



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 196 758** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **C 05 B 19/00, 11/06**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 2000128710/12, 14.05.1999

(24) Дата начала действия патента: 14.05.1999

(30) Приоритет: 15.05.1998 FI 981087

(46) Дата публикации: 20.01.2003

(56) Ссылки: GB 1114128 A, 15.05.1968. SU 947149 A, 30.07.1982. SU 552325 A, 19.05.1977. RU 2105742 C1, 27.02.1998. Технология фосфорных и комплексных удобрений/ Под ред С.Д. Эвенчика, А.А. Бродского. - М.: Химия, 1987, с.293-303.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 15.12.2000

(86) Заявка РСТ:
FI 99/00418 (14.05.1999)

(87) Публикация РСТ:
WO 99/59938 (25.11.1999)

(98) Адрес для переписки:
191186, Санкт-Петербург, а/я 230,
"АРС-ПАТЕНТ", пат.пов. В.М. Рыбакову, рег.№
90

(71) Заявитель:

КЕМИРА АГРО ОЙ (FI)

(72) Изобретатель: ЙУУТИНЕН Осмо (FI)

(73) Патентообладатель:

КЕМИРА АГРО ОЙ (FI)

(74) Патентный поверенный:

Рыбаков Владимир Моисеевич

(54) СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ УДОБРЕНИЙ

(57)

Изобретение относится к новому способу приготовления удобрений, а именно к так называемому мультисуспензионному способу. Согласно способу две или несколько имеющих различные составы суспензий сырьевых материалов приготавливают в соединенных параллельно разделенных реакторах или реакторных системах и указанные суспензии сырьевых материалов

подают в гранулятор по отдельности или комбинируют друг с другом непосредственно перед грануляцией, при этом первый состав состоит, по существу, из нейтрализованной фосфорной кислоты. При использовании мультисуспензионного способа увеличивается доля водорастворимого фосфора в удобрении и улучшаются физические свойства полученного продукта. 6 табл.



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 196 758** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **C 05 B 19/00, 11/06**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000128710/12, 14.05.1999

(24) Effective date for property rights: 14.05.1999

(30) Priority: 15.05.1998 FI 981087

(46) Date of publication: 20.01.2003

(85) Commencement of national phase: 15.12.2000

(86) PCT application:
FI 99/00418 (14.05.1999)

(87) PCT publication:
WO 99/59938 (25.11.1999)

(98) Mail address:
191186, Sankt-Peterburg, a/ja 230,
"ARS-PATENT", pat.pov. V.M. Rybakovu, reg.№
90

(71) Applicant:
KEMIRA AGRO OJ (FI)

(72) Inventor: JUUTINEN Osmo (FI)

(73) Proprietor:
KEMIRA AGRO OJ (FI)

(74) Representative:
Rybakov Vladimir Moiseevich

(54) **METHOD FOR PRODUCTION OF COMPLEX FERTILIZERS**

(57) Abstract:

FIELD: fertilizers. SUBSTANCE: invention relates to a novel, in particular so called multisuspension method for production of fertilizers. According to method, two or several differently composed suspensions of starting materials are prepared in in-parallel- connected separate reactors or reactor systems, and resulting suspensions

are fed into granulator either separately or combined with each other immediately before granulation, the first composition consists essentially of neutralized phosphoric acid. EFFECT: increased percentage of water-soluble phosphorus in fertilizer and improved physicochemical characteristics of product. 6 tbl, 4 ex

Изобретение относится к способу приготовления удобрения, более конкретно - к так называемому мультисуспензионному способу, посредством которого - в отличие от способа для одной суспензии сырьевых материалов - удобрения приготавливают из двух или нескольких имеющих различные составы суспензий сырьевых материалов. В мультисуспензионном способе отдельно приготовленные суспензии сырьевых материалов подают в гранулятор по отдельности или комбинируют непосредственно перед грануляцией.

Обычными стадиями в производстве удобрений являются приготовление суспензии сырьевого материала, грануляция суспензии, высушивание гранул, просеивание, измельчение гранул, превосходящих по размеру изготавливаемый продукт, повторное возвращение гранул с размерами, отклоняющимися от размера указанного продукта, в гранулятор, а также охлаждение продукта и нанесение на него покрытия.

Одним из ключевых классификационных понятий для сложных удобрений является способ, с помощью которого фосфору фосфатного или апатитового концентрата или по меньшей мере его части придают форму, пригодную для растений, т.е. растворимую форму.

Широко известным моносуспензионным способом является так называемый "Способ смешанных кислот (Mixed Acid Process)" (Booklet 8 of 8: "Production of NPK fertilizers by mixed acid route", EFMA, 1995, pp. 13 -15), в котором, например, суспензию сырьевого материала NPK (т.е. азот, фосфор, калий, полное удобрение) сложного удобрения приготавливают в системе последовательно соединенных реакторов путем растворения фосфатного концентрата в азотной кислоте, формируя, таким образом, кислый раствор, содержащий фосфорную кислоту и нитрат кальция. Раствор нейтрализуют аммиаком и в зависимости от продукта добавляют к нему другие сырьевые материалы, такие как фосфорная или серная кислота, фосфаты аммония, суперфосфаты, сульфат аммония, калиевые сырьевые материалы, микроэлементы и т.д. Указанные ингредиенты можно добавить также до нейтрализации суспензии или во время этой операции. Конечным результатом является сформированный перенасыщенный солевой раствор, т.е. суспензия сырьевого материала, которую подают в гранулятор.

Моноаммонийфосфат, сформированный в виде продукта нейтрализации фосфорной кислоты, в интервале pH 3-5 активно кристаллизуется с резким увеличением вязкости суспензии сырьевого материала. В общем случае из-за плохой текучести суспензии невозможно приготовить удобрения, содержащие фосфор, используя моносуспензионный способ с указанным интервалом pH.

Чтобы при приготовлении суспензии избежать проблемы вязкости, следует установить pH в специфическом узком интервале (5,0-6,0); поэтому регулированием pH невозможно существенно воздействовать на солевой состав продукта и зависящие от этого химические и физические свойства.

Чтобы избежать проблемы вязкости, к суспензии необходимо добавить воду таким образом, чтобы содержание воды в полной суспензии перед ее подачей в гранулятор было достаточно высоким, достигая в зависимости от типа 15-30%. Высокое содержание воды создает проблемы и увеличивает издержки на стадии грануляции и высушивания.

Например, в патентной публикации FI 50963 описывается один из до сих пор используемых способов приготовления суспензий сырьевых материалов, содержащих азот, фосфор и калий и пригодных для приготовления различных сложных удобрений. При этом в описываемом способе обсуждается необходимость тонкого регулирования pH на различных стадиях способа и добавления воды для обеспечения текучести суспензии сырьевого материала.

В частности, если в качестве сырьевого материала используют сульфат калия, а подача твердых сырьевых материалов непосредственно в гранулятор невозможна из-за пыли и других проблем, при приготовлении NPK-удобрений на сульфатной основе моносуспензионным способом необходимо иметь гарантии, исключающие проявление проблем вязкости суспензии и/или проблем качества продукта.

При приготовлении удобрения, содержащего фосфор, общей задачей является необходимость наличия в продукте максимально возможной доли фосфора в водорастворимой форме. Когда удобрение приготавливают моносуспензионным способом, связывание фосфора в нерастворимые в воде соединения кальция (дегенерация фосфора) во время стадии нейтрализации понижает количество водорастворимого фосфора в продукте.

Настоящее изобретение относится к способу приготовления удобрения, а именно к так называемому мультисуспензионному способу, в котором - в отличие от способа для одной обычной суспензии сырьевых материалов - удобрения приготавливают из двух или нескольких таких суспензий. Указанные суспензии различных составов приготавливают в реакторах или реакторных системах, соединенных параллельно, и подают в гранулятор по отдельности или комбинируют их непосредственно перед грануляцией.

Отличия изобретения согласно заявке приведены в формуле изобретения. В ней термин "состоит по существу из" означает, что первый состав может включать в себя другие составляющие, но не другие кислоты.

Согласно настоящему изобретению, а именно так называемому мультисуспензионному способу, две или несколько имеющих различные составы суспензий сырьевых материалов приготавливают в соединенных параллельно реакторах или реакторных системах и подают в гранулятор по отдельности или комбинируют их непосредственно перед грануляцией.

Отличающиеся друг от друга суспензии можно приготовить также растворением в воде твердого сырьевого материала, такого как фосфат аммония или другие обычные сырьевые материалы. Кроме того, если позволяет тип гранулятора, указанные

твердые сырьевые материалы можно подавать прямо в гранулятор вместе с суспензиями.

Путем применения мультисуспензионного способа можно, в числе прочих, достичь следующих преимуществ. Поскольку сырьевые материалы, внесенные в различные суспензии, входят в контакт друг с другом только во время стадии грануляции или непосредственно перед ней, время удержания их в комбинированном состоянии в жидкой фазе будет коротким. В результате взаимные реакции сырьевых материалов, внесенных в отличающиеся друг от друга суспензии, и, следовательно, также солевой состав продукта будут отличаться от аналогичных параметров такого же продукта, приготовленного обычным моносуспензионным способом. Изменением солевого состава можно воздействовать на химические и физические свойства продукта и улучшать их.

Согласно принципу мультисуспензионного способа, например, NPK-удобрение можно приготовить нейтрализацией фосфорной кислоты в реакторе или реакторной системе отдельно от других (азотной и серной) кислот. В этом случае нейтрализацию фосфорной кислоты можно оставить на уровне, при котором кристаллизация моноаммонийфосфата, сформированного во время нейтрализации, еще не будет вызывать резкого увеличения вязкости ($pH < 3$). Суспензию сырьевого материала, приготовленную в другом реакторе или в другой реакторной системе, можно нейтрализовать до более высокого уровня pH ($pH > 5$). Когда суспензии сырьевых материалов комбинируют во время стадии грануляции или непосредственно перед ней, pH продукта следует установить в интервале 3-5. В обычном способе для суспензии единичного сырьевого материала из-за проблемы вязкости в общем случае невозможно нейтрализовать содержащую фосфор суспензию до интервала pH 3-5 и приготовить удобрение с указанным интервалом pH .

Путем применения мультисуспензионного способа можно разрешить проблемы вязкости также и в случае, когда определенные сырьевые материалы при комбинации их в жидкой фазе формируют соединения, сильно увеличивающие вязкость. Согласно мультисуспензионному способу указанные материалы подают в отдельные реакторы или реакторные системы, поэтому исключается возможность их реагирования друг с другом в жидкой фазе.

Кроме того, когда фосфорную кислоту нейтрализуют согласно мультисуспензионному способу в отдельном реакторе или реакторной системе, уменьшается формирование нерастворимых фосфорных соединений, т.е. дегенерация фосфора, и соответственно в продукте увеличивается доля фосфора, растворимого в воде.

По сравнению с моносуспензионным способом такая же доля фосфора, растворимого в воде, относительно общего количества фосфора в продукте достигается мультисуспензионным способом путем применения меньшего количества фосфорной кислоты. Таким образом, при применении

мультисуспензионного способа количество фосфорной кислоты можно уменьшить, а количество более дешевого по сравнению с фосфорной кислотой фосфорного сырьевого материала, такого как фосфатный или апатитовый концентрат, - увеличить, получая тем самым значительную экономию в стоимостях фосфорных сырьевых материалов.

Ниже изобретение разъясняется с помощью примеров, однако оно не ограничивается только указанными примерами.

Для демонстрации функциональных возможностей изобретения были проведены описываемые далее испытания на экспериментальном уровне (Примеры 1 и 2) в исследовательском центре Espoo фирмы Kemira Agro Oy и на промышленном уровне на фабрике Uusikaupunki этой же фирмы. Пример 4 иллюстрирует анализы и физические свойства фабричных продуктов, приготовленных мультисуспензионным способом.

Пример 1

Приготовление NPK-удобрения 12-12-17 на сульфатной основе мультисуспензионным способом из двух отдельных суспензий сырьевых материалов

Рецептура, кг/т:

Азотная кислота - 197

Фосфат - 77

Серная кислота - 45

Фосфорная кислота (P_2O_5) - 95

Аммиак - 96

Сульфат калия - 343

Сульфат магния - 15

Наполнитель (песок) - 58

Количества кислот приводятся в рецептуре в виде 100%-ных кислот. Концентрации азотной, серной и фосфорной (P_5O_2) кислот, примененные в испытуемом цикле, составляли соответственно 60 мас.%, 93 мас.% и 50 мас.%.

Суспензию 1 сырьевого материала приготавливали в непрерывном варианте в системе из трех проточных соединенных последовательно реакторов следующим образом.

В первом реакторе реакторной системы фосфат растворяли в азотной кислоте. Серную кислоту подавали во второй реактор и раствор нейтрализовали аммиаком до значения pH 2,4. Сульфат калия и сульфат магния подавали в третий реактор и раствор нейтрализовали аммиаком до значения pH 6,3. Температура суспензии перед грануляцией составляла $117^\circ C$, а содержание воды в ней равнялось 9%.

Суспензию 2 сырьевого материала приготовили в отдельном реакторе нейтрализацией фосфорной кислоты аммиаком до значения pH 1,9. Температура суспензии перед грануляцией составляла $115^\circ C$, а содержание воды в ней равнялось 19%.

Суспензии сырьевых материалов комбинировали в распылительном сопле непосредственно перед их распылением в гранулятор-осушитель.

В сравнительном испытательном цикле, проведенном с использованием обычного способа суспензирования единичного сырьевого материала, вязкость суспензии после добавления сульфата калия поднялась

до такого высокого уровня, что оказалось невозможным распылять суспензию в гранулятор даже при содержании воды 30%, и, таким образом, приготовить продукт было невозможно.

Анализ продукта, %:

N - 11,5

NO₃ - 4,6

NH₄ - 6,9

P₂O₅ - 11,8

P₂O₅-водный раствор (вр) - 10,8

P₂O₅-вр/P₂O₅ - 91,5

K₂O - 18,0

K₂O-вр - 17,9

S - 8,4

Mg - 0,51

H₂O - 0,27

pH - 3,7

Физические свойства продукта

Прочность гранул, N - 91

Истирание, % - 1,2

Пыль, мг/кг - 100

Вес на литр, кг/л - 1,068

Формирование комков, % - 0

Влага, % - 0,36

Формирование комков, % - 0

Влага, % - 0,62

Формирование комков, % - 0

Влага, % - 0,80

Сгораемость, м³/ч - 0

Пример 2

Приготовление NPK-удобрения

20-6,9-3,6+5Na на сульфатной основе

Рецептура, кг/т:

Азотная кислота - 409

Фосфат - 26

Серная кислота - 12

Фосфорная кислота (P₂O₅) - 59

Аммиак - 133

Сульфат калия - 73

Сульфат натрия - 156

Сульфат магния - 43

Сульфат марганца - 31

Колеманит - 9

Количества кислот приводятся в рецептуре в виде 100%-ных кислот. Концентрации азотной, серной и фосфорной (P₂O₅) кислот, примененные в испытуемом цикле, составляли соответственно 60 мас.%, 93 мас.% и 50 мас.%.

В сравнительном испытательном цикле, проведенном обычным способом суспензии единичного сырьевого материала, суспензию приготавливали в непрерывном варианте в системе из трех соединенных последовательно проточных реакторов следующим образом.

В первом реакторе реакторной системы фосфат растворяли в азотной кислоте. Серную кислоту подавали во второй реактор и раствор нейтрализовали аммиаком до значения pH 4,8. Фосфорную кислоту, сульфат калия, сульфат натрия, сульфат магния, сульфат марганца и колеманит подавали в третий реактор и раствор нейтрализовали аммиаком до значения pH 5,2. Температура суспензии перед грануляцией составляла 130 °С, а содержание воды в ней равнялось 8,9%. Полную суспензию сырьевого материала распыляли в гранулятор-осушитель (табл. 1,2,3).

В испытательном цикле, проведенном мультисуспензионным способом, отдельные

суспензии сырьевых материалов приготавливали следующим образом. Суспензию 1 приготовили в непрерывном варианте в системе из трех проточных реакторов, соединенных последовательно. В первом реакторе реакторной системы фосфат растворители в азотной кислоте. Серную кислоту подавали во второй реактор и раствор нейтрализовали аммиаком до значения pH 5,4. Сульфат калия, сульфат натрия, сульфат магния, сульфат марганца и колеманит подавали в третий реактор и раствор нейтрализовали аммиаком до значения pH 6,0. Температура раствора перед грануляцией составляла 133 °С, а содержание воды в нем равнялось 6,9%.

Суспензию 2 приготовили в отдельном реакторе нейтрализацией фосфорной кислоты аммиаком до значения pH 2,1. Температура суспензии перед грануляцией составляла 100 °С, а содержание воды в ней равнялось 28%.

Суспензии комбинировали в распылительном сопле непосредственно перед их распылением в гранулятор-осушитель.

Пример 3

Приготовление NPK-удобрения 15-15-15 на сульфатной основе мультисуспензионным способом из двух отдельных суспензий сырьевых материалов

Рецептура, кг/т:

Азотная кислота - 286

Фосфат - 76

Серная кислота - 4

Фосфорная кислота (P₂O₅) - 125

Аммиак - 107

Сульфат калия - 309

Сульфат магния - 19

Количества кислот приводятся в рецептуре в виде 100%-ных кислот. Концентрации азотной, серной и фосфорной (P₂O₅) кислот, примененные в испытуемом цикле, составляли соответственно 60 мас.%, 70 мас.% и 50 мас.%.

Суспензию 1 сырьевого материала приготовили в непрерывном варианте в системе из двух соединенных последовательно проточных реакторов следующим образом.

В первом реакторе фосфат растворили в азотной кислоте. Серную кислоту и сульфат калия подали во второй реактор и раствор нейтрализовали аммиаком до значения pH 5,9. Температура суспензии перед грануляцией составляла 133 °С, а содержание воды в ней равнялось 9,6%.

Суспензию 2 сырьевого материала приготовили в отдельном реакторе нейтрализацией фосфорной кислоты аммиаком до значения pH 2,5 и добавлением к суспензии сульфата магния. Температура суспензии перед грануляцией составляла 133 °С, а содержание воды в ней равнялось 7,9%.

Суспензии распыляли по отдельности в гранулятор-осушитель.

Анализ продукта, %:

N - 15,7

NO₃ - 7,3

NH₄ - 8,4

P₂O₅ - 14,6

P₂O₅-вр - 13,7

P₂O₅-вр/P₂O₅ - 93,8

K₂O-вр - 14,6

S - 5,6

Mg - 0,63

Mg-вр - 0,61

H₂O - 1,0

pH - 3,3

Физические свойства продукта

Прочность гранул, N - 107

Истирание, % - 0,1

Пыль, мг/кг - <100

Вес, кг/л - 1,104

Формирование комков, % - 0

Влага (печь), % - 1,15

Формирование комков, % - 5,5

Влага (печь) % - 1,77

Пример 4

Физические свойства фабричных продуктов, приготовленных мультисуспензионным способом (табл. 4,5,6)

Предсказанное расчетом на основе количеств фосфорной кислоты и фосфата значение доли водорастворимого фосфора относительно общих количеств фосфора в продуктах, приготовленных мультисуспензионным способом, составило приблизительно 70%. Результаты, полученные мультисуспензионным способом, находились в интервале 89,7 - 94,7%. Наиболее важные физические свойства продуктов, полученных мультисуспензионным способом, были очень хорошими даже после хранения (Пример 4).

Свойства продуктов, приготовленных моно- и мультисуспензионным способами, можно сравнить на базе Примера 2. Доля водорастворимого фосфора относительно общего количества фосфора в продукте, приготовленном мультисуспензионным способом, составляла 70,4%. При тех же количествах использованных фосфата и фосфорной кислоты результат, полученный мультисуспензионным способом, составлял 94,0%. Рентгенодифракционные анализы показывают различия солевых составов продуктов, приготовленных различными способами. По сравнению с продуктом, приготовленным мультисуспензионным способом, наиболее важные физические свойства продукта, приготовленного мультисуспензионным способом, были значительно лучше.

Формула изобретения:

Мультисуспензионный способ приготовления сложных удобрений, содержащих фосфор, отличающийся тем, что удобрение приготавливают из по меньшей мере двух имеющих различные составы суспензий сырьевых материалов, при этом первый состав состоит, по существу, из нейтрализованной фосфорной кислоты, а суспензии подают в гранулятор по отдельности или комбинируют непосредственно перед грануляцией.

Таблица 1

Анализ продукта		Моносуспензионный способ	Мультисуспензионный способ
N	(%)	20,8	20,6
NO ₃	(%)	9,6	9,8
NH ₄	(%)	11,2	10,8
P ₂ O ₅	(%)	7,1	6,7
P ₂ O ₅ -вр	(%)	5,0	6,3
P ₂ O ₅ -вр/P ₂ O ₅	(%)	70,4	94,0
K ₂ O	(%)	3,5	3,6
K ₂ O-вр	(%)	3,5	3,6
Na	(%)	5,1	4,8
Na-вр	(%)	4,9	4,8
S	(%)	6,7	6,7
Mg	(%)	0,95	0,99
Mg-вр	(%)	0,89	0,98
Mn	(%)	1,0	0,89
B	(%)	0,081	0,092
Cl	(%)	0,07	0,05
H ₂ O	(%)	0,45	0,65
pH	()	5,2	3,3

Таблица 2

Солевой состав продуктов (рентгенодифракционный анализ)

		Моносуспензионный способ	Мультисуспензионный способ
NH ₄ H ₂ PO ₄	(%)	6,05	8,19
K ₂ SO ₄	(%)	1,75	0,95
N ₃	(%)	14,61	49,20
-NH ₄ NO ₃	(%)	88,37	87,46
-KNO ₃	(%)	11,63	12,54
3NH ₄ NO ₃ *(NH ₄) ₂ SO ₄	(%)	35,47	16,37

Продолжение таблицы 2

$2\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{NH}_4\text{KSO}_4$	(%)	11,18	4,36
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	(%)	-	2,97
CaHPO_4	(%)	2,75	2,01
$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$	(%)	-	0,07
NaNO_3	(%)	16,38	14,63
Na_2SO_4	(%)	2,30	0,64
MgSO_4	(%)	3,51	0,91

Таблица 3

Физические свойства продуктов

		Моносуспензионный	Мультисуспензионный
		способ	способ
истирание	(%)	0,1	0,1
пыль	(мг/кг)	400	100
вес на литр	(кг/л)	0,926	0,927
отклонение от круглой формы	(%)	3	22
формирование комков	(%)	37,4	0
влага	(%)	0,58	0,83
формирование комков	(%)	81,0	38,4
влага	(%)	1,45	2,15
сгораемость	(см/час)	0	0

Таблица 4

Анализы продуктов

Тип		15-15-15	16-16-16	25-7-7
N	(%)	15,4	15,9	24,9
NH ₄	(%)	8,3	8,8	12,7
NO ₃	(%)	7,1	7,1	12,2
P ₂ O ₅	(%)	14,3	15,2	6,8
P ₂ O ₅ -вр	(%)	13,0	14,4	6,1
P ₂ O ₅ -вр/P ₂ O ₅	(%)	90,9	94,7	89,7
K ₂ O	(%)	15,9	15,9	6,8
K ₂ O-вр	(%)	15,9	15,8	6,8
S	(%)	4,6	3,5	2,3
Mg	(%)	0,27	0,25	0,61
Mg-вр	(%)	0,27	0,25	0,60
Cl	(%)	3,3	5,5	1,9
H ₂ O	(%)	3,44	0,59	1,4
H ₂ O выщелач.	(%)	0,17	0,15	0,07
pH	()	3,8	3,4	3,7

Таблица 5

Физические свойства продуктов

Тип		5-15-15	16-16-16	25-7-7
прочность гранул	(N)	95	103	89
истирание	(%)	0,2	0,2	0,1
пыль	(мг/кг)	200	200	100
вес на литр	(кг/л)	1,144	1,110	1,053
отклонение от круглой формы	(%)	77	74	64
скорость потока	(кг/мин.)	7,48	7,63	7,12
формирование комков	(%)	0	0	0
/влага (печь)	(%)	0,34	0,51	0,98
формирование комков	(%)	2,6	0,3	34,2
/влага (печь)	(%)	0,84	1,11	1,61
сгораемость	(см/час)	0	0	0

Таблица 6

Физические свойства продуктов после 2-месячного хранения

Тип		15-15-15	16-16-16	25-7-7
прочность гранул	(N)	104	83	105
истирание	(%)	0,1	0	0
пыль	(мг/кг)	200	200	100
скорость потока	(кг/мин.)	7,84	7,84	7,35
формирование комков	(%)	0	0	0
влага (печь)	(%)	0,35	0,48	0,93
формирование комков	(%)	1,4	3,4	38,0
влага (печь)	(%)	1,0	1,33	1,83