

## СПОСОБ И ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЙОДАТА КАЛИЯ\*

Джерен Сылапова,  
заведующий лаборатории технологий синтеза новых веществ  
Центра технологий Академии наук Туркменистана

### Аннотация

*В стране особое внимание уделяется инновациям в создании экологически чистой, безотходной, современной экономической и производственной инфраструктуры, включающей передовые научные практики и современные технологии.*

*Цель исследования – разработка научных основ и высокоэффективной, экологически чистой инновационной технологии получения йодата калия.*

*Разработан высокоэффективный щелочно-хлорный способ получения йодата калия, основанный на взаимодействии йода с гидроксидом калия в результате окисления образующегося йодида калия хлором. Согласно методу, разработана инновационная технология и технологическая схема получения йодата калия щелочно-хлорным способом.*

*В результате проведенных научных исследований выявлено, что по сравнению с ныне используемым способом, разработанный щелочно-хлорный способ позволяет увеличить выход йодата калия в 4-5 раз (с 15-16% до 83-84%).*

**Ключевые слова:** йод, йодид калия, йодат калия, водно-солевая система, эвтоника, выпаривание, осаждение, фильтрация, сушка, окисление, синтез, метод, технология, четырехкомпонентная система.

### Введение

В эру Возрождения новой эпохи могущественного государства усилиями Президента страны Сердара Бердымухамедова созданы все условия для комплексного расширения исследований, экспериментов и технологических разработок, имеющих большие перспективы в химии как одном из основных направлений быстро развивающихся и меняющихся наук в современных условиях.

Разработка технологий производства продукции, способной заменить товары, привезенные в нашу страну из-за границы, конкурентоспособной на мировом рынке, является одной из основных задач Государственной программы комплексного развития химической науки и технологий в Туркменистане на 2021-2025 годы.

Целью данной научной работы является разработка метода, позволяющего получить йодат калия в качестве основного продукта, изучение растворимости солей в четырехкомпонентной системе йодат калия, йодид калия, хлорид калия и вода ( $KIO_3$ - $KI$ - $KCl$ - $H_2O$ ), составляющей ее теоретическую основу, и создание более экономически выгодной инновационной технологии.

Одним из соединений йода, пользующегося большим спросом в последнее время, является йодат калия. По технологиям, применяемым в настоящее время в промышленности, йодат калия получают как побочный продукт производства йодида калия. Эти технологии многостадийны и требуют больших затрат. Поэтому экономически выгодное решение этой проблемы требует разработки более совершенной и инновационной технологии производства йодата калия.

---

\* Сылапова Дж.Н. e-mail: [jsylapowa@mail.ru](mailto:jsylapowa@mail.ru)

**Объекты исследования и методология эксперимента.** Объект исследования – йодат калия и многокомпонентная водно-солевая система, содержащая йодид калия, йодат калия, хлорид калия и воду.

В исследованиях использовались химические и инструментальные методы анализа, такие как: ИК-спектроскопия с Фурье преобразованием, рентгеноструктурный анализ.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В литературе известно несколько способов получения йодата калия. В настоящее время метод получения йодата калия основан на реакции йода с гидроксидом калия (Ксезенко, Стасиневич, 1995; Панасенко, 1986; Ахметова, Порфирьева, 2002). По этой технологии йодат калия получают как побочный продукт производства йодида калия. Его выход не превышает 15-16%. Поэтому важной задачей является разработка технологии, отвечающей современным требованиям и позволяющей получать йодат калия в качестве основного продукта.

Разработанный метод основан на взаимодействии йода с гидроксидом калия в присутствии хлора как окислителя йодида калия.

Создание высокоэффективной, экологически чистой технологии получения йодата калия из технического йода с использованием хлора в качестве окислителя в щелочной среде невозможно без изучения физико-химических основ явления, то есть без создания теоретической основы технологии. Теория производства основана на природе фазовой диаграммы четырехкомпонентной водно-солевой системы  $KIO_3$ -KI-KCl-H<sub>2</sub>O.

Таким образом, исследование четырехкомпонентной системы  $KIO_3$ , Cl', I'-H<sub>2</sub>O позволяет установить поля кристаллизации солей в системе и научно обосновать технологию получения йодата калия взаимодействием технического йода с гидроксидом калия щелочно-хлорным методом (Sylarowa, 2012; Sylarowa, Geldiyew, 2013).

В лабораторных условиях разработан новый щелочно-хлорный метод получения йодата калия (Sylarowa, Atamalowa, Hudaýberdiyewa, 2017), основанный на реакции окисления йода хлором в щелочной среде:



Для разработки метода была изучена кинетика реакции в щелочной среде (Sylarowa, Atamalowa, Hudaýberdiyewa, 2021).

В результате синтеза был получен йодата калия, выход его составил 83-84%. Содержание йодата калия составило 99,9%, полученный йодат калия соответствовал марке «ч.д.а».

В результате исследований на разработанный способ получения йодата калия получен ограниченный патент на изобретение №625 «Способ получения йодата калия» (Geldiyew, Sylarowa, Atamalowa, Hudaýberdiyewa, 2014). На основании экспериментальных данных, полученных в лабораторных условиях, рассчитаны нормы расхода реагентов и энергозатрат, которые приводятся в таблице 1.

Таблица 1

**Норма расхода реагентов и энергозатрат для получения 1 т йодата калия щелочно-хлорным методом**

Материальные средства	Единица измерения	Количество
Йод технический, марки-А	т	0,659
Гидроксид калия (KOH)	т	1,745
Хлор	т	0,922
Питьевая вода	м <sup>3</sup>	4,7

Пар	Гкал	5,0
Электричество	кВт.ч	3426,0

Соответствие полученного йодата калия требованиям TDS определяли аналитическим методом. Структурную группу йодата калия изучали в инфракрасном спектре полосы поглощения 400-4000 см<sup>-1</sup> с помощью инфракрасного спектрофотометра ThermoFisher Scientific Nicolet iZ 10 с преобразованием Фурье (рис. 1).

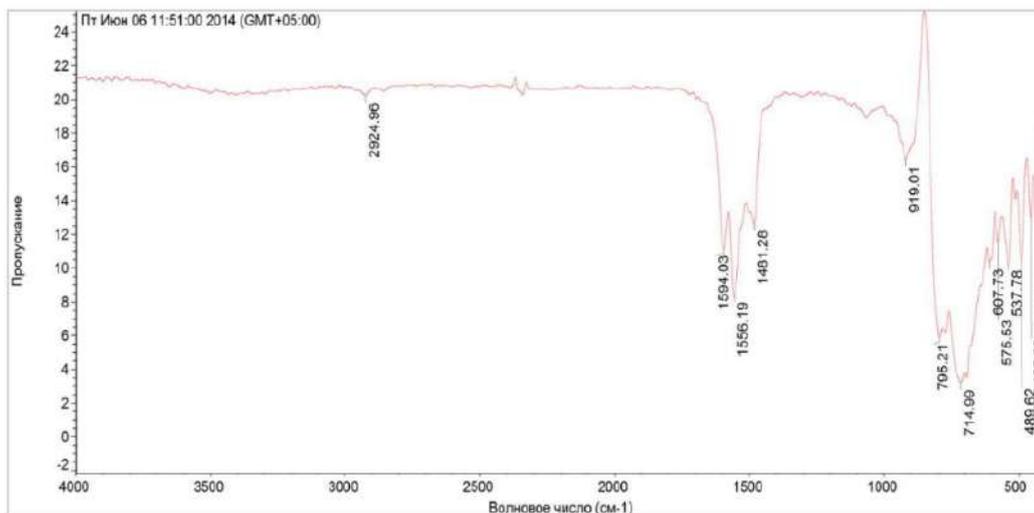


Рисунок 1. ИК-спектр йодата калия

Как видно из спектра, линия поглощения 795,21 см<sup>-1</sup> представляет собой асимметричное валентное колебание йодата (IO<sub>3</sub>).

С помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-7500F (SEM-EDS) методом микроскопии была изучена морфология образца. Были проведены измерения частиц (рис. 2). Размер частиц 35,9-51,9 мкм.

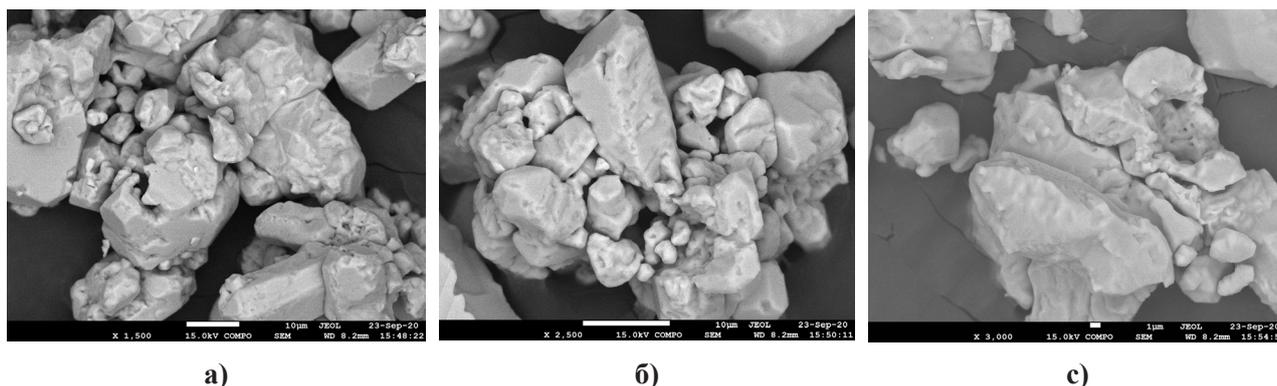


Рисунок 2. Микрофотографии образца йодата калия (увеличение а-х1500, б-х2500 и с-х3000)

Рентгеноструктурный анализ проводили на рентгеновском дифрактометре Rigaku SmartLab с CuKα-излучением для исследования чистоты йодата калия. Спектр рентгеноструктурного анализа представлен на рисунке 3. Характер профилей линий на рентгенограммах указывает на псевдотригональную структурную модификацию йодата калия.

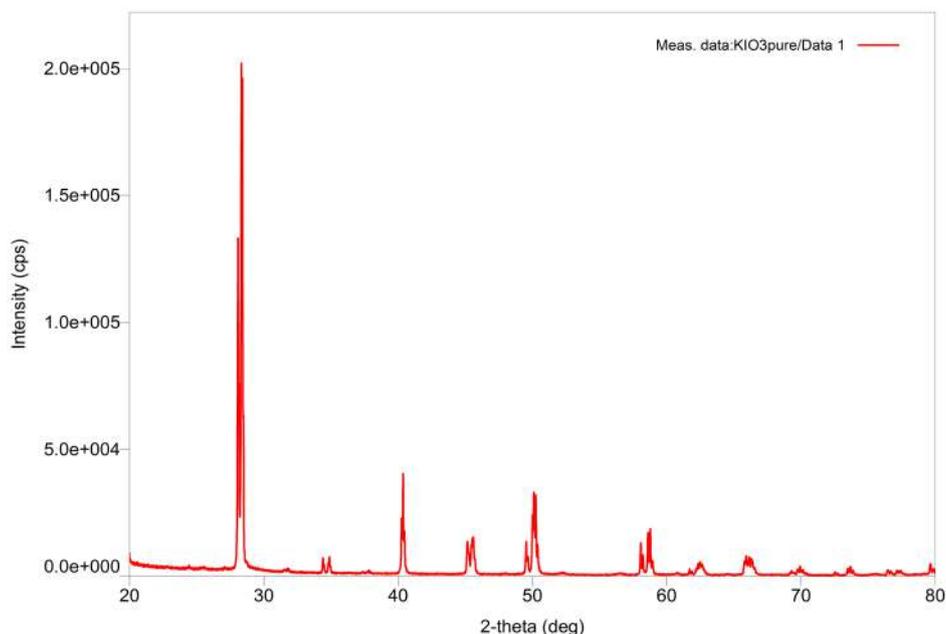
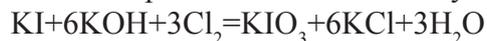


Рисунок 3. Спектр рентгеноструктурного анализа образца синтезированного йодата калия

Полученные ИК-спектры и рентгенограммы подтверждают качество полученного продукта.

На основании экспериментальных данных в лабораторных условиях разработана технологическая схема производства йодата калия щелочно-хлорным способом (рис. 4).

Новизна разработанной технологии заключается в превращении образующегося в результате синтеза йодида калия в элементарный йод путем хлорирования и его взаимодействия с КОН с образованием  $KIO_3$ . Реакция проходит согласно следующему уравнению:

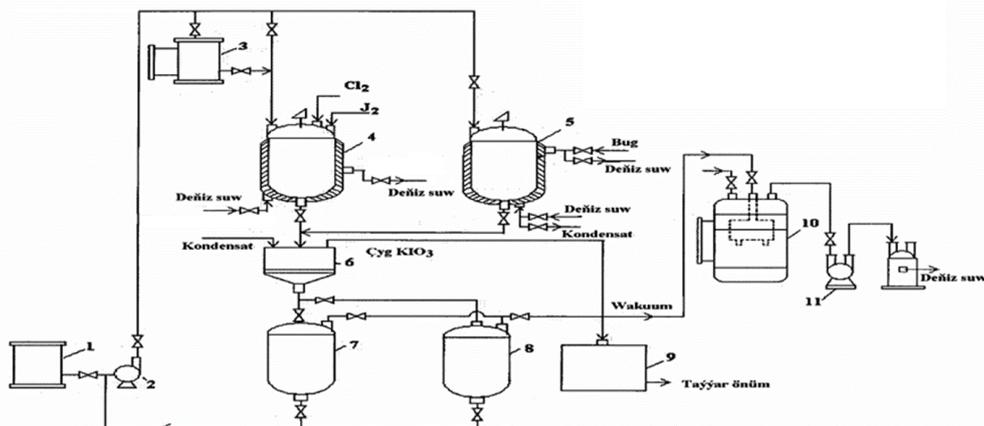


В результате этой реакции образуется смесь йодата калия и хлорида калия. Технологический процесс получения йодата калия щелочно-хлорным методом состоит из следующих стадий:

В результате этой реакции образуется смесь йодата и хлорида калия.

Технологический процесс получения йодата калия щелочно-хлорным методом состоит из следующих этапов:

1. Приготовление раствора КОН;
2. Синтез йодата калия реакцией йода с раствором гидроксида калия;
3. Хлорирование раствора в щелочной среде (с добавкой КОН);
4. Отделение кристаллов йодата калия вместе с хлоридом калия;
5. Промывка йодата калия от хлорида калия;
6. Сушка кристаллов йодата калия;
7. Упаковка.



**Рисунок 4. Технологическая схема производства йодата калия щелочно-хлорным способом:** 1 – Емкость для растворения КОН в воде; 2 – центробежный насос; 3 – счетчик КОН; 4 – реактор синтеза йодата калия; 5 – реактор для испарения и кристаллизации; 6 – нутч-фильтр; 7 – емкость для обрабатываемого раствора; 8 – емкость для промывочной воды; 9 – сушильная камера; 10 – вакуумный уловитель; 11 – вакуумный насос

## РЕЗУЛЬТАТЫ

1. В лабораторных условиях разработан высокоэффективный щелочно-хлорный способ получения йодата калия, по сравнению с промышленным способом получения йодата калия выход продукта щелочно-хлорным методом может быть увеличен в 4-5,0 раза, то есть до 83-84%. Установлено, что образцы йодата калия, полученные в лабораторных условиях, содержат 99,9% основного вещества.

2. Разработана высокоэффективная инновационная технология и технологическая схема производства йодата калия щелочно-хлорным способом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Türkmenistanda himiýa ylmyňy we tehnologiýalaryny toplumlauýyn ösdürmegiň 2021–2025-nji ýyllar üçin Döwlet maksatnamasy. Türkmenistanyň Prezidentiniň 2020-nji ýulyň 16-njy oktyabrynda çykan №1957 karary.

2. Ксезенко В.И., Стасиневич Д.С. Химия и технология брома, йода и их соединений. – М.: Химия, 1995- 399 с.

3. Панасенко Т. Д. Производство йодида калия. – М.: НИИТЭХИМ, 1986.

4. Ахметова Р.Т., Порфирьева Л. и др. Под ред. Т. Ахметова. Химическая технология неорганических веществ. – М.: Высшая школа, 2002.

5. Sylapowa J. 25°C-de KCl-KIO<sub>3</sub>-KI-H<sub>2</sub>O ulgamyň fiziki-himiki häsiýetlerini öwrenmek// Türkmenistanda ylym we tehnika. – 2012, №4. – S. 80-83.

6. Sylapowa J. Geldiýew O. Dört komponentli KIO<sub>3</sub>-KCl-KI-H<sub>2</sub>O ulgamda 20°C temperaturada ereýjiligi öwrenmek//Türkmen ylym Galkynyş we halkara gatnaşyklar ýolunda (Ylym makalalar ýygındysy – 2013-1). – A.: Ylym, 2013, – S. 449-455.

7. Sylapowa J., Atamalowa L.B., Hudaýberdiýewa G. Kaliý ýodatyny almagyň usulyny işläp düzmek// Himiýa institutynyň ylym işleriniň ýygındysy. V goýberiliş. –A.: Ylym, 2017, – S. 101-104.

8. Sylapowa J., Atamalowa L., Hudaýberdiýewa G. Aşgar-hlor usuly boýunça kaliý yodidini oksidlendirme hadysasynyň geçişini öwrenmek // Himiýa institutynyň ylym işleriniň ýygındysy. IX goýberiliş. A.: Ylym, 2021. –S. 154-159.

9. Geldiýew O., Sylapowa J., Atamalowa L. B., Hudaýberdiýewa G. Kaliý ýodatynyň alnyş usuly // Oýlap tapyşyň çäklendirilen patenti № 625, C 01 B 11/22; C 01 B 9/06 (2006.01) -22.12.2014.