

6-28-2021

RESULTS OF X-RAY PHASE AND IR-SPECTRAL ANALYSIS OF AZOSUPERPHOSPHATES OBTAINED ON THE BASIS OF PHOSPHORITES OF CENTRAL KIZILKUM

Elyor Atashev

Urgench state university, Address: 14, Kh.Alimdjan str, Urgench city, 220100, Uzbekistan, E-mail: elyor.a@urdu.uz, Phone: +998 93 7427099; elyor.a@urdu.uz

Maksud Jabbievich Jumaniyazov

Urgench state university, Address: 14, Kh.Alimdjan str, Urgench city, 220100, Uzbekistan; ximtex@rambler.ru

Sayfitdin Mukhitdinovich Tadjiev

Institute of General and Inorganic Chemistry of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Address: 77A, Mirzo Ulugbek Street, Tashkent city, Republic of Uzbekistan.

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



Part of the [Complex Fluids Commons](#), [Controls and Control Theory Commons](#), [Industrial Technology Commons](#), and the [Process Control and Systems Commons](#)

Recommended Citation

Atashev, Elyor; Jumaniyazov, Maksud Jabbievich; and Tadjiev, Sayfitdin Mukhitdinovich (2021) "RESULTS OF X-RAY PHASE AND IR-SPECTRAL ANALYSIS OF AZOSUPERPHOSPHATES OBTAINED ON THE BASIS OF PHOSPHORITES OF CENTRAL KIZILKUM," *Chemical Technology, Control and Management*. Vol. 2021 : Iss. 3 , Article 2.

DOI: <https://doi.org/10.51346/tstu-02.21.3-77-0015>

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ijctcm/vol2021/iss3/2>

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



ISSN 1815-4840, E-ISSN 2181-1105

Himičeskaâ tehnologiâ. Kontrol' i upravlenie

**CHEMICAL TECHNOLOGY.
CONTROL AND MANAGEMENT**

2021, №3 (99) pp.19-26. <https://doi.org/10.51346/tstu-02.21.3-77-0015>

International scientific and technical journal
journal homepage: <https://uzjournals.edu.uz/ijctcm/>



Since 2005

UDC: 661.152.33:543.427

**RESULTS OF X-RAY PHASE AND IR-SPECTRAL ANALYSIS OF AZOSUPERPHOSPHATES
OBTAINED ON THE BASIS OF PHOSPHORITES OF CENTRAL KIZILKUM**

Elyor Atashev¹, Maksud Jabbievich Jumaniyazov², Sayfitdin Mukhitdinovich Tadjiev³

^{1,2}Urgench state university, Address: 14, Kh.Alimdjan str, Urgench city, 220100, Uzbekistan,

E-mail: ¹elyor.a@urdu.uz, Phone: +998 93 7427099;

³Institute of General and Inorganic Chemistry of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Address: 77A, Mirzo Ulugbek Street, Tashkent city, Republic of Uzbekistan.

Abstract: This article is devoted to the use of ammonium sulfate in the production of nitrogen-phosphorus fertilizers, which are widely used in agriculture today. In the research work, the possibilities of obtaining azo superphosphate are described in detail by the use of intensive technology based on low-grade phosphorites of the Central KyzylKum. X-ray and IR-spectroscopic analyzes of a new type of NP-complex fertilizers obtained using a solution of ammonium sulfate in sulfuric acid are described in detail. The X-ray analysis of the obtained sample on the X-ray diffraction pattern of the azo-superphosphate fertilizer revealed the appearance of peaks in the interplanar spacing line $(NH_4)_2SO_4$ of ammonium sulfate and $NH_4H_2PO_4$ of ammonium dihydrogen phosphate. It has been substantiated that in addition to the main nutrient components dicalcium phosphate and monocalcium phosphates, the sample also contains $(NH_4)_2SO_4$ and $NH_4H_2PO_4$. The results of IR spectroscopic analyzes show that the process of decomposition of the CO_3^{2-} ion in the composition of phosphorites, peaks with high intensity formed by stretching vibrations, in the regions of 873.75 and 1417.68 cm^{-1} , were not detected in the IR spectra of the obtained sample and this proves that the complete decomposition process is complete. Also, the formation of stretching vibrations of the $H_2PO_4^-$ ion - 1215.15 cm^{-1} , the PO_4^{3-} ion - 532.35 cm^{-1} and bending vibrations of the $H_2PO_4^-$ ion - 1033.85 cm^{-1} in the IR spectrum of the sample in this $NH_4H_2PO_4$ sample and the formation of stretching vibrations of SO_4^{2-} ion 1436.97 cm^{-1} confirmed the presence of $(NH_4)_2SO_4$.

Key words: low-grade phosphorite, ammonium sulfate, azo superphosphate, X-ray diffraction pattern, stoichiometric amount, norm, spectrum.

Аннотация. Иш бугунги кунда қишлоқ хўжалигида кенг фойдаланиладиган азот фосфорли ўғитларни ишлаб чиқаришда аммоний сульфатнинг қўлланилишига бағишланган. Марказий Қизилқумнинг паст навли фосфаритлари асосида интенсив технологиясини қўллаш бўйича азосуперфосфатни олиши имкониятлари батафсил ёритилган. Аммоний сульфатнинг сульфат кислотадаги эритмаси ёрдамида олинган янги турдаги NP - комплекс ўғитларни рентгенографик ва ИК спектрометрлик таҳлиллари натижалари келтирилган. Синтезланган азосуперфосфатли ўғит рентгенограммасида $(NH_4)_2SO_4$ аммоний сульфат ва $NH_4H_2PO_4$ аммоний дигидрофосфатларнинг рентгенограммасидаги текисликлараро масофа чизиқларида чўққилар ҳосил бўлгани аниқланган. Намуна таркибида асосий озукавий компонентлар дикальцийфосфат, монокальций фосфатлардан ташқари $(NH_4)_2SO_4$ ва $NH_4H_2PO_4$ ни ҳам борлиги изоҳланган. ИК спектроскопия таҳлил натижалари фосфоритлар таркибидаги 873,75 ва 1417,68 cm^{-1} соҳалардаги валент тебранишлардан ҳосил бўлган кучли интенсивликка эга бўлган пиклари, олинган наъмуналар ИК спектрларида йўқолганлиги CO_3^{2-} ионининг парчаланиши жараёни тўлиқ бўлганлигини исботлайди. Шунингдек намунанинг ИК спектрида $H_2PO_4^-$ ионининг 1215,15 cm^{-1} , PO_4^{3-} ионининг 532,35 cm^{-1} валент тебранишлари ва $H_2PO_4^-$ ионининг 1033,85 cm^{-1} деформацион тебранишларининг ҳосил бўлиши ушбу намунада $NH_4H_2PO_4$ ҳамда SO_4^{2-} ионининг 1436,97 cm^{-1} валент тебранишларини ҳосил бўлиши эса $(NH_4)_2SO_4$ борлигини тасдиқлаган.

Таянч сўзлар: паст навли фосфорит, аммоний сульфат, азосуперфосфат, рентгенограмма, стехиометрик миқдор, меъёр, спектр.

Аннотация: Работа посвящена применению сульфата аммония в производстве азотно-фосфорных удобрений, которые сегодня широко используются в сельском хозяйстве. Подробно описаны возможности получения азосуперфосфата по применению интенсивной технологии на основе низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов. Приведены результаты анализов рентгенографические и ИК-спектроскопические исследований нового типа NP-комплексных удобрений, полученных с использованием раствора сульфата аммония в серной кислоте. В рентгенограммах синтезированного азосуперфосфатного удобрения были обнаружены проявление пиков в линии межплоскостного расстояния $(NH_4)_2SO_4$ сульфата аммония и $NH_4H_2PO_4$ дигидрофосфата аммония. Обосновано, что в составе образца кроме основных питательных компонентов дикальцийфосфат, монокальцийфосфатов, также присутствуют $(NH_4)_2SO_4$ и $NH_4H_2PO_4$. Результаты ИК-спектроскопических анализов показывают, что процесс разложения иона CO_3^{2-} в составе фосфоритов, пики с высокой интенсивностью образованный валентными колебаниями, в областях $873,75$ и $1417,68$ cm^{-1} , в ИК-спектрах полученного образца не обнаружено и это доказывает, что процесс полного разложения завершен. Также образование валентных колебаний иона $H_2PO_4^-$ $1215,15$ cm^{-1} , иона PO_4^{3-} $532,35$ cm^{-1} и деформационных колебаний иона $H_2PO_4^-$ $1033,85$ cm^{-1} в ИК-спектре образца в этом образце $NH_4H_2PO_4$ и образование валентных колебаний SO_4^{2-} иона $1436,97$ cm^{-1} подтвердило присутствие $(NH_4)_2SO_4$.

Ключевые слова: низкосортный фосфорит, сульфат аммония, азосуперфосфат, рентгенограмма, стехиометрическое количество, норма, спектр.

Введение

В республике фосфорные удобрения производятся на основе фосфоритов месторождений Центральных Кызылкумов. В целях полного обеспечения сельского хозяйства Республики Узбекистан азотными, фосфорными и калийными удобрениями в агротехнических условиях их использования предприятиями АК «Узкимёсаноат» разработаны мероприятия по увеличению производства азотных и фосфорных удобрений [1, 2]. Тем не менее, от импортных фосфорных удобрений для существующих сельскохозяйственных посевных площадей страны пока не отказались, а количество фосфорных удобрений, производимых в нашей стране, очень невелико.

Известно, что основными составляющими фосфоритов являются малорастворимые в воде средние соли. Поэтому растение только в кислых почвенных условиях с трудом усваивает из них фосфор. Производство, транспортировка и использование размягченной (или механически активированной) фосфоритной муки в сельском хозяйстве экономически нерентабельно [3, 4]. Учитывая качественные свойства марки суперфосфатов, обработанных серной кислотой, устойчивость к воздействиям окружающей среды, малую растворимость, создание стандартной, конкурентоспособной технологии этого вида удобрений является одной из актуальных задач сегодняшнего дня.

Способы обработки фосфоритного сырья серной кислотой для получения высококачественных фосфорных удобрений достаточно изучены в научной литературе республики и мира [5-9]. Большая часть этих научных исследований сосредоточена на рациональных методах получения качественных азотно-фосфорных удобрений, разложении низкосортных или высококарбонатных фосфоритов в присутствии кислот. Данные об использовании растворов серной кислоты сульфата аммония фосфоритов Центральных Кызылкумов освещены недостаточно.

В результате проведенных нами многочисленных исследований по созданию азосуперфосфатов нового поколения, лишенных перечисленных недостатков, обработка низкосортных высококарбонатных фосфоритов Центральных Кызылкумов раствором сульфата аммония в серной кислоте (18-24%) удалось получить продукты с улучшенными свойствами и содержащие 1,5-2,5% N и 12-14% P_2O_5 , из которых 75% имели усваиваемую форму [10, 11].

Благодаря изоаморфному связыванию карбонат-ионов (CO_3^{2-}) в структурных кольцах кальцита «эндокальцит», «энзокальцит» и фосфатных минералов в фосфоритах Центральных Кызылкумов смогли получить легкое и быстрое разложение этого сырья под воздействием кислоты и сульфата аммония. При этом научно обосновано, что в процессе разложения фосфоритов в присутствии раствора сульфата аммония в серной кислоте (норма 60%) является

оптимальным. Таким образом, нам удалось получить новый вид азосуперфосфата. Изучено влияние сульфата аммония на гранулометрические свойства полученных удобрений. Содержание гранул размером 1-3 мм в образцах составляло в среднем 70-80%, а мелких фракций не превышало 20%. По результатам исследований представлены научные основы производства новых видов азосуперфосфатных удобрений из низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов [12, 13].

Методы исследования и полученные результаты

На основе интенсивной технологии из местных фосфоритов отбирали пробы методом разложения с полными стехиометрическими нормами серной кислоты с концентрацией 93% и неполной (60%) нормой стехиометрического количества с использованием 23,12% - ного раствора сульфат аммония в серной кислоте. Состав полученных образцов удобрений был проанализирован рентгенофазовым и ИК-спектроскопическим методом. Рентгенограммы, полученные на основе рентгенофазового анализа, были выполнены на приборе порошкового дифрактометра XRD-6100 (Shimadzu, Япония) для определения кристаллических свойств геологических отложений путем количественного и качественного рентгенографического анализа органических и неорганических соединений. CuK α проводили под воздействием излучения ((β -фильтр, Ni, $\lambda=1.54178\text{\AA}$, ток и напряжение в рентгеновской трубке 30 mA, 30 kV). При этом постоянная скорость вращения детектора составляла 4 градуса/мин с шагом $0,02^\circ$ ($\omega/2\theta$ -связь), а угол сканирования осуществлялся от 4° до 80° . Образцы анализировали в вращающейся камере со скоростью 30 об/мин. Полученные рентгенограммы были проанализированы путем сравнения их с таблицами показателей рентгенографических индексов Американской картотеки ASTM («The American Mineralogist crystal structure database», ICSD-for-WWW). ИК-спектроскопический анализ были определены на инфракрасном спектрометре «IRTracer-100» Fure (SHIMADZU CORP., Япония, 2017), длины волн спектрального диапазона $4000\div 400\text{ см}^{-1}$, отношения чувствительности сигнал/шум – 60,000:1, скорость сканирования 20 спектров в секунду [14-18].

Результаты рентгенофазового анализа низкосортных высококарбонатных фосфоритов Центрального Кызылкума показали, что в их состав входят следующие основные компоненты (рис. 1).

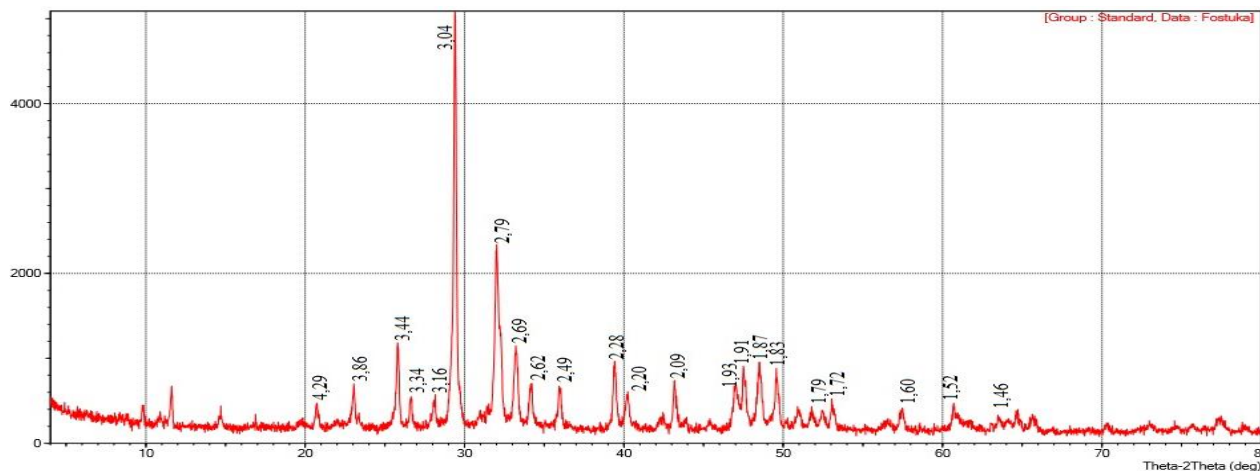


Рис. 1. Рентгенограмма низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов.

По линиям межфазного расстояния на рентгенограмме в пиках: $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaF_2 значение 3,44; 3,16; 2,83; 2,79; 2,77; 2,62; 2,2; 1,93; 1,83; 1,74; 1,46 d, \AA , CaCO_3 (кальцит) значение 3,86; 3,04; 2,49; 2,28, 2,09; 1,91; 1,81 d, \AA и CaSO_4 , $\text{CaSO}_4\cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ значения равны 4,29; 3,4; 2,8 d, \AA .

Полностью разложившегося этого фосфорита под воздействием серной кислоты, пики линий межфазного расстояния на рентгенограмме образца суперфосфатного удобрения, в состоянии для дикальцийфосфата составляют 3,34; 3,06; 2,7; 2,62; 2,08; 1,64, 1,52 d,Å CaHPO_4 , $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, в состоянии если характерно для монокальцийфосфата 3,88; 3,17; 3,04; 2,8; 2,6; 2,4; 2,32 d,Å $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, пики 3,2; 2,79; 2,77; 2,62; 2,08; 1,74 d,Å в состоянии для фосфата кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и пики 3,16; 1,93; 1,65 d,Å характерны в состоянии для фторида кальция CaF_2 .

CaCO_3 (кальцит) в составе образца проявляется на пиках 3,04; 2,49; 2,28, 2,09; 1,91; 1,87 d,Å. Пики в состоянии 3,49; 2,85; 2,32; 2,08; 1,87; 1,74 d,Å показывают соответствующие для сульфата кальция CaSO_4 , $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (рис. 2).

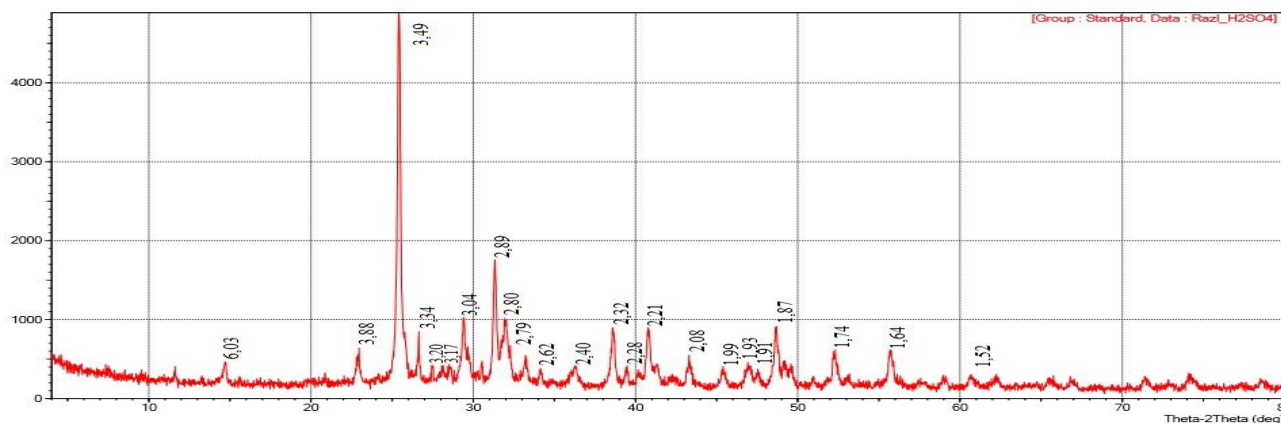


Рис. 2. Рентгенограмма разложившегося с полной нормой в концентрированной серной кислоте.

Пики расстояний между плоскостями линий на рентгенограмме образца удобрения, полученного из фосфоритов Центральных Кызылкумов при неполном разложении раствора сульфата аммония в серной кислоте 3,12; 3,03; 2,33; 2,18; 1,93 d,Å для $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, для $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ соответствующие значение 5,32; 3,75; 3,065; 1,99; 1,60 d,Å, в состоянии дикальцийфосфата 7,6; 4,2; 3,34; 2,62; 2,24 d,Å CaHPO_4 , $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и в состоянии монокальцийфосфата характерны 3,8; 3,5; 3,17; 2,8; 2,77; 2,62; 2,09 d,Å $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Пики в состоянии сульфатов кальция характерны 3,2; 2,89; 2,79; 2,77; 2,62; 2,09; 1,74 d,Å к $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, для CaF_2 3,16; 1,93; 1,65 d,Å, для CaCO_3 (кальцит) 3,86; 3,04; 2,49; 2,28, 2,09; 1,91; 1,87 d,Å и 6,03; 3,49; 3,0; 2,85; 2,69; 2,47; 2,33; 2,2; 2,08, 1,85; 1,74 d,Å CaSO_4 , $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (рис. 3).

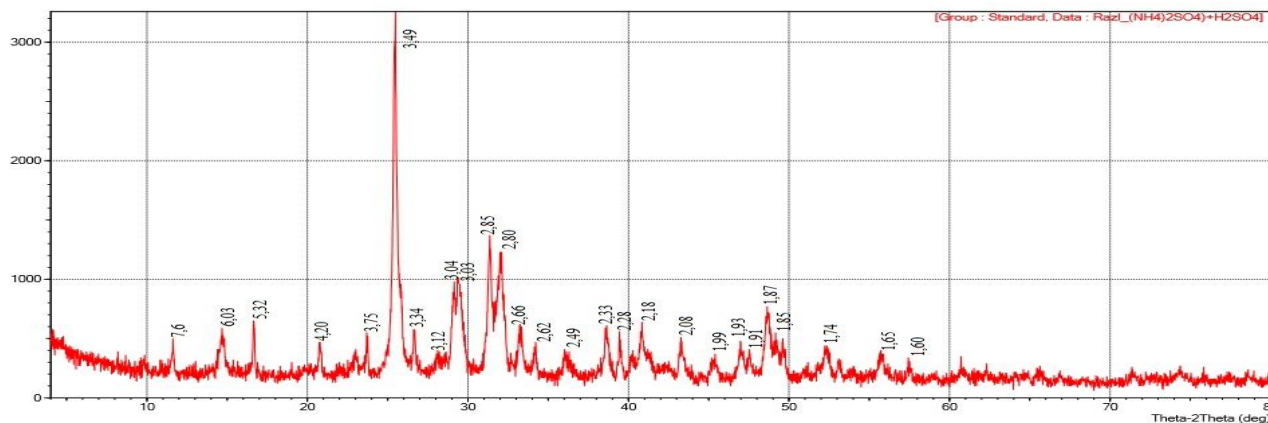


Рис. 3. Рентгенограмма образца разложившегося с неполной нормой раствора сульфата аммония в серной кислоте.

На основании по результатам рентгенофазового анализа образцов полученного не полностью разложившегося раствора сульфата аммония в серной кислоте определен минералогический качественный и количественный состав образцов с помощью программного пакета BGMN/Profex Rietveld. При этом состав пробы, состоит из этих веществ (количество, %): CaSO₄-28,57 %, CaSO·0,5H₂O-37,02 %, CaSO₄·2H₂O-6,03 %, CaCO₃-4,87 %, Ca₅(PO₄)₃F-3,94 %, Ca(H₂PO₄)₂ и Ca(H₂PO₄)₂·H₂O-4,92 %, CaHPO₄·2H₂O-1,18 %, (NH₄)₂SO₄-1,34 %, Ca₉(Mg,Fe⁺²)(PO₄)₆(PO₃OH)-1,68 %, Ca₃(PO₄)₂-1,28 %, SiO₂-1,89 %, NH₄H₂PO₄-5,27 %.

По результатам рентгенографического анализа можно сказать, что основными компонентами в составе сырья являются Ca₅F(PO₄)₃, Ca₃(PO₄)₂, CaF₂, пики расстояний между плоскостями на рентгенограмме составляют значение 3,44; 3,16; 2,83; 2,79; 2,77; 2,62; 2,2; 1,93; 1,83; 1,74; 1,46 d,Å и принадлежащие кальциту значение 3,86; 3,04; 2,49; 2,28, 2,09; 1,91; 1,81 d,Å на рентгенограммах полученных образцах удобрений с пиками, не обнаружены.

Пики соответствующие CaSO₄, CaSO₄·0,5H₂O, CaSO₄·2H₂O, в рентгенограмме сырья показали низкую интенсивность в расстояниях между плоскостями линии, рентгенограмма полученных образцов удобрений имели высокую интенсивность в расстояниях между плоскостями линии и обнаружены пики 3,49; 2,85; 2,32; 2,08; 1,87; 1,74 d,Å. Они образовывали в основном пики высокой интенсивности в образцах удобрений, полученных при обработке серной кислотой, а пики низкой интенсивности в образцах удобрений, обработанных сернокислым раствором сульфата аммония. Это указывает на то, что в пробах, взятых во время полной нормы в процессе обработки, содержится большое количество кислоты.

На рентгенограмме образцах удобрений, обработанных кислотой, в расстояниях между плоскостями линии в основном обнаружены пики CaHPO₄, CaHPO₄·2H₂O,- 3,34; 2,7; 2,62; 2,08; 1,64, 152 d,Å и Ca(H₂PO₄)₂, Ca(H₂PO₄)₂·H₂O, -3,88; 3,34; 3,17; 3,04; 2,8; 2,6; 2,4; 2,32 d,Å.

Таблица 1

Полосы поглощения в спектре колебаний групп атомов в составе сырья и образцах

Групп атомов	Роль полос поглощения в спектре колебаний групп атомов <i>V, см⁻¹</i>		Формула соединений
	Валентные колебание	Деформационные колебание	
SO ₄ ²⁻	1145,72	673,16	CaSO ₄
SO ₄ ²⁻	1099,43	489,92	CaSO ₄ ·0,5H ₂ O
SO ₄ ²⁻	596,00	524,64	CaSO ₄ ·2H ₂ O
SO ₄ ²⁻	1436,97	1630,21	(NH ₄) ₂ SO ₄
H ₂ O-(OH)	3543,23	1629,43	CaSO ₄ ·0,5H ₂ O
H ₂ O-(OH)	3552,88	1620,21	CaSO ₄ ·2H ₂ O
CO ₃ ²⁻	1417,68 и 873,75	871,82	CaCO ₃
C=O	1793,80	1800,11	CaCO ₃
PO ₄ ³⁻	1097,50	958,62	Ca ₅ (PO ₄) ₃ F
PO ₄ ³⁻	489,92	428,20	CaHPO ₄ ·2H ₂ O
PO ₄ ³⁻	532,35	601,79	NH ₄ H ₂ PO ₄
PO ₄ ³⁻	482,20	360,82	Ca ₉ (Mg,Fe ⁺²)(PO ₄) ₆ (PO ₃ OH)
PO ₄ ³⁻	2997,38	2983,88 и 3012,81	Ca ₃ (PO ₄) ₂
HPO ₄ ²⁻	1080,11 и 958,62	855,21 и 541,22	CaHPO ₄ ·2H ₂ O
H ₂ PO ₄ ⁻	1215,15 и 1033,85	889,18 и 786,96	NH ₄ H ₂ PO ₄
O=P-O-H	1097,50 и 1092,67	1215,15 и 1213,45	Ca ₉ (Mg,Fe ⁺²)(PO ₄) ₆ (PO ₃ OH)
F ⁻	1496,76	876,82 и 673,16	Ca ₅ (PO ₄) ₃ F
SiO ₂	869,90 и 445,56	711,73 и 592,15	SiO ₂

Однако рентгенограммы образцов удобрений, обработанных в растворе сульфата аммония в серной кислоте, показывают, что в межплоскостных расстояниях линий (NH₄)₂SO₄ -3,12; 3,03; 2,33;

2,18; 1,93 d,Å, CaHPO_4 , $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, - 7,6; 4,2; 3,34; 2,62; 2,24 d,Å, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, - 3,8; 3,5; 3,17; 3,04; 2,8; 2,77; 2,62; 2,09 d,Å и для дигидрофосфата аммония в состоянии $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 5,32; 3,75; 3,065; 1,99; 1,60 d,Å пики также наблюдались. В отличие от обычного суперфосфата, азосуперфосфат, полученный при использовании сульфата аммония в процессе обработки, содержит CaSO_4 , $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и основными питательными компонентами являются кроме дикальцийфосфата, монокальцийфосфата подтверждает формирование $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$.

Результаты ИК-спектроскопии также полностью подтвердили результаты рентгенофазового анализа, т.е. все три образца имели указанное выше содержание (таблица 1.).

Ион SO_4^{2-} в составе веществ CaSO_4 , $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ соответственно в областях: 673,16; 1145,72; 489,92; 1099,43; 524,64; 596,00; 1436,97 и 1630,21 cm^{-1} ; ион CO_3^{2-} в составе CaCO_3 в областях 871,82 и 873,75 cm^{-1} ; ион PO_4^{3-} имеющий структуру тетраэдра в составе веществ $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}_9(\text{Mg}, \text{Fe}^{+2})(\text{PO}_4)_6(\text{PO}_3\text{OH})$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ соответственно в областях 958,62; 1097,50; 428,20; 489,92; 532,35; 601,79; 482,20; 2360,82; 2997,38; 2983,88 и 3012,81 cm^{-1} ; SiO_2 показывают частоту поглощения в областях 869,90 и 445,56; 711,73 и 592,15 cm^{-1} .

В следующей таблице представлена информация о роли полос поглощения в спектре колебаний групп атомов в составе сырья и образцах.

На основании результатов ИК-спектра, ИК-спектр низкосортного фосфорита - $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ (рис. 4), кардинально отличается от ИК-спектров полученных образцов удобрений (рис. 5-6). На это состояние указывает разложение CaCO_3 в составе фосфорита в процессе разложения.

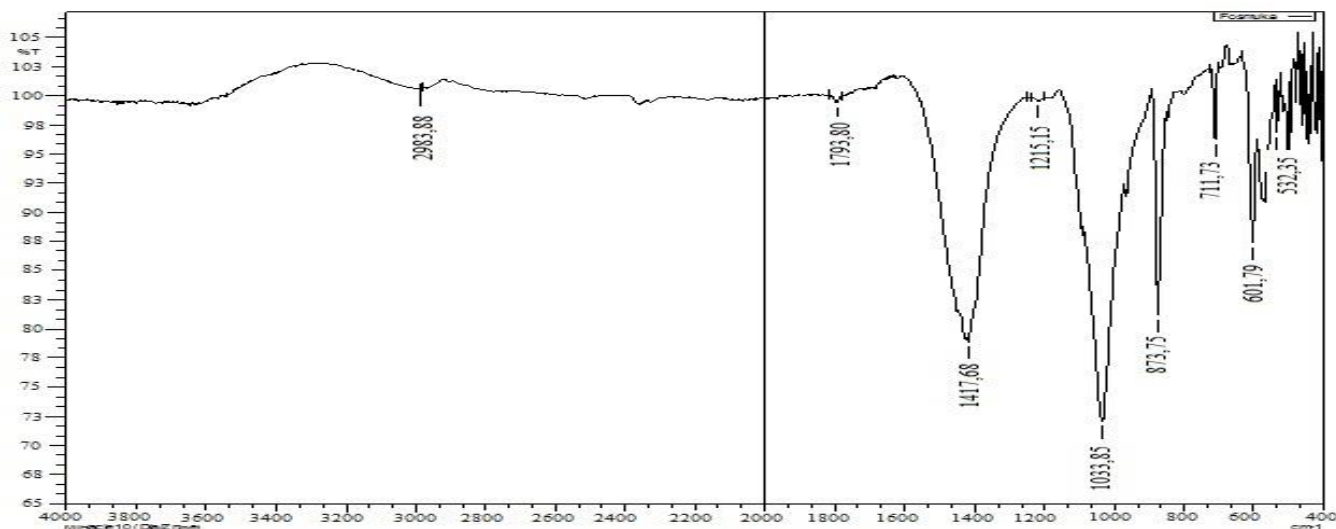


Рис. 4. ИК-спектр низкосортного фосфорита Центрального Кызылкума.

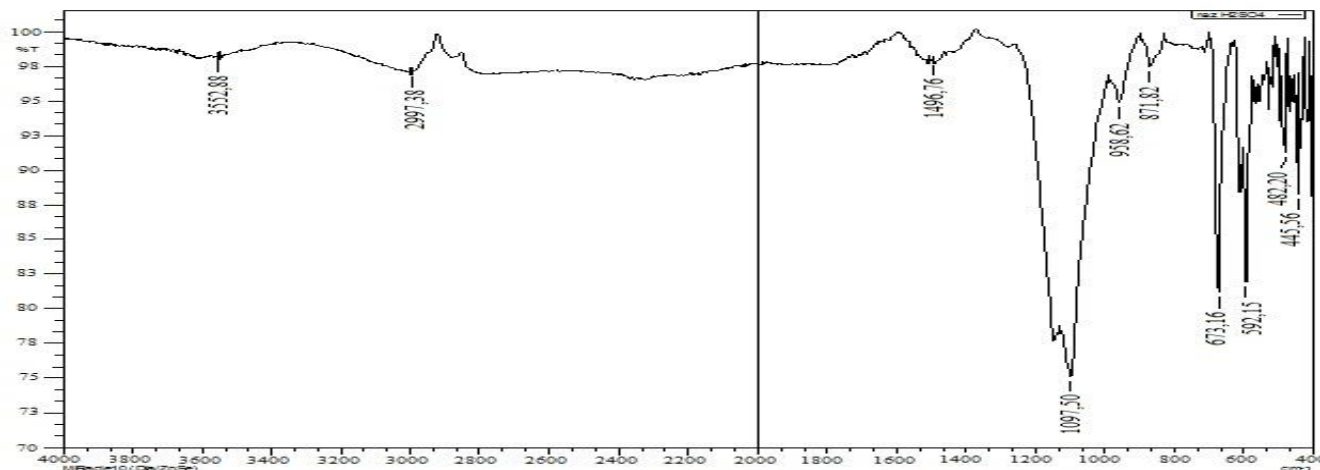


Рис. 5. ИК-спектр образца, разложившегося с полной нормой в концентрированной серной кислоте.

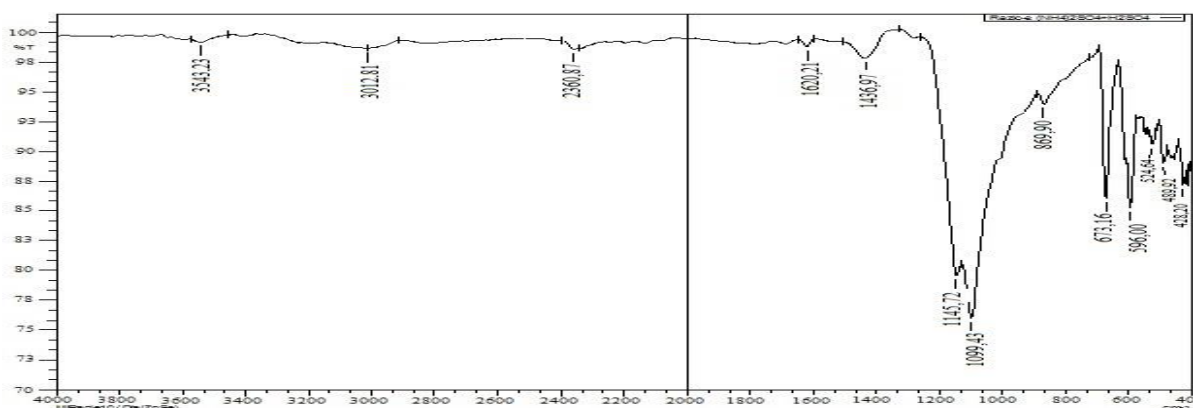


Рис. 6. ИК-спектр образца, разложившегося с неполной нормой раствора сульфата аммония в серной кислоте.

Закключение

В заключение можно сказать, что высокоинтенсивные пики иона CO_3^{2-} в составе фосфорита, вызванные валентными колебаниями в областях $873,75$ и $1417,68 \text{ см}^{-1}$, свидетельствуют о полной потере в ИК-спектрах полученных образцов удобрений.

Таким образом, в ИК-спектре образца, образованного при использовании раствора сульфата аммония в серной кислоте во время обработки, образованные валентные колебания иона H_2PO_4^- $1215,15 \text{ см}^{-1}$, иона PO_4^{3-} $532,35 \text{ см}^{-1}$ и деформационные колебания иона H_2PO_4^- $1033,85 \text{ см}^{-1}$ подтверждают наличие $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, а также образованные валентные колебания иона SO_4^{2-} $1436,97 \text{ см}^{-1}$ подтверждает наличие $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в этом образце.

Образцы удобрений, основанные на разложении фосфорита с использованием сернокислотного раствора сульфата аммония, в основном состоят из сложного смешанного фосфорного удобрения: монокальцийфосфата, сульфата кальция, фосфата, дигидрофосфата аммония и сульфата аммония. Использование сульфата аммония в процессе разложения снижает стоимость продукта на 25-30%, а также улучшает гранулометрические свойства готового продукта.

References:

1. Ukaz Prezidenta Respubliki Uzbekistan ot 7 fevralya 2017 goda UP 4947 «O strategii deystviy po dalneysheму razvitiyu Respubliki Uzbekistan».
2. Postanovlenie Prezidenta Respubliki Uzbekistan ot 3 aprelya 2019 goda № PP-4265 «O merax po dalneysheму reformirovaniyu ximicheskoy otrasli i povisheniyu ee investitsionnoy privlekatelnosti».

3. B.M.Beglov, G.G.Ibragimov, B.B.Sadikov, “Netraditsionnie metodi pererabotki fosfatnogo sirya v mineralnie udobreniya” [Unconventional methods of processing phosphate raw materials into mineral fertilizers], *Ximicheskaya promishlennost*, no. 9, pp. 453–468, 2005. (in Russian).
4. F.F.Mojeyko, I.Goncharik, T.Potkina, V.V.Shevchuk, “Fosforitnaya muka: sposobi ee polucheniya i primeneniya” [Phosphorite flour: the possibilities of its production and application], *Ximiya i texnologiya neorganicheskix veshstv*, no.3, pp. 84-88, 2014. (in Russian).
5. S.M.Tadjiev, “Resursosberegayushaya texnologiya polucheniya slojnix udobreniy iz Kizilkumskix fosforitov” [Resource-saving technology for obtaining complex fertilizers from Kyzylkum phosphorites], *Uzb. xim.URN:urn:ujn*, no. 1, pp. 26, -2004. (in Russian).
6. I.A.Pochitalkina, “Fiziko-ximicheskie i texnologicheskie osnovi kompleksnoy pererabotki bednogo i texnogenogo fosfatnogo sirya na mineralnie udobreniya” [Physico-chemical and technological bases of complex processing of poor and technogenic phosphate raw materials for mineral fertilizers], Avtorefer. dis ... dokt. texn. Nauk, Moskva, 2019, pp. 8-25. (in Russian).
7. S.S.Shukurova, S.M.Tadjiev, “Slojnoe udobrenie na osnove nizkosortnix fosforitov Sentralnix Kizilkumov” [Complex fertilizer based on low-grade phosphorites of Central Kyzylkum], *Uzb. xim.URN:ujn*, mo. 3, pp. 68-72, 2004. (in Russian).
8. S.M.Tadjiev, S.Tuxtaev, B.Beglov, Sh.S.Namazov, N.Kilichev, R.Radjabov, R.Ya.Yakubov, M.Akbarova, Z.Maksmudova, “Vozmojnost polucheniya prostogo superfosfata” [The possibility of obtaining a simple superphosphate], Patent № IAP 02845 RUz. Kl. S05 V 1/02, S05 V 1/06, S05 V 11/08, B.I. 2005, № 5. (in Russian).
9. A.A.Kustuykova, I.A.Pochitalkina, I.A.Petropavlovskiy, “Issledovanie reologicheskix svoystv kisliks i ammonizirovanniy fosfatniy pulp” [Investigation of the rheological properties of kylix and ammoniated phosphate cellulose], *Uspexi v ximii i ximicheskoy texnologii. RXTU*, vol. 28, no. 5 (154), pp. 114-116, 2014. (in Russian).
10. E.Atashev, S.Tadjiev, “Poluchenie azosuperfosfata iz nizkosortnix fosfatov Sentralnix Kizilkumov” [Preparation of azosuperphosphate from low-grade phosphates and Dogwood], *Journal of Critical Reviews*, vol. 7, no. 5, pp. 472-477, 2020.
11. S.M.Tadjiev, E.A.Atashev, M.Dj.Djumaniyazov, “Poluchenie azosuperfosfata iz fosforitov” [Preparation of superphosphate from phosphorites], *Aktualnie problemi vnedreniya innovatsionnaya texnika i texnologii na predpriyatiyax po proizvodstvu stroitelnix materialov, ximicheskoy promishlennosti i v smesyax otraslyaks. Mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Fergana, 2019, pp. 180-182. (in Russian).
12. E.A.Atashev, S.M.Tadjiev, M.Dj.Djumaniyazov, “Vliyanie sulfata ammoniya na granulometricheskii sostav azosuperfosfata” [Effect of ammonia sulfate on the granulometric composition of azo superphosphate], *Elektronniy jurnal aktualnix problem sovremennoy nauki i obrazovaniya*, no. IV, pp. 253-262, 2020. Dostupno: <http://khorezmscience.uz>. (in Russian).
13. S.M.Tadjiev, E.A.Atashev, M.J.Djumaniyazov, “Uluchshenie granulometricheskogo sostava azosuperfosfata” [Improvement of the granulometric composition of azo superphosphate], *Aktualnie problemi vnedreniya innovatsionnaya texnika i texnologii na predpriyatiyax po proizvodstvu stroitelnix materialov, ximicheskoy promishlennosti i smesheniya. Mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Fergana, 2019, pp. 182-184. (in Russian).
14. Yu.Byokker, *Spektroskopiya [Spectroscopy]*, Moskva:Texnosfera, 2017, 536 p. (in Russian).
15. R.A.Naykvist, R.O.Kagel, *Infrakrasnie spektri neorganicheskix kompozitsiy (3800-45 sm-1) [Infrared spectra of inorganic compositions (3800-45 cm-1)]*, Nyu-York: Academic, 1971, 495 p.
16. L.M.Monina, *Rentgenografiya. Kachestvenniy rentgenofazoviy analiz [X-ray. Qualitative X-ray phase analysis]*, Izdatelstvo: Prospekt, 2017, 120 p.
17. G.Zschornack, *Spravochnik po rentgenovskim dannim [Handbook of X-ray data]*, Berlin, Geydelberg: Springer-Verlag, 2007, 969 p.
18. R.T.Dauns, M.Xoll-Uolles, “Baza dannix kristallicheskix struktur American Mineralogist” [Crystal structure database American mineralogist], vol. 88, pp. 247-250, 2003.