

Амангельдинов А.А., Нұрлыбек А.М.

77479192309@yandex.kz

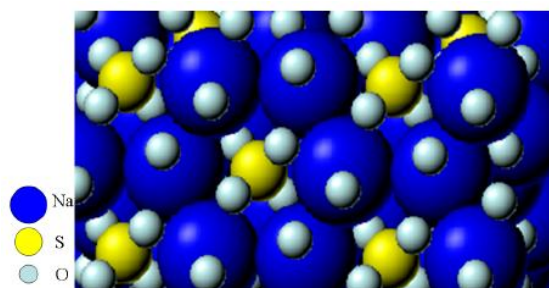
Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, «6М072300-Техникалық физика» мамандығының магистранттары, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Салиходжа Ж.М.

Кіріспе

Сілтілі және сілтілі жер металл сульфаттарында радиациялық ақаулардың түзілу процесстерінің зерттелуі олардың дозиметрлер, сцинтилляторлар және люминофорлар ретінде қолдануымен байланысты. Мысал ретінде, сирек кездесетін элемент қосылған натрий сульфатының кристалдары термолюминесценттік дозиметрлер ретінде қолданылады [1].

Сілтілі және сілтілі жер металл сульфаттарында кристалдық құрылымды түзуші бөлшектер ионды-коваленттік байланысқа ие. Металл иондары мен оксианионды топтар (сульфаттар) арасында иондық байланыс, ал оксианионды топ ішінде төрт оттегі атомдары мен бір күкірт атомы коваленттік байланыспен байланысады. Күкірт атомы тетраэдрлік пирамиданың ортасында, ал пирамида шыңдарында оттегі атомдары орналасады. Рентген құрылымдық талдау мәліметтері бойынша [2], сілтілі метал сульфаттарында анионды комплекс SO_4^{2-} дұрыс тетраэдрлік құрылымға ие.

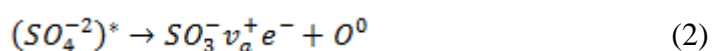
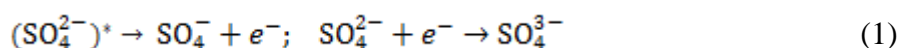
Натрий сульфаты ромбты кристалдық жүйеге және Fddd кеңістікті топқа жататын бейорганикалық қосылыс, табиғатта мирабилит, глауберит және тенардит минералдар түрінде кездеседі, кристалдық құрылымы 1-суретте көрсетілген. Na₂SO₄ кристалы сулы ерітіндіден баяу булану әдісі арқылы кристалл түрінде алынады [3].



Сурет 1. Na₂SO₄ кристалы 3D кристалдық құрылымы [3]

Сілтілі және сілтілі жер металл сульфаттарында SO_4^{2-} аниондық комплексі сәулелену процесстерінде негізгі рөл атқаратыны [4] жұмыста көрсетілген. Электрондық өтулерге қатысатын, валенттік аймақтың жоғарғы бөлігі сульфат анионының $(2a_1)^2$, $(2t_2)^6$, $(1e)^4$, $(3t_2)^6$, $(2t_1)^6$ орбитальдарынан қалыптасады. Өткізгіш аймақтың төменгі бөлігі SO_4^{2-} анионның толтырылмаған $3a_1^x$ және $4t_2^x$ орбитальдарынан, жоғарғы бөлігі катионның электрондық күйлерінен қалыптасады.

Электрон-кемтіктік қармап алу орталықтарының түзілуі келесі реакциялар нәтижесі ретінде ұсынылған [5-7]:



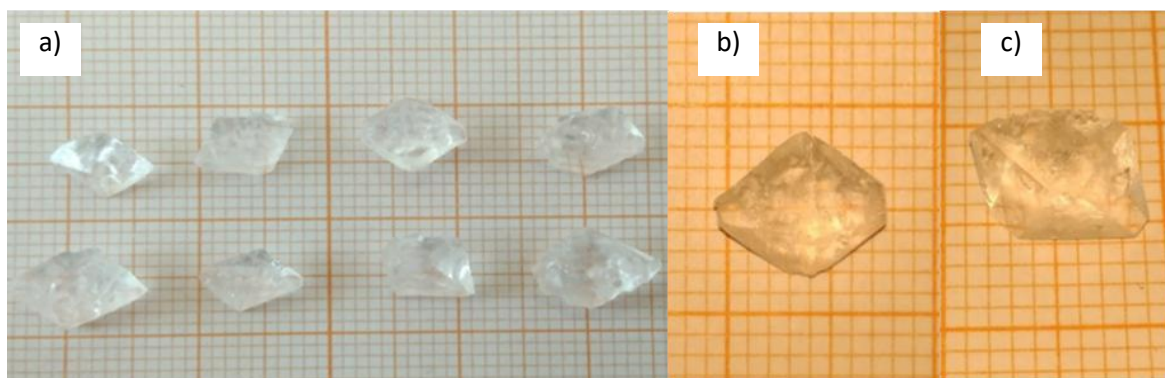
Нәтиже ретінде сілтілі метал сульфаттарында SO_4^- кемтіктік және SO_4^{3-} электрондық қармау орталықтары және $SO_3^- v_a^+ e^-$ тұрақты электрондық қармау орталықтары түзіледі. Радиациялық ақаулардың немесе электрон-кемтіктік қармап алу орталықтарының түзілу механизмін анықтау үшін бұл процесстердің кинетикасын зерттеу қажет.

Эксперимент нәтижелері

Баяу булану әдісі арқылы Na_2SO_4 және K_2SO_4 кристалдарының өсірілуі

Na_2SO_4 және K_2SO_4 кристалдары баяу булану (изотермиялық) әдісі арқылы 40°C температурада сулы ерітіндіде, лабораториялық колбаларда өсірілген. Ерітінділерді дайындау үшін дистилденген су мен натрий және калий сульфаттарының ұнтақтары Sartorius лабораториялық электронды таразы және 40°C температурада MI0102003 5 Inch LED Hotplate магниттік араластырғышы арқылы дайындалған. Ерітінді құрамы (концентрациясы): 200 мл дистилденген су мен 85 гр натрий және калий сульфаттарының ұнтағы.

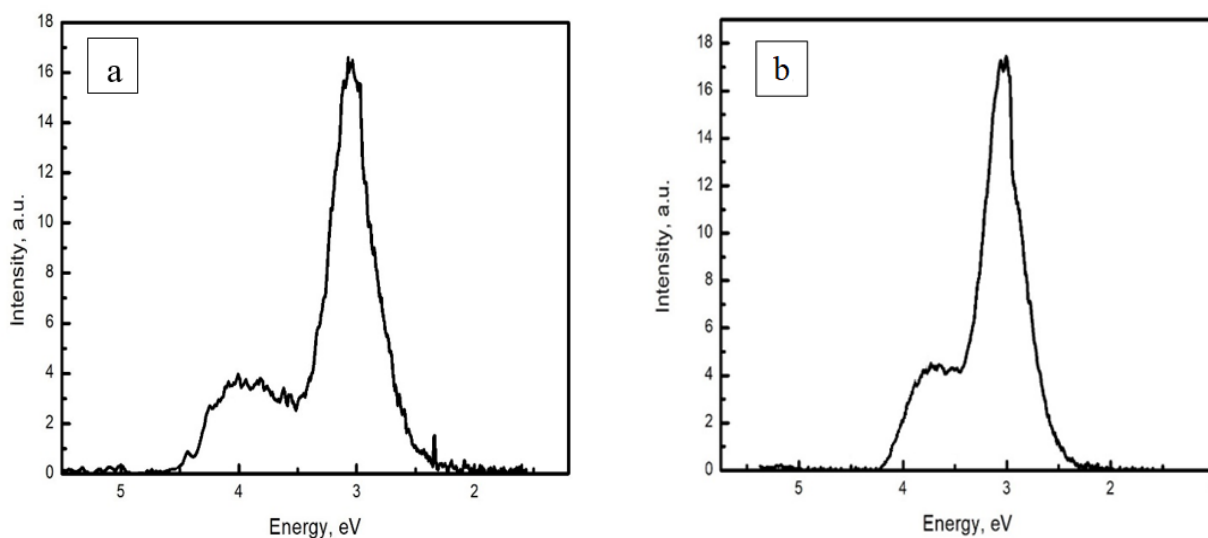
Эксперимент кезінде баяу булану әдісі арқылы өсірілген Na_2SO_4 және K_2SO_4 кристалдары 2a-суретте көрсетілген. Сәулелену және қозу спектрлері өлшенген натрий және калий сульфат кристалдары 2b және 2c суреттерде көрсетілген, өлшемі $9 \times 7 \times 4$ мм. Өсірілген Na_2SO_4 және K_2SO_4 кристалдары ромбты кристалдық жүйеге жататыны айқын байқалады.



Сурет 2. а – Баяу булану әдісі арқылы өсірілген Na_2SO_4 және K_2SO_4 кристалдары, б және с – өлшеулер үшін таңдалған үлгілер

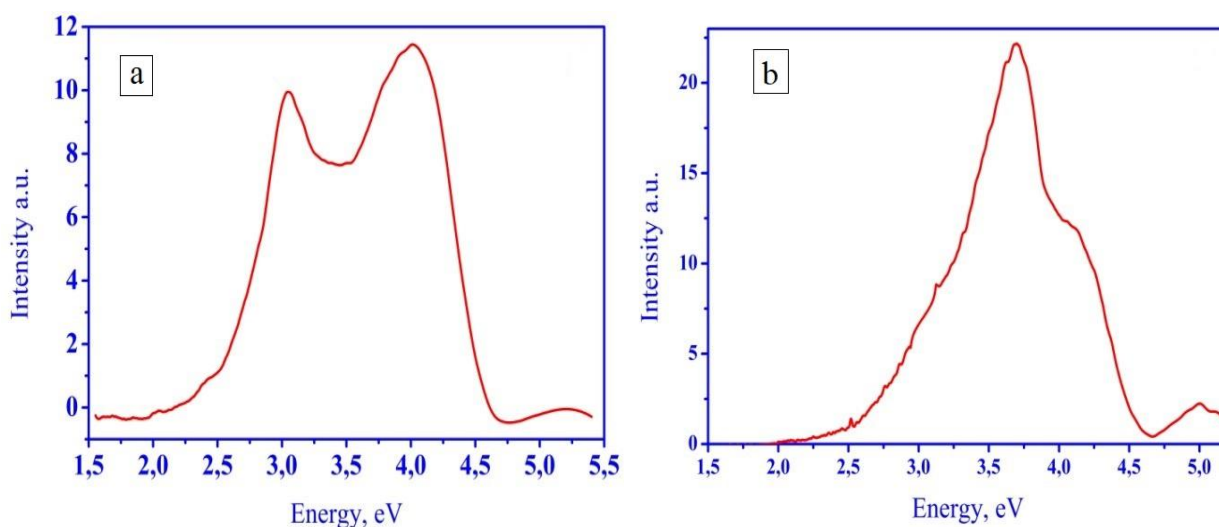
Na_2SO_4 және K_2SO_4 кристалдарының люминесценциясы

Na_2SO_4 және K_2SO_4 кристалдарының сәуле шығару және қозу спектрлерін өлшеу үшін ультракүлгін және көрінетін аймақ диапазонында жұмыс істейтін SOLAR CM2203 спектрофлуориметр арқылы, бөлме температурасында, яғни 300 К кезінде өлшенген. Алынған мәліметтер математикалық және статистикалық функциялармен жұмыс істеуге арналған OriginPro 8 бағдарламалық жасақтама арқылы өңделген.



Сурет 3. 300К температурада а) 6,2 эВ (200 нм) және б) 5,9 эВ (210 нм) энергиялы фотондармен қоздырылған Na_2SO_4 кристалының сәуле жолақтары

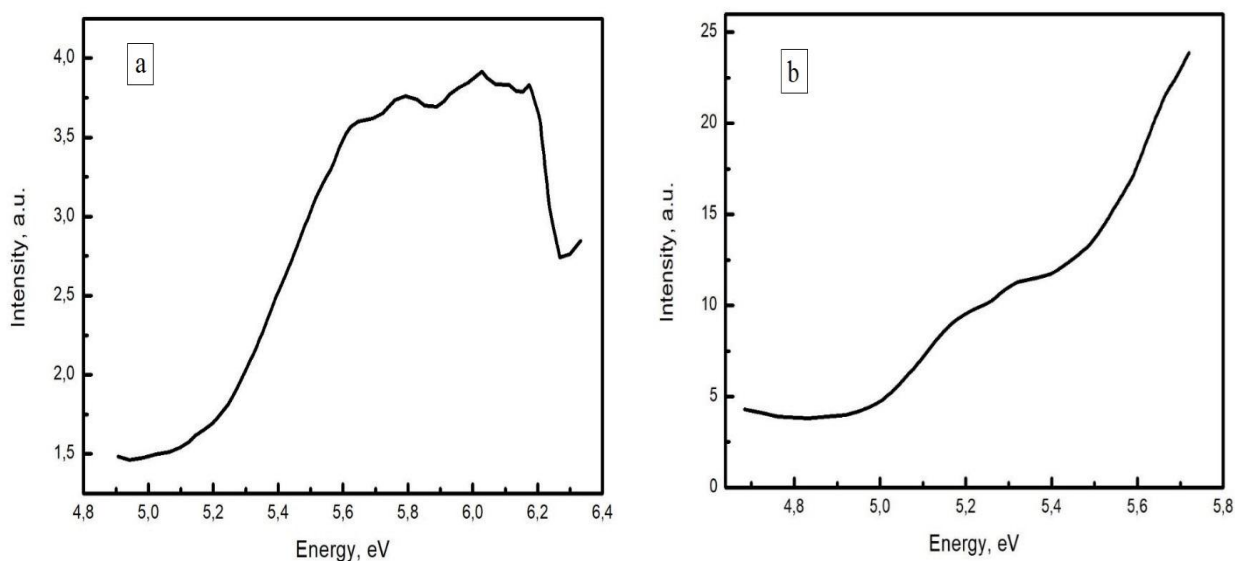
3-суретте 300 К температурада 6,2 эВ (200 нм) және 5,9 эВ (210 нм) энергиялы фотондармен қоздырылған Na_2SO_4 кристалының сәуле жолақтары көрсетілген. Сурет бойынша, максимумы 4 эВ және 3,72 эВ болатын сәуле жолақтары және 3 эВ болатын ұзын толқынды сәуле жолақтары айқын байқалады.



Сурет 4. 300К температурада а) 6,2 эВ (200 нм) және б) 5,8 эВ (215 нм) энергиялы фотондармен қоздырылған K_2SO_4 кристалының сәуле жолақтары

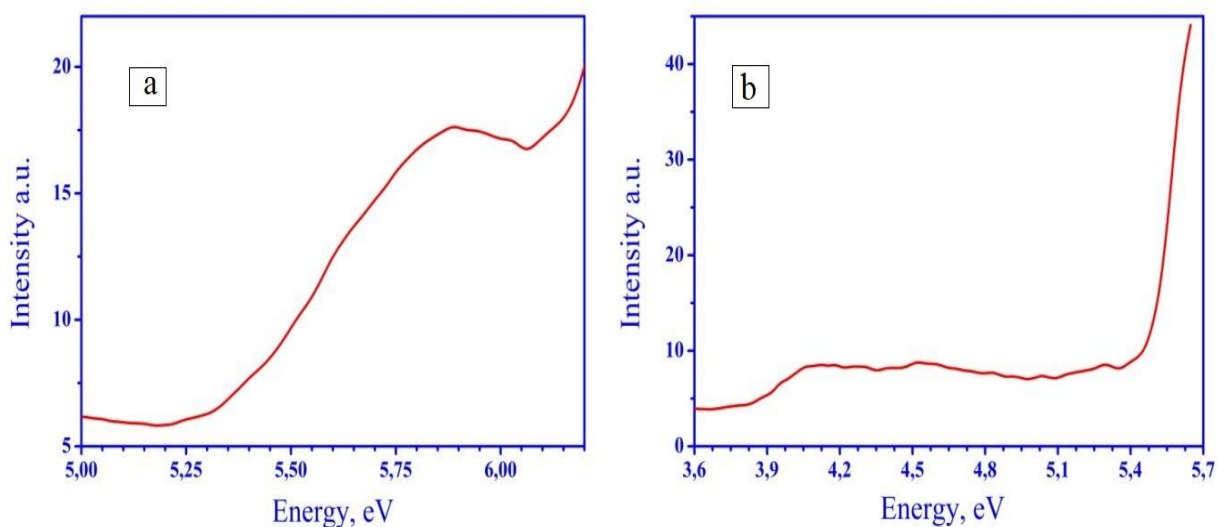
4-суретте 300 К температурада 6,2 эВ (200 нм) және 5,8 эВ (215 нм) энергиялы фотондармен қоздырылған K_2SO_4 кристалының сәуле жолақтары көрсетілген. Сурет бойынша, максимумы 4 эВ болатын сәуле жолақтары және 3 және 3,6 эВ болатын ұзын толқынды сәуле жолақтары айқын байқалады.

5-суретте Na_2SO_4 кристалының 3,88 эВ (320 нм) және 3 эВ (415 нм) сәуле жолағы үшін 300 К-дегі қозу спектрлері көрсетілген. Қозу спектрінің нәтижелері бойынша 3,88 эВ сәуле жолағы 5,1-6,2 эВ энергиялы фотондармен қоздырылған кезде байқалады. Қозу спектрінің нәтижелері бойынша энергиясы 3 эВ сәулелену жолағы энергиясы 5,1 эВ және одан жоғары энергиялы фотондармен қоздырылған кезде байқалады.



Сурет 5. Na_2SO_4 кристалының а) 3,88 эВ (320 нм) және б) 3 эВ (415 нм) сәуле жолағы үшін 300 К-дегі қозу спектрі

Эксперименттер нәтижелері бойынша, Na_2SO_4 кристалында 3 эВ және 3,7-4,1 эВ сәуле жолақтары 5,1-6,2 эВ энергиялы фотондармен қоздырылған кезде пайда болады. Сәуле жолақтарын тудыратын 5,1 эВ минималды фотон энергиясын Na_2SO_4 кристалының тыйым салынған аймағының ені ретінде бағалауға болады.



Сурет 6. K_2SO_4 кристалының а) 4 эВ (310 нм) және б) 3 эВ (415 нм) сәуле жолағы үшін 300 К-дегі қозу спектрі

6-суретте K_2SO_4 кристалының 4 эВ (310 нм) және 3 эВ (415 нм) сәуле жолағы үшін 300 К-дегі қозу спектрлері көрсетілген. Қозу спектрінің нәтижелері бойынша 4 эВ сәуле жолағы 5,3-6 эВ энергиялы фотондармен қоздырылған кезде байқалады. Қозу спектрінің нәтижелері бойынша энергиясы 3 эВ сәулелену жолағы энергиясы 5,5 эВ және одан жоғары энергиялы фотондармен қоздырылған кезде байқалады. Кристалдардың тыйым салынған зонасы ретінде сәуле жолақтарын тудыратын фотондар энергиясының минимал мәні ретінде бағаланды, K_2SO_4 кристалы үшін тыйым салынған зона ені 5,5 эВ.

Қорытынды

Баяу булану әдісі арқылы ерітіндіден, өлшемдері шамамен 9x7x4 мм Na_2SO_4 және K_2SO_4 кристалдары өсірілген. Na_2SO_4 кристалында 3 эВ ұзын толқынды және 3,7-4,1 эВ қысқа толқынды сәуле жолақтары 5,9-6,2 эВ энергиялы фотондармен қоздырылған кезде қалыптасады. K_2SO_4 кристалында 2,8-3,6 эВ ұзын толқынды және 4 эВ қысқа толқынды сәуле жолақтары 5,3-6 эВ энергиялы фотондармен қоздырылған кезде қалыптасады. Na_2SO_4 және K_2SO_4 кристалының сәулелену жолақтарын тудыратын минималды фотон энергиясы бағаланған, яғни Na_2SO_4 кристалының тыйым салынған аймағының ені 5,1 эВ-тан, ал K_2SO_4 кристалының тыйым салынған аймағының ені 5,5 эВ-тан артық болуы керек.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. A.P. Rowlands, A.K. Tyagi, T. Karali, P.D. Townsend, Spectrally Resolved Luminescence of Undoped and Dy^{3+} Doped Na_2SO_4 //Radiat. Prot. Dosim. 100 (2002) 55–60.
2. Ормонт Б.Ф. Структуры неорганических веществ. М.-Л.: Техтеориздат., 1950. –781 с.
3. Aierken Sidike, Rahman Abu Zayed Mohammad Saliquir, Jui-Yang He, K. Atobe, N. Yamashita, Photoluminescence properties of thenardite activated with Eu //J. Lumin. 129, 1271 (2009).
4. G. Höjer, S. Meza-Höjer, G. Hernández de Pedrero. A CNDO Study of the Electronic Structure of Oxyanions XO_4^{n-} with X = Si, P, S, Cl, Ge, As, Se, and Br. //Chem. Phys. Lett., 1976, vol. 37, no. 2, pp. 301–306.

5. Danby R.J., Boas J.F., Calvert R.L., Pilbrow J.. ESR of Thermoluminescent centers in CaSO₄ single crystals // J. Phys.C: Solid State Phys. – 1982. – Vol.15. – P. 2483–2493.
6. Byberg I.R. O⁻ detected by ESR as a primary electron–excess defects in irradiated K₂SO₄ // J. Chem. Phys. –1986. – Vol. 84, II, – P. 6083–6085.
7. Andrievskii B.V., Kurliak V.Y., Romaniyuk N.A., Ursul Z.M. Spektry otrazheniya i opticheskie postoiyannye monokrystallov sulfata kaliya v oblasti 4-22 eV. //Optika i spektroskopija. – 1989. – Т. 66, № 3. – P. 623–628.

УДК 54.057

КОЛЛОИДНЫЙ СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ CdTe

Ахметова Айжан Сеелкановна

aizhan.s.akhmetova@yandex.kz

докторант 1 курса специальности Техническая физика, ЕНУ им. Л.Н.Гумилева,

Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель –А.Ж.Кайнарбай

Ведение

Двумерные атомарно-гладкие квантоворазмерные нанокристаллы (квантовые нанопластины) халькогенидов кадмия представляют собой относительно новый и малоисследованный класс полупроводниковых наночастиц, оптические свойства которых значительно превосходят свойства нанокристаллов иных размерностей. Несмотря на значительный прогресс, достигнутый в разработке методов получения и исследования однокомпонентных двумерных полупроводниковых нанокристаллов, по-прежнему актуальной задачей является разработка методов получения гетероструктур различного типа на их основе, что позволит значительно расширить диапазон их полезных свойств.

Синтез коллоидных наночастиц постоянно улучшается, эти улучшения включают в себя реализацию структур core/shell, расширение на различные материалы, а также лучшее понимание механизмов формирования nanosheets (NSHs). Интерес к объектам с 2D геометрией обусловлен их исключительными электрическими, оптическими и механическими свойствами. Среди этих материалов особое место занимают коллоидные полупроводники II-V, такие как Нанопластинки CdTe (NPLs). Двумерные (2D) полупроводники обладают уникальными электронными и оптическими свойствами, обусловленными толщиной атомного масштаба и двумерной электронной структурой [1].

CdTe, с его низкой запрещенной зоной (например, $E_g = 1,44$ эВ) является очень интересным материалом для применений фотоэлектрических фотоприемников. В результате многие методы синтеза CdTe коллоидные нанокристаллы были зарегистрированы в течение последних годов. К ним относятся нано-структуры в широком диапазоне размеров, CdTe нанопроволоки и нанотрубки. С другой стороны, существует лишь несколько сообщений о коллоидном синтезе 2D CdTe полупроводников[2].

В статье подробно изучается синтез нанопластин CdTe по методикам описанным в нескольких источниках последних 7 лет. Модифицирован синтез CdTe наночитов.

Экспериментальная часть

Химические вещества: дигидрат ацетата кадмия $Cd(OAc)_2 \cdot 2(H_2O)$ (Sigma-Aldrich, 98%), олеиновая кислота (OA, Sigma-Aldrich, 90%), пропионовая кислота (Sigma-Aldrich, 99%), 1-октадецен (ODE, Sigma-Aldrich, 90%), теллур (Sigma-Aldrich, 99,997%), Н-гексан (VWR, 95%) и ацетон[3,4].

Синтез прекурсоров: пропионат кадмия ($Cd(prop)_2$) получают с использованием следующих стадий: 2,1509 г $Cd(OAc)_2 \cdot 2(H_2O)$ (8,07 ммоль) и 10 мл пропионовой кислоты загружают в колбу. Смесь нагревают при 90 °С в течение 1 ч под аргоном. Когда все твердое вещество растворяется и получается бесцветный раствор, нагревание прекращают и