



## ANALYSIS OF THE $\text{NaH}_2\text{PO}_4\text{-KH}_2\text{PO}_4\text{-NaCl-KCl-H}_2\text{O}$ SYSTEM WITH RESPECT TO THE PRODUCTION OF MONOPOTASSIUM PHOSPHATE

M. Shaymardanova

Termiz institute of engineering technology  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.11518831>

### ARTICLE INFO

Received: 02<sup>nd</sup> June 2024

Accepted: 06<sup>th</sup> June 2024

Online: 07<sup>th</sup> June 2024

### KEYWORDS

Monopotassium phosphate,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4\text{-KH}_2\text{PO}_4\text{-NaCl-KCl-H}_2\text{O}$  system, production analysis, phase equilibria, solubility behavior, reaction kinetics, thermodynamic modeling, computational simulations, industrial applications, optimization.

### ABSTRACT

*This study delves into the analysis of the  $\text{NaH}_2\text{PO}_4\text{-KH}_2\text{PO}_4\text{-NaCl-KCl-H}_2\text{O}$  system, focusing on its relevance to the production of monopotassium phosphate ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ). Monopotassium phosphate, a vital component in various industries including agriculture, food processing, and pharmaceuticals, is synthesized from phosphate salts and potassium salts. Understanding the complex interactions within this system is crucial for optimizing the production process, ensuring product quality, and minimizing costs. The analysis likely involves experimental investigations, thermodynamic modeling, and computational simulations to elucidate phase equilibria, solubility behavior, and reaction kinetics. Findings from this research could contribute to advancements in monopotassium phosphate production techniques and enhance its applications across diverse sectors.*

## АНАЛИЗ СИСТЕМЫ $\text{NaH}_2\text{PO}_4\text{-KH}_2\text{PO}_4\text{-NaCl-KCl-H}_2\text{O}$ ПРИМЕНительно К ПОЛУЧЕНИЮ МОНОКАЛИЙФОСФАТА

М.А. Шаймарданова

Термизский инженерно-технологический институт  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.11518831>

### ARTICLE INFO

Received: 02<sup>nd</sup> June 2024

Accepted: 06<sup>th</sup> June 2024

Online: 07<sup>th</sup> June 2024

### KEYWORDS

Монокалийфосфат, система  $\text{NaH}_2\text{PO}_4\text{-KH}_2\text{PO}_4\text{-NaCl-KCl-H}_2\text{O}$ , анализ продукции, фазовые равновесия, поведение

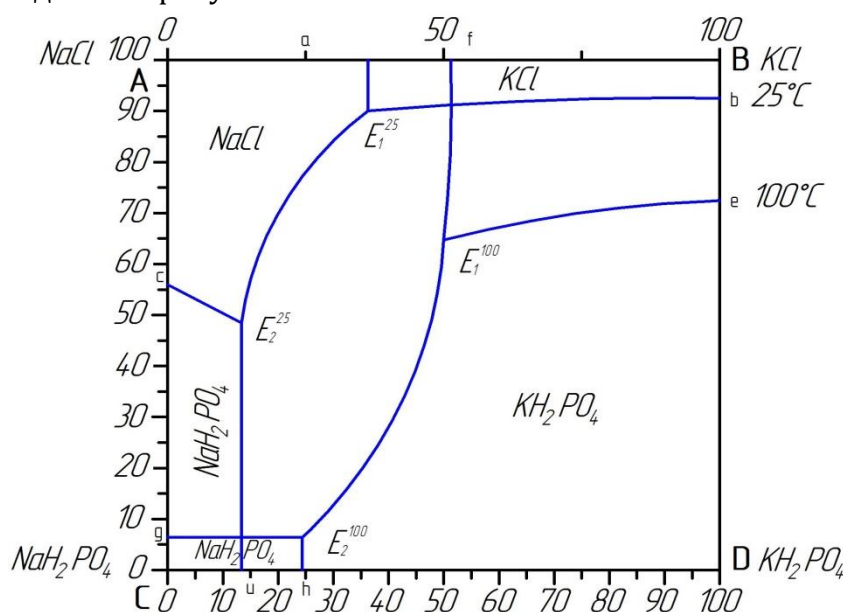
### ABSTRACT

*Данное исследование углубляется в анализ системы  $\text{NaH}_2\text{PO}_4\text{-KH}_2\text{PO}_4\text{-NaCl-KCl-H}_2\text{O}$ , уделяя особое внимание ее значимости для производства монокалийфосфата ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ). Монофосфат калия, жизненно важный компонент в различных отраслях промышленности, включая сельское хозяйство, пищевую промышленность и фармацевтику, синтезируется из солей фосфата и солей калия. Понимание сложных взаимодействий внутри этой системы имеет решающее значение для оптимизации производственного процесса, обеспечения*

растворимости,  
кинетика реакций,  
термодинамическое  
моделирование,  
компьютерное  
моделирование,  
промышленное  
применение,  
оптимизация.

качества продукции и минимизации затрат. Анализ, вероятно, включает экспериментальные исследования, термодинамическое моделирование и компьютерное моделирование для выяснения фазового равновесия, поведения растворимости и кинетики реакций. Результаты этого исследования могут способствовать развитию технологий производства монокалийфосфата и расширению его применения в различных секторах.

Для выбора оптимальные условий конверсии мононатрийфосфата хлоридом калия и получения дигидрофосфата калия были проведены сопоставительные исследования о растворимости в четырехкомпонентной водно-солевой системе  $K^+$ ,  $Na^+$  //  $Cl^-$ ,  $H_2PO_4^-$  -  $H_2O$ , полученные при 25 и 100°C. Данные о диаграмме растворимости четырехкомпонентной системы в виде трапеции, и в виде квадрата при температурах 25 и 100°C приведены на рисунках 1.



**Рис. 1. Диаграмма растворимости в четырехкомпонентной водно-солевой системе  $K^+$ ,  $Na^+$  //  $Cl^-$ ,  $H_2PO_4^-$ - $H_2O$  при 25 и 100°C.**

На диаграмме растворимости выделяются четыре поля кристаллизации  $NaCl$ ,  $KCl$ ,  $NaH_2PO_4$  и  $KH_2PO_4$ .  $E_1$  и  $E_2$  – эвтонические точки при температурах 25 и 100°C, в которых раствор находится в равновесии с тремя солями. Эти точки расположены вне треугольника состава, находящегося в твердой фазе солей, и являются инконгруэнтно насыщенными.

Поле кристаллизация  $KH_2PO_4$  на диаграмме растворимости системы  $K^+$ ,  $Na^+$  //  $Cl^-$ ,  $H_2PO_4^-$  -  $H_2O$  при 25°C занимает большую часть площади квадрата, чем при 100°C. При рассмотрении изотермической диаграммы растворимости видно, что с повышением температуры поля кристаллизации  $KH_2PO_4$  резко уменьшаются, следовательно,



растворимость их значительно повышается. Область насыщения  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  при температуре  $100^\circ\text{C}$  в несколько раз меньше, чем при температуре  $25^\circ\text{C}$ .

Поле кристаллизации  $\text{NaCl}$  при температуре  $100^\circ\text{C}$  значительно увеличивается, по сравнению с полем кристаллизации при  $25^\circ\text{C}$ , за счет уменьшения поля  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Следовательно, растворимость  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  в несколько раз увеличивается и подобный раствор при охлаждении способен выделять эту соль в осадок.

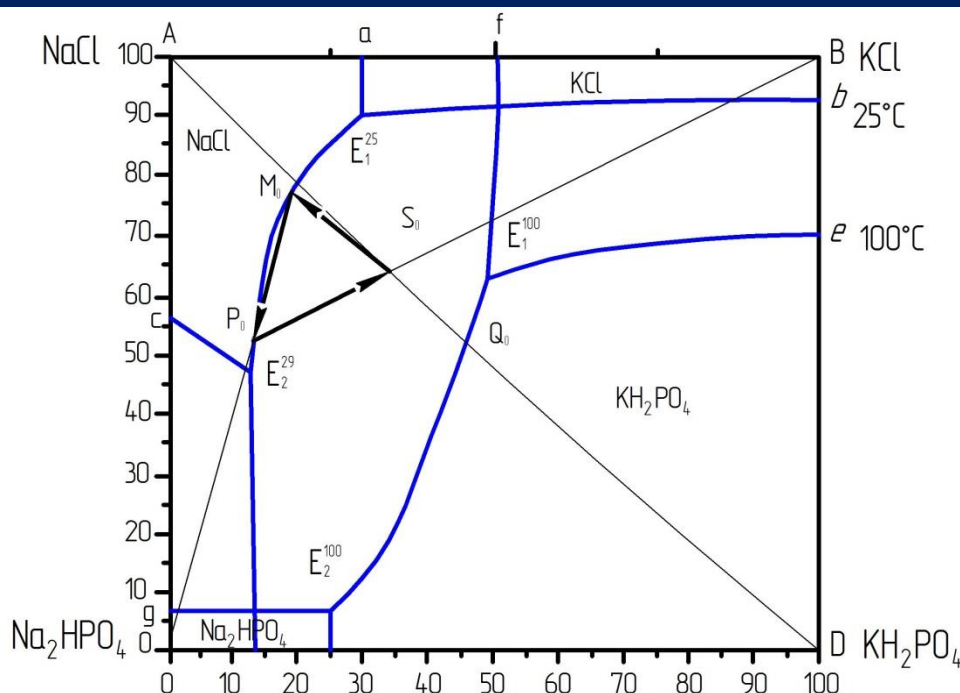
Система  $\text{KH}_2\text{PO}_4\text{--NaH}_2\text{PO}_4\text{--NaCl--KCl--H}_2\text{O}$  использована для анализа фазового состава промышленных процессов.

Прежде чем начать анализ циклических процессов получения дигидрофосфата калия, нами были проведены предварительные исследования получения дигидрофосфата калия при различных температурах. В результате этого анализа, на наш взгляд, наиболее благоприятные условия обеспечиваются при проведении процесса получения дигидрофосфата калия с выделением хлорида натрия при  $100^\circ\text{C}$  и кристаллизации дигидрофосфата калия с охлаждением суспензии до  $25^\circ\text{C}$ .

На основе фазовых диаграмм растворимости взаимной солевой системы  $\text{K}^+, \text{Na}^+ // \text{Cl}^-, \text{H}_2\text{PO}_4^--\text{H}_2\text{O}$ , сопоставления ряда технологических циклов выбрана схема по циклу  $\text{Q}_3\text{--M}_3\text{--P}_3\text{--S}_3\text{--Q}_3$  (рис.2).

В первом варианте в качестве исходного компонента использовали дигидрофосфат натрия, являющийся полупродуктом, полученным путем нейтрализации фосфорной кислоты карбонатом натрия и хлорид калия.

Технологический процесс протекает следующим образом (рис. 2): в циркуляционный раствор добавляется дигидрофосфат натрия в точке  $\text{P}_0$ , далее добавляется хлористый калий в точке  $\text{S}_0$ , затем раствор выпаривается до точки насыщения  $\text{Q}_0$ , лежащей на линии проведенной из точки  $\text{D}$  до точки  $\text{M}_0$ , которая относится к точке насыщения хлористого натрия при  $100^\circ\text{C}$ . После того как отделили осадок, маточный раствор охлаждается до температуры  $25^\circ\text{C}$  до точки  $\text{M}_1$ . При достигнутой температуре продукт отделяется фильтрованием, затем высушивается при температуре  $115\text{--}120^\circ\text{C}$  оставшийся маточный раствор направляется в цикл. Таким образом, процесс замыкается.



**Рис. 2. Диаграмма получения дигидрофосфата калия.**

При этом, кристаллизация  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  будет проходить из раствора с более низким содержанием хлоридов, что позволит получение  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  с более низкими содержания  $\text{NaCl}$  и относительно.

## References:

1. Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям Республики Узбекистан в 2017-2021 годах».
2. Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности».
3. Агилар К.К. Получение дигидрофосфата калия конверсионным методом. Дисс. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2004,
4. Самадий М.А. Технология получения хлоридов калия и натрия из низкосортных сильвинитов Тюбегатана и галитовых отходов. Дисс. ... докт. фил. (PhD) по техн. наук. Ташкент, 2017.
5. Шаймарданова М.А., Меликулова Г.Э., Мирзакулов Х.Ч., Хужамкулов С.З. Исследование процесса получения монокалийфосфата конверсией мононатрийфосфата хлористым калием // Международной научно-технической конференция. «Современное состояние и перспективы развития производства фосфосодержащих удобрений на основе фосфоритов Центральные Кызылкумов и Каратау». ИОНХ РУз, Ташкент, 25-26 октября 2018 г. – С. 91.
6. Шаймарданова М.А., Мирмусаева К.С., Мирзакулов Х.Ч. Получение дигидрофосфата калия конверсией дигидрофосфата натрия хлоридом калия // «Умидли кимёгарлар»:



Труды XXV – научно – технической конференции молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата. Ташкент, 5-8 апрель 2016 г. – С. 48-49.

7. Шаймарданова М.А., Меликулова Г.Э., Арифджанова К.С., Мирзакулов Х.Ч. Технология получения монокалийфосфата из раствора моносодийфосфата и флотационного хлорида калия конверсионным методом // Журнал «Вестник национального университета Узбекистана», №3/2/1, 2021. – С. 261-265.