

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR-**

1995 yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

3-2022

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

FarDU. ILMIY XABARLAR – НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК.ФЕРГУ

Muassis: Farg'ona davlat universiteti.

«FarDU. ILMIY XABARLAR – НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК. ФерГУ» "Scientific journal of the Fergana State University" jurnali bir yilda olti marta elektron shaklda nashr etiladi.

Jurnal filologiya, kimyo hamda tarix fanlari bo'yicha O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Jurnaldan maqola ko'chirib bosilganda, manba ko'rsatilishi shart.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan 2020 yil 2 sentabrda 1109 raqami bilan ro'yxatga olingan.

Muqova dizayni va original maket FarDU tahririy-nashriyot bo'limida tayyorlandi.

Tahrir hay'ati

Bosh muharrir
Mas'ul muharrir

SHERMUHAMMADOV B.SH.
ZOKIROV I.I

FARMONOV Sh. (O'zbekiston)
BEZGULOVA O.S. (Rossiya)
RASHIDOVA S. (O'zbekiston)
VALI SAVASH YYELEK (Turkiya)
ZAYNOBIDDINOV S. (O'zbekiston)

JEHAN SHAHZADAH NAYYAR (Yaponiya)
LEEDONG WOOK. (Janubiy Koreya)
A'ZAMOV A. (O'zbekiston)
KLAUS XAYNSGEN (Germaniya)
BAXODIRXONOV K. (O'zbekiston)

G'ULOMOV S.S. (O'zbekiston)
BERDISHEV A.S. (Qozog'iston)
KARIMOV N.F. (O'zbekiston)
CHESTMIR SHTUKA (Slovakiya)
TOJIBOYEV K. (O'zbekiston)

Tahririyat kengashi

QORABOYEV M. (O'zbekiston)
OTAJONOV S. (O'zbekiston)
O'RINOV A.Q. (O'zbekiston)
KARIMOV E. (O'zbekiston)
RASULOV R. (O'zbekiston)
ONARQULOVA K. (O'zbekiston)
YULDASHEV G. (O'zbekiston)
XOMIDOV G'. (O'zbekiston)
DADAYEV S. (O'zbekiston)
ASQAROV I. (O'zbekiston)
IBRAGIMOV A. (O'zbekiston)
ISAG'ALIYEV M. (O'zbekiston)
TURDALIYEV A. (O'zbekiston)
AXMADALIYEV Y. (O'zbekiston)
YULDASHOV A. (O'zbekiston)
XOLIQOV S. (O'zbekiston)
MO'MINOV S. (O'zbekiston)
MAMAJONOV A. (O'zbekiston)

ISKANDAROVA Sh. (O'zbekiston)
SHUKUROV R. (O'zbekiston)
YULDASHEVA D. (O'zbekiston)
JO'RAYEV X. (O'zbekiston)
KASIMOV A. (O'zbekiston)
SABIRDINOV A. (O'zbekiston)
XOSHIMOVA N. (O'zbekiston)
G'OFUROV A. (O'zbekiston)
ADHAMOV M. (O'zbekiston)
XONKELDIYEV Sh. (O'zbekiston)
EGAMBERDIYEVA T. (O'zbekiston)
ISOMIDDINOV M. (O'zbekiston)
USMONOV B. (O'zbekiston)
ASHIROV A. (O'zbekiston)
MAMATOV M. (O'zbekiston)
SIDDIQOV I. (O'zbekiston)
XAKIMOV N. (O'zbekiston)
BARATOV M. (O'zbekiston)

Muharrir: Sheraliyeva J.

Tahririyat manzili:

150100, Farg'ona shahri, Murabbiylar ko'chasi, 19-uy.
Tel.: (0373) 244-44-57. Mobil tel.: (+99891) 670-74-60
Sayt: www.fdu.uz. Jurnal sayti

Bosishga ruxsat etildi:
Qog'oz bichimi: - 60x84 1/8
Bosma tabog'i:
Ofset bosma: Ofset qog'ozi.
Adadi: 10 nusxa
Buyurtma №

FarDU nusxa ko'paytirish bo'limida chop etildi.
Manzil: 150100, Farg'ona sh., Murabbiylar ko'chasi, 19-uy.

Farg'ona,
2022.

E.Bozorov, M.Axmadjonov Tibbiyot elektronikasi fanining samaradorligini oshirishida “hamkorlikda” o‘qitish texnologiyasining o‘rni	233
N.Abdukarimova, Sh.Shuxratov Texnik mexanika fanini texnologik ta’lim yo‘nalishida o‘qitish uslubiyoti	238
N.Raxmatova, Sh.Shuxratov Texnologiya ta’limida innovatsion yondoshuv asosida o‘quvchilarda texnologik kompetensiyalarni shakllantirish	242
B.Mamatojyeva, Sh.Shuxratov Yog‘och materiallaridan murakkab bo‘lmagan detallar va buyumlar tayyorlash texnologiyasi	248
Sh.Ashirov, D.Mirzayev Akademik litseylarda fizika fanini o‘qitishda integrativ darslar mazmunini takomillashtirish	253

KIMYO

D.Abbasova, A.Ibragimov, O.Nazarov Ephedra Equisetina bunge o‘simligidan ajratib olingan efedrin alkaloidi.....	257
M.Ismoilov Qatronlar va neft kislotalari uchun adsorbentlar	262
N.Dexkanova, E.Abduraxmonov, F.Raxmatkariyeva, N.Jamoliddinova, Nax seolit vodorod sulfid adsorbsiya termodinamikasi	267
H.Qurbonov, M.Rustamov, D.Gafurova, M.Mirzoxidova Poliakrilonitril asosida yong‘inga chidamli polimer mato olish	274
I.Asqarov, M.Akbarova, Z.Smanova Qon bosimining oshishi kasalligida ishlatiladigan sintetik dorilarning inson organizmiga ta’siri	279
I.Askarov, N.Tulakov, Z.Abduraimov, N.Islamova 1'-karboksiferrotsenil tiokarboksamid sintezi	283
H.Rahimova, A.Ibragimov <i>Phlomoïdes Canescens</i> o‘simligining uchuvchan moddalarini tadqiq etish	289
N.Qutlimuatov Mahalliy xomashyolar va chiqindilar asosida olingan anionitning kimyoviy barqarorligi va sorbsion xossasi.....	293
M.Jo‘rayev, S.Xushvaqto‘v Polivinilxlorid plastik asosida olingan sorbentning fizik-kimyoviy xossalari	299
I.Asqarov, G‘.Madrahimov, M.Xojimatov O-ferrotsenil benzoy kislotasini ayrim hosilalarining biologik faolligini o‘rganish.....	304
S.Mukhammedov, I.Askarov, Kh.Isakov, M.Mamarakhmonov Furfurolidenkarbamidning elektron tuzilishi va kvant-kimyoviy xisobi	308
O.Tursunmuratov, D.Bekchanov Vermikulit asosida olingan yangi ionitga cu^{2+} ionlarining sorbsiya kinetikasi va izotermasi	311
M.Ismoilov Karaulbozor neft fraksiyalarini tahlili	315
M.Axmadaliyev, N.Yakubova Ishqoriy muhitda furfurolning kondensatsiyalanishi	322
B.Nu‘monov Fosforkislotali-gipsli bo‘tqasini koversiyalash asosida kompleks o‘g‘itlar olish	328
Sh.Yarmanov, S.Botirov, D.Bekchanov Tabiiy polimerlar asosida biosorbentlar olinishi va qo‘llanilishi.....	335
G‘.Xayrullayev, Sh.Kadirova, B.Torambetov, S.Botirova, Sh.Mavlonova 3,3'-disulfanidilbis (1 <i>h</i> -1,2,4-triazol-5-amin) sintezi.....	341

GEOGRAFIYA

Y.Axmadaliyev Mahalliy aholining shaharsozlik an‘analarida landshaft omilining o‘rni	346
K.Boymirzayev, H.Naimov Farg‘ona botig‘i yoyilma landshaftlarining geografik o‘rganilishi va tadqiq etilishi	352

FOSFORKISLOTALI-GIPSLI BO'TQASINI KONVERSIYALASH ASOSIDA KOMPLEKS O'G'ITLAR OLISH

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОНВЕРСИИ ФОСФОРНОКИСЛОТНОЙ-ГИПСОВОЙ ПУЛЬПЫ

OBTAINING OF COMPLEX FERTILIZERS BASED ON CONVERSION OF PHOSPHORIC ACID GYPSUM PULP

Нуъмонов Бахтиёржон Омонжонович

Нуъмонов Бахтиёржон Омонжонович

– Кокандский Государственный педагогический институт, доктор философии по техническим наукам (PhD)

Annotatsiya

Suprefos bo'tqasi, NH_4NO_3 va KCl ni $\text{pH} = 5,25$, 60°C hamda 120 daqiqa aralashtirish asosida kompleks o'g'itlar olish bo'yicha tadqiqotlar keltirilgan. Donadorlash va quritishdan so'ng yuqori konversiya darajasi 93,66; 97,78 va 99,61% ga teng bo'lgan $\text{N} : \text{P} = 1 : 1$, $\text{N} : \text{P} : \text{K} = 0,4 : 1 : 1$ va $1 : 1 : 1$ markalariga mos keluvchi 17,76% SO_3 , 18,71% N ; 18,88%, 17,08% SO_3 , 7,02% N ; 18,53% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$; 18,42% K_2O u 14,34% N ; 13,91% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$; 13,81% K_2O , 12,98% SO_3 tarkibli kompleks o'g'itlar olindi. SO_3 ning 12,98-17,76% miqdoriga ko'ra ularni NPS- va NPKS-o'g'itlar deb ham nomlash mumkin. Rentgenografik usulda tuzlarning to'liq tuzli tarkiblari o'rganildi, unga ko'ra dikalsiyfosfat, nitrat, sulfat, ammoniy va kaliy fosfatlarining cho'qqilari aniqlandi.

Аннотация

Проведены исследования по получению комплексных удобрений на основе супрефосной пульпы, NH_4NO_3 и KCl при $\text{pH} = 5,25$ и 60°C и времени перемешивания 120 мин. В результате грануляции и сушки получены качественные комплексные удобрения с содержанием 17,76% SO_3 , 18,71% N ; 18,88%, 17,08% SO_3 , 7,02% N ; 18,53% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$; 18,42% K_2O и 14,34% N ; 13,91% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$; 13,81% K_2O , 12,98% SO_3 , соответствующие маркам $\text{N} : \text{P} = 1 : 1$, $\text{N} : \text{P} : \text{K} = 0,4 : 1 : 1$ и $1 : 1 : 1$ с высокой степенью конверсии, равной 93,66; 97,78 и 99,61%. Судя по содержанию SO_3 в пределах 12,98-17,76%, их можно также называть NPS- и NPKS-удобрениями. Методом рентгенографии изучен солевой состав, в котором обнаружены дикальцийфосфат, нитрат, сульфат и фосфат аммония и калия.

Abstract

Studies have been carried out to obtain complex fertilizers based on suprefos pulp, NH_4NO_3 and KCl at $\text{pH} = 5.25$ and 60°C and mixing time of 120 min. As a result of granulation and drying, high-quality complex fertilizers were obtained with a content of 17.76% SO_3 , 18.71% N ; 18.88%, 17.08% SO_3 , 7.02% N ; 18.53% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{tot}}$; 18.42% K_2O and 14.34% N ; 13.91% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{tot}}$; 13.81% K_2O , 12.98% SO_3 , corresponding to grades $\text{N} : \text{P} = 1 : 1$, $\text{N} : \text{P} : \text{K} = 0.4 : 1 : 1$ and $1 : 1 : 1$ with a high degree of conversion equal to 93.66 ; 97.78 and 99.61%. Judging by the content of SO_3 in the range of 12.98-17.76%, they can also be called NPS- and NPKS-fertilizers. The salt composition was studied by radiography, in which dicalcium phosphate, nitrate, sulfate and phosphate of ammonium and potassium were found.

Kalit so'zlar. Suprefosli bo'tqa, ammiakli selitra, kaliy xlorid, NP-, NPK-o'g'itlar, kimyoviy va to'liq tuzli tarkib.

Ключевые слова: супрефосная пульпа, аммиачная селитра, хлорид калия, NP-, NPK-удобрение, химический и солевой состав.

Key words: suprefos pulp, ammonium nitrate, potassium chloride, NP-, NPK-fertilizer, chemical and salt composition.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время перед правительствами всех стран мира стоит задача обеспечения продовольствием населения своих стран. А сделать это становится всё сложнее. Население Земли растёт очень быстрыми темпами. Если в 1830 году на Земле проживал 1 млрд. человек, то в 1986г уже 4,9 млрд., в 2000г. – 6,1 млрд., в 2015г. – 8,0 млрд., а к 2050г. ожидается уже 9,0 млрд. [1]. В то же время площадь земли, занятой зерновыми культурами (на душу населения) с середины и до конца XX века, сократилась с 0,24 до 0,1 га. По расчётам к 2050г. она уменьшится до 0,08 га на человека. Уменьшение размеров пахотных земель происходит не только в результате бурного роста населения. Ресурсная база сельского хозяйства фактически повсюду находится под воздействием негативных факторов. Ухудшение сельскохозяйственной ресурсной базы происходит

KIMYO

практически на всех континентах: эрозия почв в Северной Америке; закисление почв в Европе; сведение лесов и опустынивание в Азии и Латинской Америке; неразумная трата и загрязнение вод почти во всех странах мира. Сегодня не вызывает сомнений факт, что происходит деградация сельскохозяйственных угодий, пастбищ и высококачественной пахотной земли. Масштабы эрозии в мире вызывают тревогу. По подсчётам американских учёных, ежегодно пахотные земли за счёт эрозии теряют около 25,4 млрд тонн почвенного вещества, а из сельскохозяйственного оборота выпадает 6-7 млн га земли. По данным экспертов ФАО (международной сельскохозяйственной и продовольственной организации - ООН), одна двенадцатая часть каждого гектара будет использоваться для жилищного и транспортного строительства, для нужд промышленности и консервационных целей. Отсюда следует, что к 2020г. потребуется около 410 млн га земли не для производства продовольствия. От одной трети до половины пахотных земель в мире используется таким образом, что их плодородие по существу превратилось из возобновляемого в невозобновляемое [2].

Аналогичная картина наблюдается и в Узбекистане. Он является агропромышленной страной, располагающей 25 млн 736 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения, в том числе 3,73 млн га орошаемых [3]. Именно на орошаемых землях получают свыше 97% всей сельскохозяйственной продукции республики. По производству хлопка Узбекистан занимает шестое место в мире. В 2017 году заготовлено 8 млн 377 тыс. тонн зерна, более 2 млн 930 тыс. тонн хлопка, 12 тыс. 450 тонн коконов, 318 тыс. тонн риса, 23 млн тонн плодоовощной и 13 млн тонн мясомолочной продукции. В настоящее время хлопок экспортируется в Китай, Россию, Иран, Бангладеш, Республику Корея, Вьетнам.

Возникает вопрос, как в таких условиях, когда наблюдается быстрый рост народонаселения и уменьшается доля орошаемой пашни на одного человека, обеспечить человечество продовольствием? Во всём мире поняли – сделать это можно только за счёт интенсификации сельскохозяйственного производства и, в частности, за счёт его химизации. Одна тонна минеральных удобрений обеспечивает годовую потребность в продуктах питания 5-6 человек. Благодаря применению минеральных удобрений обеспечивается в среднем 40-50% прироста урожая сельскохозяйственных культур.

Вот почему во всём мире наблюдается рост производства минеральных удобрений [4-7]. Вторую половину XX века стали называть «эрой химизации» благодаря применению минеральных удобрений и пестицидов. Мировое потребление минеральных удобрений только за 40 лет (1951-1990 гг.) увеличилось в десять раз – с 14 млн до 140 млн тонн [4]. К 2020г оно увеличится до 215 млн тонн, в том числе азотных удобрений – до 127 млн тонн, фосфорных – до 52 млн и калийных – до 36 млн тонн в расчете на 100 %-ные питательные вещества (N, P₂O₅ и K₂O) [8].

Основными питательными для растений элементами являются азот, фосфор и калий. Именно эти три элемента обеспечили в XX веке рост сельскохозяйственного производства и более чем шестикратное увеличение численности населения Земли [9]. Наибольшее распространение среди комплексных удобрений получила марка с соотношением N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 1 : 1. Такую марку удобрения 14 : 14 : 14 можно получить на основе супрефосной пульпы, NH₄NO₃ и KCl. В настоящей работе приводятся результаты исследования по аммиачной конверсии гипса в реальных фосфорнокислотно-гипсовых пульпах (ФКГП). Способ получения удобрения реализован на АО «Амтофос-Махат». Материалы проведенных исследований защищены патентом РУз [10]. Для нового удобрения разработаны технические условия Тш 6.6-27 : 2004. Сейчас данное производство успешно работает.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для экспериментов была взята ФКГП, полученная при оптимальных условиях сернокислотной экстракции МОК-26: норма серной кислоты - 103%, концентрация оборотной ЭФК - 15%, температура процесса - 85°C, время экстракции - 4 часа и соотношение Ж : Т = 3 : 1. Её состав (вес.%): P₂O₅общ. 14,91; P₂O₅водн. 14,78; CaOобщ. 8,89; SO₃общ. 14,05; SO₃своб. 0,57; нерастворимый остаток 1,08; pH = 1,31. В стеклянный реактор, снабженный мешалкой и термостатирующей водяной рубашкой, заливали исходную пульпу. После подогрева до 60°C

включали мешалку и постепенно аммонизировали пульпу газообразным аммиаком до pH = 5,0-8,5. Далее вели перемешивание пульпы в термостатированных условиях в течение 120 мин. при температуре 60°C. Затем массу сушили сначала при 80°C в течение суток, а затем при 90-95°C до постоянного веса. Высушенный продукт анализировали на содержание различных форм фосфора, кальция, SO₃ по общепринятым методикам [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты приведены в таблице 1. Из таблицы 1 видно, что при pH пульпы 5,25 получается удобрение, содержащее 27,36% P₂O₅общ., 15,84% CaOобщ., 8,83% N, 25,36% SO₃, P₂O₅усв. по лимонной кислоте : P₂O₅общ. = 99,85%, P₂O₅водн. : P₂O₅общ. = 82,41%, CaOусв. : CaOобщ. = 80,81%. Чем выше pH пульпы, тем ниже относительное содержание CaOводн. : CaOобщ. и P₂O₅водн. : P₂O₅общ. и тем больше содержание N. Это говорит о том, что по мере увеличения pH пульпы происходит наибольшая конверсия фосфогипса фосфатом аммония с образованием дикальцийфосфата.

Однако глубокая аммонизация (pH = 7-8) ФКГП приводит к образованию не только дикальцийфосфата, но и менее усвояемого Ca₃(PO₄)₂. Так, при повышении pH пульпы от 7 до 8 в продукте снижается относительное содержание P₂O₅ по трилону Б и CaO по лимонной кислоте от 92,49 до 84,30% и от 92,17 до 82,41%, соответственно. Но в любом случае при высоком значении pH (8,0) получается концентрированное азот-фосфор-кальций-серосодержащее удобрение состава (вес.%): P₂O₅общ. 25,74; P₂O₅усв. по трилону Б 21,70; P₂O₅усв. по лимонной кислоте 23,28; P₂O₅водн. 11,22; CaOобщ. 15,18; CaOусв. 12,51; SO₃общ. 24,29; N 12,63 с суммой питательных компонентов 72,71% (P₂O₅усв. + N + CaOусв. + SO₃) и с относительным содержанием усвояемой формы P₂O₅ по лимонной кислоте – 90,44%.

Исходя из этого проведена вторая серия опытов, целью которых было получение на основе супрефосной пульпы уравновешенных по NP- и NPK сложных удобрений. В случае получения удобрения марки N : P₂O₅ = 1 : 1 к исходной ФКГП вышеприведенного состава добавлялось 59,7 %-ная азотная кислота в количестве, необходимом для получения заданной марки.

Смесь нейтрализовали газообразным аммиаком до pH = 5,25. Далее пульпу перемешивали в течение 120 мин. при 60°C. А для получения удобрения с соотношением N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 1 : 1 к этой же пульпе перед сушкой добавляли хлорид калия с последующим перемешиванием в течение 30 мин. Затем массы сушили, как указано в предыдущих опытах.

Таблица 1

Химический состав высушенных продуктов при температуре конверсии 60°C

рН супрефосной пульпы	рН продукта	Содержание компонентов, вес. %									P ₂ O ₅ усл. : P ₂ O ₅ общ., по лим. к-те, %	P ₂ O ₅ усл. : P ₂ O ₅ общ., по трил. Б, %	P ₂ O ₅ водн. : P ₂ O ₅ общ., %	СаОусл. : СаОобщ., по лим. к-те, %	СаОводн. : СаОобщ., %
		P ₂ O ₅ общ.	N	P ₂ O ₅ усл. по лим. к-те	P ₂ O ₅ усл. по трил. Б	P ₂ O ₅ водн.	СаО общ.	СаО усл. по лим. к-те	СаО водн.	SO ₃ общ.					
5,25	5,86	27,36	8,83	27,32	26,85	22,55	15,84	12,80	5,03	25,36	99,85	98,14	82,41	80,81	31,76
7,0	6,03	26,77	10,98	25,09	24,76	11,85	15,46	14,25	1,58	24,98	93,72	92,49	44,27	92,17	10,22
7,5	6,43	26,05	12,15	24,18	23,40	11,42	15,20	13,42	0,39	24,42	92,82	89,83	43,84	88,29	2,57
8,0	6,71	25,74	12,63	23,28	21,70	11,22	15,18	12,51	0,32	24,29	90,44	84,30	43,59	82,41	2,11

Таблица 2

Химический состав двойных и тройных комплексных удобрений

рН супрефосной пульпы	рН продукта	Содержание компонентов, вес. %									P ₂ O ₅ усл. : P ₂ O ₅ общ., по лим. к-те, %	P ₂ O ₅ водн. : P ₂ O ₅ общ., %	СаОусл. : СаОобщ., по лим. к-те, %	СаОводн. : СаОобщ., %	
		P ₂ O ₅ общ.	N	K ₂ O	P ₂ O ₅ усл. по лим. к-те	P ₂ O ₅ водн.	СаО общ.	СаО усл. по лим. к-те	СаО водн.	SO ₃ общ.					
Удобрение на основе супрефосной пульпы и азотной кислоты, при N : P ₂ O ₅ = 1 : 1															
5,25	5,66	18,88	18,71	-	18,63	12,51	11,32	9,67	4,59	17,76	98,68	66,26	85,43	40,55	
Удобрение на основе супрефосной пульпы, азотной кислоты и хлорида калия, при N : P ₂ O ₅ : K ₂ O = 0,4 : 1 : 1															
5,25	5,86	18,53	7,02	18,42	17,95	13,42	10,90	10,62	5,31	17,08	96,87	72,42	97,43	48,72	
Удобрение на основе супрефосной пульпы, азотной кислоты и хлорида калия, при N : P ₂ O ₅ : K ₂ O = 1 : 1 : 1															
5,25	5,86	13,91	14,34	13,81	13,73	7,98	8,17	7,67	1,60	12,98	98,71	57,37	93,88	19,58	

А для получения сложного удобрения марки $N : P_2O_5 : K_2O = 0,4 : 1 : 1$ и $1 : 1 : 1$ к аммонизированной аммиаком до $pH = 5,25$ и выдержанной в течение 120 минут при $60^\circ C$ супрефосной пульпе добавляли определенное количество кристаллического хлорида калия с последующим перемешиванием в течение 30 мин. Затем массу сушили сначала при $80^\circ C$ в течение суток, а затем при $90-95^\circ C$ до постоянного веса. Затем массы сушили аналогично предыдущим опытам.

Результаты приведены в таблице 2.

В первой горизонтальной строчке этой таблицы приведен состав сложного $N : P_2O_5 = 1 : 1$ удобрения, полученного смешением супрефосной массы с азотной кислотой. Оно содержит 17,76% SO_3 , 18,71% N ; 18,88% $P_2O_{5общ.}$; $P_2O_{5усл.}$ по лим. к-те : $P_2O_{5общ.} = 98,68\%$; $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.} = 66,26\%$; $CaO_{усл.}$ по лим. к-те : $CaO_{общ.} = 85,43\%$. Полученное удобрение с добавкой хлорида калия при соотношении $N : P_2O_5 : K_2O = 0,4 : 1 : 1$ содержит 17,08% SO_3 , 7,02% N ; 18,53% $P_2O_{5общ.}$; 18,42% K_2O , $P_2O_{5усл.}$ по лим. к-те : $P_2O_{5общ.} = 96,87\%$; $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.} = 72,42\%$; $CaO_{усл.}$ по лим. к-те : $CaO_{общ.} = 97,43\%$.

Оптимальным как по составу, так и по свойствам, получено сложное азотнофосфорно-калийное удобрение с соотношением питательных элементов $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1 : 1$. Удобрение с таким соотношением питательных элементов содержит 14,34% N ; 13,91% $P_2O_{5общ.}$; 13,81% K_2O , 12,98% SO_3 , сумма питательных элементов 62,53%, $P_2O_{5усл.}$ по лим. к-те : $P_2O_{5общ.} = 98,71\%$, $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.} = 57,37\%$; $CaO_{усл.}$ по лим. к-те : $CaO_{общ.} = 93,88\%$.

Судя по химическому составу эти удобрения содержат в своем составе от 12,98 до 17,76% SO_3 , поэтому эти продукты можно называть NPS- и NPKS- удобрениями. Далее было проверена степень конверсия фосфогипса в получаемых удобрениях. Для этого гранулы растворяли в 20-и кратном количестве дистиллированной воды по отношению к массе удобрения. Далее водную суспензию продукта отфильтровывали под вакуумом 550-600 мм рт. ст. на воронке Бюхнера, применяя один слой фильтровальной бумаги. Оставшийся на фильтре осадок промывали ацетоном. Промытый осадок высушивали вместе с фильтровальной бумагой в сушильном шкафу при $105^\circ C$. Высушенный осадок взвешивали и анализировали на содержание фосфора, кальция и SO_3 .

Результаты приведены в таблице 3.

В первых четырех строчках таблицы даны составы водонерастворимых компонентов супрефосов, полученных при pH пульпы 5,25-8,0.

Из таблицы видно, что конверсия фосфогипса, хоть и невысокая (61,04%), наблюдается уже при pH 5,25.

Таблица 3

Состав водонерастворимых компонентов в получаемых удобрениях

pH пульпы	Масса готового удобрения, г	Масса сухого осадка, г	$P_2O_{5общ.}$, %	$CaO_{общ.}$, %	$SO_{3общ.}$, %	Степень конверсии гипса, %
Супрефос-NS						
5,25	100	37,8	12,79	31,38	26,76	61,04
7,0	100	43,7	34,53	32,76	5,13	91,29
7,5	100	41,8	35,07	39,70	2,20	96,55
8,0	100	41,0	35,37	40,07	2,15	97,69
Удобрение на основе супрефосной пульпы и азотной кислоты, при $N : P_2O_5 = 1 : 1$						
5,25	100	21,4	28,33	36,65	5,24	93,66
Удобрение на основе супрефосной пульпы и хлорида калия, при $N : P_2O_5 : K_2O = 0,4 : 1 : 1$						
5,25	100	17,9	29,45	31,01	2,17	97,78
Удобрение на основе супрефосной пульпы, азотной кислоты и хлорида калия, при $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1 : 1$						
5,25	100	18,0	32,79	37,98	0,28	99,61

Дальнейшее увеличение рН пульпы до 7,0 в течение 120 мин при 60°C повышает степень конверсии до 91,29%. А по достижении рН = 7,5 и 8,0 степень конверсии составляет 96,55 и 97,69% соответственно.

Интересный результат получается при получении сложных комплексных удобрений на основе супрефосной пульпы, нитрата аммония и хлорида калия. Так, при смешении исходной ФКГП с азотной кислотой с последующей аммонизацией смеси даже до рН = 5,25, в полученном продукте с соотношением N : P₂O₅ = 1 : 1 степень конверсии фосфогипса идет в значительной степени (93,66%). В водонерастворимом осадке удобрения, полученном с добавкой к супрефосной пульпе со значением рН = 5,25 хлорида калия при соотношении N : P₂O₅ : K₂O = 0,4 : 1 : 1, возможно повышение степени конверсии гипса до 97,78%. При таком значении рН = 5,25 можно достичь полной конверсии гипса (99,61%) на основе супрефосной пульпы, нитрата аммония и хлорида калия. Для определения солевого состава проведено рентгенографическое исследование образца комплексного удобрения марки N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 1 : 1 (рисунок). Рентгенографический анализ выполнен на дифрактометре XRD-6100 (Shimadzu, Япония), установленной в Центре общественного использования уникальных научных приборов Академии наук РУз.

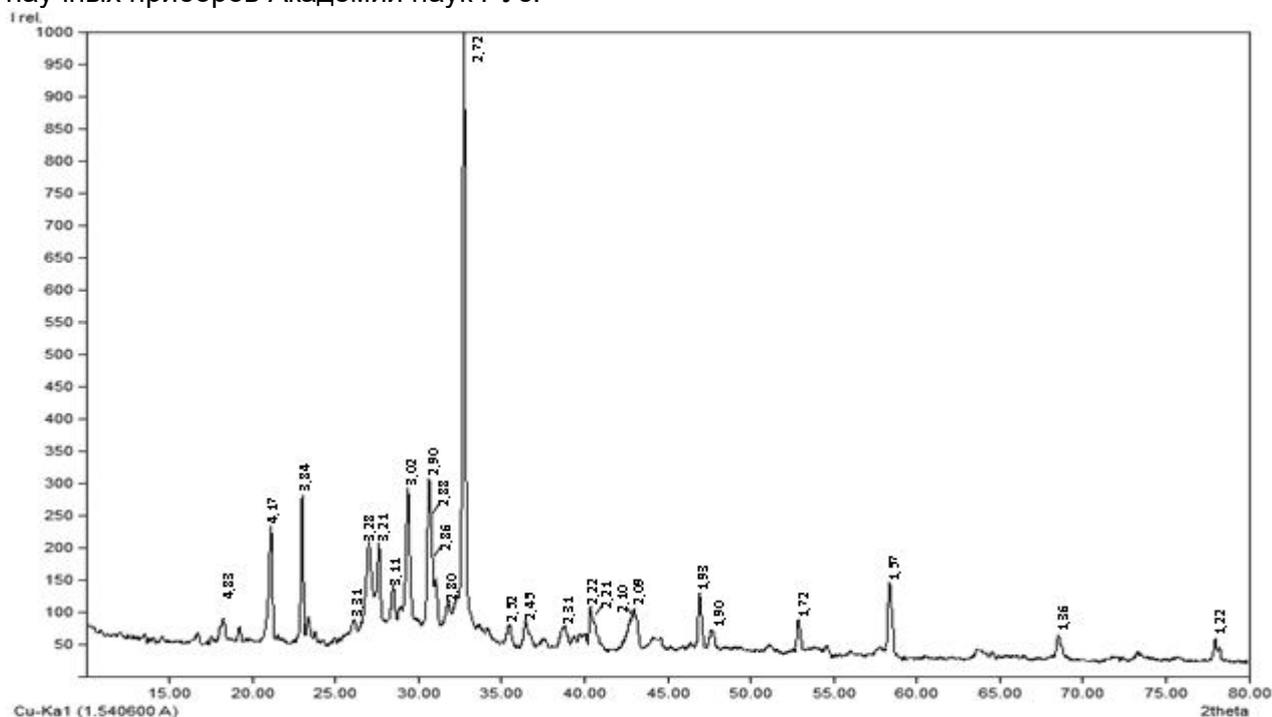


Рисунок. Рентгенограмма комплексного удобрения NPK = 1 : 1 : 1, полученного путем обработки супрефосной пульпы (Ж : Т = 3 : 1, рН = 5,25, температуре 60°C и времени 120 мин).

На рентгенограмме имеются чётко выявленные межплоскостные расстояния брушита (3,80-3,84; 3,04; 3,11; 2,52; 2,10; 1,90Å), монетита (2,09; 1,93 и 1,72-1,73Å) сульфата аммония (3,89; Å), нитрата аммония (2,72-2,73 и 2,88Å); нитрата кальция (3,00-3,02; 3,31; 2,80 Å); хлорида аммония (2,09 и 1,89-1,90Å), недоразложенного фторкарбонатапатита (2,79-2,80; 1,90-1,91; 1,72Å), а также обнаружены дифракционные пики 1,36 и 1,20Å, принадлежащие нитрату и дигидрофосфату калия – продуктам конверсии хлорида калия с нитратом и фосфатами аммония.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, показано условие получения уравновешенных комплексных удобрений марок N : P₂O₅ = 1 : 1 и N : P₂O₅ : K₂O = 0,4 : 1 : 1 и 1 : 1 : 1. Найдено, что при получении продуктов при рН = 5,25 степень конверсии составляет 93,66; 97,78 и 99,61% соответственно. Такие показатели наблюдаются в случае получения «Супрефос-NS», но

только при pH = 7,5-8,0. Это говорит о том, что получение уравновешенных NP- и NPK-удобрений является более перспективным, чем получение самого «Супрефоса-NS».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дайсон Т. Рост мирового населения и обеспечение продуктами питания // Международный журнал социальных наук. - 1995. - № 8. - С. 83-110. (Dyson T. Global Population Growth and Food Provision // International Journal of Social Sciences. - 1995. - No. 8. - PP. 83-110.)
2. Альбатыров И. Место и роль аграрного сектора в мировой экономике // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2005. - № 2. - С. 28-30. (Albatyrov I. Place and role of the agrarian sector in the global economy // International Agricultural Journal. - 2005. - No. 2. - PP. 28-30.)
3. Курбанов Э., Кузиев Р. Современное состояние плодородия почв Узбекистана и некоторые пути его улучшения // Горный вестник Узбекистана. - 2001. - №1. - С. 94-96. (Kurbanov E., Kuziev R. The current state of soil fertility in Uzbekistan and some ways to improve it // Mining Bulletin of Uzbekistan. - 2001. - No. 1. - PP. 94-96.)
4. Гордеев А., Черняков Б. Некоторые аспекты продовольственной проблемы мира // Вопросы экономики. - 2001. - № 6. - С. 50-59. (Gordeev A., Chernyakov B. Some aspects of the food problem of the world // Questions of Economics. - 2001. - No. 6. - PP. 50-59.)
5. Минеев В.Г., Бычкова Л.А. Состояние и перспективы применения минеральных удобрений в мировом и отечественном земледелии // Агрохимия. - 2003. - № 8. - С. 5-12. (Mineev V.G., Bychkova L.A. Status and prospects for the use of mineral fertilizers in world and domestic agriculture // Agrochemistry. - 2003. - No. 8. - PP. 5-12.)
6. Киперман Ю.А., Ильин А.В., Комаров М.А. Минеральные удобрения на рубеже XXI века // Химическая промышленность. - 1998. - № 12. - С. 752-757. (Kiperman Yu.A., Ilyin A.V., Komarov M.A. Mineral fertilizers at the turn of the XXI century // Chemical industry. - 1998. - No. 12. - PP. 752-757.)
7. Захаренко В.А. Мировые тенденции производства и использования минеральных удобрений // Агрохимия. - 2000. - № 5. - С. 14-15. (Zakharenko V.A. World trends in the production and use of mineral fertilizers // Agrochemistry. - 2000. - No. 5. - PP. 14-15.)
8. Жигарёва Г.В., Киселёв В.Г. Современное состояние и прогноз развития мирового рынка минеральных удобрений. Азотные удобрения // Вестник химической промышленности. —2013. - №5. - С. 33-36. (Zhigaryova G.V., Kiselev V.G. Current state and forecast of the development of the world market of mineral fertilizers. Nitrogen fertilizers // Bulletin of the chemical industry. —2013. - No. 5. - PP. 33-36.)
9. Ваккари Дэвид. Фосфор: грядущий кризис // В мире науки. – 2009. - № 8. - С. 50-56. (Vakkari David. Phosphorus: the coming crisis // In the world of science. - 2009. - No. 8. - PP. 50-56.)
10. Патент № IAP 03481 РУз. Кл. CO5 C 11/00, CO5 B 11/00. Способ получения гранулированного сложного азотнофосфорного удобрения / Г.И.Ибрагимов, З.К.Ниязов, Б.Б.Садыков, Н.В.Волынскова, Д.А.Эргашев, А.И.Кононов, И.Т.Рахимов, Ю.Ч.Шамсиев // – Б.И. – 2007. Бюлл. – № 2. (Patent No. IAP 03481 RUz. Cl. CO5 From 11/00, CO5 At 11/00. Method for obtaining granular compound nitrogen-phosphorus fertilizer / G.I. Ibragimov, Z.K. Niyazov, B.B. Sadykov, N.V. Volynskova, D.A. Ergashev, A.I. Kononov, I.T. .Ch.Shamsiev // - B.I. – 2007. Bull. – No. 2.)
11. Винник М.М., Ербанова Л.Н., Зайцев П.М. и др. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов // – М.: Химия, 1975. – 218 с. (Vinnik M.M., Erbanova L.N., Zaitsev P.M. and others. Methods for the analysis of phosphate raw materials, phosphate and complex fertilizers, feed phosphates // - M.: Chemistry, 1975. - 218 p.)
12. Baktiyar Numonov, Shafoat Namazov, Oydin Badalova, Atanazar Seytnazarov, Bokhodir Sultonov, Umarbek Alimov. Low-waste process of complex fertilizer based on sulphuric acid processing thermic calcinated phosphorite concentrate // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. - Sofia – 2020. Volume 55, Issue 4. – pp. 831-838. (Бактияр Нумонов, Шафоат Намазов, Ойдын Бадалова, Атаназар Сейтназаров, Боходир Султонов, Умарбек Алимов. Малоотходный процесс комплексного удобрения на основе серноокислотной переработки термически прокаленного фосфоритного концентрата // Химическая технология и металлургия. – София – 2020. Том 55, Выпуск 4. – СС. 831-838.)