

December 2018

Approbation of the process of producing thermophosphate fertilizers from the low-grade phosphorites of the Central Kyzlkum

Tulkin Isamurodovich Nurmurodov

Navoi State Mining Institute, Uzbekistan, t.nurmurodov@gmail.com

Mirsoat Parmonovich Turaev

Navoi State Mining Institute, Uzbekistan, kbx74@yandex.ru

Bahrom Khayrievich Kucharov

Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan, kbx74@yandex.ru

Zakir Kalandarovich Tairov

Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan, kbx74@yandex.ru

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/cce>

Recommended Citation

Nurmurodov, Tulkin Isamurodovich; Turaev, Mirsoat Parmonovich; Kucharov, Bahrom Khayrievich; and Tairov, Zakir Kalandarovich (2018) "Approbation of the process of producing thermophosphate fertilizers from the low-grade phosphorites of the Central Kyzlkum," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2018 : No. 3 , Article 6.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/cce/vol2018/iss3/6>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

APPROBATION OF THE PROCESS OF PRODUCING THERMOPHOSPHATE FERTILIZERS FROM THE LOW-SORT PHOSPHORITES OF THE CENTRAL KYZLKUM

Tulkin Isamurodovich NURMURODOV¹ (t.nurmurodov@gmail.com), Mirsoat Parmonovich TURAEV¹, Kucharov KUCAROV² (kbx74@yandex.ru), Zakir Kalandarovich TAIROV², Nazokat Aktamovna ERKAEVA²
¹Navoi State Mining Institute, Uzbekistan
²Tashkent Chemical Technology Institute, Uzbekistan

It was shown the possibility of thermal alkaline fertilizers, and a technological scheme has been proposed, and the material balance of the process has been calculated. The process of obtaining thermophosphate fertilizers on a laboratory model tool has been approved. The results of agrochemical studies are given and calculations are made on the economic efficiency of processing and using thermophosphates, which showed the expediency of organizing the production of new types of fertilizers from poor phosphorite ores in Central Kyzylkum.

Keywords: phosphorite, balance, technology, fertilizer, scheme, agrichemistry, composition, activation, calcium module, thermoleaching.

АПРОБАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ТЕРМОФОСФАТНЫХ УДОБРЕНИЙ ИЗ НИЗКОСОРТНЫХ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ

Тулкин Исамуродович НУРМУРОДОВ¹ (t.nurmurodov@gmail.com), Мирсоат Пармонович ТУРАЕВ¹, Бахром Хайриевич КУЧАРОВ² (kbx74@yandex.ru), Закир Каландарович ТАИРОВ², Назокат Актамовна ЭРКАЕВА²
¹Навоинский государственный горный институт, Узбекистан
²Ташкентский химико-технологический институт, Узбекистан

Показана возможность получения термощелочных удобрений, предложена технологическая схема и рассчитан материальный баланс процесса. Апробирован процесс получения термофосфатных удобрений на модельной лабораторной установке. Приведены результаты агрохимических исследований и проведены расчеты по экономической эффективности получения и применения термофосфатов, которые показали целесообразность организации производства новых видов удобрений на основе забалансовых фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов.

Ключевые слова: фосфорит, баланс, технология, удобрение, схема, агрохимия, состав, активация, кальциевый модуль, термощелочной.

PAST NAVLI MARKAZIY QIZILQUM FOSFORITLARIDAN TERMOFOSFATLI O'GTLAR OLISH JARAYONI APROBATSIIYASI

Tulkin Isamurodovich NURMURODOV¹ (t.nurmurodov@gmail.com), Mirsoat Parmonovich TURAEV¹, Kucharov KUCAROV² (kbx74@yandex.ru), Zakir Kalandarovich TAIROV², Nazokat Aktamovna ERKAEVA²
¹Navoiy davlat tog instituti, O'zbekiston
²Toshkent kimyo-tekhnologiya instituti, O'zbekiston

Termoishqoriy o'g'itlar olish mumkinligi ko'rsatilgan, texnologik sxema tavsiya qilingan va jarayoning moddiy balansini hisoblangan. Termoishqoriy o'g'it olish jarayoni laboratoriya model qurilmasida aprobatatsiya qilindi. Termoishqoriy o'g'itlarning agrokimyoviy sinovlari va iqtisodiy samaradorligi hisoblandi, bu esa Markaziy Qizilqum fosfarit rudalari asosida yangi tarkibli fosforli o'g'itlar olish imkonini berdi.

Kalit so'zlar: fosforit, balans, texnologiya, o'g'it, sxema, agrokimyoy, massa, tarkib, aktivatsiya, kalsiy moduli, termoishqoriy.

Введение

Ранее нами в лабораторных условиях была показана возможность получения из низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов термощелочных удобрений [1-5], предложена технологическая схема и рассчитан материальный баланс процесса. В продолжение этих исследований в данной статье рассмотрен процесс получения из того же фосфорита термофосфатных удобрений на модельной лабораторной установке.

Объекты и методы исследования

Получение термофосфатного удобрения на основе термической активации Кызылкумских фосфоритов в присутствии калийных и натриевых солей осуществляли на модельной лабораторной установке, состоящей из горизонтального цилиндрического реактора-смесителя объемом 5 литров (0.005 м³), изготовленного из нержавеющей стали марки X18H10T, и лабораторной муфельной печи. Вначале расчетное количество фосфатного сырья, калийной соли и кварцевого песка измельчали в лабораторной ступке и загружали в реактор-смеситель и далее перемешивали до состояния однородной массы.

Затем из полученной массы готовили на гидравлическом лабораторном прессе при давлении 3,5-4,0 МПа шихты в виде таблеток диаметром 50 мм и высотой 10-15 мм. Отформованные лабораторные образцы подвергались естественной сушке при комнатной температуре 25-30 °С в течение суток. Потом образцы высушивали в сушильном шкафу при температуре 105-110 °С в течение 2 ч.

Высушенные лабораторные образцы подвергались термической обработке в лабораторной муфельной печи с выдержкой 2 часа при температуре 1150 °С. После выдержки термообработанные образцы подвергались резкому охлаждению при температуре, не выше 350 °С. Для этого горячие образцы вынимали из печи и резко опускались в металлический сосуд с холодной водой. После охлаждения образцы дробят на куски размером примерно 15 мм и измельчают до остатка на сите 0,088 мм не более 15%.

Опытные партии полученных удобрений анализировали по известной методике на различные усвояемые формы фосфора и кальция. Результаты анализа показывают, что химические составы полученных термофосфатных удобрений почти одинаковы по сравнению с удобрениями, полученными в лабораторных условиях.

Таблица 1

Основные технологические показатели процесса

Наименование технологических показателей	Показатели
Содержание P ₂ O ₅ в фосфатном сырье, %	15-20
Соотношение фосфатное сырье (ф/с): калийная соль (к/с): кварцевый песок; ф/с/к/с:углерод	100:16:10, 100:24:13
Температура процесса смешения, °С	20-25
Продолжительность процесса смешения, мин	10-15
Влажность шихты, %	7-10
Температура обжига, °С	1150-1200
Продолжительность обжига, час	2.0
Температура охлаждения, °С	30-40
Содержание P ₂ O ₅ общ. в удобрении	17,7-20,1
Содержание СаО _{общ} в удобрении	48,0-51,0
Содержание К ₂ O _{общ} в удобрении	12,60-16,53

Результаты и обсуждение

На основе проведенных лабораторных исследований и серии опытов на модельной установке разработаны основные показатели технологического режима получения сложно-смешанного минерального удобрения (таблица 1), а также рекомендован лабораторный регламент процесса.

Опытная партия сложно-смешанного минерального удобрения в количестве 10 кг была передана для агрохимических испытаний.

На основе проведенных лабораторных экспериментов нами была разработана принципиальная технологическая схема подготовки фосфоритовой муки, а также процесса термощелочной активации фосфорита калиевыми солями методом обжига, который в зависимости от вида использованных солей щелочных металлов может протекать по одной из приведенных химических реакций:

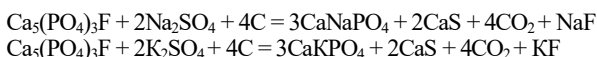
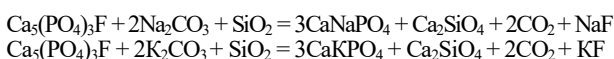


Схема показана на рисунке 1. В разработанной технологической схеме предварительно измельченную фосфоритную руду подают в бункер 3, откуда питателем 2 направляют в барабанную мельницу сухого помола 1. В мельницу 1 по трубе 10 вентилятором 9 подается воздух; он проходит через барабан мельницы, подхватывает мелкие частицы фосфоритной руды и выносит их через цапфу с противоположной стороны барабана по трубе 12 в сепаратор 4.

Здесь отделяются крупные частицы твердой фазы и по трубе 11 возвращаются в мельницу на помол, а мелкие транспортируются газовым потоком по трубе 13 в циклон 6, откуда шнеком 7 выносятся в бункер фосфатного сырья 8. Газ, освобожденный в циклоне от основной массы твердых частиц, отсасывается вентилятором и частично возвращается в цикл. Основную часть газа выпускают в атмосферу через рукав-

ный фильтр 5, который устанавливают на выхлопной линии, чтобы улавливать фосфоритную муку и не отравлять окружающую среду.

В бункер 8 подается расчетное количество калийной соли, которая смешивается с тонкоизмельченным фосфатным сырьем. Смесь фосфоритовой муки и калийной соли поступает в валковый пресс 16, откуда подается во вращающуюся печь 17. Здесь идет обжиг прессата и в конечном результате в реакционной смеси образуется лимоннорастворимый фосфат – ренанит. Конечный продукт обжига – обожженный термофосфат поступает в мгновенный охладитель 18 и далее идет на переработку.

В принципиальной технологической схеме для обжига смеси фосфорита, калийной соли и кварцевого песка мы предлагаем использовать вращающуюся печь. Как видно из рисунка, эта печь имеет цилиндрическую рабочую камеру – барабан, выполненный из огнеупорного кирпича и заключенный в стальной корпус, на котором установлены бандажи и венцовая шестерня. Бандажи печи устанавливаются на упорные и опорные ролики, которые смонтированы на металлических рамах и находятся на бетонном фундаменте (опорно-упорная станция). Загрузка исходного материала производится по наклонной телке, расположенной в пыльной камере, а разгрузка осуществляется через откатную головку, в которой установлена горелка (или форсунка) для сжигания топлива. Перемещение исходного материала вдоль продольной оси печи осуществляется благодаря вращению корпуса, установленного под углом 2-4° к горизонту.

Во вращение печь приводится специальным механизмом привода. В месте соединения

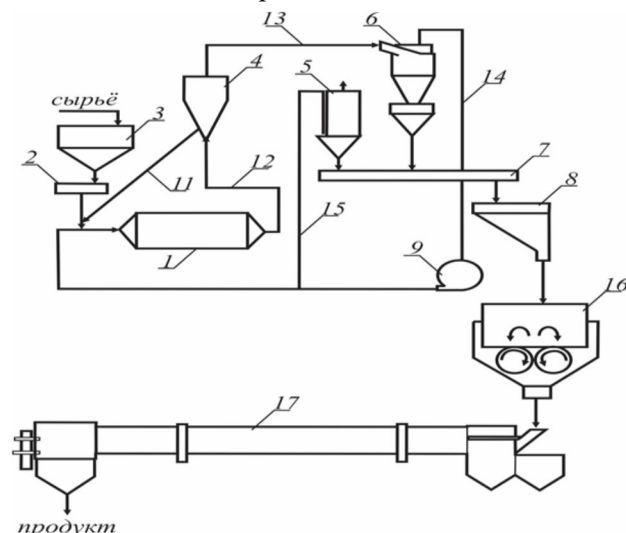


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема подготовки фосфоритовой муки и процесса получения термофосфатных удобрений:

- 1 – барабанная мельница; 2 – питатель; 3 – бункер сырья;
- 4 – воздушно-проходной сепаратор; 5 – фильтр; 6 – циклон;
- 7 – шнек; 8 – бункер фосфатного сырья; 9 – воздуходувка;
- 10-15 – воздуховоды; 11-14 – материалопроводы;
- 16 – валковый пресс; 17 – вращающаяся печь для обжига;
- 18 – охладитель продукта.

Таблица 2

Химический состав термофосфатных удобрений

Содержание компонентов, масс. %					
Термофосфатное удобрение	P ₂ O ₅ общ.	P ₂ O ₅ усв. по лимонной кислоте	P ₂ O ₅ усв. по трилону Б	CaO общ.	CaO усв.
Термофосфат-900	17,25	11,33	10,87	48,98	36,76
Термофосфат-1000	17,67	15,41	14,45	49,55	43,49

Таблица 3

Расход солей щелочных металлов в зависимости от содержания P₂O₅ на 100 в.ч. фосфатного сырья

Наименование солей щелочных металлов	Содержание P ₂ O ₅ в фосфатном сырье, масс. %				
	42,19	30	25	20	16
Na ₂ CO ₃	42,09	22,86	24,88	19,91	15,9
K ₂ CO ₃	54,67	38,87	32,39	25,92	20,73
Na ₂ SO ₄	56,25	40,0	33,33	26,67	21,33
K ₂ SO ₄	68,83	49,01	40,85	32,68	26,14

Таблица 4

Изменение расхода оксида кремния в зависимости от кальциевого модуля фосфатного сырья и вида солей щелочных металлов на 100 в.ч. фосфатного сырья

Наименование солей щелочных металлов	Кальциевый модуль фосфатного сырья								
	0,78	1,18	1,319	1,50	1,70	1,90	2,1	2,5	2,9
Na ₂ CO ₃ или K ₂ CO ₃	-	2,26	4,51	5,16	5,83	6,52	7,28	8,61	9,98
Na ₂ SO ₄ или K ₂ SO ₄	-	-	-	0,65	1,32	2,01	2,72	4,10	5,47

корпуса печи с пыльной камерой и откатной головкой установлены уплотняющие устройства. В рабочей камере некоторых печей имеются внутрипечные теплообменники для интенсификации обжига. За рубежом эксплуатируются вращающиеся печи диаметром от 1 до 7 м и длиной от 12 до 230 м.

Обжиг является сложным процессом, в ходе которого исходные материалы-таблетки претерпевают химические, физико-химические, кристаллохимические и другие превращения. Эти превращения протекают при различных температурах, скоростях и неоднозначно влияют на процесс спекания.

Обжиг шихт в виде окатышей с вводом 1 % твердого топлива осуществим без значительных капитальных затрат. Усложняется лишь организация складирования, транспортировки и дозировки топлива в увлажненную шихту. Целью обжига окатышей является их упрочнение до такого состояния, при котором они могут без значительных разрушений выдерживать транспортировку, перегрузки и процесс доменной плавки. При этом, в отличие от агломерации, при обжиге окатышей не происходит спекания материалов шихты. Процесс обжига окатышей в обжиговых барабанах сопровождается выделением большого количества пыли, уносимой газами. С 1 м² полезной площади машины выделяется 63 – 97 м³/мин газов в зависимости от типа обжиговой машины и технологического процесса обжига таблеток.

В процессе обжига окатышей с целью экономии тепла часть газа, выделяющегося из зоны рекуперации и охлаждения, подвергают грубой очистке от пыли и вентилятором подают в зоны сушки и обжига, расположенные в головной части машины.

Применяют также метод обжига окатышей в шахтных печах, но доля производства их

в этих печах непрерывно уменьшается вследствие сравнительно низкой производительности, трудности регулирования температуры и неравномерности обжига.

Процесс окомкования фосфоритов с последующим обжигом окатышей наиболее целесообразен для тонкодисперсных руд, для которых другие способы окускования (гранулирования) менее эффективны. Для окомкования фосфатной мелочи обычно используют барабанные или тарельчатые грануляторы. При окомковании апатитового концентрата или его смеси с фторидским фосфоритом в качестве связующих веществ используют смесь глиняной суспензии, котрельного молока и жидкого стекла. Связующее подают непосредственно в гранулятор в процессе окомкования шихты. Обжиг окатышей проводят во вращающемся барабане или на решетке печи, имеющей три зоны: сушка, обжиг, выдержка. Температура обжига находится в пределах 900 – 1200 °С.

Термофосфатные удобрения разработанного состава (таблица 2), полученные активацией термощелочным способом, как в лабораторных, так и в полупромышленных условиях при различных температурах и в присутствии кальцинированной соды и кварцевого песка подвергались агрохимическому испытанию.

Испытания проводились на культуре хлопчатника сорта АН БАЯУТ-2 по методике Уз НИИХ на территории ИОНХ АН РУз в 4-кратной повторности вегетационного опыта при годовых нормах азота – 7, фосфора – 5, калия – 2,5 г/сосуд. Почва – типичный серозем, по механическому составу относится к средним суглинкам, содержание гумуса – 0,8%, общего азота – 0,055 %, фосфора – 0,10 %.

В период вегетации растений проводились следующие агротехнические мероприятия: под-

Таблица 5

Сырьевые ресурсы технологического способа

Фосфатное сырье	Низкокачественное карбонатсодержащее (<i>забалансовая руда</i>) фосфоритное сырье с КФК НГМК
Кальцинированная сода	Кунградский содовый завод
Кремнезем (песок)	Зарафшанский регион
Хлористый калий	Дехканабадский завод калийных удобрений
Сильвинит	Тюбегатанское месторождение

кормка, полив, рыхление, прореживание, обработка против вредителей, а также фенологические наблюдения. Результаты анализа органов хлопчатника на содержание питательных элементов показывают, что поступление азота и фосфора в растения хлопчатника, как в вариантах с испытываемыми удобрениями, так и контрольных вариантах было практически одинаково. Значения вегетационной массы во всех вариантах опыта были близки друг к другу. На контрольном варианте, где в качестве фосфорного удобрения применялся простой суперфосфат (12% P_2O_5 общ.), высота главного стебля составила 103,8 см, количество симподиальных ветвей 16,6 шт., количество коробочек – 17,0 шт., урожай – 101,6 г/сосуд. На вариантах, где применялись Термофосфат-900 и Термофосфат-1000, высота главного стебля составила соответственно 103,5; 104,0 см, количество симподиальных ветвей 16,5; 17,0 шт., количество коробочек – 17,0; 18,0 шт., а урожай составил 101,5 г/сосуд.

При равной прибавке урожая с суперфосфатом (в пересчете на содержание P_2O_5) степень использования P_2O_5 у активированных фосфатов значительно ниже. Соответственно ниже вынос P_2O_5 из почвы и выше содержание подвижного P_2O_5 в почве после уборки урожая. Так, например, по первому году испытаний у двойного суперфосфата используется 25 - 30% P_2O_5 при довольно значительном выносе, тогда как для термоактивированных фосфатов степень использования составила 6 - 18% при выносе в шесть раз меньшем. У стандартной фосмуки в данном случае степень использования P_2O_5 составила 4 - 13%. На следующий год использования урожайность от использования активированных фосфатов значительно возросла во всех случаях по сравнению с аналогичной от действия двойного суперфосфата. На основании этих фактов можно сделать выводы, что активированные фосфаты, имея в своем составе цитратно- и лимоннорастворимые формы фосфора, являются типичными удобрениями пролонгированного действия с более рациональным использованием фосфора на единицу прибавки урожая. Суперфосфаты, имея в своем составе в основном водорастворимые формы фосфора, проявляют высокую степень использования P_2O_5 при больших потерях фосфора за счет выщелачивания из почвы в поверхностные водоемы и не могут считаться рациональными в применении с экономической точки зрения.

Промежуточное положение по степени использования P_2O_5 занимают фосфаты, активированные термощелочным путем. Эти удобрения, имеющие в своем составе водно-, лимонно- и цитратнорастворимые формы фосфора, обладают наилучшей степенью использования на единицу прибавки урожая. Такие удобрения удовлетворяют в большей степени всем требованиям.

Результаты вегетационных опытов показывают, что агрохимическая эффективность разрабатываемых удобрений (Термофосфат-900 и Термофосфат-1000) близка к эффективности простого суперфосфата. В перспективе рекомендуется проведение испытаний термофосфатных удобрений на типичном сероземе при выращивании хлопчатника в полевых условиях.

На основании проведенных лабораторных исследований, опытно-промышленных и агрохимических испытаний были разработаны рекомендации для промышленного использования термохимических технологий получения комплексных и фосфорных удобрений пролонгированного действия. В качестве исходного сырья для получения таких удобрений, учитывая вышеописанные позитивные моменты, были выбраны фосфориты Центральных Кызылкумов.

Данная технология предназначена для производства готовых продуктов – термощелочных фосфатных удобрений на базе Кызылкумского фосфоритового комбината (КФК). Термощелочные фосфаты получают спеканием измельченных природных фосфатов с солями щелочных металлов и минералами: карбонаты калия и натрия.

В таблицах 2 и 3 приведены расходные коэффициенты сырьевых материалов на производство 1 т продукта – термощелочного удобрения при применении различных солей и минералов.

При расчете исходили из того, что производство разработанных удобрений будет организовано на КФК, где имеется фосфатное сырье – забалансовая фосфоритовая руда.

В таблицах 3 и 4 показан расход щелочных металлов и окиси кремния в зависимости от содержания P_2O_5 общ. и кальциевого модуля фосфатного сырья.

Сырьевые ресурсы предлагаемого технологического способа приведены в таблице 5. Данная таблица позволяет определить ориентировочный расход исходных компонентов.

На существующих химических предприятиях, производящих минеральные удобрения, в частности НРК-удобрения, аммофос, супрефос, нитрофоску и аммонизированный суперфосфат, затраты на переработку исходных сырьевых материалов (включая затраты на труд, косвенные

Таблица 6

Калькуляция термофосфатных удобрений (расходы на сырье)

Наименование компонентов	Стоимость, сум/т	Виды термофосфатных удобрений с добавками щелочных металлов									
		Na ₂ CO ₃		Na ₂ SO ₄		K ₂ CO ₃		K ₂ SO ₄		KCl	
		Расход, т	Сумма, тыс. сум	Расход, т	Сумма, тыс. сум	Расход, т	Сумма, тыс. сум	Расход, т	Сумма, тыс. сум	Расход, т	Сумма, тыс. сум
Фосфорит	120000	1,0	120	1,0	120	1,0	120	1,0	120	1,0	120
Кальцинированная сода -Na ₂ CO ₃	1100000	0,199	218,92								
Сульфат натрия	1100000	-		0,267	294,0	-				-	
Поташ	3000000	-				0,259	777,0			-	
Сульфат калия	1600000	-				-		0,326	52,16		
Кварцевый песок	120000	0,086	10,32	0,041	4,92	0,086	10,32	0,041	4,92	0,086	10,32
Углеродсодержащий материал	60000	-		0,05	3,0			0,05	3,0	-	
Хлорид калия	80000									0,28	224,0
Сумма			349,24		422,52		907,92		649,52	-	354,32
P ₂ O ₅ , % K ₂ O, %			19,56 -	20,1			18,5 16,32		18,77 16,53		17,72 12,6
Сумма питательных компонентов			19,56	20,1			34,82		35,3		31,32

Таблица 7

Калькуляция термофосфатных удобрений (расходы на сырье)

Статья расходов для одной тонны продукта	Стоимость, тыс. сум					
	Термощелочные фосфаты при применении					Супрефос P ₂ O ₅ - 20 N - 10
	Na ₂ CO ₃	Na ₂ SO ₄	K ₂ CO ₃	K ₂ SO ₄	KCl	
Расходы на сырье	349,24	422,52	907,92	649,52	354,32	
Затраты на переработку	122,23	147,88	317,77	227,33	124,01	
Стоимость одной тонны удобрения	471,47	570,40	1225,69	876,85	478,33	760,40
Стоимость одной тонны питательных компонентов	2410,400	2837,820	3520,080	2484,000	1527,240	2534,666

затраты на материалы, накладные расходы производственного назначения и др.) в зависимости от специфичности производства составляют 35-40% от стоимости исходных сырьевых материалов. Рекомендованная технология производства термощелочных фосфатов достаточно проста, не требует затрат на кислотные реагенты для переработки сырья. В связи с этим, объем затрат на переработку и прочие расходы брали из расчета 35% от стоимости сырьевых ресурсов.

В табл. 6 дана калькуляция 1 т термощелочных удобрений, полученных с применением различных видов солей щелочных металлов.

Следует отметить, что себестоимость одной тонны 100% P₂O₅ и суммы питательных компонентов (N, P₂O₅) в супрефосе составляет, соответственно, 380200 и 2534666 сум. Высокая себестоимость указанных удобрений объясняется использованием дорогого мытого обожженного концентрата, большого расхода синтетического аммиака, дефицитной серной кислоты, сложностью технологии и потерями P₂O₅ с фосфогипсом. Себестоимость 1т 100% суммы питательных компонентов в термощелочном удобрении составляет, соответственно, при приме-

нии Na₂CO₃ – 2410400 сум, KCl – 1527240, сильвинита – 996428, K₂SO₄ – 2484000 сум.

В таблице 7 представлены сравнительные экономические показатели производства термощелочных фосфатов, супрефоса. Данные удобрения сравнивать в натуральном виде не представляется возможным, т.к. они содержат различные количества питательных элементов. Поэтому удобрения сравнивались в пересчете на содержание 100% питательных элементов.

Анализ себестоимости разработанных новых удобрений в сравнении с традиционными фосфорсодержащими удобрениями, выпускаемых на действующих заводах, выглядит следующим образом: себестоимость 1 т питательных компонентов в термощелочном фосфатном удобрении по сравнению с себестоимостью супрефоса – на 124268 сум дешевле при применении Na₂CO₃; а при применении KCl - на 1007426 сум и при применении K₂SO₄ - на 50666 сум дешевле соответственно.

Заключение

Основным преимуществом разработанной технологии получения новых термощелочных

удобрений перед действующей технологией производства супрефоса являются следующие:

- вовлечение в технологию забалансовых фосфоритов Центральных Кызылкумов;
- полное исключение использования кислотных реагентов;
- простота технологии;
- наличие в составе удобрений усвояемого калия и пятого питательного элемента - кальция;
- низкая себестоимость питательных элементов в разработанных удобрениях.

Таким образом, вышеуказанные преиму-

щества разработанной технологии термощелочных фосфатов и их экономическая эффективность позволяют сделать вывод о целесообразности организации производства новых видов удобрений на основе забалансовых фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов.

На лабораторной модельной установке определены оптимальные технологические параметры процесса получения фосфатных фосфорнокалийных термофосфатных удобрений. Составлен материальный баланс производства.

REFERENCES

1. Nurmurodov T.I., Erkeyev A.U., Reymov A.M., Turayev M.P., Turdiyeva O., Bauatdinov S. Issledovaniye protsessa polucheniya termofosfatnykh udobreniy iz nizkosortnykh fosforitov Tsentral'nykh Kyzylkumov [Investigation of the process of obtaining thermophosphate fertilizers from low-grade phosphorites of Central Kyzylkum]. *Vestnik Karakal'pakskogo otdeleniya AN RUz*, 2013, no. 3 (232), pp. 14-17.
2. Nurmurodov T.I., Reymov A.M., Turayev M.P., Tursunova S.U., Akhtamova M.Z., Ayymbetov M.Zh. Polucheniye termofosfatnykh udobreniy iz zabalansovykh rud Kyzylkumskikh fosforitov na model'noy laboratornoy ustanovke [Obtaining thermophosphate fertilizers from off-balance ores of Kyzylkum phosphorites in a model laboratory setup]. *Novyy universitet*, 2014, no. 5-6 (27-28), pp.47-54.
3. Mukhiddinov B.F., Nurmurodov T.I., Erkeyev A.U. Termoshchelochnaya aktivatsiya fosforitov Tsentral'nykh Kyzylkumov [Thermal alkaline activation of phosphorites of the Central Kyzyl Kum]. *Tezisy Regional'noy Tsentral'no-Aziatskoy mezhd. konf. po khimicheskoy tekhnologii* [Abstract of the Regional Central Asian Int. conf. in chemical technology]. Tashkent, 2012, pp. 124.
4. Khollov I., Kucharov B.KH., Erkeyev A.U., Reymov A.M., Nurmurodov T.I., Bakhronov B.B. Issledovaniye polucheniya fosfornokaliynogo udobreniya na osnove fosforitov Tsentral'nykh Kyzylkumov i khlorida kaliya [Study of the production of potassium phosphate fertilizer based on phosphorites of the Central Kyzyl Kum and potassium chloride] *Tezisy Mezhd. nauchno-tekhn. konf. "Sovremennyye tekhnika i tekhnologii gorno-metallurgicheskoy otrasli i puti ikh razvitiya"* [Abstracts Int. scientific and technical conf. "Modern equipment and technologies of the mining and metallurgical industry and the ways of their development"]. Navoi, 2013. p. 403.
5. Nurmurodov T., Zoirova L.B., Tursunova S.U., Zhumanov YU.K., Akhtamova M. Razrabotka sposoba termicheskoy aktivatsii vysokokarbonizirovannogo fosfatnogo syr'ya [Development of a method for thermal activation of highly carbonated phosphate feed]. *Materialy resp. nauchno-tekhn. konf. "Perspektivy nauki i proizvodstva khimicheskoy tekhnologii v Uzbekistane"* [Materials rep. scientific and technical conf. "Prospects for the science and production of chemical technology in Uzbekistan"]. Navoi, 2014, pp. 47-48.