

А.В. Ванников

д-р хим. наук, заведующий лабораторией

А.Д. Гришинад-р хим. наук, главный научный
сотрудник(Институт физической химии
и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН)**НАТАЛИЯ АЛЕКСЕЕВНА БАХ**

Сообщаются краткие биографические данные. Н.А. Бах возглавляла отдел радиационной химии Института электрохимии РАН. Основные направления научной деятельности Н.А. Бах – изучение электрокинетических явлений на различных объектах, радиационная химия, органические полупроводники. Н.А. Бах заслуженно считается основателем радиационной химии в нашей стране.

Ключевые слова: физическая химия; электрохимия; радиационная химия; органические полупроводники.

A.V. Vannikov**A.D. Grishina**(A.N. Frumkin Institute of Physical
Chemistry and Electrochemistry of RAS)**NATALYA ALEKSEEVNA BAKH**

Brief biographical facts are given. N.A. Bakh headed the Laboratory of radiation chemistry in the Institute of Electrochemistry. The main interests of her research work were in the field of electrokinetic phenomena at various objects, radiochemistry, organic semiconductors. N.A. Bakh is worthy regarded among the founders of radiochemistry in our country.

Key words: physical chemistry; electrochemistry; radiochemistry; organic semiconductors.

Краткая биография

Наталья Алексеевна Бах (2.05.1895–13.02.1979 гг.) родилась 2 мая 1895 г. в Женеве. Отец – русский политэмигрант (член «Народной воли») Алексей Николаевич Бах, впоследствии крупнейший русский био-, физико-химик, академик. Мать – врач. Н.А. Бах впервые приехала в Россию в 1920 г. после окончания университета в Женеве, где получила степень доктора естественных наук по химии и поступила на работу лаборанткой к своему отцу (который вернулся с семьей в Россию сразу после Февральской революции 1917 г.) в Центральную химическую лабораторию ВСНХ, преобразованную впоследствии в Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова, директором которого в течение многих лет был академик А.Н. Бах. Она работала младшим химиком, химиком, старшим химиком. С 1927 г. Наталья Алексеевна начала работать в отделе поверхностных явлений, руководимым академиком А.Н. Фрумкиным. С этого момента с ним была связана вся ее научная жизнь. В 1935 г. она получила ученую степень



кандидата химических наук без защиты диссертации. В 1941 г. Н.А. Бах была переведена в Коллоидо-электрохимический институт АН СССР (с 1945 г. Институт физической химии АН СССР), директором которого с 1939 г. был А.Н. Фрумкин, в лабораторию электродных процессов. В 1943 г. Н.А. Бах защитила докторскую диссертацию и была утверждена в должности профессора Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; она начала читать курс лекций по радиационной химии на химическом факультете. В 1954 г. при кафедре электрохимии МГУ им. М.В. Ломоносова была создана лаборатория радиационной химии. Н.А. Бах была назначена заведующей этой лабораторией.

В 1958 г. на базе отдела электрохимии Института физической химии АН СССР был организован Институт электрохимии под руководством А.Н. Фрумкина, где Н.А. Бах возглавляла отдел радиационной химии и работала здесь до последних дней своей жизни.

Н.А. Бах – кавалер орденов Красной Звезды (1945 г.), «Знак почета» (1951 г.), Ленина (1954 г.) и Трудового Красного Знамени (1975 г.). В 1946 г. она удостоена медали «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», а в 1970 г. – медали «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина». Н.А. Бах – Заслуженный деятель науки и техники РСФСР и Отличник Высшей школы.

Основные направления исследований

Основные направления научной деятельности Н.А. Бах – изучение электрокинетических явлений на различных объектах (уголь, ртуть, газовые пузырьки, платиновые золи), теория активации угля; химические источники тока (элемент Лекланше), радиационная химия, органические полупроводники.

Краткая характеристика научной деятельности

В начале научной деятельности Н.А. Бах работала в области электрохимии. Она посвятила этому почти 20 лет. Ею было опубликовано около двадцати статей по химии платиновых золь, электрокинетическим эффектам. Эти работы имели существенное значение для установления зависимости между электрокинетическими явлениями и строением электрического

двойного слоя. Ученая степень доктора химических наук присуждена Н.А. Бах именно за эти работы. В эти же годы Н.А. Бах уделяла большое внимание технологии получения угля и механизму процесса его активации, имевших не только теоретическое, но и прикладное значение. Ею совместно с Б.П. Брунсом в Физико-химическом институте им. Л.Я. Карпова была организована по заданию Вохимтреста лаборатория активного угля. Н.А. Бах выполнила ряд исследований по теории активации угля, в частности по механизму сгорания кристаллического угля в окисляющих газах

Изучение процессов, протекающих в марганцево-цинковом элементе – элементе Лекланше – еще одна из проблем, с которыми была связана научная деятельность Н.А. Бах в довоенный период. Ею был выяснен вопрос о природе действия графита и сажи в агломерате элемента Лекланше и о необходимой для этого действия специальной структуре сажи, определяющей условия производства. К этим работам она возвращалась и в 1943 г. Исследования Н.А. Бах оказали большую помощь промышленности в замене импортной сажи на отечественную и улучшении технологии марганцево-цинкового элемента.

В 1946 г. Н.А. Бах резко сменила направление своей научной работы. В это время ей было уже 50 лет. Это трудный шаг для сложившегося ученого. Тем более, что новая тематика была в полном смысле новой, где все было неясно, непонятно. Но Наталия Алексеевна не побоялась трудностей и в результате создала новое направление в науке – радиационную химию. Н.А. Бах заслуженно считается основателем радиационной химии в нашей стране.

А начиналось все с Атомного проекта. В связи с созданием атомной промышленности в 1946 г. перед директором Института физической химии АН СССР, в то время академиком А.Н. Фрумкиным, правительственными органами была поставлена задача – выяснить действие ионизирующего излучения на различные материалы и разработать среды, обеспечивающие длительную безопасную работу ядерных реакторов. Создание нового научного направления – радиационной химии было поручено Н.А. Бах и П.И. Долину.

В то время не было радиационной химии и даже не существовало такого термина, не было ни систематических данных, ни достаточно разработанных гипотез. Бытовало представление о

невероятном химическом «могуществе» ионизирующего излучения.

Здесь проявился недюжинный организаторский талант Наталии Алексеевны. Для радиационно-химических исследований требовались источники излучения, которые отсутствовали в Институте физической химии, мощные трансформаторы, кенотроны, листовой свинец, свинцовые стекла, а также новые методы исследования. К этой работе был привлечен крупный специалист рентгенолог В.И. Затуловский, который создал «Группу (впоследствии сектор) источников излучения» и уже в 1946 г. были установлены первая рентгеновская трубка и ускоритель на 360 кэВ. В 50-е годы были установлены несколько разборных рентгеновских трубок, два источника излучения ^{60}Co . Позднее были введены в эксплуатацию два импульсных линейных электронных ускорителя – микросекундный на 5 МэВ и наносекундный на 10 МэВ.

Сначала перед Н.А. Бах была поставлена конкретная задача – исследовать закономерности образования кислорода и водорода при радиолизе воды и водных растворов и найти способы влиять на выходы образования этих газов. На сессии Академии наук СССР по мирному использованию атомной энергии в 1955 г. Н.А. Бах сделала большой доклад «Действие излучения на водные растворы неорганических солей», в котором были представлены основные закономерности радиационно-химических превращений в воде и разбавленных водных растворах неорганических соединений. Всего по этой проблеме Н.А. Бах опубликовала около десяти работ, в которых рассматривались превращения трансурановых соединений, электрохимические эффекты, переходы ионов между слоями жидкости в двухфазной системе «вода – диизопропиловый эфир». В дальнейшем, хотя она и интересовалась радиационно-химическими превращениями в воде и водных растворах, сама в этой области не работала, а целиком переключилась на изучение радиолиза и радиационного окисления органических соединений.

В эти годы был создан отдел радиационной химии, руководимый Н.А. Бах, в который, кроме группы В.И. Затуловского, вошли научно-исследовательские лаборатории Н.А. Бах и две группы, впоследствии – лаборатории П.И. Долина и В.И. Медведовского. В их задачу входило изучение действия излучения на органические вещества, конструкционные (включая полимерные) материалы в виду их

возможного применения в ядерных реакторах (Н.А. Бах), радиолиза воды и водных растворов неорганических систем в целях предотвращения образования гремучей смеси при работе реактора (П.И. Долин), радиолиза аминов для использования в процессах переработки ядерных отходов (В.И. Медведовский). Н.А. Бах считала, что изучение радиационно-химических процессов требует использования сложной современной экспериментальной техники. По ее инициативе и требованию закупалось оборудование, создавались различные методы исследований радиационно-химических процессов. К их числу относятся распределительная, газовая, газо-жидкостная и бумажная хроматография, оптическая, инфракрасная и ЭПР спектроскопия, полярография, электрофизические методы. Создавались различные химические дозиметры. Впервые была создана установка, в которой рентгеновская трубка была подведена непосредственно к резонатору ЭПР спектрометра, а впоследствии была осуществлена комбинация радиоспектрометра с миллисекундным ускорителем, что позволяло регистрировать короткоживущие радикальные продукты непосредственно при облучении различных систем. При активном участии А.А. Ревинной совместно с Государственным научно-исследовательским институтом стекла были разработаны специальные составы стекол («Луч I-II»), не дающие сигнала ЭПР под облучением, которые позволили изучать радиационные превращения в вакуумированных или газонаполненных образцах в момент облучения. Этим стеклом пользовались не только советские радиационные химики, но и зарубежные ученые, аспиранты и студенты, которые при отъезде из Советского Союза непременно увозили с собой связку трубок и пробирок этого ценного стекла. И в иностранных журналах часто можно было встретить, что радиационно-химический ЭПР эксперимент был проведен с использованием стекла «Lutch I или II».

Здесь хочется отвлечься и рассказать об одном непременно условии, при котором, как любила хвастаться Наталия Алексеевна, она согласилась возглавить новое направление. Она потребовала закрепить за ее лабораторией механика Б.Л. Вишневого, который был одним из основных сотрудников лаборатории, т.к. принимал участие в создании и налаживании большинства экспериментальных установок, имел «золотые» руки и сердце. К нему подходил дипломник, аспирант, младший научный сотрудник и т.п. со

своей проблемой (например, вывел из строя дорогостоящую установку), и Борис Львович разговаривал с ним так уважительно, как будто это был посол соседнего государства, а не невнимательный растяпа, и не было случая, чтобы он не восстановил неполадки.

В 1958 г. на базе отдела электрохимии Института физической химии АН СССР А.Н. Фрумкин был создан Институт электрохимии АН СССР, в который был переведен отдел радиационной химии. Завершенный к этому времени цикл работ был опубликован в монографии Н.А. Бах «Arbeiten über strahlenchemie chemie», вышедшей в 1960 г. в Берлине.

Широту научного интереса Н.А. Бах показывает уже одно только перечисление классов органических соединений, радиолиз которых изучался: насыщенные и ненасыщенные алифатические и ароматические углеводороды, кислоты, спирты, диалкилперекиси, альдегиды, метилалкилкетоны, диалкилкетоны, простые эфиры, пиперидин, амины, гексаметилфосфортриамид (впоследствии радиолизом аминов более подробно занимались ученики Н.А. Бах – доктора химических наук В.И. Медведовский и Г.Ф. Егоров.). Классическим примером систематического подхода к исследованию могут служить работы по радиолизу метилалкил-, диалкилкетонов. С использованием различных методов исследования была получена разнообразная информация: определены конечные продукты радиолиза, температурная зависимость их выхода в широком интервале температур; при использовании акцепторов удалось различить радикальные и нерадикальные механизмы превращения кетонов; выделены продукты, возникающие по ионным реакциям; рассчитаны выходы возбужденных состояний, анион- и катион-радикалов. Установлено, что анион- и катион-радикалы стабилизируются в виде ионных пар. Показано, что радиационная стойкость кетонов возрастает с увеличением длины углеводородной цепи. Карбонильная группа стабилизирует связи С–Н и сенсibiliзирует распад связей С–С. Известно, что для получения правильной информации о веществе необходима тщательная очистка от примесей. Проблема подготовки образцов занимает много времени и сил. Для кетонов эта задача была успешно решена – получаемые результаты были хорошо воспроизводимы и сопоставимы. Однако в литературе были другие экспериментальные данные, согласно которым ацетон и другие кетоны



Н.А. Бах, А.Н. Фрумкин, П.И. Долин (1956 г.)

были в два раза более реакционностойкими, чем в опытах Н.А. Бах. Причина различия оказалась в том, что в других лабораториях кетон дополнительно сушили, используя активные осушители, в результате чего появлялись продукты конденсации, более активные, чем исходный кетон, защищавшие исходный кетон от воздействия излучения.

По радиолизу органических соединений Н.А. Бах опубликовала более 80 статей, из них наибольшее число (более тридцати) посвящено радиационному окислению.

В этот период, когда широко развернулись научно-исследовательские работы по радиолизу органических соединений, их радиационно-химическому окислению, которые успешно проводили теперь уже квалифицированные сотрудники лабораторий, Н.А. Бах большее внимание начала уделять, по ее словам, «созидающему излучению». По заданию ГКНТ она, вместе с молодым сотрудником университетской лаборатории, Е.П. Калязиным, после цикла исследований поставила работу по радиационно-химическому синтезу этиленгликоля на базе ядерного реактора под Минском.

В это же время во всем мире начали развиваться работы по импульсному радиолизу, позволяющему обнаружить новые реакционноспособные частицы. Это открыло новые возможности использования радиационно-химических методов при изучении кинетики быстропротекающих процессов, синтезе новых соединений. Впервые в нашей стране по инициативе Н.А. Бах, при активном участии П.И. Долина, В.И. Золотаревского и Д.И. Зорина на базе изготовленного в Московском инженерно-физическом институте импульсного 5 МэВ

ускорителя был создан исследовательский комплекс импульсного радиолитиза с системой регистрации короткоживущих оптических спектров, электропроводности, кинетических, оптических, ЭПР спектров и других характеристик. На этом комплексе работали сотрудники не только лабораторий Института электрохимии АН СССР и МГУ им. М.В. Ломоносова, но и многих других учреждений. Начатые Н.А. Бах исследования по радиационно-химическому окислению были продолжены Г.М. Зиминной, А.А. Ревинной и Б.Я. Ладыгиным методом импульсного радиолитиза, позволившему установить ранние стадии радиационно-химического окисления органических соединений.

В шестидесятые годы развитие полупроводниковой техники поставило задачу получения органических полупроводников. Это не ускользнуло от внимания Н.А. Бах. Особый интерес представляло получение полимерных органических полупроводников и она предложила начать работу в этом направлении А.В. Ванникову, только что окончившему химический факультет Московского университета по специальности радиационная химия. Было предложено применить метод радиационно-термического модифицирования (РТМ) карбоцепных полимеров (полиэтилена, поливинилацетата и др.). По словам Наталии Алексеевны, она исходила из следующих предположений. Во-первых, под воздействием больших доз излучения в этих полимерах возможна сшивка и последующее образование развитых областей полисопряжения, ответственных за полупроводниковые свойства полимеров. На размеры этих областей должна влиять доза облучения, а также последующая термическая обработка (в отсутствие облучения полиэтилен при термической обработке разрушается до газовой фазы). Во-вторых, такой метод позволяет широко варьировать электрофизические свойства органических полупроводников изменением поглощенной дозы и температуры термической обработки. Несомненным достоинством этого метода было получение полупроводников в виде пленок. Впоследствии были получены полимерные полупроводники, электропроводность которых менялась от значений, характерных для диэлектриков, до значений, наблюдаемых для металлов. Был разработан метод легирования продуктов РТМ полимеров галогенами, что позволяло преобразовать *p*-тип проводимости исходных продуктов в *n*-тип, а также

впервые на полимерных полупроводниках реализовать *p-n*-переход.

Впоследствии в соответствии с решением Госкомитета Совета Министров СССР, при Президиуме АН СССР была создана секция по органическим полупроводникам, руководителем которой был назначен академик А.Н. Фрумкин, ученым секретарем – А.В. Ванников. В течение полутора десятков лет секция координировала все работы по органическим полупроводникам в нашей стране, проводила Всесоюзные конференции, составляла планы и отчеты о проблеме и т.д.

Предложенный Н.А. Бах подход получения полимерных полупроводников с широко варьируемыми электрофизическими свойствами оказался весьма плодотворным. Это дало возможность в деталях понять механизм процессов, приводящих к появлению полупроводниковых свойств, и связать последние с молекулярной структурой созданных материалов, установить связь между электрическими и парамагнитными характеристиками полимерных полупроводников. Для полимерных материалов, полученных методом РТМ карбоцепных полимеров, был развит барьерный механизм проводимости, позволивший объяснить все особенности электрофизических свойств полупроводников такого типа, например, появление компенсационного эффекта, нелинейные эффекты, экспоненциальную зависимость дрейфовой подвижности носителей заряда от величины электрического поля и т.д. Впоследствии оказалось, что развитые представления имеют универсальный характер и действительно для всего класса полупроводниковых материалов с развитой системой сопряженных связей, какими бы методами их не получали. По этой проблеме было защищено четыре кандидатских диссертации. В ноябре 1965 г. ТАСС опубликовало в «Московской правде» заметку «Второй талант полимеров», в которой, в частности говорилось «Полиэтилен, зарекомендовавший себя отличным электрическим изолятором, стал и проводником тока. Об этом превращении широко распространенного полимера сообщила доктор химических наук Н.А. Бах на закончившемся вчера собрании Оделения общей и технической химии Академии наук СССР. Цикл проведенных исследований нашел завершение в монографии Н.А. Бах, А.В. Ванникова, А.Д. Гришиной «Электропроводность и парамагнетизм полимерных полупроводников». Решение проблемы

«Органические полупроводники» потребовало развития новых методов. Н.А. Бах внимательно следила за развитием этого направления, помогала советами и привлекала нужных специалистов при создании новых установок. В этот период в лаборатории был разработан новый метод получения гибких пленочных полупроводников путем допирования полимеров различных классов электронно-донорными или/и электронно-акцепторными низкомолекулярными добавками. Именно этот тип органических полупроводников получил широкое распространение, благодаря простоте его получения путем полива композиции из раствора на гибкую лавсановую подложку. Впоследствии на этой основе в лаборатории были созданы полимерные материалы с радиационной и фотоэлектрической чувствительностью, пленки с фотохромными и электрохромными свойствами, бессеребряные светочувствительные и радиационно-чувствительные материалы на основе комплексов с переносом заряда, органические светоизлучающие устройства, полимерные нелинейно-оптические и фоторефрактивные материалы.

Научно-организационная и педагогическая деятельность

Научно-организационная деятельность

Наталья Алексеевна вела обширную научно-организационную работу. Она была заместителем председателя Научного совета по химии частиц высоких энергий АН СССР, председателем секции радиационной химии Научного совета по химии высоких энергий, членом Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Радиобиология», членом комиссии по прикладной радиационной химии при ГКНТ Совета Министров СССР.

Н.А. Бах – одна из создателей журнала «Химия высоких энергий» и член его редколлегии, соредатор международного журнала «International Journal for Radiation Physics and Chemistry», член редколлегии журнала «Acta physicochimica URSS».

Н.А. Бах прекрасно знала английский, немецкий и французский языки. С 1924 г. началась ее систематическая деятельность как переводчика, а в дальнейшем редактора переводов научной литературы. Первой книгой, которую она перевела (с немецкого языка), была монография В. Герца «Очерк истории

развития основных воззрений химии» (под ред. М.А. Блох. Л.: Науч. хим-техн. изд-во, 1924 г. 243 с.). Она была также переводчиком работ А.Н. Баха для «Сборника избранных трудов академика А.Н. Баха», который вышел в 1937 г. До революции работы А.Н. Баха, в основном, печатались на немецком и французском языках.

Н.А. Бах была организатором и участником многих научных конференций, как в Советском Союзе, так и за рубежом.

Педагогическая деятельность

Н.А. Бах очень большое внимание уделяла подготовке молодых кадров – специалистов по радиационной химии. Уже в 1950 г. Н.А. Бах начала читать курс лекций по радиационной химии на кафедре электрохимии химического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (и читала до 1976 г.). Практикум сначала проводился в Институте физической химии АН СССР (поздним вечером или ночью). Решение о создании учебной лаборатории в университете было принято еще в 1949 г., но реализовать его удалось только в 1956 г. после завершения строительства нужного помещения. Заведующим лабораторией стала по совместительству Н.А. Бах, работу со студентами сначала вели научные сотрудники В.В. Сараева и Л.Т. Бугаенко, затем лаборатория стала быстро пополняться наиболее способными молодыми специалистами. В то время Московский университет был единственным в мире вузом, который готовил специалистов этого направления. В связи с этим Московский университет стал оказывать помощь в подготовке национальных кадров других стран. Приезжали стажеры, аспиранты и студенты из Венгрии, Чехословакии, Кубы, КНДР, Болгарии, Польши, Югославии, ГДР, Румынии, Индии. Особенно много специалистов приезжало из Китая. В 1960 г. Н.А. Бах и сама выезжала в Китай, где прочитала курс лекций по радиационной химии в Пекинском университете, куда съехались преподаватели и студенты из 22 учебных заведений со всех концов Китая, выступила с докладами в университетах Шанхая, Нанкина, Ханчжоу. Ректор Пекинского университета писал Н.А. Бах: «Вы помогли нашему университету составить планы научно-исследовательской работы и построения лаборатории по

радиационной химии». Работа Н.А. Бах в Китае отмечена правительственной наградой КНР – медалью «Китайско-советская дружба». Были периоды, когда в лаборатории в МГУ было иностранцев больше, чем советских студентов и сотрудников. В этих условиях ценился только уровень знаний, например, Магда Родер, аспирантка из Венгрии, руководила дипломной работой студентки из Китая.

Увлечения

Колоссальную рабочую нагрузку Наталия Алексеевна компенсировала летом – она была заядлой путешественницей: пешком, на автомобиле и теплоходе, по железной дороге Наталия Алексеевна совершила многочисленные путешествия и побывала во многих уголках Советского Союза и за рубежом. Она исходила весь Кавказ, Крым, побывала в Закарпатье, на Алтае, на Кяхтах и Валааме, путешествовала по Средней Азии, по Тянь-Шаню, поднималась по рекам Сибири (Лена, Енисей), ходила по Памиру с выходом к леднику Бырс, плавала по Волге и т.д. В книге воспоминаний о Н.А. Бах есть специальный раздел «Путешествия Н.А. Бах». Одно из последних путешествий она совершила уже в преклонном возрасте на теплоходе в августе 1975 г. по реке Лене. Ей было 80 лет.

Увековечивание памяти Н.А. Бах

Через год после смерти Н.А. Бах в 1980 г. было проведено посвященное памяти Н.А. Бах Собрание по радиационной химии органических соединений, а в 1995 г. – Собрание по радиационной химии, посвященное 100-летию со дня ее рождения. На химическом факультете Московского государственного университета в 1985 г. были проведены первые научные чтения памяти профессора Н.А. Бах (Баховские чтения). Теперь эти чтения проводятся ежегодно весной, в мае.

Институтом электрохимии им. А.Н. Фрумкина была подготовлена книга воспоминаний о Н.А. Бах, которая была опубликована в издательстве «Наука» в 1995 г. в серии «Ученые России. Очерки. Воспоминания. Материалы». О жизни Н.А. Бах, ее научной деятельности, роли в развитии науки и воспитании молодых ученых рассказали коллеги, ученики, друзья и родные.

Авторы благодарят Е.И. Хрущеву за помощь в подготовке статьи.

Контактная информация:

Ванников Анатолий Вениаминович

E-mail: van@elchem.ac.ru, vanlab@online.ru

Гришина Антонина Дмитриевна

