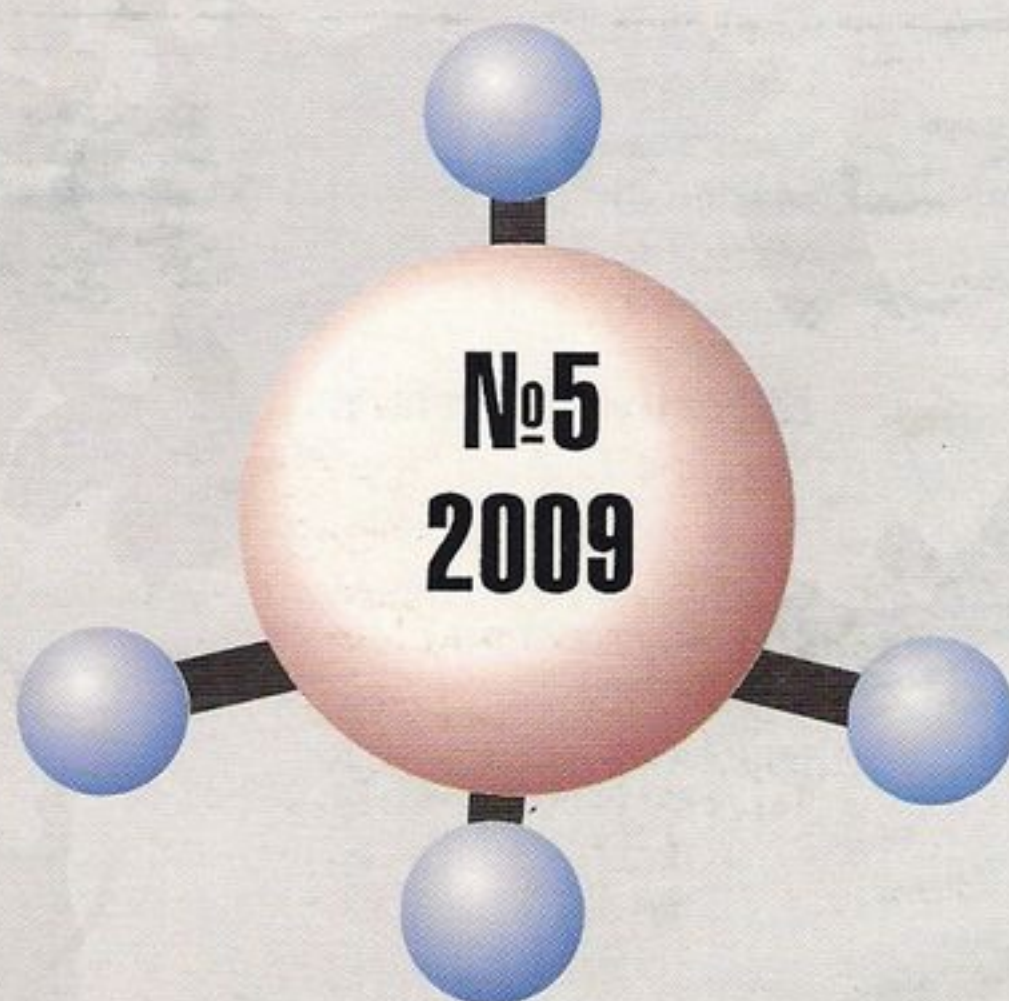




ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ИНЖЕНЕРА-ХИМИКА

Si 14 Кремний	P 15 Фосфор	S 16 Сера	Cl 17 Хлор	Ar 18 Аргон
Ge 32 Германий	As 33 Мышьяк	Se 34 Селен	Br 35 Бром	Kr 36 Криптон
Sn 50 Олово	Sb 51 Сурьма	Te 52 Теллур	I 53 Йод	Xe 54 Ксенон
Pb 82 Свинец	Bi 83 Висмут	Po 84 Полоний	At 85 Астат	Rn 86 Радон



ENCYCLOPEDIA OF ENGINEER-CHEMIST



Published since January 2007

CONTENTS

Editor-in Chief

Akademician RAS P. D. Sarkisov

Assistants Editor-in-Chief

L. S. Gordeev, G. V. Malysheva

Editorial council

Berlin A. A.
Baranov D. A.
Blinichev V. N.
Vent D. P.
Diakonov G. S.
Zhabrev V. A.
Ivanov V. P.
Ibragimov I. G.
Meshalkin V. P.
Mischenko S. V.
Noskov A. S.
Perlov N. A.
Sokol B. A.
Starodubtsev V. S.
Timopheev V. S.
Chernishev A. K.

Editorial Board

Vigdorovich V. I.
Evdokimov U. M.
Zaikov G. E.
Zhukov A. P.
Kovalevsky M. A.
Komarov G. V.
Maslenkov S. B.
Miasoedova V. V.
Sidorov O. I.

Executive Secretary

Karelina L. A.

OOO "Nauka & Technology";
4/1, Stromynski per., Moscow,
107076, Russia
e-mail: admin@nait.ru
http://www.nait.ru
Tel./Fax: (499) 167-47-74, 269-52-97

FOUNDATIONS OF CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY

- Malyshev V. P., Turlukozhaeva A. M.** Equilibrium self-organization of nanosized clusters of solid phase in liquid 2
- Tsvetkov S. A.** Low-energy nuclear reactions in substance: results, trends in development 7

CHEMISTRY OF NANOSYSTEMS

- Skvortsova S. V., Petrov L. M., Lukina E. A.** Investigation into formation of nanostructural strengthened layers in process of vacuum ion-plasma nitriding of VT20 titanium alloy 14
- Nikiforova T. E., Omel'chenko A. I., Sobol' E. N.** Magnetic control of distribution of ferromagnetic nanoparticles in biological tissues during laser-assisted variation of their shapes. 19

PROCESSES AND REACTORS

- Zakharov M. K.** Opportunities for energy saving in mass exchange processes with evaporation of fluid 23

ECOLOGY

- Leont'ev L. I., Butusov O. B., Meshalkin V. P.** Methodology of construction of integral index system for evaluating the actions of integrated iron and steel works on forest tracts. 29

THE MAIN RUSSIAN PRODUCERS OF CHEMICAL PRODUCTS

- The 'Nizhnekamskneftekhim' open-end joint stock company 36

INFORMATION

- History** of creation and development of epoxy resins 43
- Cherries** instead of aspirin 49
- Equipment** for chemical industry. 51
- Dictionary** of terms 53
- News** of literature 56

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ИНЖЕНЕРА-ХИМИКА



Издается с января 2007 г.

Автор(ы) статьи передает(ют) *исключительное право* издательству ООО "Наука и технологии" на ее публикацию в любой форме в данном журнале и его зарубежных аналогах.

Главный редактор
Академик РАН П. Д. САРКИСОВ

Заместители главного редактора
Л. С. ГОРДЕЕВ,
Г. В. МАЛЫШЕВА

Редакционный совет

БЕРЛИН А. А.
БАРАНОВ Д. А.
БЛИНИЧЕВ В. Н.
ВЕНТ Д. П.
ДЬЯКОНОВ Г. С.
ЖАБРЕВ В. А.
ИВАНОВ В. П.
ИБРАГИМОВ И. Г.
МЕШАЛКИН В. П.
МИЩЕНКО С. В.
НОСКОВ А. С.
ПЕРЛОВ Н. А.
СОКОЛ Б. А.
СТАРОДУБЦЕВ В. С.
ТИМОФЕЕВ В. С.
ЧЕРНЫШЕВ А. К.

Редакционная коллегия

ВИГДОРОВИЧ В. И.
ЕВДОКИМОВ Ю. М.
ЗАИКОВ Г. Е.
ЖУКОВ А. П.
КОВАЛЕВСКИЙ М. А.
КОМАРОВ Г. В.
МАСЛЕНКОВ С. Б.
МЯСОЕДОВА В. В.
СИДОРОВ О. И.

Ведущий редактор Карелина Л. А.

За достоверность информации и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

При использовании материалов журнала в любой форме ссылка на журнал обязательна.

Адрес издательства:

107076, Москва,
Стромынский пер., 4/1, стр. 3
тел./факс: (499) 164-47-74; 269-52-97
E-mail: admin@nait.ru
http://www.nait.ru

Телефон редакции:

(495) 651-21-23
E-mail: korhimk@polymer.chph.ras.ru

© ООО «Наука и технологии», 2009

ОСНОВЫ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

- Малышев В. П., Турдукожаева А. М. Равновесная самоорганизация наноразмерных кластеров твердой фазы в жидкости 2
- Цветков С. А. Низкоэнергетические ядерные реакции в веществе: итоги, направления развития 7

ХИМИЯ НАНОСИСТЕМ

- Скворцова С. В., Петров Л. М., Лукина Е. А. Изучение формирования наноструктурных упрочненных слоев в процессе вакуумного ионно-плазменного азотирования титанового сплава VT20 14
- Никифорова Т. Е., Омельченко А. И., Соболев Э. Н. Магнитное управление распределением ферромагнитных наночастиц в биотканях при лазерном изменении их формы 19

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ

- Захаров М. К. Возможности энергосбережения в массообменных процессах с испарением жидкости 23

ЭКОЛОГИЯ

- Леонтьев Л. И., Бутусов О. Б., Мешалкин В. П. Методология построения системы интегральных индексов для оценки воздействия металлургических комбинатов на лесные массивы 29

ОСНОВНЫЕ РОССИЙСКИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

- Ассортимент продукции ОАО "Нижнекамскнефтехим" 36

ИНФОРМАЦИЯ

- История создания и развития эпоксидных смол 43
- Вишня вместо аспирина 49
- Оборудование для химической промышленности 51
- Словарь терминов 53
- Новости литературы 56

УДК 539.172.13

Низкоэнергетические ядерные реакции в веществе: итоги, направления развития

С. А. Цветков

Научная корпорация "Биология Газ Сервис", г. Заречный
tflower@uraltc.ru

В марте 1989 года английский электрохимик Мартин Флейшман и его коллега американец Стенли Понс из университета штата Юта выступили в США с сенсационным заявлением о наблюдаемом ими явлении при электролизе 0,1 молярного раствора LiOD в тяжелой воде (D₂O) с палладиевым электродом. По их заявлению, они регистрировали нейтроны, тритий и избыточное тепло, которое нельзя было объяснить только электрохимическими реакциями, они относили его к результату ядерных реакций. Этими ядерными реакциями, по их предположению, были реакции синтеза ядер дейтерия внутри палладия при насыщении его дейтерием в процессе электролиза. Процесс имел явно выраженный и длительный характер. Это явление было названо холодным синтезом. Сейчас это явление принято называть низкоэнергетическими ядерными реакциями в веществе.

Поспешная пресс-конференция с заявлением, а не научная статья в солидном журнале, была средством заявить о своих опытах первыми. Потому что в это же время американский ученый Стив Джонс из университета Бреминг Янга тоже занимался аналогичными опытами и мог их опередить. Впоследствии М. Флейшман и С. Понс опубликовали статью в электрохимическом журнале с результатами своих экспериментов [1]. Эта пресс-конференция сыграла в дальнейшем плохую роль в признании явления и позволила скептикам и противникам обрушиться с критикой на ученых.

С. Джонс вскоре тоже опубликовал свою работу [2] по электролизу тяжеловодных растворов солей металлов с палладиевым и титановым электродами, где он представил результаты измерения нейтронов со скоростью реакции 10^{-20} актов/с. Этот уровень впоследствии был назван уровнем Джонса.

Во многих лабораториях мира были предприняты попытки повторить эксперименты по

электролизу. Пробовали другие материалы, электролиты. Измеряли содержание трития и гелия-4 в растворах и материалах электродов. Применяли другие методики по насыщению дейтерием материалов. В итоге сформировалось несколько направлений по изучению низкоэнергетических ядерных реакций в веществе:

- электролиз тяжело- и легководных растворов [1–4],
- насыщение дейтерием методом ионной имплантации [5],
- электролиз расплавов солей с дейтеридом лития [6],
- тлеющий разряд в среде дейтерия [7],
- электролиз протонпроводящих материалов из газовой фазы [8],
- насыщение дейтерием из газовой фазы водородопоглощающих материалов [9],
- насыщение вольфрамовых бронз [10],
- сегнетоэлектрики [11].

Сюда же можно отнести ячейку Дж. Паттерсона [12] и гидроагрегат Ю. С. Потапова, осуществляющего интенсивную кавитацию жидкости [13].

Предлагались различные методы активации процесса: механическое воздействие [14], ультразвуковое [15], кавитацией [16], воздействие магнитных полей [17], электромагнитных излучений [18], вплоть до ионизирующих [19].

В книге [20] под редакцией В. Ф. Балакирева рассматриваются превращения химических элементов при электромагнитных воздействиях. Способы воздействия связаны с большими импульсными токами. Сделано заключение о существовании низкотемпературной слабоэнергетической трансмутации химических элементов с выделением энергии. В книге опубликовано несколько работ. В частности, работы С. Louis Kervran с результатами экспериментов и научные гипотезы по преобразованию элементов на примере биологических и геологи-



ческих систем. В этих работах, опубликованных в 70—80 гг. XX века, впервые высказана гипотеза о "слабоэнергетических ядерных трансмутациях". Преобразования в геологических системах перекликаются с работами Ярославского М. А. из Института физики Земли, г. Москва [21, 22]. В этих работах при температуре жидкого азота нагружали образец природного мела, пропитанного тяжелой водой давлением 3,8 ГПа, при этом регистрировали $1 \cdot 10^6$ нейтрон/с. При отогревании образца от температуры 77 К до комнатной температуры регистрировали цуги импульсов, содержащие 1000 импульсов длительностью порядка сотен микросекунд. Интенсивность нейтронного потока составляла $1 \cdot 10^6$ нейтрон/с. На основании этого Ярославский М. А. предположил возможность осуществления ядерной реакции синтеза ядер гелия-3 из ядер дейтерия.

К этому же направлению можно отнести работы Кривицкого В. А., описанные в книге [23]. В этой монографии предложен новый подход к проблемам геохимической эволюции Земли и процессам элементообразования. Главным процессом, приводящим к трансмутации химических элементов, является синхронизация кластеров атомных ядер, приводящая к ядерной диссоциации протоядер и тяжелых атомных ядер. Концепция автора подтверждена экспериментальными данными, которые приводятся в монографии.

Преобразование химических элементов в биологических системах продолжают работы Высоцкого В. И. и Корниловой А. А., опубликованные в книге [24]. Здесь представлены результаты экспериментов по осуществлению управляемого ядерного синтеза изотопов в растущих микробиологических культурах, рассмотрены теоретические модели, перспективы использования.

Также в книге [20] под редакцией В. Ф. Балакирева рассматриваются работы Болотова Б. В. [25], Вачаева А. В. и Иванова Н. И. [26], Балакирева В. Ф. и Крымского В. В. [27], Казбанова В. И. и Трофимова В. И. [28] и Уруцкоева Л. И. [29].

Метод Болотова Б. В. [25] осуществляли на индукционной печи с дополнительными катушками на торообразном каркасе, с окнами для ввода испытуемых образцов в циркониевых или графитовых тиглях. Использовали импульс-

ные токи до 10^7 А/мм² длительностью до 0,1 мкс. Дополнительно создавали слабый фон нейтронов. Импульсные токи пропускали через кобальтовый расплав при температуре 2500 °С. После 10 часов работы установки спектрограммы показали наличие железа и никеля по сравнению с исходными спектрограммами, принадлежащими кобальту. При эксперименте с боразоном B_2N_2 , с предварительным насыщением его дейтерием, были обнаружены бериллий и углерод. А после обработки сплава викалоя (51 % Со, 11 % V, 37 % Fe) обнаружены частоты кремния и магния.

Метод А. В. Вачаева—Н. И. Иванова [26] заключается в создании электрического разряда, который создает плазму в струе движущейся воды внутри катушки, создающей магнитное поле. Электрический разряд импульсный. При исследованиях на вход установки подавали воду (дистиллированную, питьевую, речную), водно-минеральные смеси, водные стоки, водно-углеродные смеси. В результате получали выход твердых продуктов. Из воды получали Li, Be, C, B, Si, Cr, Mg, Fe, Mn, Ni, V, Sn, Zn, Al, Cu, Ti, P, S, Bi, Se, Pb, Te в количестве от 0,012 до 48,5 г/кг. Кроме этого, получали до 0,112 мг/л тяжелой воды и рН воды повышался до 6,8. При обработке на установке смесей твердого вещества (отходы производства, шлаки, руды) и воды получали до 214 кг Fe на одну тонну обработанной водно-минеральной смеси, а также Cr, Mn, V, Ni, Zn в количестве десятка килограмм. Подбором тока стабилизации при обработке смеси можно достигнуть увеличения выхода заданного элемента. На установке проводили обработку различных промышленных и бытовых стоков в режиме максимального выхода твердой фазы. Вывод такой, что стоки могут быть использованы для получения различных элементов и содержание большинства элементов в обработанной воде уменьшается, т. е. происходит ее очистка. При обработке сред, содержащих в большом количестве углеводороды, в воде образуется нерастворимый твердый осадок черного цвета, во всех фазах (твердой, жидкой, газообразной) появляются элементы, отсутствующие в исходном сырье, в виде гидратов, гидридов и хлоратов.

В работах Балакирева В. Ф. и Крымского В. В. [27] приведены результаты воздействия мощных наносекундных электромагнитных импульсов

на физико-химические свойства веществ. Отмечено изменение свойств водных растворов солей и расплавов металлов. Приведены опыты, которые можно интерпретировать как трансмутацию химических элементов.

Казбанов В. И. и Трофимов В. И. [28] исследовали процесс преобразования химических элементов на примере фосфида алюминия в импульсном электрическом разряде. Для воздействия использовали как импульсный электрический разряд низковольтной дуги переменного тока в интервале мощностей 0,5—1 кВт, так и высоковольтный 6—7 кВ искровой разряд малой мощности. В результате этих воздействий образуется кремний Si до содержания 19,8 % (мас.).

Метод Уруцкоева Л. И. [29] заключается в электровзрыве металлических фольг в жидкостях. Конденсаторная батарея разряжается на фольгу, помещенную в воду. Энергозапас конденсаторной батареи при разрядном напряжении 4,8 кВ составлял 50 кДж. В качестве рабочей жидкости использовалась дистиллированная вода, в качестве материала фольги — титан. По результатам масс-спектрометрических анализов средний процент трансформации титана составил 4 %. В пробах обнаружено наличие "чужих" химических элементов, отсутствующих в исходной фольге. Средний результат по 24 опытам показывает наличие Fe — до 30 % (мас.), Al — 12 % (мас.), Cr — 10 % (мас.), Si, Cu, Zn — до 8 % (мас.), Na, Mg, K, Ca, V, Ni — от 2 до 5 % (мас.).

Группа, возглавляемая Бондаренко Н. Б. из г. Заречного Свердловской области, в начале 1990 года проводила эксперименты по определению инициирующего воздействия лазерного излучения на интенсивность ядерных реакций при взаимодействии дейтерия с титаном. Эти эксперименты подтвердили гипотезу о протекании ядерных реакций при фазовых переходах, но лазерное излучение не оказывало существенного инициирующего воздействия на интенсивность ядерных процессов. Результаты этих работ были опубликованы в журнале *Fusion Technology* в 91-м году [30]. В этой статье с помощью расчетов доказывалась возможность создания гамма-лазера.

Электролиз тяжелых водных растворов продолжает совершенствоваться доктор М. McKubre из США [31], который определил несколько

пороговых величин получения избыточного тепла при электролизе с палладиевым электродом. Это — время начала выделения тепла, степень насыщения палладия дейтерием (более 0,8 атомов дейтерия на один атом палладия), плотность тока электролиза и поток дейтерия в палладиевом электроде.

Интенсивные исследования в этом направлении велись в Японии до апреля 1998 года в Институте новой энергии водорода. Японцы так называют явление низкоэнергетических ядерных реакций в веществе. Результаты, полученные по этой программе, были незначительными, и японцы прекратили государственное финансирование. Японские ученые, которые интенсивно занимаются проблемой низкоэнергетических ядерных реакций в веществе, создали в Японии общество холодного синтеза, организована частная лаборатория по холодному синтезу, возглавляемая профессором Н. Kozima. Это события апреля 1999 года.

Электролизом расплавленных солей с дейтеридом лития начал заниматься профессор В. Liaw на Гавайях [6]. Он проводил электролиз расплава эвтектики KCl—LiCl с LiD на палладиевом электроде при температуре около 400 °С. В. Liaw сообщил о регистрации избытка тепла, в несколько раз превышающего подведенную энергию. Его опыты были повторены в Институте высокотемпературной электрохимии Уральского Отделения Российской Академии Наук (г. Екатеринбург) в 1996 году [32]. Было получено резкое отличие тепловыделений при электролизе с LiD от LiH и равенство затраченной энергии и регистрируемой тепловой с LiD. Анализ термодинамики протекающих электрохимических реакций говорит об избытке тепла, но не в таких количествах, как у В. Liaw.

Направление, использующее тлеющий разряд, было начато и развивается в Подольске [33—36]. Суть этой методики состоит в насыщении электродов из Pd, Ti и других металлов при поджигании тлеющего разряда в среде дейтерия. Работы ведутся по регистрации избыточного тепла, ядерных излучений и наработке изотопов трития и других элементов в электродах. Было обнаружено увеличение содержания трития, наработка изотопов Pd и Ag, избыточное тепло, зарегистрированы нейтроны с энергией больше 2,5 МэВ (это энергия нейтронов при $d-d$ реакции синтеза), высоко-



энергетичные частицы (протоны и α -частицы) и обнаружена анизотропия гамма-излучения высокой энергии. Работы эти ведутся двумя группами, одна из которых финансировалась японцами (компания *Honda*), а другая Министерством обороны. В 1998 году японцы прекратили финансировать эти работы, а Министерство обороны открыло лабораторию в Подольске, но тут большие проблемы с финансированием.

Работы по электролизу протонпроводящих материалов (церагов стронция) были начаты в г. Заречный Свердловской области совместно с Институтом высокотемпературной электрохимии Уральского отделения РАН (г. Екатеринбург) под руководством академика А. Н. Барабошкина в 1993 году [37]. В декабре 1993 года на международной конференции по холодному синтезу на Гавайях было доложено об одновременной регистрации, при охлаждении церата стронция в атмосфере дейтерия после электролиза в районе $435\text{ }^{\circ}\text{C}$, повышения температуры образца на несколько градусов, вспышки нейтронов и изменении при этом давления дейтерия [8]. Процесс имел характер "вспышки". Эти работы финансировались американцами (фирма *ENESCO*). Одновременно японцы сообщили о регистрации избыточного тепла при циклировании постоянным электрическим током этих же цератов стронция в среде дейтерия в районе $450\text{ }^{\circ}\text{C}$. Работы в этом направлении были прекращены после смерти А. Н. Барабошкина. Была исследована система протонный проводник—дейтерий. Обнаружены аномальные тепловые эффекты при температурах 445 , 570 и $630\text{ }^{\circ}\text{C}$, которые могут быть отнесены к фазовым переходам в данной системе при насыщении дейтерием цератов стронция. Опубликованная работа французов [38] подтверждает наличие фазового перехода в этой системе при температуре $445\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В 1990 году в Уральском политехническом институте (г. Екатеринбург) на кафедре экспериментальной физики доктором Калиевым К. А. были начаты работы по насыщению вольфрамовых бронз дейтерием [10]. Вольфрамовая бронза представляет собой кристалл состава Na_xWO_3 . Из солевого расплава при высокой температуре выращивали кристаллы вольфрамовых бронз. Потом при высоковакуумной откачке прикладывали высокий потенциал к кристаллу и удаляли ионы натрия из него

при температуре $700\text{ }^{\circ}\text{C}$. Кристалл охлаждали до комнатной температуры и напускали дейтерий. По мнению авторов, дейтерий должен проникать по каналам, образованным по местам расположения атомов натрия, и при этом взаимодействовать друг с другом. Здесь регистрировали возрастание температуры кристалла на десятки градусов и нейтроны. Процесс имел характер вспышки. Сейчас Калиев К. А. пытается получить официальное экспертное заключение о регистрации нейтронов при насыщении пленок из вольфрамовых бронз в Объединенном институте ядерных исследований в г. Дубна и запатентовать свои результаты в России.

Гидроагрегат Потапова исследовался в 1996 году в НПО "Энергия" Бажутовым Ю. Н. из НИЦ "Эрзион" г. Москва [13]. Они определили, что при кратковременных включениях с тяжелой водой регистрируют нейтроны, т. е. избыточное тепло, возникающее при работе гидроагрегата, можно объяснить ядерными процессами. При работе агрегата с тосолом (углеводороды) обнаружена наработка углерода-14.

В Институте физической химии РАН в Москве в группе Липсона А. Г. ведутся работы с сегнетоэлектриками DKDP — KD_2PO_2 [11, 39, 40]. Здесь определили, что при переходе сегнетоэлектрика через точку Кюри происходит усиление слабого нейтронного потока, падающего на образец, причем, если в образце присутствует водород, то эффект уменьшается и даже становится отрицательным при увеличении концентрации водорода. Также этой группой проведены эксперименты по наработке углерода-14 при диспергировании графита с тяжелой водой при воздействии слабого нейтронного потока [41]. Надо заметить, что эта же группа еще в 1986 году под руководством академика Дерягина Б. В. [42] обнаружила вспышки нейтронов при раскалывании тяжелого льда и Липсоном А. Г. была защищена кандидатская диссертация [43].

Цветков С. А. из группы, возглавляемой Бондаренко Н. Б., продолжил заниматься насыщением титана дейтерием из газовой фазы [44]. Параметры насыщения были следующие: температура — $550\text{ }^{\circ}\text{C}$, давление дейтерия — 50 атмосфер. Применяли метод циклирования — насыщение и дегазация образца. Дегазацию осуществляли путем откачки форвакуумным насосом. В процессе эксперимента обнаружены

вспышки нейтронов и гамма-излучения длительностью не более 0,5 секунды и интенсивностью 500 нейтрон/сек и 5400 гамма-квантов/сек соответственно. Доказано, что моменты вспышек соответствуют фазовым переходам в системе титан—дейтерий. Отличительной особенностью этого способа является использование образца, изготовленного из порошка гидрида титана с диаметром частиц 100 мкм, методом теплового компактирования. При проведении этих экспериментов было замечено, что вспышки нейтронов регистрируются только в случае образования окисной пленки на образце. При отсутствии окисной пленки — вспышки не регистрировались. Поэтому был проведен оценочный эксперимент по влиянию примесей воздуха в газообразном дейтерии на интенсивность и частоту нейтронного и гамма-излучений при фазовых переходах. Были получены следующие результаты: при напуске смеси 1,5 % воздуха + дейтерий регистрировали отдельные вспышки гамма-квантов и нейтронов. Причем, характер излучения и частота следования вспышек меняются от скорости изменения содержания дейтерия в титане, т. е. от скорости поглощения газовой смеси. При невысокой скорости поглощения регистрировали вспышки гамма-излучения в количестве двух на процесс поглощения, а при возрастании скорости поглощения — вспышки нейтронов до семи на процесс поглощения. Интенсивность нейтронных вспышек зависит прямо пропорционально от массы образца. Зарегистрировано увеличение температуры образца на 45 °С по сравнению с температурой при поглощении чистого дейтерия. Рассчитанное количество избыточного тепла при насыщении смесью дейтерия с воздухом образца титана составило $Q = 355,88$ Дж или около 50 кДж/кг образца. В пересчете на каждый акт взаимодействия дейтерия с изотопом кислорода-17 выделится $4 \cdot 10^{11}$ эВ, что в 2000 раз больше, чем при делении одного атома урана-235. Таким образом, можно утверждать, что примеси воздуха в дейтерии оказывают инициирующее воздействие на низкоэнергетические ядерные реакции в веществе.

Анализ работ экспериментаторов, работающих в других направлениях низкоэнергетических ядерных реакций в веществе, говорит о наличии во всех системах помимо дейтерия и металлов кислорода как в газообразном, так и

в связанном виде. Можно предположить, что явление низкоэнергетических ядерных реакций в веществе связано с реакциями синтеза ядер между кислородом и дейтерием внутри твердого тела. Причем предпочтение как по продуктам реакций, так и по спектру энергий продуктов этих реакций надо отдать изотопам кислорода: ^{17}O и ^{18}O . По-видимому, наличие или отсутствие этих изотопов в системах, подвергаемых насыщению дейтерием, и определяет воспроизводимость получения результатов и интенсивность реакций. На основе этих работ составлена заявка на патент Российской Федерации — Способ ядерного синтеза и устройство его осуществления — приоритет от 10.12.97. В январе 2000 года получен Российский патент № 2145123 [45], который продолжает действовать и сейчас.

Не лишено смысла рассмотреть реакции синтеза дейтерия с изотопами азота и углерода.

Кратко можно сформулировать необходимые условия осуществления низкоэнергетических ядерных реакций в веществе:

1. Необходимо наличие материалов, поглощающих дейтерий в больших количествах, претерпевающих при этом фазовые переходы, имеющие высокоразвитую поверхность.

2. Наличие в системе изотопов кислорода.

3. Существуют оптимальные скорости фазовых переходов.

Для регистрации ядерных излучений необходимо использовать аппаратуру, способную регистрировать импульсное нейтронное и гамма-излучение. То есть явление низкоэнергетических ядерных реакций в веществе существует, но для его наблюдения необходимо соблюдать определенные условия.

С началом экспериментальных работ были начаты работы по моделированию фазовых переходов в системе палладий—дейтерий и определения поведения дейтерия при этом [46, 47]. Было получено, что при фазовом переходе появляются одиночные атомы дейтерия с энергией 10 эВ и сближающиеся на расстояния внутри кристалла палладия меньше, чем в молекуле D_2 .

Считаем, что необходимо продолжить эксперименты по насыщению и дегазации титана дейтерием в смеси с изотопами кислорода для увеличения интенсивности и длительности излучений с проведением спектрометрии, а также проведение калориметрических измерений.



В дальнейшем необходимо проверить изотопы азота и углерода в смеси с дейтерием при взаимодействии с титаном.

Кратко коснемся существующих теорий низкоэнергетических ядерных реакций в веществе, которые можно разделить на следующие:

1. Хагельштейн предполагает наличие в материале фоновых тепловых нейтронов, которые являются катализаторами $d + d$ реакций. Неравномерность этих нейтронов в разных материалах и в разном месте объясняет невозможность явления [48].

2. Царев В. А. [49] предлагает рассматривать растрескивание материалов при насыщении их дейтерием. Он утверждает, что в результате образования трещин могут образовываться высокие электрические потенциалы, которые оказывают ускоряющее действие на дейтроны и в результате этого реализуются условия "горячего" ядерного синтеза.

3. Есть теории, которые рассматривают влияние на низкоэнергетические ядерные реакции в веществе экзотических элементарных частиц. Так, Бажутов Ю. Н. [50] утверждает, что существуют частицы, называемые им *эрзионами*, с помощью которых можно объяснить явление низкоэнергетических ядерных реакций в веществе. У него рассчитаны параметры этих частиц, но они пока не обнаружены. Есть теории, исходной точкой которых является существование динейтрона.

4. Существуют различные теории, предполагающие различные способы преодоления кулоновского барьера и увеличения вероятности $d + d$ реакций [51].

5. Наиболее простой и объясняющей особенности экспериментов по низкоэнергетическим ядерным реакциям в веществе, на наш взгляд, может быть разрабатываемая в Дубне Беляевым В. Б. "резонансная" теория [52]. Суть ее в том, что в случае образования химических соединений могут существовать при определенных неэкзотических условиях околопороговые резонансы для ядерных систем. Он доказывает, что возможно значительное усиление вероятности ядерного перехода $p + p + {}^{16}\text{O} \rightarrow {}^{18}\text{Ne}$ при вполне реальных условиях. При обсуждении влияния кислорода на низкоэнергетические ядерные реакции в твердом теле выяснено, что для соединения $d + {}^{17}\text{O}$ существует пороговая энергия ядерного резонанса ${}^{19}\text{F}$, т. е. су-

ществуют условия, увеличивающие вероятность реакции $d + {}^{17}\text{O} \rightarrow {}^{19}\text{F} + n$. Эти условия вполне могут быть осуществлены в системе дейтерий—кислород—титан. Сейчас Беляевым В. Б. ведутся экспериментальные работы по изучению резонансных реакций в простой воде. Можно указать на области практического применения явления низкоэнергетических ядерных реакций в веществе:

- получение энергии;
- можно использовать излучения для трансмутации ядерных отходов;
- создание гамма-лазера;
- создание высокоинтенсивного источника света;
- производства изотопов.

Низкоэнергетические ядерные реакции в веществе являются одним из направлений развития водородных технологий. Эти технологии являются альтернативой нефтяной промышленности, в частности, замена двигателей внутреннего сгорания и дизельных двигателей на водородные двигатели, ядерной энергетике и термоядерному синтезу, который особо яростно не приемлет и затирает низкоэнергетические ядерные реакции в веществе на уровне Правительства и Академии наук. Развитие низкоэнергетических ядерных реакций в веществе приведет к научно-технической революции во многих областях человеческой деятельности.

По своей сути эта технология получения энергии является противоположной всем известным. Все известные технологии основаны на использовании имеющихся не возобновляемых ресурсов, т.е. на получении энергии за счет разрушения. Низкоэнергетические ядерные реакции в веществе направлены на получение энергии при синтезе новых элементов. В химических реакциях используется энергия двух последних электронных оболочек ядер, при низкоэнергетических ядерных реакциях в веществе — энергия ядра.

Понятно, что все это создает много противников не только развитию, но и зарождению этого направления. В статье В. Шелепова, опубликованной в еженедельнике "Совершенно секретно" (ноябрь 1998 г.), и перепечатанной в журнале "Чудеса и приключения" № 5 за май 1999 года, под названием "За что был убит Джон Кеннеди", холодный ядерный синтез был

причислен к запрещенным для разработки научным темам [53].

Для развития этого направления необходимы серьезные усилия и со стороны Правительства РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fleischmann M., Pons S., Hawkins M. // J. Electroanal. Chem., 1989. V. 261. N 2A. P. 301–308.
2. Jones S. E., Palmer E. P., Czirr J. B. et al. // Observation of cold nuclear fusion in condensed matter. Nature, 1989. V. 338. N 6218. P. 737–740.
3. Русов В. Д., Зеленцова Т. Н., Семенов М. Ю. и др. // Письма в ЖТФ, 1989. Т. 15. № 19. С. 9–13.
4. Bush R. T. // Fusion Technol., 22. 1992. P. 301.
5. Зеленский В. Ф., Рыбалко В. Ф., Морозов А. Н. и др. Препринт ХФТИ АН УССР. Харьков, 1989. 25 с.
6. Liaw B. Y., Tao P.-L., Turner P., Liebert V. E. // J. Electroanal. Chem., 1991. V. 319. P. 161–175.
7. Karabut A. B., Kucherov Ya. R., Savvatimova I. B. // Fusion technology, 1991. V. 20. December. P. 924–928.
8. Samgin A. L., Varaboshkin A. N., Murygin I. V. et al. // Proceedings ICCF-4, December 6–9. 1993. Lahaina, Hawaii, EPRI, Palo Alto, California, V. 3; Nuclear Measurements Papers. P. 5-1–5-7.
9. De Nino A., Frattolillo A., Lollobattista G. et al. // Europhys. Lett., 1989. 9. N 3. P. 221–224.
10. Kaliev K. A., Varaboshkin A. N., Samgin A. L. // Physics Letters A 175. N 4. 1993. P. 199–202.
11. Lipson A. G., Sakov D. M., Kalinin V. B., Derygin B. V. // Letters in JTP. 1992. V. 18. N 16. P. 90–95.
12. U. S. Pat. No. 5,372,688 and also Report by V. Lapuszynski, "The Patterson Power Cell™", Cold Fusion, 7. 1995. P. 1. Patterson J.
13. Бажугов Ю. Н., Корецкий В. П., Кузнецов А. Б. и др. // Мат. 3-й Российской конференции по холодному синтезу и трансмутации ядер, Дагомыс, Россия, 2–7 октября 1995. М.: НИЦ ФТП Эрзион. 1996. С. 72–78.
14. Ярославский М. А. // Доклады АН СССР, 1989. Т. 307. № 2. С. 369–370.
15. Заявка JP 91226,694; "Cold nuclear fusion based on electrochemistry in ultrasound field", Semiconductor Energy Laboratory Co. (SEL); 07 Oct. 1991.
16. Липсон А. Г., Клюев В. А., Дерягин Б. В. и др. // Письма в ЖТФ. Т. 16. В. 19. 1990. С. 89–93.
17. Пат. 2096846 РФ, Способ получения элементов и устройство для его осуществления // Опублик. 1997. № 32. С. 369.
18. Крымский В. В., Балакирев В. Ф. // Доклады РАН, 2002. Т. 385. № 6. С. 786–787.
19. Заявка № 4714410/25/071629 "Способ осуществления реакции низкотемпературного синтеза" 23.05.89. / Бондаренко Н. Б., Кадников В. П., Мальцев А. Г., Сафонов В. А., Шенцев В. М., Цветков С. А.
20. Балакирев В. Ф. и др. "Взаимопревращения химических элементов". Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 96 с.
21. Ярославский М. А. // Доклады АН СССР, 1989. Т. 307. № 2. С. 369–370.
22. Ярославский М. А. // Доклады АН СССР. 1989. Т. 307. № 3. С. 600–601.
23. Кривицкий В. А. "Трансмутация химических элементов в эволюции Земли: от гипотезы — к реальности и эксперименты", М.: МПГУ, 2003. 204 с.
24. Высоккий В. И., Корнилова А. А. "Ядерный синтез и трансмутация изотопов в биологических системах", М.: Мир, 2003. 304 с.
25. Болотов Б. В., Болотова Н. А., Болотов М. Б. Основы строения вещества. Запорожье: Запорожская гос. Академия, 1996. 110 с.
26. Пат. 2096846 РФ, МКИ G 21 G 1/00, H 05 H 1/24. Способ получения элементов и устройство для его осуществления. А. В. Вачаев, Н. И. Иванов, А. Н. Иванов, Г. А. Павлова. Заявл. 31.05.94, Изобретения, 1997. № 3. С. 369.
27. Крымский В. В., Балакирев В. Ф. // Док. РАН, 2002. Т. 385. № 6. С. 786–787.
28. Пат. 2140110 РФ, МКИ G 21 G 1/00, C 01 B 33/00. Способ получения кремния / В. И. Казбанов, А. Г. Оладо, В. И. Трофимов, Г. М. Рыбаченко и др. / Заявл. 12.03.97. Изобретения, 199. № 27. С. 389.
29. Уруцкоев Л. И., Ликсонов В. И., Циноев В. Г. Прикладная физика, 2000. Вып. 4. С. 83–100.
30. Beltyukov Igor L., Bondarenko Nikolay B. et al. "Laser-Induced Cold Nuclear Fusion in Ti-H₂-D₂-T₂ Compositions". Fusion Technology, 1991. V. 20. N 2. P. 234–238.
31. McKubre M. C. H., Crouch-Baker S., Riley A. M. et al. Frontiers of Cold Fusion, Proceedings ICCF3. Dec. 1993. Nagoya. Japan. Ed. By H. Ikegami, Universal Academy Press, Tokyo. P. 5.
32. Хохлов В. А., Филатов Е. С., Самгин А. Л. и др. // Холодный ядерный синтез. Материалы 2-ой Российской конференции по холодному синтезу и трансмутации ядер, Сочи, 19–23 сентября 1994. М.: РФО. 1995. С. 117–122.
33. Savvatimova I. B. Proceedings ICCF-6, Hokkaido, Japan, 1996. 575.
34. Karabut A. Proceedings ICCF-6, Hokkaido, Japan, 1996. 463.
35. Савватимова И. Б., Карабут А. Б. // Поверхность, 1996, 1. С. 63–75.
36. Савватимова И. Б., Карабут А. Б. // Поверхность, 1996, 1. С. 76–81.
37. Mizuno T., Eno M., Akimoto T. Azumi K. // Proceedings ICCF-4, December 6–9. 1993. Lahaina, Hawaii, EPRI, Palo Alto, California. 2. 14. (1994).
38. Loridant S., Abello L., Siebert E. et al. Solid State Ionics, 1995. V. 78. P. 249–258.
39. Липсон А. Г., Саков Д. М., Саунин Е. И., Дерягин Б. В. // Письма в ЖТФ. 1993. Т. 19. В. 22. С. 74–78.
40. Дерягин Б. В., Андрианкин Э. И., Липсон А. Г. и др. // Доклады Академии Наук, 1994. Т. 334. № 3. С. 291–295.
41. Липсон А. Г., Саунин Е. И., Ушаков С. И. и др. // Холодный ядерный синтез: Материалы 3-й Российской конференции по холодному синтезу и трансмутации ядер. Дагомыс. Россия. 2–7 октября 1995. М.: НИЦ ФТП Эрзион. 1996. С. 50–60.
42. Derygin B. V. et al. Kolloid Journal, 1986. 68. N 1. С. 12–14.
43. Липсон А. Г. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, М., 1986. 17 с.
44. Цветков С. А. // Холодный ядерный синтез: Материалы 3-й Российской конференции по холодному синтезу и трансмутации ядер. Дагомыс. Россия. 2–7 октября 1995. М.: НИЦ ФТП Эрзион, 1996. С. 281–294.
45. Цветков С. А. Пат. RU № 2145123 C1, 7 G 21 B 1/00. Приоритет от 10.12.97, БИ № 25. 10.09.99. С. 135–136.
46. Вараксин А. Н., Живодеров А. А., Бондаренко Н. Б., Шипицын В. Ф. Физика металлов и металловедение, 1991. В. 9. С. 30–34.
47. Цветков С. А., Бондаренко Н. Б., Бельтюков И. Л. и др. Физика металлов и металловедение. 1993. Т. 76. В. 4. С. 94–97.
48. Hagelstein P. L. Trans. Fusion Tech., 1994. V. 26, N 4T. P. 461–473.
49. Царев В. А. // Успехи физических наук, 1992. Т. 162. № 10. С. 63–91.
50. Бажугов Ю. Н., Верешков Г. М. // Сборник научных трудов "Холодный ядерный синтез". ЦНИИМАШ. 1992. С. 22–28.
51. Kozima H. "Discovery of the Cold Fusion Phenomenon", Ohotake Shuppan Inc., Tokyo, Japan, 1998, 370 p.
52. Belyaev V. B., Motovilov A. K., Sandhas W. JINR Rapid Communications 6[74]-95, 5 (1995).
53. Чудеса и приключения. 1999. № 5. С. 4–6.