытий выполнен с возможностью приема частиц удобрения, на которые наносят покрытие. Модуль для нанесения покрытий содержит, например, контейнер для приема и хранения частиц удобрения. Такой контейнер предпочтительно имеет стенку и внутреннее пространство, причем внутреннее пространство выполнено с возможностью приема частиц удобрения.

Способ может включать просеивание частиц удобрения до получения желаемого диапазона размеров перед введением частиц удобрения в модуль для нанесения покрытий.

Способ может дополнительно включать предварительное нагревание частиц удобрения до их введения в модуль для нанесения покрытий, например, до температуры по меньшей мере 30°C, по меньшей мере 40°C, по меньшей мере 50°C или по меньшей мере 60°C и/или до температуры по меньшей мере на 5°C, по меньшей мере на 10°C или по меньшей мере на 20°C выше температуры окружающей среды и, как правило, до температуры менее 100°C или менее 80°C.

Способ включает этап нанесения слоя покрытия. Этот этап можно выполнять один или более раз с получением частиц удобрения с покрытием, имеющих один или более слоев покрытия.

Этап нанесения слоя покрытия включает получение частиц удобрения со слоем покрытия. Этап включает нанесение одного или более компонентов покрытия на частицы удобрения, когда частицы находятся в модуле для нанесения покрытий. Кроме того, в ходе такого этапа нанесения слоя покрытия на частицы удобрения можно наносить другие соединения, такие как растворители, хотя в предпочтительных вариантах осуществления растворители не используют. Способ может также включать дополнительные этапы нанесения на частицы дополнительных слоев покрытия, такие как этапы нанесения слоев воска. На указанном этапе нанесения слоя покрытия компоненты покрытия и необязательные дополнительные соединения можно наносить, например, одновременно или последовательно. Например, по меньшей мере два компонента покрытия наносят последовательно, например поэтапно, причем компоненты покрытия имеют разный состав. Каждый компонент покрытия может также представлять собой смесь соединений. Компоненты покрытия обычно наносят в виде жидкости (сюда могут входить, например, эмульсии, растворы и дисперсии, а также полимерные расплавы), например, путем впрыска, например путем распыления жидкостей. Таким образом обеспечивают частицы удобрения, содержащие слой покрытия и частицы удобрения в качестве сердцевины. Соответственно, один или более нанесенных компонентов покрытия присутствуют на частицах удобрения в виде (дополнительного) слоя.

В предпочтительных вариантах осуществления по меньшей мере один или все компоненты покрытия при нанесении имеют вязкость менее 2000 или менее 1000 мПа·с при 25°C и, как правило, более 100 мПа·с при 25°C. Вязкость измеряют, например, в соответствии со стандартом ISO 3219:1993.

Один или более компонентов покрытия предпочтительно добавляют к слою частиц удобрения, причем слой получают за счет движения подвижных элементов модуля для нанесения покрытий, в частности за счет вращения или контакта частиц друг с другом. Слой предпочтительно представляет собой слой приподнятых частиц, причем частицы удобрения поднимаются за счет движения подвижных элементов. Модуль для нанесения покрытий предпочтительно работает таким образом, чтобы поддерживать постоянное движение всего материала во внутреннем пространстве. Модуль для нанесения покрытий предпочтительно работает с обеспечением непрерывного перемещения переносимых воздухом частиц во множестве направлений. В некоторых вариантах осуществления этапы нанесения покрытия осуществляют в

атмосфере, отличной от воздуха, например в инертной атмосфере, такой как N_2 . Модуль для нанесения покрытий, например, функционирует таким образом, что по меньшей мере некоторые частицы являются "переносимыми газом" частицами (например, переносимыми воздухом частицами), и при этом эти частицы, как правило, непрерывно перемещаются во множестве направлений. Таким образом можно преодолевать влияние силы тяжести и можно устранять ограничения, накладываемые размером, формой и плотностью частиц, на достижение однородного смешивания компонентов покрытия с частицами за короткие циклы смешивания.

Частицы удобрения, например, вводят в контейнер в количестве более 10%, или более 20%, или более 40%, или более 60%, и/или менее 95%, или менее 90%, или менее 80%, например 60-90%, предпочтительно 75-90% от объема внутреннего пространства контейнера в расчете на объемную плотность материала частиц удобрения без покрытия. Объемная доля в расчете на объемную плотность означает, что объемный слой частиц без покрытия (включая пустое пространство в слое) занимает указанную объемную долю внутреннего пространства. Например, для частиц карбамида или частиц, содержащих карбамид, можно использовать объемную плотность материала удобрения (без покрытия) составляет, например, более 10%, или более 20%, или более 30% и/или менее 60%, или менее 50% от объема внутреннего пространства. Эти доли заполнения могут способствовать образованию приподнятого слоя на этапе b) и хорошему распределению компонентов покрытия.

Компоненты покрытия предпочтительно не содержат растворителей, например содержат менее 5 мас.% воды, например менее 1,0 мас.% воды и менее 5 мас.% или менее 1,0 мас.% органических растворителей, причем органические растворители представляют собой, например, органические соединения с температурой кипения ниже $120^{\circ}C$. На всем протяжении способа предпочтительно применяют менее 1,0 мас.% воды и/или менее 1,0 мас.% органических растворителей в расчете на массу частиц удобрения без покрытия.

Предпочтительно избегать воды, поскольку многие удобрения являются водорастворимыми. Во избежание опасности выбросов, а также в соответствии со стандартами на выбросы и другими нормативными положениями предпочтительно избегать применения органических растворителей.

Компоненты покрытия предпочтительно содержат менее 40 мас.%, или менее 20 мас.%, или менее 10 мас.% компонентов, отличных от реагентов для химической реакции, проводимой на этапе b). Каждый компонент покрытия предпочтительно содержит более 50 или более 80 мас.% реагента для химической реакции, проводимой для термоотверждения или затвердевания. Каждый компонент покрытия предпочтительно содержит менее 10 мас.% соединений, которые не входят в частицы удобрения с покрытием при выгрузке.

В вариантах осуществления, в которых один или более компонентов покрытия содержат полимер или состоят из него, полимерные компоненты покрытия предпочтительно наносят в виде жидкости, такой как полимерный расплав, например, при температуре, существенно превышающей температуру стеклования полимера, таким образом, что полимер имеет достаточно низкую вязкость, чтобы его можно было обрабатывать.

Способ дополнительно включает по меньшей мере частичное отверждение или затвердевание одного или более нанесенного компонента покрытия. Такое по меньшей мере частичное отверждение или затвердевание осуществляют в модуле для нанесения покрытий, и это, например, гарантирует, что готовое покрытие содержит предпочтительно нерастворимое в воде покрытие.

Отверждение или затвердевание включает химическую реакцию одного или более компонентов покрытия. Эту химическую реакцию проводят в модуле для нанесения покрытий, в частности, при движении по меньшей мере одного из подвижных элементов. Например, химическая реакция обеспечивает увеличение вязкости слоя покрытия. В некоторых вариантах осуществления химическая реакция включает образование соединений с более высокой молекулярной массой, чем у реагентов. Химическая реакция, например, включает полимеризацию и/или поперечное сшивание полимеров.

В случае частичного отверждения или затвердевания на этапе b) окончательное отверждение или затвердевание проводят последовательно, до и/или после выгрузки частиц удобрения с покрытием из модуля для нанесения покрытий. Окончательное отверждение, например, выполняют в модуле для нанесения покрытий, используемом для этапа b).

Затвердевание и отверждение могут включать солидификацию одного или более жидких компонентов покрытия, добавляемых к частицам удобрения, в твердый материал покрытия в результате химической реакции одного или более компонентов покрытия. В случае отверждения химическая реакция представляет собой, например, реакцию поперечного сшивания с получением термопластичного полимера. В случае затвердевания химическая реакция обычно не включает поперечного сшивания, и в результате химической реакции обычно образуется термопластичный полимер. В варианте осуществления, в котором наносят только один компонент покрытия, этот компонент может взаимодействовать с самим собой, например, в ходе реакции полимеризации.

Применительно к реакционному отверждению или затвердеванию, один или более компонентов покрытия включают, например, инициаторы и/или катализатор, такой как инициатор полимеризации (на-

пример, инициатор свободнорадикальной полимеризации или катионный инициатор) и катализаторы полимеризации.

Частицы удобрения с покрытием и/или материал покрытия могут содержать дополнительные компоненты. Дополнительные компоненты включают, например, один или более компонентов, выбранных из группы, состоящей из смачивающих агентов, поверхностно-активных веществ, биоцидов, гербицидов, инсектицидов, фунгицидов, антистатических агентов и микроэлементов. Микроэлементы, например, выбранные из группы, состоящей из Fe, Mn, Zn, Si, Mo, Ni, Cl, Mg и B.

Такие дополнительные компоненты применяют, например, во время одного или более этапов нанесения слоев покрытия, например, как часть одного или более компонентов покрытия или как дополнительный компонент, добавляемый на этапе b) и/или этапе c).

Покрытие может включать воск, который, например, наносят в виде слоя между слоями покрытия, отверждаемыми или затвердевающими на этапе b), и/или в виде последнего слоя. Воск представляет собой, например, олефиновый воск, более предпочтительно альфа-олефиновый воск, например, содержащий по меньшей мере 20 или по меньшей мере 30 атомов углерода, или, например, углеводород (такой как алкан), содержащий, например, от 20 до 40 атомов углерода. Воск представляет собой, например, парафиновый воск, петролатумный парафин или полиамидный воск и/или представляет собой, например, микрокристаллический воск.

Способ дополнительно включает выгрузку частиц удобрения с покрытием из модуля для нанесения покрытий, необязательно после этапа окончательного отверждения или этапа окончательного затвердевания. Этап окончательного затвердевания может, например, включать выпаривание непрореагировавшего мономера или охлаждение и/или заключительный этап химической реакции затвердевания. Необязательный этап окончательного отверждения может включать обеспечение дальнейшей реакции компонентов покрытия, присутствующих в нанесенных слоях покрытия. Этап окончательного отверждения может включать поперечное сшивание полимерного материала покрытия. Выгруженные частицы удобрения содержат покрытие и материал покрытия. Необязательный этап окончательного затвердевания применяют для доведения частиц до состояния, подходящего для выгрузки, в частности отсутствие липкости, достаточной механической прочности/прочности на раздавливание, чтобы обеспечивать возможности для манипуляций, упаковки и хранения.

Способ необязательно включает один или более этапов после выгрузки частиц удобрения с покрытием, например этап охлаждения, этап упаковки, этап дозирования и/или этап хранения. На этапе охлаждения, например, используют охлаждающий воздух. Частицы удобрения с покрытием, например, суспендируют в охлаждающем воздухе. Этап упаковки, например, включает упаковку частиц удобрения в мешки или контейнеры. Этап дозирования может включать разделение потока частиц удобрения с покрытием на партии с отмеренным количеством, причем такие партии можно транспортировать автотранспортом или морским транспортом в упаковке или без нее.

Способ нанесения покрытия, например, осуществляют в виде периодического или непрерывного процесса. Способ представляет собой, например, периодический процесс, который, например, приводит к получению множества слоев покрытия, например два или более этапов нанесения слоя покрытия осуществляют в одном и том же модуле для нанесения покрытий (например, в одном и том же контейнере). Кроме того, в случае периодического процесса один или более компонентов можно добавлять непрерывно в течение, например, по меньшей мере 10 с или по меньшей мере 30 с. В примере способа два или более периодических модуля для нанесения покрытий работают параллельно, причем в параллельно работающих модулях для нанесения покрытий в каждый момент времени осуществляют отличающиеся друг от друга этапы. В таком варианте осуществления способ осуществляют в так называемом периодически-непрерывном или полунепрерывном режиме. Например, способ может включать заполнение первого модуля для нанесения покрытий частицами удобрения, при этом второй модуль для нанесения покрытий осуществляет другой этап способа, отличный от заполнения. Таким образом, при параллельном размещении двух или более модулей для нанесения покрытий непрерывно подаваемые частицы удобрения можно обрабатывать в любой момент времени по меньшей мере в одном из параллельных модулей для нанесения покрытий, принимающим частицы удобрения без покрытия. В таком варианте осуществления способ включает, например, нанесение общего числа слоев покрытия, подлежащего нанесению на частицы удобрения (например, 1, 2, 3 или более слоев) в одном из параллельных модулей для нанесения покрытий.

В примере осуществления, в котором способ осуществляют как непрерывный процесс, два или более слоя покрытия наносят в различных модулях для нанесения покрытий, описанных в настоящем документе, расположенных последовательно, причем каждый модуль для нанесения покрытий имеет, например, контейнер и ротор, причем способ включает транспортировку частиц удобрения из первого модуля для нанесения покрытий, предназначенного для нанесения первого слоя покрытия, во второй модуль для нанесения покрытий, предназначенный для нанесения второго слоя покрытия. Такую транспортировку можно осуществлять, например, с помощью движущейся ленты или, например, модули для нанесения покрытий помещают друг на друга, и транспортировка происходит под действием силы тяжести. Непрерывный процесс может включать непрерывную подачу частиц удобрения в первый модуль для

нанесения покрытий, и транспортировку частиц удобрения, имеющих слой покрытия, из первого модуля нанесения покрытий во второй модуль для нанесения покрытий, расположенный после первого модуля для нанесения покрытий, и выгрузку частиц удобрения, имеющих дополнительный слой покрытия, из второго модуля для нанесения покрытий. В некоторых дополнительных вариантах осуществления два или более описанных модуля для нанесения покрытий используют последовательно, причем разные слои покрытия наносят поэтапно в разных указанных модулях для нанесения покрытий, и при этом транспортировка включает транспортировку партий частиц удобрения с покрытием по меньшей мере от первого модуля нанесения покрытий к расположенному после него второму модулю для нанесения покрытий.

Модуль для нанесения покрытий содержит неподвижную раму и по меньшей мере два подвижных элемента, включая первый и второй подвижные элементы. Модуль для нанесения покрытий выполнен с возможностью приема частиц удобрения, на которые (дополнительно) наносят покрытие. Подвижные элементы выполнены с возможностью перемещения частиц удобрения в процессе нанесения покрытия. Каждый из первого и второго подвижных элементов может перемещаться относительно рамы и, как правило, может перемещаться относительно рамы независимо. Способ включает перемещение по меньшей мере двух подвижных элементов относительно рамы по меньшей мере на этапе b), предпочтительно в контакте с частицами удобрения. Первый и второй подвижные элементы также предпочтительно перемещают относительно друг друга. Первый и второй подвижные элементы, например, перемещаются независимо друг от друга и перемещают независимыми вращательными и/или возвратно-поступательными движениями.

Перемещение подвижных элементов может обеспечивать перемещение частиц удобрения на этапе b). Это может способствовать хорошему перемешиванию добавленных одного или более компонентов покрытия друг с другом и с частицами удобрения. Посредством перемещения подвижных элементов можно также предотвращать или ограничивать образование комков в процессе нанесения покрытия, например комков материала покрытия и частиц удобрения.

Неподвижную раму используют для монтажа подвижных элементов и, например, приводных механизмов, таких как двигатели. Неподвижная рама может включать в себя неподвижный корпус.

Первый подвижный элемент предпочтительно содержит контейнер или представляет собой контейнер. Контейнер имеет стенку и внутреннее пространство. Стенка имеет, например, нижнюю часть и одну или более боковых частей. Стенка может быть снабжена закрываемым выходным отверстием, например, в нижней части для выгрузки частиц удобрения с покрытием. Контейнер, например, закрыт сверху с помощью накрывающей пластины, являющейся частью модуля для нанесения покрытий. Накрывающая пластина может включать входное отверстие для частиц удобрения и, например, может быть снабжена одной или более распылительными форсунками для одного или более компонентов покрытия. Входное отверстие может также быть снабжено открытой трубой. Открытую трубу используют, например, для капельной подачи компонентов покрытия в слой частиц. Внутреннее пространство используют в данном способе для размещения частиц, например для приема и удержания частиц удобрения в свободном пространстве внутреннего пространства. В данном способе контейнер, например, поворачивают и/или обеспечивают его возвратно-поступательные движения, причем поворот или возвратно-поступательные движения осуществляют, например, в горизонтальном или вертикальном направлении. Способ включает, например, вращение контейнера вокруг оси вращения, при этом в контейнере, в частности во внутреннем пространстве, находятся частицы удобрения. В ходе указанного вращения предпочтительно осуществляют по меньшей мере этап b). Вращение контейнера обеспечивает, например, вращательное движение частиц удобрения на этапе b). Частицы предпочтительно постоянно находятся в движении в контейнере вплоть до выгрузки, например, в результате вращения контейнера.

Контейнер, например, имеет цилиндрическую форму и представляет собой, например, сосуд. Контейнер имеет, например, круглое поперечное сечение в плоскости, перпендикулярной оси вращения. Контейнер, например, соединен с первым приводным механизмом, таким как двигатель. Первый приводной механизм, например, предусмотрен в раме и выполнен с возможностью перемещения контейнера относительно рамы.

Кроме того, модуль для нанесения покрытий может содержать скребок, который, например, неподвижен по отношению к раме или, например, может оставаться неподвижным по отношению к раме при вращении контейнера. Скребок можно использовать для удаления твердых материалов со стенки вращающегося контейнера. Скребок может также способствовать встряхиванию частиц во время работы. Скребок расположен вблизи стенки контейнера и/или дна контейнера (например, с зазором 1-10 мм, например 1-5 мм) и предпочтительно расположен с верхней стороны относительно предпочтительного наклона контейнера. Скребок выполнен с возможностью перемещения относительно стенки контейнера. В предпочтительном варианте осуществления контейнер имеет дно и боковую стенку, причем модуль для нанесения покрытий дополнительно содержит скребок, причем скребок неподвижен по отношению к раме по меньшей мере на этапе b), при этом скребок расположен с возможностью соскребания материала с боковой стенки и/или со дна контейнера.

В предпочтительном варианте осуществления второй подвижный элемент представляет собой или содержит перемешивающий элемент. Перемешивающий элемент расположен во внутреннем простран-

ве контейнера и, например, выполнен с возможностью вращения и/или возвратно-поступательного перемещения во внутреннем пространстве. Способ предпочтительно включает движение перемешивающего элемента по меньшей мере на этапе b) одновременно с вращением контейнера, а более предпочтительно непрерывно на протяжении этапа b). Таким образом, на этапе b) перемешивающий элемент контактирует с частицами удобрения, когда на частицах предусмотрен один или более компонент покрытия. Перемешивающий элемент представляет собой, например, смесительный инструмент. Движение перемешивающего элемента может способствовать перемешиванию частиц и/или способствовать предотвращению образования комков. В некоторых вариантах осуществления перемешивающий элемент, например, расположен с возможностью поддержания существенной части (например, более 30 мас.%) или большей части частиц в суспендированном в воздухе виде (без контакта с контейнером) в любой данный момент времени на этапе b). На этапе b) отдельные частицы подлетают, например, к стенке контейнера и перемешиваемому элементу и отскакивают от них.

Перемешивающий элемент, например, соединен с приводным механизмом, например вторым приводным механизмом, предусмотренным в раме для перемещения перемешивающего элемента относительно рамы, причем движение может представлять собой вращение. Скоростью и движением перемешивающего элемента предпочтительно можно управлять независимо от скорости и движения контейнера.

Более предпочтительно перемешивающий элемент представляет собой ротор. Ротор содержит, например, вал и одну или более лопастей. Лопасти могут быть выполнены в виде лопаток. Лопасти или лопатки предпочтительно равномерно распределены вокруг вала. Способ включает, например, вращение ротора вокруг оси вращения ротора одновременно с вращением контейнера по меньшей мере на этапе b). Один контейнер может быть оснащен одним или более роторами. Ротор предпочтительно вращается вокруг вала. Ось вращения ротора, например, по существу параллельна (в том числе параллельна) оси вращения контейнера. Ось вращения ротора имеет, например, угол наклона менее 30°, или менее 20°, или менее 5°, например 0°, к оси вращения контейнера. Вал может проходить через отверстие в накрывающей пластине контейнера. Например, ротор закреплен над контейнером в раме и подвешен в контейнере.

Контейнер и ротор могут вращаться в одном и том же или противоположных направлениях (в любой заданный момент времени), особенно если вал и ось вращения по существу параллельны. Предпочтительными являются противоположные направления вращения. Например, если смотреть сверху относительно направления силы тяжести, контейнер может вращаться по часовой стрелке, а ротор - против часовой стрелки, или наоборот.

Контейнер вращают со скоростью, например, по меньшей мере 1 об/мин (оборот в минуту), обычно менее 500 об/мин, предпочтительно от 5 до 100 об/мин, например от 10 до 60 об/мин. Ротор вращают, например, со скоростью по меньшей мере 1 об/мин (оборот в минуту), обычно менее 500 об/мин, предпочтительно 5-100 об/мин, например 10-60 об/мин. Окружная скорость контейнера составляет, например, 0,10-1 м/с, предпочтительно 0,2-2,0 м/с или 0,5-2,0 м/с. Окружная скорость ротора составляет, например, 0,2-10 м/с, предпочтительно 0,5-5,0 м/с или 1,0-2,5 м/с. Окружная скорость ротора предпочтительно выше окружной скорости контейнера. Эти предпочтительные скорости относятся, в частности, к этапу b).

Ось вращения ротора предпочтительно расположена на расстоянии от оси вращения контейнера (по меньшей мере в плоскости, перпендикулярной оси вращения контейнера) так, что ротор устанавливают эксцентрически во внутреннем пространстве контейнера, особенно в вариантах осуществления, в которых ось вращения ротора, например, по существу параллельна (в том числе параллельна) оси вращения контейнера. Расстояние, например, составляет по меньшей мере 2% или по меньшей мере 5% диаметра внутреннего пространства в плоскости, перпендикулярной оси вращения контейнера. В некоторых вариантах осуществления один контейнер может быть необязательно снабжен множеством роторов. Оси вращения множества роторов расположены, например, на одинаковом расстоянии или на разном расстоянии (в радиальном направлении) от оси вращения контейнера.

В предпочтительном варианте осуществления ротор содержит вал и одну или более лопастей. Вал имеет длину в направлении от первого конца до второго конца, причем указанный первый конец расположен в указанном внутреннем пространстве указанного контейнера. Лопасти также расположены в этом внутреннем пространстве. Второй конец соединен с приводным механизмом, например вторым приводным механизмом, например, во втором двигателе. Лопасти соединены с валом и проходят от вала в указанном внутреннем пространстве контейнера в направлении, перпендикулярном длине вала. Лопасти имеют, например, длину в направлении, перпендикулярном валу, составляющую по меньшей мере 2% или по меньшей мере 5% радиуса контейнера в поперечном сечении, перпендикулярном оси вращения контейнера.

Ось вращения контейнера предпочтительно наклонена по отношению к вертикальному направлению, причем вертикальное направление определено по отношению к силе тяжести. Ось вращения предпочтительно имеет угол по меньшей мере 5° или по меньшей мере 10° относительно вертикального направления и, как правило, менее 30°. Ось вращения может также быть вертикальной относительно силы тяжести. Вертикальная или немного наклонная ориентация может обеспечивать однородное (по существ-

ву с угловой симметрией относительно оси вращения) распределение частиц в контейнере по сравнению с вариантом осуществления, в котором ось вращения горизонтальна или почти горизонтальна. В случае наклонной оси вращения рама имеет корпус, причем контейнер расположен на опорном элементе так, что вращающийся контейнер наклонен по отношению к горизонтальной плоскости, причем горизонтальная плоскость параллельна нижней части опорного элемента. Контейнер предпочтительно имеет нижнюю стенку, образованную плоской пластиной, например цилиндрической пластиной. Предпочтительно нижняя стенка установлена в раме под углом по меньшей мере 5° или по меньшей мере 10° относительно горизонтальной плоскости. Например, цилиндрическая донная стенка может иметь самую низкую точку в состоянии покоя (без вращения). Выходной патрубок для выгрузки частиц удобрения с покрытием, например, выполнен в этой самой низкой точке или, например, в центре нижней стенки. Вращение под углом может также способствовать лучшему перемешиванию удобрения и одного или более добавленных компонентов покрытия.

В некоторых вариантах осуществления модуль для нанесения покрытий содержит множество устройств для нанесения покрытий, расположенных последовательно или параллельно, причем каждое устройство для нанесения покрытий содержит контейнер и по меньшей мере один ротор. Например, модуль для нанесения покрытий содержит множество устройств для нанесения покрытий, расположенных последовательно и соединенных друг с другом транспортировочными линиями для частиц удобрения с покрытием (такими как движущиеся ленты или трубы), причем каждое устройство для нанесения покрытий имеет один контейнер. Каждый контейнер имеет, например, входное отверстие и выходное отверстие для частиц удобрения (с покрытием). Такой модуль для нанесения покрытий можно использовать, например, в способах, в которых этап b) выполняют два или более раз. Каждый слой покрытия, например, наносят в другом устройстве для нанесения покрытий (и в разных контейнерах), причем в каждом контейнере наносят не более одного слоя покрытия. Частицы удобрения вводят в самое первое из устройств для нанесения покрытий, и выгружают из самого последнего устройства для нанесения покрытий. Последнее устройство для нанесения покрытий используют, например, для выполнения заключительного отверждения, а не для нанесения слоя покрытия. В другом варианте осуществления используют систему для нанесения покрытий с множеством параллельно расположенных модулей для нанесения покрытий и с общим этапом охлаждения, выполняемой после модулей для нанесения покрытий.

В соответствии с настоящим изобретением модуль для нанесения покрытий представляет собой, например, смеситель Eirich, например смеситель Eirich Intensive Mixer типа R, или, например, несколько таких смесителей, расположенных параллельно или последовательно. В соответствии с настоящим изобретением модуль для нанесения покрытий представляет собой, например, смесительное устройство, описанное в публикации US 4854715 или описанное в публикации US 9295109.

Модуль для нанесения покрытий может, например, также представлять собой горизонтальную смесительную систему, предлагаемую компанией Lodige, или, например, смеситель Eirich Plow Blender. Модуль для нанесения покрытий представляет собой, например, смесительное устройство с горизонтальным цилиндрическим баком и твердым горизонтальным валом с клиновидными лемехами или наклонными лопастями, установленными на валу, например смеситель Eirich Plow Blender.

В предпочтительном варианте осуществления на этапе b) слой покрытия наносят в количестве от 0,10 до 6,0 мас.%, более предпочтительно от 0,50 до 4,0 мас.%, еще более предпочтительно от 0,5 до 1,5 мас.% в расчете на массу не имеющей покрытия частицы удобрения, подлежащей нанесению покрытия. Если этап b) выполняют два или более раз, например, для получения слоев покрытия разного состава, эти количества и время относятся к одному случаю этапа b). Например, все покрытие составляет от 1,0 до 25 мас.%, или от 1,0 до 15 мас.%, или, например, от 1,5 до 10 мас.%, предпочтительно 1,5-7,5 мас.% от массы не имеющей покрытия частицы удобрения, подлежащей нанесению покрытия.

Предпочтительно этап b) выполняют (и завершают) в течение срока от 10 до 600 с, предпочтительно от 30 до 240 с, или от 10 до 120 с, или от 30 до 120 с, или от 10 до 60 с, или от 10 до 30 с, или от 30 до 90 с, в особенности для таких количеств материала покрытия. В некоторых вариантах осуществления компонент покрытия добавляют в контейнер в течение периода времени от 0,5 до 30 с, или от 1 до 10 с, или от 1 до 5 с и предпочтительно в течение такого периода времени добавляют все количество этого компонента покрытия, предпочтительно каждого из компонентов покрытия. В некоторых вариантах осуществления компонент распределяют по частицам удобрения (т.е. смешивают с частицами) за период от 10 до 45 с или от 10 до 30 с. Такое быстрое время перемешивания обеспечивают, например, перемещением контейнера и ротора в процессе эксплуатации.

Если этап b) выполняют два или более раз, например, для получения слоев покрытия разного состава, это время относится к одному случаю этапа b). Окончательное отверждение на этапе c) (если его выполняют) предпочтительно проводят (и завершают) в течение периода от 60 с до 15 мин, более предпочтительно от 2 до 10 мин. Этап b) предпочтительно включает последовательное и поэтапное нанесение на частицы удобрения двух или более компонентов покрытия при вращении как контейнера, так и ротора. Предпочтительно, чтобы компонент покрытия, добавляемый к частицам первым, имел большую молекулярную массу (например, среднечисленную молекулярную массу) и/или большую вязкость, чем второй компонент покрытия. Первый компонент покрытия предпочтительно добавляют к частицам и пере-

мешивают в течение 2-120 с, например 10-60 с, а затем добавляют второй компонент покрытия. Перемешивание первого компонента покрытия предпочтительно обеспечивает однородное распределение компонента покрытия по частицам к концу периода перемешивания и перед добавлением второго компонента покрытия. Оба компонента покрытия предпочтительно впрыскивают в виде жидкостей (что может включать капельное внесение и распыление), и предпочтительно в слой приподнятых частиц. В предпочтительном варианте осуществления слой приподнятых частиц содержит зону, в которой частицы движутся наиболее быстро (например, близко к ротору), и компонент покрытия добавляют в эту часть. Таким образом можно обеспечивать быстрое равномерное распределение компонента покрытия по частицам. В некоторых вариантах осуществления первые два компонента покрытия при добавлении вступают в реакцию друг с другом. После нанесения одного или более реакционноспособных компонентов покрытия способ может включать обеспечение реакции компонентов покрытия друг с другом, например, в течение периода времени от 10 до 300 с, например от 10 до 120 с, при том, что частицы находятся в движении. Преимущество настоящего изобретения заключается в том, что эта реакция, протекающая в модуле для нанесения покрытий, может обеспечивать отверждение или затвердевание частиц без агломерации частиц с нанесенным покрытием.

Было обнаружено, что проведение реакции в модуле для нанесения покрытий, предпочтительно во вращающемся контейнере с ротором, обеспечивает быстрое и полное распределение компонентов покрытия. Распределение также обеспечивает полную инкапсуляцию частиц удобрения в слой покрытия. Быстрое распределение также позволяет использовать компоненты покрытия, имеющие более высокую скорость реакции, и в то же время более высокая скорость реакции важна для получения высокого качества покрытия в таком модуле для нанесения покрытий. В частности, как слишком высокая скорость реакции, так и слишком низкая скорость реакции могут привести к слишком высокой скорости высвобождения питательного вещества из частиц удобрения с покрытием. Кроме того, было обнаружено, что предотвращается образование комков в модуле для нанесения покрытий за счет перемещения подвижных элементов (например, контейнера и ротора).

После такого времени реакции можно добавлять один или более дополнительных компонентов покрытия, например воск, предпочтительно жидкий воск, который впрыскивают в слой удобрения. Воск предпочтительно наносят между слоями покрытия. Эти этапы необязательно повторяют один или более раз в одном и том же контейнере или в дополнительных последовательных контейнерах, для получения множества слоев покрытия, и за этим необязательно следует этап заключительного отверждения. Этап заключительного отверждения проводят (и завершают) за период, например, от 60 с до 15 мин, например от 2 до 10 мин, предпочтительно от 2 до 5 мин, чтобы обеспечить полное затвердевание или отверждение слоя покрытия. Необязательно наносят дополнительный заключительный слой покрытия, например восковый слой. Окончательное отверждение может быть проведено в том же вращающемся контейнере или в другой части модуля для нанесения покрытий. Окончательное отверждение, как правило, прекращают путем выгрузки частиц удобрения с покрытием.

Этап а) и этап б) предпочтительно проводят при температуре по меньшей мере 10, 30°C, по меньшей мере 40°C, по меньшей мере 50°C, по меньшей мере 55°C или по меньшей мере 60°C, обычно менее 120°C или менее 80°C, например в диапазоне от 40 до 120°C или от 50 до 100°C, более предпочтительно 55-80°C. Частицы удобрения предпочтительно выдерживают при такой температуре в течение всего времени пребывания в модуле для нанесения покрытий. Предпочтительно, чтобы при выгрузке из модуля для нанесения покрытий температура частиц составляла по меньшей мере 50°C или по меньшей мере 60°C. Способ может включать охлаждение выгруженных частиц с температуры по меньшей мере 50°C или по меньшей мере 60°C до более низкой температуры, например ниже 30°C. В некоторых вариантах осуществления способ включает этап предварительного нагрева твердых частиц удобрения. В некоторых других вариантах осуществления способ включает получение частиц удобрения, образованных путем солидификации при таких температурах (например, образующихся в процессе гранулирования или приллирования), и транспортировку частиц карбамида при таких температурах (например, выше 50°C) из модуля солидификации в модуль для нанесения покрытия. Выдерживание частиц в модуле для нанесения покрытий при температуре выше 50°C или выше 60°C, в особенности в течение всего времени пребывания, может обеспечивать высокую скорость реакционного отверждения или реакционного затвердевания компонентов покрытия, например, при использовании полиуретанового покрытия. Другие компоненты покрытия могут уже достаточно быстро реагировать при более низких температурах, например от 10 до 50°C. Кроме того, выдерживание частиц при температуре ниже 80°C, или даже ниже 60°C, или ниже 50°C может быть полезно, если покрытие включает дополнительные компоненты, склонные к разложению или нежелательным побочным реакциям при высоких температурах. Модуль для нанесения покрытий предпочтительно работает при абсолютном давлении от 0,010 до 10 бар, например от 0,5 до 2,0 бар или от 0,5 до менее 1,0 бар (небольшой вакуум).

В предпочтительном варианте осуществления покрытие представляет собой полиуретановое покрытие. Компоненты покрытия предпочтительно включает полиизоцианат и полиол. Полиизоцианат предпочтительно имеет две или более изоцианатные группы на молекулу. Полиизоцианат является, на-

пример, алифатическим или ароматическим, предпочтительно ароматическим. Полиизоцианат представляет собой, например, диизоцианат, имеющий ровно две изоцианатные группы. Особенно подходящим полиизоцианатом является метилendifенилдиизоцианат (MDI), такой как 4,4'-MDI, другим примером является толуолдиизоцианат (TDI). Ароматический полиизоцианат используют, например, в виде смеси полимеров и диизомеров изоцианата.

Полиол содержит по меньшей мере 2 гидроксильные группы на молекулу, предпочтительно 2-5 гидроксильных групп, еще более предпочтительно 3 или 4 гидроксильные группы. Полиол основан, например, на сложном полиэфире, простом полиэфире или натуральном масле и предпочтительно основан на простом полиэфире. Полиол имеет, например, гидроксильное число 150-700 и имеет, например, среднее значение функциональности 3 (число изоцианатных реакционных центров на молекулу).

Например, используют полипропиленовый полиол или полиэтиленовый полиол с гидроксильным числом 150-700 и функциональностью 3 или 4, так как они формируют относительно короткие цепи (например, с молекулярной массой 300-700 Да). Короткая длина цепи может способствовать более низкой вязкости полиола.

В предпочтительных вариантах осуществления полиол имеет вязкость менее 2000 или менее 1000 мПа·с при 25°C и, как правило, более 100 мПа·с при 25°C. Число гидроксильных групп измеряют, например, в соответствии со стандартом ASTM D4274-99 или ISO 14900:2017. Вязкость, например, измеряют в соответствии со стандартом ASTM D4878-15 (предпочтительно способ А) или ISO 3219:1993.

Полиол представляет собой, например, алифатический простой полиэфирный полиол, например, образованный из инициатора и множества алкиленоксидных звеньев. Образование полиола инициируют, например, из соединения с 3 гидроксильными группами, такого как глицерин, или, например, из амина, или их комбинации. Полиол представляет собой, например, полиэтиленоксидный или полипропиленоксидный полиол или иной простой полиэфирный полиол. Кроме того, можно использовать сложные полиэфирные полиолы. Соотношение количеств групп NCO и OH находится, например, в диапазоне от 0,8:10 до 1,2:10. Однако можно использовать многие полиуретановые покрытия.

Компоненты покрытия включают катализатор полимеризации, например металлоорганический катализатор, третичные амины, органические или неорганические основания.

Отверждение полиола и полиизоцианата предпочтительно проводят менее чем за 2 мин при 25°C, при 70°C и/или при температуре нанесения покрытия, что позволяет наносить его с интервалами менее 2 мин. Количество и тип катализатора для такого времени термоотверждения можно отрегулировать соответствующим образом.

Компоненты покрытия предпочтительно имеют реакционную способность при комнатной температуре в диапазоне от 25 до 125 с (время, необходимое по меньшей мере для 50% отверждения) и предпочтительно в диапазоне от 10 до 45 с при рабочей температуре модуля для нанесения покрытий и/или при 55°C. Предпочтительно реакционную способность при комнатной температуре измеряют так, как описано ниже в настоящем документе в процедуре А ("Процедура определения параметров реакционной способности (при 25°C) - реакционная способность в чашке"). Реакционную способность при рабочей температуре предпочтительно измеряют так, как описано в настоящем документе в процедуре В ("Процедура определения параметров реакционной способности при требуемой температуре отверждения - реакционная способность на горячей пластине").

В некоторых вариантах осуществления покрытие представляет собой покрытие из сложного полиэфира, более предпочтительно, термоотверждаемое сложнополиэфирное покрытие. Компоненты покрытия могут включать ненасыщенный сложный полиэфир (содержащий двойную углерод-углеродную связь) и виниловый мономер. Реакция отверждения на этапе b) может включать сополимеризацию винилового мономера и ненасыщенного сложного полиэфира. Ненасыщенный полимер, например, является продуктом реакции ненасыщенной дикарбоновой кислоты (или ангидрида), ненасыщенной дикарбоновой кислоты (или ангидрида) с полиолом, таким как диол (гликоль). Гликоль представляет собой, например, этиленгликоль, пропиленгликоль, 1,3-бутиленгликоль или, например, гидрогенизированный бисфенол А. Гликоль является, например, циклическим или ациклическим и является, например, алифатическим или ароматическим. Гликоль имеет, например, 2-30 атомов С. Виниловый мономер представляет собой, например, стирол. Реакция на этапе b) может включать в себя сополимеризацию ненасыщенного сложного полиэфира и винилового мономера в присутствии, например, инициатора свободнорадикальной полимеризации и катализатора. Ненасыщенный сложный полиэфир, например, впрыскивают в виде жидкой смеси с виниловым мономером, причем виниловый мономер также выступает в качестве растворителя для сложного полиэфира.

В дополнительном варианте осуществления покрытие представляет собой поликарбамидное покрытие, а компоненты покрытия включают полиизоцианат, содержащий 2 или более изоцианатные группы на молекулу, и полиамин, содержащий 2 или более аминогруппы на молекулу, предпочтительно 2-5 аминогрупп, более предпочтительно 3 или 4 аминогруппы.

В дополнительном варианте осуществления композиция для нанесения покрытий представляет собой покрытие из фенольной смолы, а компоненты покрытия включают фенол и формальдегид. Феноль-

ный компонент и формальдегидный компонент могут вступать в реакцию в модуле для нанесения покрытий с образованием термоотвержденного полимера.

В дополнительном варианте осуществления композиция покрытия представляет собой эпоксидное покрытие, и компоненты покрытия включают эпоксидный компонент (содержащий эпоксидные группы) и необязательно сореагент, имеющий реакционноспособные группы, такие как амин, кислоты и ангидриды кислот, фенолы, спирты и тиолы. Сореагент, как правило, имеет две или более из указанных реакционноспособных групп на одну молекулу, чтобы обеспечить образование термоотвержденного полимера. Эпоксидный компонент может поперечно сшиваться путем гомополимеризации на этапе б) или путем реакции с необязательными сореагентами.

Преимуществом эксплуатации описанного выше модуля для нанесения покрытий является то, что предотвращается разрушение частиц в процессе нанесения покрытия, и в то же время значительно увеличивается степень перемешивания, например, по сравнению с устройствами для нанесения покрытий с вращающимся барабаном. Модуль для нанесения покрытий допускает более быстрое время реакции (например, между полиолом и полиизоцианатом), что обеспечивает при периодическом процессе нанесения трех слоев общее время обработки партии может составлять 5-6 мин, тогда как при использовании вращающегося барабана может потребоваться 6-8 мин на слой. Высокоинтенсивное перемешивание и более быстрое время реакции в способе изобретения позволяют получать частицы удобрения с покрытием без агломерации частиц. Кроме того, скорость реакции можно использовать для оптимизации скорости высвобождения удобрения путем корректировки типа и количества используемого катализатора. Способ нанесения покрытия, в частности, подходит для получения удобрения с покрытием для сельскохозяйственных культур, выращиваемых в больших масштабах, таких как кукуруза (маис).

Один или более компонентов покрытия предпочтительно имеют время реакции при 25°C от 30 до 250 с, причем время реакции представляет собой время, необходимое для затвердевания (при необходимости, измеренное по процедуре А - "Реакционная способность в чашке", описанной в настоящем документе).

Один или более компонентов покрытия предпочтительно имеют время реакции при температуре нанесения покрытия (например, при 70°C) от 10 до 120 с, более предпочтительно от 10 до 60 с, причем время реакции представляет собой время, необходимое для затвердевания (при необходимости, измеренное в процедуре "Реакционная способность на горячей пластине", описанной в настоящем документе).

Время реакции может быть достигнуто или скорректировано путем изменения количества и типов катализаторов, используемых для отверждения или затвердевания.

В предпочтительном варианте осуществления, который не ограничивает изобретение, модуль для нанесения покрытий включает в себя контейнер и ротор, покрытие представляет собой полиуретановое покрытие, а этап б) включает последовательные операции (одну за другой с необязательными дополнительными этапами до, между и/или после них):

В1) впрыскивание полиола в слой указанных частиц удобрения в указанном контейнере, причем предпочтительно частицы в указанном слое подняты под действием движения контейнера и ротора, при этом впрыскивание предпочтительно осуществляют с помощью открытой трубы или распылительной форсунки;

В2) перемешивание указанного полиола с указанными частицами удобрения в течение от 5 до 120 с, предпочтительно от 10 до 60 с;

В3) впрыскивание полиизоцианатного компонента в указанный слой частиц удобрения в указанном контейнере, причем предпочтительно впрыскивание осуществляют через открытую трубу или распылительную форсунку;

В4) вращение частиц удобрения в указанном контейнере в течение по меньшей мере от 10 до 300 с, предпочтительно от 20 до 180 с, благодаря чему полиольный и полиизоцианатный компонент реагируют друг с другом по меньшей мере с частичным отверждением слоя покрытия в процессе вращения ротора;

В5) необязательно впрыскивание жидкого воска в слой удобрения, и необязательно повторение указанных этапов В1-В5;

В6) необязательно вращение удобрения в контейнере в течение по меньшей мере 10 секунд, что позволяет покрытию дополнительно затвердевать.

В одном варианте этап В3 выполняют перед этапами В1 и В2 таким образом, что полиизоцианат впрыскивают первым. Однако предпочтительным является впрыскивание сначала полиола, особенно если полиол представляет собой полимерное соединение. В некоторых вариантах осуществления этап В5 впрыскивания воска опускают, например, по меньшей мере в некоторых необязательных повторениях этапов В1-В5. В некоторых вариантах осуществления этапы В1-В6 осуществляют с другими компонентами покрытия, отличными от полиизоцианата и полиола, с получением слоев покрытия иных типов. На этапах В1-В6 вращение удобрения можно осуществлять путем вращения контейнера и ротора. Было обнаружено, что данный предпочтительный вариант осуществления обеспечивает особенно хорошие результаты нанесения покрытия при желательных скоростях высвобождения удобрения при погружении

в воду.

Изобретение также относится к установке для доводки карбамида, содержащей: модуль доводки карбамида, такой как модуль гранулирования или башня приллирования, причем модуль доводки карбамида имеет входное отверстие для расплава карбамида и выходное отверстие для подогретых частиц карбамида, модуль для нанесения покрытий, имеющий входное отверстие, соединенное с указанным выходным отверстием для частиц карбамида, предпочтительно подогретых частиц карбамида, причем модуль для нанесения покрытий выполнен в соответствии с описанием и содержит раму и по меньшей мере два подвижных элемента, при этом указанные подвижные элементы выполнены с возможностью независимого перемещения относительно рамы. В настоящем документе термин "подогретые частицы карбамида" относится к частицам, имеющим температуру выше температуры окружающей среды на входе в модуль нанесения покрытий, например от 30 до 95°C, предпочтительно от 50 до 85°C, более предпочтительно 55-75°C. Соединение между входным отверстием модуля для нанесения покрытий и выходным отверстием модуля доводки предпочтительно не включает охлаждающий модуль между модулем доводки карбамида и входным отверстием модуля для нанесения покрытий, в особенности охлаждающий модуль, в котором используют охлаждающий воздух, например охлаждающий модуль, включающий в себя воздуходувку или вентиляторы для охлаждающего воздуха.

Подвижные элементы предпочтительно представляют собой описанные контейнер и встряхивающий элемент, более предпочтительно контейнер, имеющий стенку и внутреннее пространство для размещения частиц удобрения, на которые нужно наносить покрытие, и предпочтительно встряхивающий элемент, расположенный во внутреннем пространстве контейнера. Встряхивающий элемент предпочтительно представляет собой ротор в соответствии с описанием. Модуль для нанесения покрытий дополнительно содержит выходное отверстие для частиц мочевины с покрытием. Установка также содержит охлаждающий модуль. Охлаждающий модуль имеет входное отверстие, соединенное с указанным выходным отверстием для частиц мочевины с покрытием, и выходное отверстие для охлажденных частиц мочевины с покрытием и предпочтительно дополнительно имеет входное отверстие для охлаждающего воздуха и выходное отверстие для отработанного воздуха. Данную установку можно использовать для осуществления способа изобретения. Способ изобретения можно также осуществлять путем получения частиц удобрения из места хранения и, например, при необходимости с предварительным нагревом.

Изобретение также относится к частицам удобрения, которые можно получать способом изобретения. Эти частицы удобрения демонстрируют благоприятную скорость высвобождения. Пример такой благоприятной скорости высвобождения приведен в примере 3. Частицы удобрения, получаемые описанным способом, содержат, например, карбамид, например, по меньшей мере 50 мас.% карбамида в расчете на общую массу частиц удобрения с покрытием. Покрытие для частиц представляет собой, например, полиуретановое покрытие. Частицы удобрения, получаемые описанным способом, предпочтительно имеют скорость высвобождения менее 40% после 20 дней погружения в воду, например, измеренную в соответствии с процедурой С, описанной в настоящем документе. Предпочтительно, чтобы скорость высвобождения также составляла менее 20 мас.% после 7 дней погружения. Предпочтительное применение водонерастворимых полимеров может благоприятно повлиять на достижение таких скоростей высвобождения. Общее количество покрытия составляет, например, 5-25 мас.% или 10-20 мас.% от массы не имеющих покрытия частиц удобрения, на которые планируют нанести покрытие. Количество слоев покрытия составляет, например, 1-12 слоев, например 4-8 слоев, причем восковые слои считают отдельными слоями. Частицы содержат, например, 3 слоя полиуретана и 3 слоя воска, что дает в общей сложности 6 слоев. Покрытие, например, включает 2-6 полиуретановых слоев, которые, например, отделены друг от друга восковыми слоями.

Изобретение также относится к частицам удобрения с покрытием, предпочтительно содержащим карбамид, более предпочтительно содержащим по меньшей мере 50 мас.% карбамида в расчете на массу частиц удобрения с покрытием, которые имеют скорость высвобождения менее 40% после 20 дней погружения в воду, измеренную, например, в соответствии с процедурой С ("Процедура определения скорости высвобождения питательного вещества из удобрения с контролируемым высвобождением"), приведенной в настоящем документе. Предпочтительно, чтобы скорость высвобождения также составляла менее 20 мас.% после 7 дней погружения. Покрытие для частиц удобрения с покрытием представляет собой, например, полиуретановое покрытие. Частицы, например, имеют покрытие в количестве и с числом слоев, описанными выше в настоящем документе.

Без ограничений, накладываемых какой-либо теорией, способом нанесения покрытия по изобретению можно обеспечивать получение однородного слоя покрытия с высоким или полным покрытием частиц удобрения.

На фиг. 1 схематично показан пример модуля для нанесения покрытий, который можно использовать в способе изобретения. Модуль 1 для нанесения покрытий содержит раму 2, которая представляет собой корпус, а также контейнер 3 и ротор 4. Ротор 4 соединен с двигателем 5 для приведения в движение ротора 4. Ротор 4 содержит вал 6, оснащенный лопастями 7. Контейнер 3 снабжен дополнительным двигателем 8 и имеет ось 9 вращения. Ось 9 вращения параллельна валу 6 и расположена на некотором

расстоянии от него (от его срединной линии). Контейнер 3 также имеет скребок 10, находящийся вблизи стенки контейнера, но который может оставаться неподвижным во время вращения контейнера 3 вокруг оси 9. Контейнер 3 включает накрывающую пластину 14 и вал 6, проходящий через накрывающую пластину. Контейнер также имеет входное отверстие 11 для частиц удобрения и одно или более входных отверстий 12 для компонентов покрытия. Входное отверстие 12, например, выполнено в виде открытой трубы или в виде одной или более распылительных форсунок, причем каждая распылительная форсунка имеет, например, одно соединение с подающим трубопроводом для одного конкретного компонента покрытия. Контейнер 3 также имеет выходное отверстие 13 для частиц удобрения с покрытием, например, выполненное в виде закрываемого отверстия в нижней части контейнера 3.

Теперь изобретение будет дополнительно проиллюстрировано с помощью следующих примеров, которые не ограничивают изобретение или заявленный объект.

Пример 1.

Описанный смеситель (с вращающимся контейнером и вращающимся ротором) предварительно нагревали до около 75°C, добавляли 4,08 кг частиц карбамидного удобрения и начинали встряхивание. После подтверждения того, что карбамид достиг температуры приблизительно 75°C, добавляли первую из трех порций полиола 14,0 г и перемешивали в течение 30 с, после чего добавляли первую из трех порций изоцианата 21,3 г. После перемешивания в течение 60 с добавляли первую из двух порций воска 10,2 г. Материал перемешивали в течение дополнительных 30 с. Этапы добавления полиола, изоцианата и воска и период перемешивания повторяли. Наконец, добавляли третью порцию полиола и изоцианата при соответствующем времени перемешивания.

В отличие от двух предыдущих слоев покрытия после добавления третьей порции уретановых компонентов (порции полиола и порции изоцианата) слой воска не добавляли. Слой воска можно необязательно наносить на третий слой полиуретанового покрытия. Карбамид, который был свободнотекущим и не содержал комков или агломератов, выгружали из смесителя для охлаждения. Общее время обработки партии с тремя нанесенными слоями составило 5,5 мин; это значительно меньше времени обработки партии, отмеченном для существующего уровня техники, в котором для каждого слоя обычно требуется 6-8 мин. Покрытие составляло 3 мас.%; при итоговой массе партии 4,21 кг покрытие составило 126 г. Воск наносили в количестве 0,5% всего в 2 слоя и применяли 3 этапа нанесения. По визуальной оценке, частицы удобрения были полностью покрыты покрытием.

Пример 2.

Полиольные композиции A-G получали путем добавления металлоорганического катализатора или катализатора на основе третичного амина к простому полиэфирному полиолу при увеличивающихся количествах катализатора, как показано в таблице.

В таблице представлена соответствующая реакционная способность при комнатной температуре и при повышенной температуре смесей полиолов при смешивании с мультифункциональным ароматическим изоцианатом на основе MDI. Эти образцы были приготовлены таким образом, чтобы иметь реакционную способность в диапазоне от быстрого времени реакции, 8 с до очень медленного времени реакции, более 5 мин. При температуре обработки около 75°C время реакции было существенно более быстрым. Если указано сокращение N/A, это означает, что образец прореагировал в течение 20 с перемешивания или по существу сразу же после его добавления на горячую пластину.

Полиолы добавляли к предварительно нагретым частицам карбамида, встряхиваемым в смесителе, как описано в примере 1. Параметры реакции были следующими: температура процесса 71°C (160°F), суммарная массовая доля уретанового покрытия 3% (добавляли тремя отдельными слоями по 1% каждый, причем сначала добавляли полиол, а затем изоцианат) и общее количество воска 0,5% добавляли двумя отдельными слоями после первого и второго слоев уретанового покрытия.

Смесь полиолов	Время реакции в чашке (сек)	71°C Время реакции (сек)
A	>300	1140
B	217	65,53
C	90	38,03
D	43	16,47
E	25	<5 сек
F	21	N/A
G	8	N/A

На фиг. 2 представлена % доля высвобождения карбамида (от 0 до 100%, ось Y; измерено в соответствии с процедурой C) через 2 ч и через 1, 3 и 7 дней погружения для различных смесей полиолов из таблицы (смеси полиолов на оси X в соответствии со временем реакции при комнатной температуре в секундах). Желательного более медленного высвобождения достигают при использовании смесей полиолов D, C и B, самого лучшего - при использовании смесей C и D. Скорость высвобождения зависит от реакционной способности смесей полиолов, которые были модифицированы с использованием различных количеств и типов катализаторов.

Пример 3.

На частицы удобрения наносили смеси полиолов C и D с использованием сравнительного смесите-

ля с вращающимся барабаном в соответствии с той же последовательностью добавления и временами перемешивания, но порции материала уменьшали, чтобы отразить меньшую порцию частиц удобрения. Скорость высвобождения определяли в соответствии с процедурой С.

На фиг. 3 показана % доля высвобождения карбамида (ось у) через 2 ч и 1, 3, 7, 14 и 21 день погружения (ось х, время в днях) для смесей С и D, нанесенных при помощи описанного модуля нанесения покрытий (C1, D1) и при помощи сравнительного вращающегося барабана (C2, D2). Скорости высвобождения при использовании смесителя изобретения значительно лучше (меньше), чем при использовании смесителя с вращающимся барабаном. В случае C2 и D2 более чем 60% карбамида высвобождалось менее чем за 3 дня после погружения. В случае C1 и D1 менее 40% мочевины высвобождалось через 21 день после погружения. Это указывает на то, что более высокая реакционная способность не является преимуществом сравнительного удобрения с покрытием, полученного с помощью сравнительного способа с смесителем с вращающимся барабаном, в то время как имеет значительные преимущества для способа по настоящему изобретению и частиц карбамида по настоящему изобретению.

Экспериментальные процедуры

В примере 2 использовали следующие процедуры.

Процедура А. Методика определения параметров реакционной способности (при 25°C) - реакционная способность в чашке.

Добавьте требуемые навески полностью приготовленного компонента для получения массы 150 в небольшой чашке. Немедленно запустите таймер и одновременно начните перемешивать соединения. Перемешивание продолжают в течение 20 с или до затвердевания материала, если это занимает меньше 20 с.

Чтобы проверить время реакции, следует периодически аккуратно прикасаться шпателем из нержавеющей стали (или, как вариант, деревянным врачебным шпателем) к поверхности материала. Момент, когда шпатель натолкнется на твердый, или отвердевший участок на поверхности материала, считается временем реакции. В примере 2 в небольшую чашку помещали полностью приготовленный изоцианатный компонент (компонент А) и полностью приготовленный полиольный компонент (компонент В), включая любые необязательные добавки, для получения массы 150 г. Все химические компоненты и аппарат изначально имеют температуру 25°C. Вначале готовят навеску компонента В в контейнере для смешивания, а затем навеску компонента А при соответствующем массовом соотношении компонентов.

Процедура В. Процедура определения параметров реакционной способности при требуемой температуре отверждения - реакционная способность на горячей пластине.

Поместите небольшую форму, способную вместить 2 мл смешанного материала, в полость глубиной 1/8 дюйма в горячей пластине и предварительно нагрейте форму до требуемой температуры. После подтверждения достижения нужной температуры следуйте процедуре перемешивания, указанной в процедура А - "Реакционная способность в чашке", но теперь после полного перемешивания образца 2 мл реакционной смеси вылейте в полость предварительно нагретой формы. Запустите таймер сразу же после добавления смолы в форму. При помощи шпателя периодически прикасайтесь к поверхности материала; время реакции представляет собой время, за которое смола затвердевает с образованием твердого материала.

Процедура С. Процедура определения скорости высвобождения питательного вещества из удобрения с контролируемым высвобождением.

Готовят растворы питательных веществ, получаемые растворением различных известных концентраций питательных веществ в дистиллированной воде. Показатель преломления для известных концентраций измеряют рефрактометром так, чтобы можно было построить калибровочную кривую зависимости показателя преломления от концентрации. Затем точно взвешивают 10 г частиц удобрения с покрытием в небольшой сосуд и добавляют 90 г воды. Образец осторожно перемешивают путем взбалтывания и оставляют отстояться до требуемого времени измерения. Перед каждым новым измерением образец осторожно взбалтывают для обеспечения однородности. Небольшой образец раствора помещают на рефрактометр и регистрируют результат измерения. Сравнение с калибровочной кривой показывает концентрацию питательного вещества в растворе. Рассчитывают процентное содержание питательного вещества, высвобождаемого из частиц удобрения с покрытием. Эксперимент проводили при температуре окружающей среды, например 20°C.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Установка для доводки карбамида, содержащая:

модуль доводки карбамида, такой как модуль гранулирования или башня приллирования, причем модуль доводки карбамида имеет входное отверстие для расплава карбамида и выходное отверстие для подогретых частиц карбамида;

модуль для нанесения покрытий, имеющий входное отверстие, соединенное с указанным выходным отверстием для подогретых частиц карбамида, причем модуль для нанесения покрытий содержит неподвижную раму и по меньшей мере два подвижных элемента, при этом указанные подвижные элементы

выполнены с возможностью независимого перемещения относительно рамы,

причем первый подвижный элемент из указанных подвижных элементов представляет собой контейнер, имеющий стенку и внутреннее пространство для размещения частиц удобрения, на которые планируют нанести покрытие; и

второй из указанных подвижных элементов представляет собой перемешивающий элемент, расположенный во внутреннем пространстве контейнера, причем ось вращения контейнера является вертикальной или наклонена по отношению к вертикальному направлению и имеет угол по меньшей мере 5° и менее 30° по отношению к вертикальному направлению, где вертикальное направление определено по отношению к силе тяжести,

причем модуль для нанесения покрытий дополнительно содержит выходное отверстие для частиц карбамида с покрытием и охлаждающий модуль, имеющий входное отверстие, соединенное с указанным выходным отверстием для частиц карбамида с покрытием, и дополнительно имеющий выходное отверстие для охлажденных частиц карбамида с покрытием.

2. Установка по п.1, в которой охлаждающий модуль имеет входное отверстие для охлаждающего воздуха и выходное отверстие для отработанного воздуха.

3. Установка по п.1 или 2, в которой модуль доводки карбамида представляет собой модуль гранулирования.

4. Установка по п.1 или 2, в которой модуль доводки карбамида представляет собой башню прилирования.

5. Установка по любому из пп.1-3, в которой перемешивающий элемент представляет собой ротор.

6. Установка по п.5, в которой ось вращения ротора и ось вращения контейнера параллельны друг другу или имеют угол наклона менее 30° по отношению друг к другу.

7. Установка по п.5 или 6, в которой ось вращения ротора расположена на расстоянии от оси вращения контейнера так, что ротор устанавливают эксцентрически во внутреннем пространстве контейнера.

8. Установка по любому из пп.5-7, в которой указанный ротор содержит вал и одну или более лопастей, вал имеет первый конец и второй конец, причем указанный первый конец расположен в указанном внутреннем пространстве указанного контейнера и указанный второй конец соединен с двигателем, причем указанные лопасти соединены с указанным валом и проходят от вала в указанном внутреннем пространстве контейнера в направлении, перпендикулярном длине вала.

9. Установка по любому из пп.1-8, в которой подвижные элементы движутся независимо друг от друга.

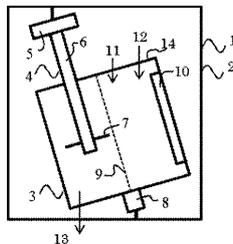
10. Установка по любому из пп.1-9, в которой контейнер имеет дно и стенку, причем модуль для нанесения покрытий дополнительно содержит скребок, причем скребок неподвижен по отношению к раме и расположен с возможностью соскребания материала со стенки и/или со дна контейнера.

11. Установка по любому из пп.1-10, в которой модуль для нанесения покрытий содержит множество устройств для нанесения покрытий, расположенных последовательно или параллельно, причем каждое устройство для нанесения покрытий содержит контейнер и по меньшей мере один ротор.

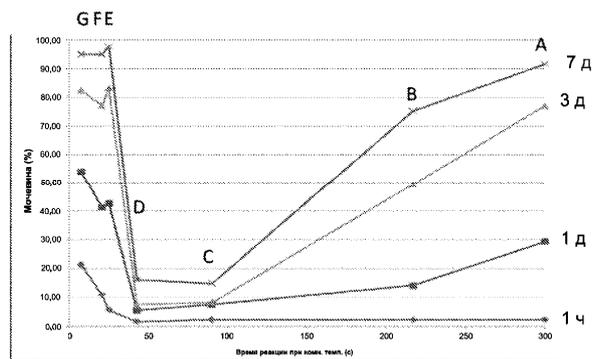
12. Установка по п.11, в которой устройства для нанесения покрытий расположены последовательно и соединены друг с другом транспортировочными линиями для частиц удобрения с покрытием.

13. Установка по п.12, в которой транспортировочные линии для частиц удобрения с покрытием представляют собой движущиеся ленты.

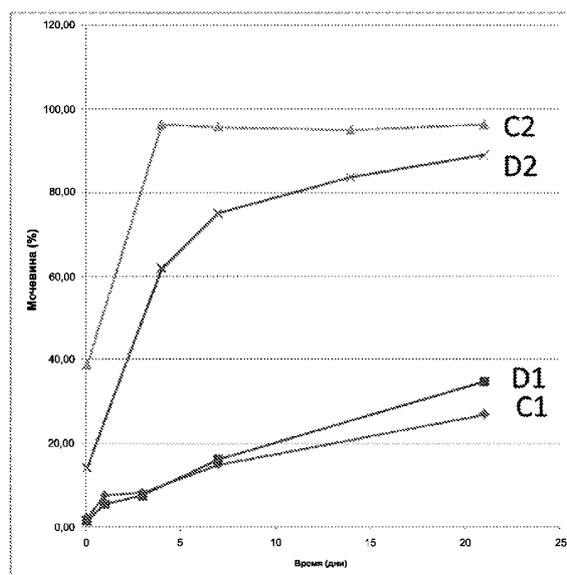
14. Установка по п.12, в которой транспортировочные линии для частиц удобрения с покрытием представляют собой трубы.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3