



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013104530/13, 05.02.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.02.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.02.2013

(45) Опубликовано: 27.09.2014 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: ПОЗИН М.Е., Технология минеральных удобрений, Л., "Химия", 1983, С. 329. RU 2220933 С2, 10.01.2004. RU 2268868 С2, 27.01.2006. US 20120024026 А1, 02.02.2012

Адрес для переписки:

614015, г.Пермь, а/я 9115, Патентное бюро "ОНОРИН"

(72) Автор(ы):

Кистанова Наталья Сергеевна (RU),
Кудряшова Ольга Станиславовна (RU),
Мазунин Сергей Александрович (RU),
Михайлова Людмила Аркадьевна (RU),
Поляков Андрей Юрьевич (RU),
Толстова Галина Викторовна (RU),
Шкурко Наталья Валерьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

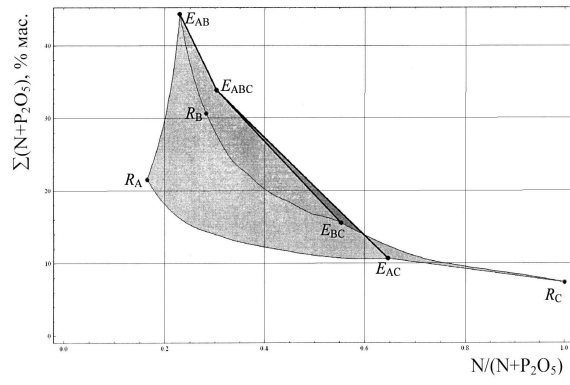
Общество с ограниченной ответственностью
"Лаборатория удобрений" (RU)

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВОВ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскому хозяйству. Способ получения составов высококонцентрированных жидких комплексных удобрений основан на получении экспериментальных данных и построении (n+1)-угольной диаграммы, вершины которой соответствуют компонентам удобрения (n) и воде, при этом подбор компонентов и оптимизацию составов проводят на основании полученных экспериментальных данных по фазовым равновесиям в поликомпонентных системах, содержащих исходные компоненты:

неорганические соли, неорганические кислоты, карбамид и воду, строят фазовые диаграммы, задают соотношение питательных веществ N, P₂O₅ и K₂O и устанавливают по диаграммам соотношение и максимальную концентрацию компонентов в жидком комплексном удобрении. Изобретение позволяет определить оптимальный состав ЖКУ по заданным соотношениям N:P₂O₅:K₂O или определить максимально возможную концентрацию компонентов ЖКУ, при этом гарантируется сохранение стабильности состава при хранении. 6 ил., 1 табл., 3 пр.



Растворимость системы $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4(\text{A}) - (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4(\text{B}) - \text{NH}_4\text{Cl}(\text{C}) - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C в координатах $\text{N}/(\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5)$, $\Sigma(\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5)$, % мас.
Фиг. 6

R U 2 5 2 9 1 6 3 C 1

R U 2 5 2 9 1 6 3 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013104530/13, 05.02.2013

(24) Effective date for property rights:
05.02.2013

Priority:

(22) Date of filing: 05.02.2013

(45) Date of publication: 27.09.2014 Bull. № 27

Mail address:

614015, g.Perm', a/ja 9115, Patentnoe bjuro
"ONORIN"

(72) Inventor(s):

Kistanova Natal'ja Sergeevna (RU),
Kudrjashova Ol'ga Stanislavovna (RU),
Mazunin Sergej Aleksandrovich (RU),
Mikhajlova Ljudmila Arkad'evna (RU),
Poljakov Andrej Jur'evich (RU),
Tolstova Galina Viktorovna (RU),
Shkurko Natal'ja Valer'evna (RU)

(73) Proprietor(s):

Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
"Laboratorija udobrenij" (RU)(54) **METHOD OF DETERMINING COMPOSITIONS OF HIGHLY CONCENTRATED LIQUID COMPOUND FERTILISERS**

(57) Abstract:

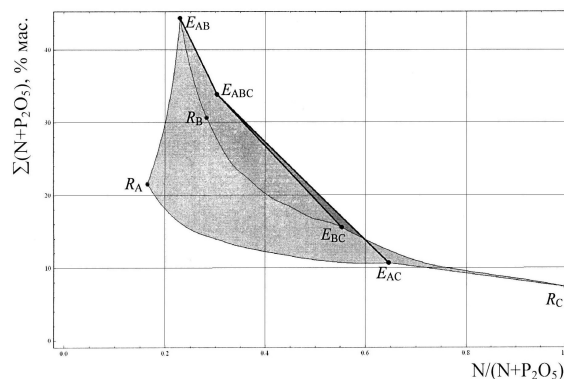
FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to agriculture. A method of producing compositions of highly concentrated liquid compound fertilisers is based on obtaining experimental data and constructing an (n+1)-corner diagram, the vertices of which correspond to fertiliser components (n) and water, wherein selection of components and optimisation of compositions is carried out based on the obtained experimental data on phase equilibria in multicomponent systems containing starting components: inorganic salts, inorganic acids, carbamide and water, constructing phase diagrams, setting the ratio of nutrients N, P₂O₅ and K₂O and determining the ratio and maximum concentration of components in the liquid compound fertiliser from the diagrams.

EFFECT: invention enables to determine the optimum composition of a liquid compound fertiliser based on given ratios N:P₂O₅:K₂O or determine the

maximum possible concentration of components of a liquid compound fertiliser, while maintaining stability of the composition during storage.

6 dwg, 1 tbl, 3 ex



Растворимость системы $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4(\text{A}) - (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4(\text{B}) - \text{NH}_4\text{Cl}(\text{C}) - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C в координатах $\text{N}/(\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5)$, $\Sigma(\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5)$, % мас.
Фиг. 6

Изобретение относится к технологии минеральных удобрений и может быть использовано для разработки и оптимизации составов высококонцентрированных жидких удобрений.

5 Комплексные минеральные удобрения представляют собой смеси различных питательных компонентов и обладают отличными физико-химическими показателями. Комплексные удобрения, как правило, относятся к группе высококонцентрированных удобрений. Их получают путем смешивания простых и сложных видов минеральных удобрений. Такие составы получили название тукосмеси. К ним относятся калиевые, фосфорные и азотные удобрения. Основным преимуществом тукосмесей является то, что они имеют огромное количество формул, которые применяются в зависимости от 10 времен года, индивидуальных особенностей почвы и растений.

Жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) лишены недостатков, присущих твердым удобрениям. Они обладают свободной текучестью, не пылят, не слеживаются, не содержат нерастворимого балласта, их потребительские свойства не зависят от 15 влажности окружающей среды. Стоимость операции по хранению, внесению в почву и загрузке при транспортировании ЖКУ ниже, чем у твердых туков.

Использование ЖКУ имеет несомненные преимущества перед твердыми туками: обеспечивается высокая равномерность внесения питательных веществ, снижаются их потери, улучшаются условия труда. Подкормку растворами ЖКУ можно совместить 20 с обработкой почвы микроэлементами, средствами защиты растений.

В настоящее время патентуются, как правило, способы получения жидких удобрений с определенным соотношением питательных веществ, включающие неорганические соли, органические соединения и микроэлементы.

Известен способ получения жидкого азотного удобрения (Пат. РФ №2114092, 1998, 25 С05С 09/00, С05С 13/00) на основе карбамида и аммиачной селитры, получивших товарное название КАС. Вода добавляется к смеси для уравнивания состава удобрения по азоту, концентрация которого в удобрении не должна отклоняться от номинального значения (28-34% мас.).

Известен способ получения ЖКУ (Пат. РФ №2167133, 2001 г., С05В 7/00, С05D 1/00, 30 С05G 1/00), включающий нейтрализацию экстракционной фосфорной кислоты калийсодержащим реагентом с последующим введением дополнительных макро- и микроэлементов.

Известен способ получения ЖКУ (А.с. СССР №1060603, 1982 г., С05G 1/06, С05D9/02) путем растворения солей нитратов, фосфатов, хлоридов калия, кальция, магния, 35 аммония, железа и микроэлементов в воде, упариванием исходных растворов и их смешения. Недостатком способа является наличие стадии упаривания полученных растворов, что приводит к повышенным энергозатратам на получение ЖКУ.

Общим недостатком известных способов получения ЖКУ является метод подбора, варьирования концентраций исходных компонентов и их соотношения в растворе с 40 целью получения удобрения с максимальным содержанием питательных веществ. При этом вероятность нахождения составов, определенных препаративным методом, в области максимально насыщенных растворов с заданным соотношением НРК уменьшается с увеличением числа компонентов в ЖКУ.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к 45 предлагаемому является способ определения состава тукосмесей, описанный в кн.: Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. Л.: Химия, 1983, с.329 - (прототип). Способ осуществляется на основании треугольной диаграммы, вершины которой соответствуют простым удобрениям, причем содержание в них питательных веществ

P_2O_5 , N и K_2O принимается за 100%. Фигуративные точки, лежащие на сторонах треугольника, отвечают составу двойных, а точки внутри треугольника - составу тройных удобрений в пересчете на питательные вещества.

Например, требуется найти, в каком соотношении следует смешать аммонизированный суперфосфат, содержащий 14% P_2O_5 и 2,5% N, сульфат аммония, содержащий 21% N, и калийную соль (сильвинит, обогащенный хлоридом калия), содержащую 42% K_2O , чтобы получить смешанное удобрение с отношением N: P_2O_5 : K_2O равным 1:1:0,5.

Графический расчет смешения удобрений по прототипу приведен на Фиг.1. Для этого наносят на диаграмму (Фиг.1) точку а, соответствующую составу аммонизированного суперфосфата (отношение отрезка N - а к P_2O_5 - а равно отношению содержания P_2O_5 к N в аммонизированном суперфосфате 14:2,5). Затем наносят на диаграмму точку б, соответствующую составу смешанного удобрения, и проводят через вершину треугольника, отвечающую 100% K_2O , и точку б прямую линию до пересечения со стороной N - P_2O_5 в точке с. Отношение длин отрезков а - с к с - N дает отношение количества сульфата аммония в пересчете на 100% N к количеству аммонизированного суперфосфата в пересчете на 100% (P_2O_5+N). Измерив отрезки, устанавливают, что это отношение равно 7:10. Отношение длины отрезка б - с к длине отрезка б - K_2O дает отношение количества калийной соли в пересчете на 100% K_2O к сумме сульфата аммония и аммонизированного суперфосфата в пересчете на 100% (N+ P_2O_5). Это отношение по условию задачи равно 1:4. Из этих отношений следует, что для получения смешанного удобрения заданного состава необходимо исходные удобрения взять в соотношении: калийная соль (100% K_2O):сульфат аммония (100% N):аммонизированный суперфосфат [100% (P_2O_5+N)] = 1:1,65:2,35. Разделив последние числа на процентное содержание полезных питательных веществ в каждом из исходных удобрений, получим отношение масс натуральных исходных удобрений в смеси 0,024:0,079:0,145. Приняв массу смеси за 100%, устанавливаем, что смешанное удобрение с заданным соотношением питательных веществ должно состоять из 9,7% калийной соли, 31,9% сульфата аммония и 58,4% аммонизированного суперфосфата.

Задачей настоящего изобретения является разработка способа определения и оптимизации составов высоконцентрированных жидких комплексных удобрений, основанного на физико-химическом анализе поликомпонентных систем, включающих неорганические соли, карбамид, неорганические кислоты и некоторые другие компоненты ЖКУ.

Поставленная задача решается с помощью признаков, указанных в формуле изобретения, общих с прототипом, таких как способ определения составов высоконцентрированных жидких комплексных удобрений, основанный на построении (n-1)-угольной фазовой диаграммы, вершины которой соответствуют простым удобрениям (n) и H_2O , и отличительных существенных признаков, таких как: подбор компонентов и оптимизацию составов проводят на основании данных по фазовым равновесиям в поликомпонентных системах, содержащих исходные компоненты получаемого жидкого комплексного удобрения, при этом соотношение питательных веществ N, P_2O_5 и K_2O определяют в максимально насыщенных составах системы, которые являются единственно оптимальными в выбранной системе координат. Согласно формуле изобретения на основании диаграммы растворимости системы,

содержащей исходные компоненты жидкого комплексного удобрения, определяют величину максимальной совместной растворимости солей, которая соответствует координатам эвтонических точек.

5 Вышеперечисленная совокупность признаков как известных, так и новых позволяет получить следующий технический результат - определить оптимальный состав ЖКУ по заданным соотношениям $N:P_2O_5:K_2O$ или определить максимально возможную концентрацию компонентов ЖКУ, при этом гарантируется сохранение стабильности состава при хранении.

10 Вышеуказанные недостатки прототипа устраняются в предлагаемом способе путем определения и оптимизации составов на основании диаграммы растворимости системы, содержащей исходные компоненты ЖКУ. В этом случае можно не только определить величину максимальной совместной растворимости солей, которая соответствует координатам эвтонических точек, но и оптимизировать рецептуру ЖКУ с заданным соотношением $N:P_2O_5:K_2O$ по составу и концентрации питательных веществ. Условия 15 совместной растворимости солей позволяют определить составы смесей, принадлежащих гомогенной области в определенном температурном интервале, и таким образом гарантировать их стабильность в течение длительного срока.

Указанные выше отличительные признаки каждый в отдельности и все совместно 20 направлены на решение поставленной задачи и являются существенными. Использование предлагаемого сочетания существенных отличительных признаков в известном уровне техники не обнаружено, следовательно, предлагаемое техническое решение соответствует критерию патентоспособности "новизна".

Единая совокупность новых существенных признаков с общими, известными 25 обеспечивает решение поставленной задачи, является неочевидной для специалистов в данной области техники и свидетельствует о соответствии заявленного технического решения критерию патентоспособности "изобретательский уровень".

Проведенные исследования подтверждены экспериментально в следующих примерах осуществления изобретения.

30 Пример 1. Определение составов ЖКУ с требуемым соотношением $N:P_2O_5$ из следующих сырьевых компонентов: мочевины, сульфат, хлорид, гидро- и дигидрофосфат аммония.

По экспериментальным данным о фазовых равновесиях в системах, содержащих 35 исходные компоненты, моделируем фазовые диаграммы четырех- и пятикомпонентных систем (Фиг.2-5). Составы на линиях совместной растворимости солей и в точках пересечения этих линий отвечают максимально насыщенным растворам системы и являются единственно оптимальными в выбранной системе координат. Вычисляем соотношения $N:P_2O_5$ в этих составах и определяем область диаграммы с требуемым соотношением питательных веществ.

40 В представленных системах (Фиг.2-5) определена область составов, в которых соотношение $N:P_2O_5=1:1$ (плоскость обозначена пунктирной линией). Данные по составам насыщенных растворов и суммарному содержанию питательных веществ приведены в таблице.

Пример 2. Определение областей составов насыщенных растворов с максимальным 45 содержанием питательных веществ и возможным диапазоном отношений $N:P_2O_5$ из следующих сырьевых компонентов: хлорид, гидро- и дигидрофосфат аммония.

По данным о фазовых равновесиях в системе, содержащей исходные компоненты, моделируем фазовую диаграмму четырехкомпонентной системы $NH_4H_2PO_4(A)-(NH_4)_2$

$\text{HPO}_4(\text{B})-\text{NH}_4\text{Cl}(\text{C})-\text{H}_2\text{O}$ при 25°C в координатах $\text{N}/(\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5)$, $\Sigma(\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5)$, % мас., R - растворимость соответствующего компонента, E - раствор, находящийся в нонвариантном равновесии с соответствующими твердыми фазами (Фиг.6). $\text{R}_A\text{E}_{AB}\text{E}_{ABC}$ E_{AC} - поверхность кристаллизации дигидрофосфата аммония, $\text{E}_{AB}\text{R}_B\text{E}_{qC}\text{E}_{ABC}$ - поверхность кристаллизации гидрофосфата аммония, $\text{R}_C\text{E}_{AC}\text{E}_{AEC}\text{E}_{BC}$ - поверхность кристаллизации хлорида аммония. Поверхности кристаллизации трех солей ограничивают область составов насыщенных растворов, которые можно приготовить при 25°C из этих солей.

Как видно из Фиг.6, наибольшее содержание питательных веществ отвечает составу эвтонического раствора трехкомпонентной системы $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4-(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4-\text{H}_2\text{O}$. При добавлении хлорида аммония суммарное содержание питательных веществ уменьшается, но при этом увеличивается диапазон отношения $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$. Кроме того, при совместном изображении поверхностей кристаллизации дигидрофосфата и гидрофосфата аммония можно выделить область насыщенных растворов $\text{E}_{AB}\text{R}_B\text{E}_{bC}\text{E}_{ABC}\text{E}_{AB}$ с равным отношением $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ и содержанием питательных веществ, но с различной концентрацией исходных солей (см. таблицу).

Пример 3. Разработка состава ЖКУ на основании диаграммы растворимости семикомпонентной системы K^+ , Mg^{2+} , H^+/NO_3^- , $\text{H}_2\text{P}_0_4^-$ - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2-\text{H}_2\text{O}$, в состав которой входит четверная взаимная система $2\text{KH}_2\text{PO}_4+\text{Mg}(\text{NO}_3)_2=2\text{KNO}_3+\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2-\text{H}_2\text{O}$. В интервале температур $75-0^\circ\text{C}$ установлены концентрации солей в насыщенных растворах при соотношении $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}:\text{MgO}$ 1:1:1:0,1; 1:1,5:1,5:0,2 и 1,5:1:1:0,1. При 25°C максимальная растворимость солей 35% мас. определена для растворов с соотношением 1:1,5:1,5:0,2. При 0°C максимальная растворимость компонентов 33,5% мас. - при соотношении питательных веществ 1:1:1:0,1. Таким образом, концентрация растворов ЖКУ при полном гидролизе фосфатов калия в присутствии азотной кислоты не должна опускаться ниже этого предела.

В таблице представлены характеристики полученных составов ЖКУ. Таким образом, данные по фазовым равновесиям в многокомпонентных системах позволяют рассчитать:

- а) максимальный диапазон соотношений $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ и суммарное содержание питательных веществ, которые можно получить из доступных сырьевых компонентов;
- б) необходимые сырьевые компоненты для достижения требуемого соотношения $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ с максимальным содержанием питательных веществ при минимальном содержании воды.

Данное описание и примеры рассматриваются как материал, иллюстрирующий изобретение, сущность которого и объем патентных притязаний определены в нижеследующей формуле изобретения совокупностью существенных признаков и их эквивалентами.

Характеристики полученных составов ЖКУ									
Состав насыщенного раствора, % мас.					Содержание питательных веществ, % мас.			Суммарное содержание питательных веществ	% мас. солей от массы смеси
	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	NH_4Cl	H_2O	N	P_2O_5	K_2O		
	26.95	32.67	0.00	40.38	10	34	0	44	60
	21.16	29.15	5.92	43.77	10	29	0	39	56
	17.24	24.03	11.79	46.95	10	24	0	34	53

	0.00	13.12	22.94	63.94	9	7	0	16	36
	NH ₄ H ₂ PO ₄	NH ₄ Cl	(NH ₄) ₂ O ₄	H ₂ O					
	9.15	0.00	38.46	52.39	9	6	0	15	48
	5.54	14.67	25.08	54.71	10	3	0	13	45
5	0.00	16.15	26.27	57.58	10	0	0	10	42
	3.81	13.17	24.21	58.81	9	2	0	и	41
	(NH ₄ H) ₂ PO ₄	NH ₄ Cl	(NH ₄) ₂ O ₄	H ₂ O					
	17.79	0.00	33.27	48.95	11	10	0	20	51
	10.50	12.89	23.96	52.65	11	6	0	16	47
	0.00	16.15	26.27	57.58	10	0	0	10	42
10	7.73	13.11	22.63	56.53	10	4	0	14	43
	NH ₄ H ₂ PO ₄	(NH ₄) ₂ HPO ₄	NH ₄ Cl	(NH ₄) ₂ SO ₄	H ₂ O				
	12.85	17.55	7.72	16.51	11	17	0	28	42
	14.66	18.69	5.68	16.18	11	19	0	30	41
	6.27	13.72	9.53	20.56	11	11	0	22	44
	3.17	11.81	11.68	22.25	11	8	0	19	46
15	14.51	19.99	8.75	11.00	11	20	0	30	40
	10.29	8.97	11.08	20.21	10	11	0	22	40
	7.62	5.20	12.18	23.51	10	7	0	18	41
	14.97	19.55	4.11	19.50	11	20	0	31	43
	11.53	9.81	4.67	26.38	10	12	0	23	41
	0.00	12.89	5.11	29.98	10	7	0	17	48
20	7.43	16.01	4.64	24.62	11	13	0	24	45
	0.00	21.17	5.70	15.13	9	11	0	21	42
	0.00	7.50	5.31	33.08	10	4	0	14	46
	4.21	0.00	5.42	35.14	9	3	0	12	41
		(NH ₄) ₂ HPO ₄	CO(NH ₂) ₂	H ₂ O					
		0.00	54.00	46.00	25	0	0	25	54
25		3.00	52.00	45.00	25	2	0	27	55
		6.00	50.00	44.00	25	3	0	28	56
		10.00	47.00	43.00	24	5	0	29	57
		13.00	39.00	48.00	21	7	0	28	52
	(NH ₄) ₂ HPO ₄	CO(NH ₂) ₂	(NH ₄) ₂ SO ₄	NH ₄ Cl	H ₂ O				
30	0.94	46.89	13.23	10.42	28	1	0	28	71
	2.19	29.65	14.00	16.22	22	1	0	23	60
	0.91	51.50	6.44	12.15	29	0	0	29	70
	1.34	38.46	18.56	11.15	25	1	0	26	68
	2.24	31.00	9.29	18.47	22	1	0	23	59
	2.19	32.95	4.69	19.49	22	1	0	23	57
	4.13	20.42	17.82	15.34	18	2	0	20	54
35	NH ₄ H ₂ PO ₄	CO(NH ₂) ₂	(NH ₄) ₂ SO ₄	NH ₄ Cl	H ₂ O				
	21.45	22.89	0.00	0.00	13	13	0	26	23
	12.47	0.00	29.49	0.00	8	8	0	16	29
	9.00	0.00	0.00	17.00	6	6	0	12	17
	KH ₂ PO ₄	Mg(NO ₃) ₂	KNO ₃	CO(NH ₂) ₂	H ₂ O				
40	13.40	2.70	5.10	12.30	7	7	7	21	34
	16.20	6.10	4.20	8.50	6	8	8	22	35

Формула изобретения

Способ получения составов высококонцентрированных жидких комплексных удобрений, основанный на получении экспериментальных данных и построении (n+1) -угольной диаграммы, вершины которой соответствуют компонентам удобрения (n) и воде, при этом подбор компонентов и оптимизацию составов проводят на основании полученных экспериментальных данных по фазовым равновесиям в поликомпонентных системах, содержащих исходные компоненты: неорганические соли, неорганические

кислоты, карбамид и воду, строят фазовые диаграммы, задают соотношение питательных веществ N, P₂O₅ и K₂O и устанавливают по диаграммам соотношение и максимальную концентрацию компонентов в жидком комплексном удобрении.

5

10

15

20

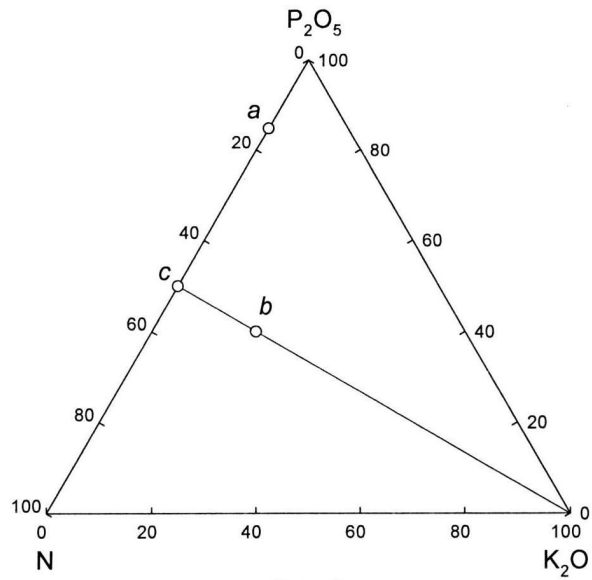
25

30

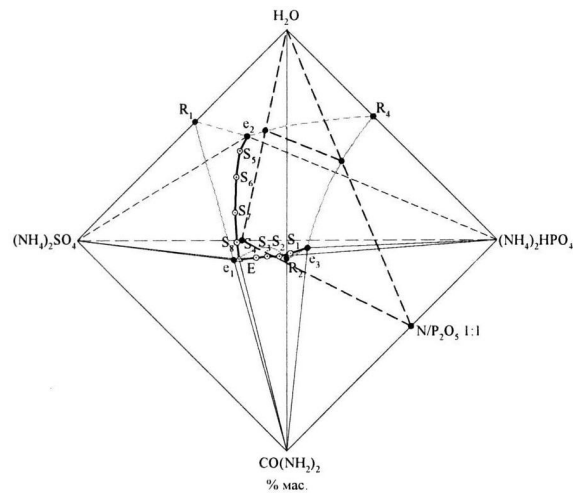
35

40

45

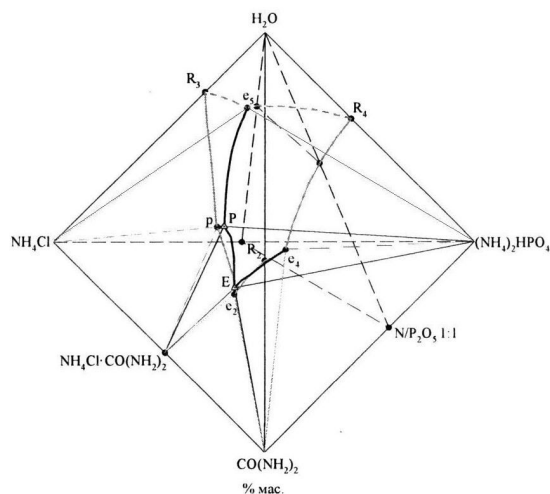


Фиг. 1



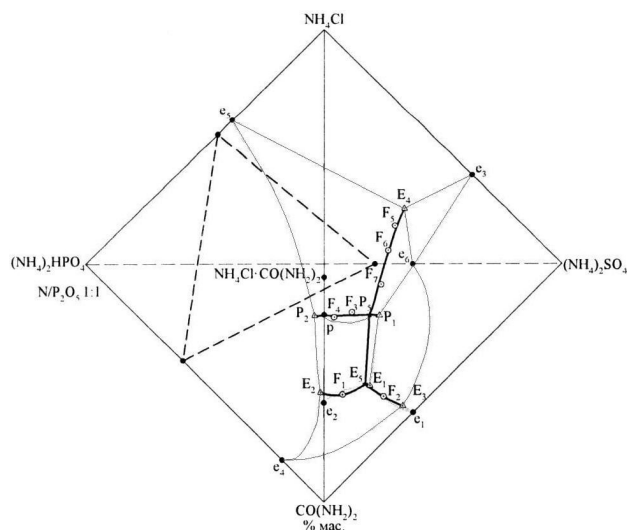
Плоскость соотношений $N:P_2O_5 = 1 : 1$
 в системе $CO(NH_2)_2 - (NH_4)_2SO_4 -$
 $(NH_4)_2HPO_4 - H_2O$ при $25^\circ C$

Фиг. 2



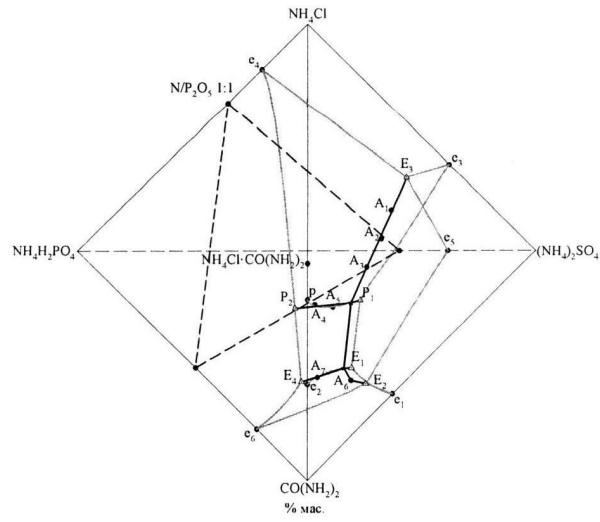
Плоскость соотношений $N:P_2O_5 = 1 : 1$
 в системе $CO(NH_2)_2 - NH_4Cl - (NH_4)_2HPO_4 - H_2O$ при $25^\circ C$

Фиг. 3



Плоскость соотношений $N : P_2O_5 = 1 : 1$
 в системе $CO(NH_2)_2 - NH_4Cl - (NH_4)_2HPO_4 - (NH_4)_2SO_4 - H_2O$ при $25^\circ C$

Фиг. 4



Плоскость соотношений $N : P_2O_5 = 1:1$ в системе $CO(NH_2)_2 - NH_4Cl - NH_4H_2PO_4 - (NH_4)_2SO_4 - H_2O$ при $25^\circ C$
Фиг. 5