

ФОТОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СИСТЕМАХ АЗИД ТАЛЛИЯ – ОКСИД МЕДИ (I)

Л.И. Шурыгина, Л.Н. Бугерко, Т.М. Заиконникова

Создание систем $TiN_3(A) - Cu_2O$, предварительная обработка их светом $\lambda = 365$ нм наряду с увеличением скорости фотолиза и фототока в области собственного поглощения $TiN_3(A)$ приводит к расширению области спектральной чувствительности азид таллия. Оценены константы скорости фотолиза. В результате измерений вольтамперных характеристик, контактной разности потенциалов, контактной фото-ЭДС построена диаграмма энергетических зон и предложена модель фотолиза систем $TiN_3(A) - Cu_2O$, включающая генерацию, рекомбинацию и перераспределение неравновесных носителей в контактном поле, формирование наноразмерных систем $TiN_3(A) - Pb$ (продукт фотолиза) и образование азота.

Ключевые слова: гетеросистемы, азид таллия, оксид меди (I), фотолиз

ВВЕДЕНИЕ

Изучение темновых и фотопроцессов в гетеросистемах на основе азид таллия [1-14], один из компонентов которых – азид таллия, сочетая достоинства модельных соединений (относительно простой состав и структура, достаточная фотохимическая чувствительность, продукты фотолиза – таллий и азот – не взаимодействуют друг с другом, значительный внутренний фотоэффект), используется в технике – актуально как в научном, так и практическом отношении.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Азид таллия марки А ($TiN_3(A)$) [10-14] синтезировали методом двухструйной кристаллизации: в 0,2 н водный раствор нитрата таллия (квалификации х.ч.) по каплям приливали 0,2 н водный раствор дважды перекристаллизованного технического азид натрия (скорость сливания 2 капли в секунду, $\tau_{\text{синтеза}} = 30$ минут, $T = 293$ К, $pH = 3$). Образцы для исследований готовили тщательным перемешиванием (в сухом состоянии и в этиловом спирте) соответствующих навесок $TiN_3(A)$ и оксида меди (I) с последующей сушкой и прессованием при давлении 1×10^3 кг см⁻² таблеток диаметром 0.5-1см. При сопоставлении результатов и построении кривых спектрального распределения скорости фотолиза ($V_{\text{ф}}$), фототока ($i_{\text{ф}}$) и фото-ЭДС ($U_{\text{ф}}$) пропускание света через Cu_2O учитывалось.

Измерения $V_{\text{ф}}$, $i_{\text{ф}}$ и $U_{\text{ф}}$ образцов проводили на экспериментальных комплексах обеспечивающих вакуум 1×10^{-5} Па. Источники света служили ртутная (ДРТ-250) и ксеноновая (ДКсШ-1000) лампы. Для выделения требуемого участка спектра применяли моно-

хроматоры МДР-2, МСД-1 и набор светофильтров. Актинометрию источников света проводили с помощью радиационного термоэлемента РТ-0589. В качестве датчика при измерении $V_{\text{ф}}$ использовали лампу РМО-4С омегатронного масс-спектрометра ИПДО-1, настроенного на частоту регистрации азота [6]. Измерения $i_{\text{ф}}$ и $U_{\text{ф}}$ проводили на установке, включающей электрометрический вольтметр В7-30 либо электрометр TR-1501 [15]. Спектры диффузного отражения (ДО) измеряли на спектрофотометре СФ-4А с приставкой ПДО-1 при давлении $P \sim 10^{-4}$ Па, используя устройство [16], при давлении 101,3 кПа на спектрофотометре Specord-M40 с приставкой на отражение 8^0d [7]. Контактную разность потенциалов (КРП) между азидом таллия, Cu_2O и электродом сравнения из платины измеряли, используя модифицированный метод Кельвина [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате анализа кинетических и спектральных закономерностей фотолиза $TiN_3(A)$ и систем $TiN_3(A) - Cu_2O$ было установлено, что наряду с увеличением добавкой оксида меди (I) $V_{\text{ф}}$ в собственной области поглощения $TiN_3(A)$, на кривых спектрального распределения $V_{\text{ф}}$ систем $TiN_3(A) - Cu_2O$ (построенных по стационарным участкам (II) кинетических кривых $V_{\text{ф}}$ рис. 1) появляется новая длинноволновая область спектральной чувствительности, соответствующая области поглощения и фотоэлектрической чувствительности Cu_2O . В полях интенсивного ($I > 1 \cdot 10^{14}$ квант см⁻²с⁻¹) облучения систем $TiN_3(A) - Cu_2O$ светом из области края собственного поглощения азид таллия ($\lambda = 365$ нм) на кинетических кривых $V_{\text{ф}}$ проявляются характер-

ФОТОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СИСТЕМАХ АЗИД ТАЛЛИЯ – ОКСИД МЕДИ (I)

ные для $TiN_3(A)$ [10–14] участки: нестационарный (I), стационарный (II), возрастания (III) и насыщения (IV).

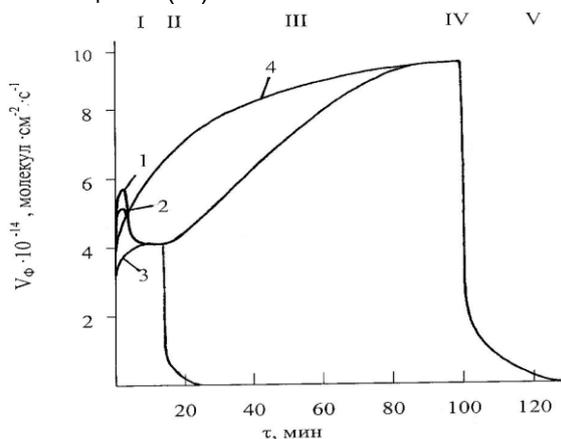


Рисунок 1. Кинетические кривые скорости фотолиза систем: $TiN_3(A) - Cu_2O$ при $\lambda = 365$ нм и $I = 3,17 \times 10^{15}$ квант $см^{-2} \cdot c^{-1}$ до (1) и после прерывания освещения на I (2), II (3), IV (4) участках

По мере уменьшения интенсивности падающего света ($I < 1 \cdot 10^{14}$ квант $см^{-2} \cdot c^{-1}$) наблюдается уменьшение V_{ϕ} , а также увеличение продолжительности участков кинетических кривых V_{ϕ} . Продолжительное (более одного месяца) хранение исследуемых систем в «атмосферных» условиях, предварительные тепловая и световая обработки, а также обработка азид таллия (до создания систем) в восстановительной среде уменьшают начальный максимум на кинетических кривых V_{ϕ} . В качестве примера на рис. 1 приведены результаты исследований влияния предварительной обработки образцов $TiN_3(A) - Cu_2O$ светом из области собственного поглощения азид таллия. Видно (рис. 1, кривые 2 и 3), что повторное (после прерывания света на I и II участках) облучение образцов не приводит к заметному изменению значений V_{ϕ} на II, III и IV участках кинетических кривых V_{ϕ} . После предварительной световой обработки образцов до IV участка V_{ϕ} монотонно возрастает до постоянного значения и соответствует значениям V_{ϕ} на участке IV не обработанных светом образцов (рис. 1, кривые 1 и 4). Более продолжительное освещение образцов приводит к снижению V_{ϕ} . После прекращения облучения систем $TiN_3(A) - Cu_2O$ на разных участках кинетических кривых V_{ϕ} наблюдается участок (V) постгазовыделения (рис. 1). Видно, что кривые постгазовыделения состоят из двух участков – «быстрого» и «медленно».

С увеличением времени экспонирования и интенсивности падающего света продолжительность постгазовыделения возрастает за счет увеличения временного интервала «медленной» составляющей, а с понижением температуры участок постгазовыделения сокращается за счет уменьшения временного интервала «медленной» составляющей. Анаморфозы постгазовыделения для систем $TiN_3(A) - Cu_2O$ при $T=293K$, построенные в координатах $\ln C_{N_2} = f(\tau)$, независимо от времени предварительного экспонирования, интенсивности падающего света – линейны. В табл. 1 приведены константы скорости (k) процесса ответственного за постгазовыделение.

Таблица 1

Константы скорости ($k \times 10^2, c^{-1}$) процесса ответственного за постгазовыделение (участок V) после прерывания освещения на I, II и IV участках кинетической кривой V_{ϕ}

образец	I	II	IV
$TiN_3(A)$	$2,16 \pm 0,11$	$1,60 \pm 0,08$	$2,70 \pm 0,14$
$TiN_3(A) - Cu_2O$	$1,13 \pm 0,07$	$1,80 \pm 0,09$	$2,40 \pm 0,12$

Длинноволновый край ДО $TiN_3(A)$ [8–10] и $TiN_3(A) - Cu_2O$ составляет $\lambda = 440$ нм. Формирование систем $TiN_3(A) - Cu_2O$ и обработка их светом из области $\lambda = 365$ нм приводит к увеличению ДО $TiN_3(A)$ в диапазоне 440–850 нм. При временах облучения, соответствующих реализации I и II участков на кинетических кривых V_{ϕ} , на спектральных кривых ДО проявляются полосы отражения с максимумами при $\lambda \approx 430-500$ нм и $\lambda = 585$ нм. Дальнейшее увеличение времени световой обработки до участка IV приводит к уширению полос и смещению максимумов в длинноволновую область спектра.

Были сопоставлены кинетические кривые зависимостей изменения количества фотолитического таллия (C_{me}), рассчитанные по результатам измерений V_{ϕ} при различных интенсивностях падающего света, со значениями площадей (S), соответствующих изменению ДО систем $TiN_3(A) - Cu_2O$ в процессе облучения (рис. 2). Установленное совпадение зависимостей, а также результаты представленные в [8–10] свидетельствуют о том, что наблюдаемые в результате облучения образцов изменения на спектральных кривых ДО систем $TiN_3(A) - Cu_2O$ обусловлены образованием таллия (продукта фотолиза азид таллия), а максимумы – формированием частиц таллия соответствующих размеров. Причём, твёрдофазный (таллий) и газообразный (азот) продукты фотолиза систем $TiN_3(A) -$

Cu_2O образуются в стехиометрическом соотношении и, в основном, на поверхности образцов. В табл. 2 приведены константы скорости фотолиза систем $\text{TIN}_3(\text{A}) - \text{Cu}_2\text{O}$ оценённые по тангенсу угла наклона зависимостей $\ln S = f(\tau)$ и $\ln C_{\text{Me}} = f(\tau)$. Из табл. 2 следует, что константы $V_{\text{ф}}$ азиды таллия и систем $\text{TIN}_3(\text{A}) - \text{Cu}_2\text{O}$ практически совпадают.

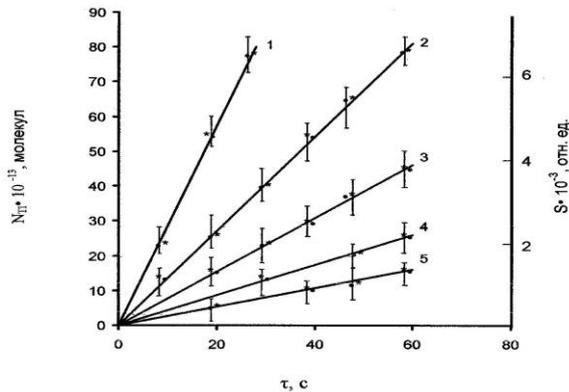


Рисунок 2. Зависимость количества фотолизического таллия (N_{Tl}) и площадей (S), соответствующих изменению ДО систем $\text{TIN}_3(\text{A}) - \text{Cu}_2\text{O}$ от интенсивности падающего света, $\lambda = 365 \text{ нм}$ (I , $\text{квант}\cdot\text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$): $1,27\cdot 10^{15}$ (1); $6,34\cdot 10^{14}$ (2); $3,17\cdot 10^{14}$ (3); $1,8\cdot 10^{14}$ (4); $8\cdot 10^{13}$ (5) (• – данные масс-спектрометрии (N_{Tl}); * – данные ДО (S)).

Таблица 2

Константы скорости фотолиза $\text{TIN}_3(\text{A})$ и систем $\text{TIN}_3(\text{A}) - \text{Cu}_2\text{O}$, рассчитанные по кинетическим кривым $V_{\text{ф}}$ ($k_{1\text{ф}}$) и спектрам ДО ($k_{1\text{ДО}}$). Интенсивность падающего света ($\text{квант}\ \text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$)

$I \times 10^{-15}$	$\text{TIN}_3(\text{A})$		$\text{TIN}_3(\text{A}) - \text{Cu}_2\text{O}$	
	$k_{1\text{ф}} \times 10^2$	$k_{1\text{ДО}} \times 10^2$	$k_{1\text{ф}} \times 10^2$	$k_{1\text{ДО}} \times 10^2$
3.17	6.2 ± 0.4	6.0 ± 0.4	3.3 ± 0.2	2.8 ± 0.2

Для выяснения энергетического строения контактов $\text{TIN}_3(\text{A}) - \text{Cu}_2\text{O}$ и причин, вызывающих наблюдаемые изменения добавкой Cu_2O $V_{\text{ф}}$ $\text{TIN}_3(\text{A})$ в разных спектральных областях, были измерены вольт – амперные характеристики (ВАХ), $i_{\text{ф}}$ и $U_{\text{ф}}$ систем $\text{TIN}_3(\text{A}) - \text{Cu}_2\text{O}$, а также измерены значения КРП между $\text{TIN}_3(\text{A})$, Cu_2O и электродом из платины (табл. 3). В спектральных областях, отвечающих областям поглощения и фотоэлектрической чувствительности $\text{TIN}_3(\text{A})$ и Cu_2O , были обнаружены заметные $i_{\text{ф}}$ и $U_{\text{ф}}$. Установлено, что кривые спектрального распределения $U_{\text{ф}}$, $V_{\text{ф}}$ и $i_{\text{ф}}$ коррелируют, а знак $U_{\text{ф}}$ положительный со стороны $\text{TIN}_3(\text{A})$.

Таблица 3

Контактная разность потенциалов (V) между $\text{TIN}_3(\text{A})$, Cu_2O и относительным платиновым электродом при $T=293 \text{ К}$

Образец	$P=1\cdot 10^5, \text{ Па}$	$P=1\cdot 10^{-5}, \text{ Па}$
$\text{TIN}_3(\text{A})$	+0,70	+0,50
Cu_2O	+ 0.31	+ 0.28

Представленные в настоящей работе и ранее [10 – 18] результаты исследований темновых и фотопроцессов в азиде таллия и системах на его основе свидетельствуют о контактной, фотоэлектрической природе наблюдаемых эффектов изменения добавкой Cu_2O $V_{\text{ф}}$ азиды таллия в разных спектральных областях.

Согласно соотношениям работ выхода контактирующих партнеров (табл. 3) [11–14, 17–19] при сближении изолированных $\text{TIN}_3(\text{A})$ и Cu_2O следовало ожидать эффектов «выпрямления» на ВАХ, а также одинакового по всему спектру, но отрицательного со стороны $\text{TIN}_3(\text{A})$ знака $U_{\text{ф}}$.

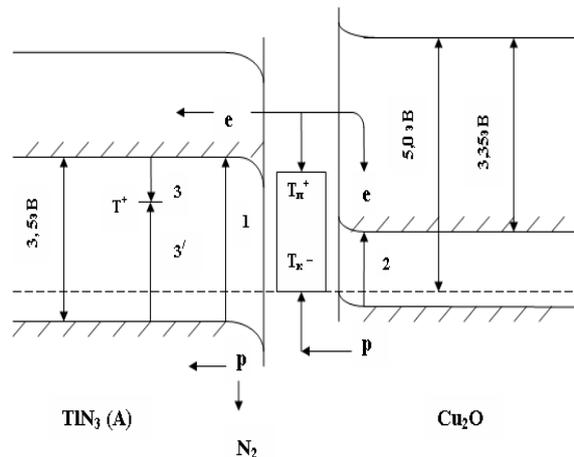


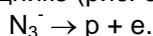
Рисунок 3. Диаграмма энергетических зон системы $\text{TIN}_3(\text{A}) - \text{Cu}_2\text{O}$, E_v – уровень потолка валентной зоны, E_c – уровень дна зоны проводимости, E_F – уровень Ферми, E_0 – уровень вакуума, T^+ – центр рекомбинации.

Было установлено, что заметные эффекты «выпрямления» на ВАХ систем $\text{TIN}_3(\text{A}) - \text{Cu}_2\text{O}$ отсутствуют, а знак $U_{\text{ф}}$ со стороны $\text{TIN}_3(\text{A})$ для систем $\text{TIN}_3(\text{A}) - \text{Cu}_2\text{O}$ – положительный и не соответствует ожидаемому из соотношений работ выхода контактирующих партнеров. Отмеченные факты, а также результаты измерений КРП (табл. 3) [17], внешней фотоэмиссии [19], конденсаторной фото-ЭДС [20], $V_{\text{ф}}$, $i_{\text{ф}}$ и $U_{\text{ф}}$ $\text{TIN}_3(\text{A})$, систем $\text{TIN}_3(\text{A}) - \text{Cu}_2\text{O}$ свидетельствуют о значительной концентрации и решающей роли собственных

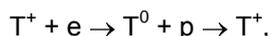
ФОТОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СИСТЕМАХ АЗИД ТАЛЛИЯ – ОКСИД МЕДИ (I)

поверхностных электронных состояний (T_{Π}^+) у азида таллия и поверхностных электронных состояний контакта (T_K^-) азида таллия с оксидом меди (1) в процессах перераспределения носителей заряда на контакте в темноте и при их облучении. При создании контактов $TiN_3(A)$ с Cu_2O происходит процесс обмена равновесными носителями зарядов до тех пор, пока в системе не установится термодинамическое равновесие (рисунок 3).

При облучении систем $TiN_3(A) - Cu_2O$ светом из области собственного поглощения азида таллия имеет место интенсивная генерация электрон – дырочных пар в азиде таллия и полупроводнике (рис. 3, переходы 1, 2)

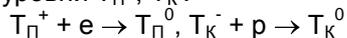


Так как квантовый выход фотолиза систем $TiN_3(A) - Cu_2O$ при экспозиции $\tau \leq 60$ с 0,002–0,010, то часть генерированных носителей заряда рекомбинирует (рис. 3, переходы 3)



где T^+ - центр рекомбинации.

Другая часть перераспределяется в контактном поле. Неравновесные электроны из зоны проводимости азида таллия и неравновесные дырки из валентной зоны Cu_2O переходят на уровни T_{Π}^+ , T_K^- .

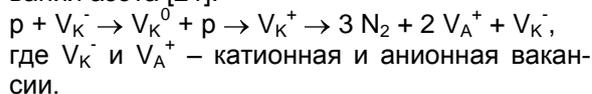


Осевшие на уровнях T_{Π}^+ , T_K^- электроны и дырки могут рекомбинировать или обмениваться с близлежащими зонами полупроводника и азида таллия.

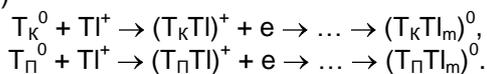
При экспонировании систем $TiN_3(A) - Cu_2O$ светом из области поглощения Cu_2O имеет место интенсивная генерация электрон – дырочных пар в полупроводнике (рис. 3, переход 2). Генерированные в ОПЗ Cu_2O неравновесные носители заряда перераспределяются в контактном поле с переходом дырок из валентной зоны полупроводника на уровни T_K^- . Реализуемый знак U_{Φ} со стороны азида таллия свидетельствует о возможности осуществления переходов. Одновременно с отмеченными переходами, которые приводят к формированию U_{Φ} и смещению энергетических уровней у контактирующих партнеров имеют место потоки равновесных носителей заряда. В итоге, концентрация дырок в ОПЗ азида таллия (в контакте с Cu_2O) будет изменяться по сравнению с концентрацией их в индивидуальном азиде.

Результирующее изменение концентрации дырок в ОПЗ азида таллия приведет к соответствующему увеличению i_{Φ} и V_{Φ} в собственной области поглощения азида и появлению i_{Φ} и фотолиза в длинноволновой области спектра, соответствующей области по-

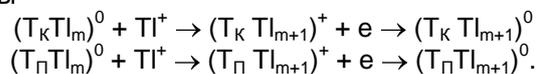
глощения и фотоэлектрической чувствительности Cu_2O , по принимаемым для фотолиза азидов тяжелых металлов реакциям образования азота [21]:



При фотолизе систем $TiN_3(A) - Cu_2O$ одновременно с выделением азота образуется и фотолитический таллий. Формирование частиц фотолитического таллия, по нашему мнению, происходит с участием T_{Π}^+ , T_K^- и подвижных межузельных катионов таллия (азид таллия разупорядочен по Френкелю [20])



Уменьшение V_{Φ} на начальном участке кинетической кривой в процессе и после предварительного экспонирования образцов (рис. 1) подтверждает необратимый расход поверхностных центров. В процессе роста частиц фотолитического металла формируются микрогетерогенные системы азид таллия – таллий (продукт фотолиза) [11–14]. При воздействии на системы $TiN_3(A) - Tl$ светом из области собственного поглощения азида таллия генерированные в ОПЗ азида таллия пары носителей перераспределяются в контактном поле, сформированном из-за несоответствия между термоэлектронными работами выхода азида таллия и фотолитического таллия, с переходом неравновесных электронов из зоны проводимости $TiN_3(A)$ в таллий. Одновременно имеет место фотоэмиссия дырок из таллия в валентную зону азида таллия. Эти процессы, во-первых, приводят к возрастанию концентрации дырок и, как следствие, к увеличению V_{Φ} (участок III); во-вторых, могут стимулировать диффузию межузельных ионов таллия к растущим частицам и, как следствие, увеличивать их размеры



В итоге будет расти концентрация дырок в ОПЗ азида таллия и V_{Φ} систем $TiN_3(A) - Cu_2O$ (рис. 1, участок III).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Robbilard J.J. // J. Photog. Science. 1971. V. 19. P. 25 – 37.
2. Акимов И.А., Черкасов Ю.А., Черкашин М.И. Сенситизированный фотоэффект. М.: Наука. 1980. 384 с.
3. Индутный И.З., Костышин М.Т., Касярум О.П., Минько В.И., Михайловская Е.В., Романенко П.Ф.

- Фотостимулированные взаимодействия в структурах металл – полупроводник. Киев: Наукова думка, 1992. 240 с.
4. Суrowой Э.П., Сирик С.М., Бугерко Л.Н. // Хим. физика. 2000. Т. 19. № 8. С. 20–25.
 5. Суrowой Э.П., Сирик С.М., Бугерко Л.Н. // Журн. физ. химии. 2000. Т. 74. № 5. С. 927–933.
 6. Суrowой Э.П., Бугерко Л.Н. // Хим. физика. 2002. Т. 21. № 7. С. 74–78.
 7. Суrowой Э.П., Сирик С.М., Захаров Ю.А. и др. // Журн. науч. и прикл. фотографии. 2002. Т. 47. № 5. С. 19–27.
 8. Суrowой Э.П., Бугерко Л.Н., Расматова С.В. // Журн. физ. химии. 2005. Т. 79. № 6. С. 1124 – 1128.
 9. Суrowой Э.П., Бугерко Л.Н., Расматова С.В. // Журн. физ. химии. 2006. Т. 80. № 7. С. 1308–1313.
 10. Власов А.П., Суrowой Э.П. // Журн. физ. химии. 1991. Т. 65. № 6. С. 1465–1469.
 11. Суrowой Э.П., Захаров Ю.А., Бугерко и др. // Химия высоких энергий. 1999. Т. 33. № 5. С. 387–390.
 12. Суrowой Э.П., Шурыгина Л.И., Бугерко Л.Н. // Хим. физика. 2001. Т. 20. № 12. С. 15–22.
 13. Суrowой Э.П., Шурыгина Л.И., Бугерко Л.Н. // Хим. физика. 2003. Т. 22. № 9. С. 24–28.
 14. Суrowой Э.П., Шурыгина Л.И., Бугерко Л.Н. // Журн. физ. химии. 2009. Т. 83. № 7. С. 784–790.
 15. Суrowой Э.П., Бугерко Л.Н., Захаров Ю.А. и др. // Материаловедение. 2002. № 9. С. 27–33.
 16. А.с. 1325332 СССР. МКИ G01N 21/55. Устройство для измерения спектров отражения в вакууме / А.И. Турова, Г.П. Адушев, Э.П. Суrowой и др. Заявлено 10.11.1985; Опубл. 24.07.1987, Бюл. № 27. – 5 с.: ил.
 17. Суrowой Э.П., И.В. Титов, Бугерко Л.Н. // Материаловедение. 2005. № 7. С. 15 – 20.
 18. Суrowой Э.П., Борисова Н.В. // Журн. физ. химии. 2010. Т. 84. № 2. С. 307 – 313.
 19. Колесников Л.В. Спектры энергетических состояний и некоторые особенности реакций разложения азидов тяжелых металлов: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Минск: БГУ, 1978. 21 с.
 20. Гаврищенко Ю.В. Фотолиз азидов тяжелых металлов и оптическая сенсбилизация этого процесса органическими красителями. Автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Томск, 1969. – 20 с.
 21. Кригер В.Г. Кинетика и механизмы реакций твердофазного разложения азидов тяжёлых металлов: Автореф. дис. ... докт. физ.-мат. наук. Кемерово: КеМГУ, 2002. 39с.
 22. Мейкляр Г.В. Физические процессы при образовании скрытого фотографического изображения. М.: Наука. 1972. 399 с.
 23. Evans B.L., Joffe A.D., Grey P. // Chem. Rev. 1959. V. 59. № 4. P. 519 – 568.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ФОТОЛИЗА АЗИДА СВИНЦА

Л.Н. Бугерко, С.В. Расматова, Г.О. Еремеева

Предварительное облучение азида свинца светом ($\lambda=365$ нм, $I=2 \times 10^{15}$ квант·см⁻²·с⁻¹) в вакууме (1×10^{-5} Па) наряду с увеличением скорости фотолиза и фототока приводит к появлению новой (до $\lambda=600$ нм) области чувствительности. Определены константы скорости фотолиза азида свинца. Показано, что при фотолизе азид свинца формируются микрогетерогенные системы $PbN_6(Am) - Pb$ (продукт фотолиза). Лимитирующей стадией фотолиза - диффузия анионных вакансий к нейтральному центру Pb_n^0

Ключевые слова: азид свинца, микрогетерогенные системы, фотолиз

ВВЕДЕНИЕ

Исследование влияния твердофазных продуктов на фотолиз азидов серебра и таллия [1-9], а также изучение фотолиза гетеросистем азид-металл (азид-полупроводник) [10-17] позволили существенно продвинуться в направлении понимания механизма фотолиза неорганических азидов. В работе представлены результаты исследований закономерностей образования продуктов в процессе фотолиза азид свинца в зависимости от интенсивности падающего света.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Азид свинца марки Ам ($PbN_6(Am)$) синтезировали методом двухструйной кристаллизации, медленным (в течение 60 минут) сливанием «струя в струю» водных 0,2 н растворов дважды перекристаллизованного технического азид натрия и нитрата свинца (квалификации х.ч.) при pH 3 и T = 293K [17]. Образцы для исследований готовили прессованием таблеток $PbN_6(Am)$ массой 150 мг при давлении $1 \cdot 10^{-3}$ кг·см⁻², либо путем нанесения 150 мг навесок $PbN_6(Am)$ на кварцевую пла-