



НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ
СЕМЕНОВ

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКPERSONALIA

92:530

НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ СЕМЕНОВ**(К семидесятилетию со дня рождения)**

15 апреля 1966 г. наша наука отметила семидесятилетний юбилей одного из крупнейших ученых современности академика Н. Н. Семенова. На протяжении 50 лет кипучей, широкой и весьма плодотворной научной и научно-организационной деятельности Н. Н. Семеновым внесен огромный вклад в развитие советской науки. Лауреат многих государственных премий СССР, лауреат Нобелевской премии, иностранный член многих зарубежных академий, почетный доктор многих университетов *) Н. Н. Семенов прославил советскую науку во всем мире. Физик по образованию и по складу ума, каким он остается до сих пор, истинный революционер в науке, Н. Н. Семенов является одним из создателей нового раздела физической химии — химической физики, которая возникла в качестве науки, пограничной между классической химией и новыми направлениями физики, развившимися в первую треть XX века на основе фундаментальных открытий в области теории света, квантовой механики, строения и энергетики атомов и молекул.

Мировую известность Н. Н. Семенов получил благодаря его работам и работам его школы в области химической кинетики и прежде всего цепной теории химических реакций. Для того чтобы в должной мере оценить научный подвиг Н. Н. Семенова, нужно представить состояние науки о химическом процессе, какое было 40 лет назад, в середине двадцатых годов. Благодаря большому числу работ многочисленных химиков многих стран и прежде всего благодаря работам таких выдающихся представителей мировой химической науки, как Вант-Гофф и Аррениус, Менделеев и Меншуткин, Вах и Энглер, как Боденштейн, к середине двадцатых годов нашего века в химической кинетике накопился обширный экспериментальный и теоретический материал. В соответствии с уровнем теории того времени в основе кинетики лежало представление о простой химической реакции, опирающееся на закон действующих масс и закон Аррениуса. С этих позиций и рассматривался весь накопленный экспериментальный материал, чему в немалой мере способствовало широкое распространение в химии идей Вант-Гоффа о вторичном, не лежащем в существе химического процесса характере тех довольно многочисленных отклонений от законов простой кинетики, которые Вант-Гофф приписывал различного рода внешним «возмущающим влияниям». Нужно было иметь огромную научную интуицию и широту взглядов, чтобы в опыте Харитона и Вальты, который свидетельствовал о явном нарушении закона действующих масс в реакции окисления паров фосфора и который шел в разрез со всеми господствующими представлениями в области кинетики, увидеть не частный случай «кажущегося» нарушения законов кинетики, а фундаментальное явление весьма широкого, общего значения. О революционизирующем значении открытия и количественного истолкования явления пределов воспламенения паров фосфора, какое было дано этому явлению Н. Н. Семеновым, наиболее ярко свидетельствует та отрицательная реакция, какая на это открытие последовала со стороны Боденштейна — патриарха и всеми признанного авторитета в области химической кинетики. Однако уже через два года — в 1928 г. — благодаря работам школы Н. Н. Семенова в Советском Союзе и школы Хиншелвуда в Англии всем стало ясно, что пределы воспламенения паров

*) Н. Н. Семенов является иностранным членом Национальной Академии наук США (1963) и Английского Королевского общества (1958), почетным членом Английского химического общества (1943), Ньюйоркской Академии наук (1962), Венгерской (1961), Индийской (1954), Румынской (1965), Чехословацкой академии наук, членом Германской Академии естествоиспытателей (1959), почетным доктором Оксфордского (1960), Брюссельского (1962), Лондонского (1965), Будапештского технического (1965) университетов и Миланского политехнического института (1964).

фосфора — это не единичное, редкое явление, а лишь одно из многих проявлений широко распространенного в природе класса химических реакций. Выяснилось, что отличительной особенностью реакций этого класса является их разветвленно-цепной механизм, обуславливающий возможность непрерывного ускорения начавшейся реакции, которое и приводит к воспламенению. Теория цепного воспламенения в ее первой редакции была сформулирована Н. Н. Семеновым в 1928 г. Характерно, что уже тогда в качестве разветвляющего процесса было постулировано расщепление молекул на атомы и радикалы, позднее получившее экспериментальное подтверждение на большом числе примеров. Тогда же, в 1928 г. Н. Н. Семенов вывел закон экспоненциального ускорения цепной реакции, знаменитый закон e^{kt} , впоследствии получивший название закона Семенова.

Н. Н. Семеновым и его школой были детально разработаны основы цепной теории химических реакций. В руководимом им Институте химической физики существенный вклад в развитие цепной теории был внесен работами А. В. Загулина и А. А. Ковальского, а позднее работами В. Н. Кондратьева, М. Б. Неймана, С. З. Рогинского, Я. Б. Зельдовича, Н. М. Эмануэля, А. Б. Налбандяна, В. В. Воеводского, Н. М. Чиркова, А. Е. Шилова и их сотрудников. Подулавшая огромный резонанс в мировой науке цепная теория развивается и совершенствуется в несметном числе работ, все более и более проникая в технологию химических производств и в практику новой техники. Сейчас трудно представить эти разделы практики без тех принципиальных основ, какие дала им цепная теория. В современных кинетических работах первоначальные формально-кинетические схемы реакций получают химическое обоснование, заменяются конкретными химическими схемами, представляющими собой совокупность определенных элементарных процессов, участниками которых являются конкретные химические индивидуумы — молекулы, радикалы, атомы, ионы. Для экспериментального обоснования химических схем реакций наряду с обычными методами химического анализа и кинетическими методами привлекаются новые методы, неизвестные или имевшие лишь ограниченное применение в период зарождения цепной теории: полярографический и хроматографический методы, метод меченых атомов, оптические и масс-спектрометрические методы, метод электронного парамагнитного резонанса, метод импульсного фотодиода и ударных волн и ряд других методов. С помощью новых более совершенных методов уточняются также и ранее установленные закономерности и количественные соотношения, количественный расчет, точное количественное совпадение теории и опыта все чаще становится основным критерием правильности теоретической интерпретации экспериментальных данных.

С прежним интересом и энергией Н. Н. Семенов продолжает участвовать в работах по уточнению и совершенствованию цепной теории. Здесь мы не будем останавливаться на деталях современной цепной теории, отсылая читателя к помещенной в этом выпуске журнала статье «Современная теория цепных реакций». Отметим только, что представление о гомогенном бимолекулярном зарождении цепей и энергетический механизм разветвлений в цепных реакциях, характерные для современной цепной теории, вытекают из недавних работ Н. Н. Семенова и его учеников.

Работы в области цепной теории далеко не исчерпывают всей широкой и многогранной научной деятельности Н. Н. Семенова, всех его научных интересов. Здесь невозможно перечислить все те научные направления и проблемы, которые разрабатывались или разрабатываются Н. Н. Семеновым, при его участии или по его предложениям. Назовем лишь некоторые из них. Проблема ионизации газов, по-видимому, явилась первой научной проблемой, заинтересовавшей Н. Н. Семенова. Разработка этой проблемы, начатая Н. Н. Семеновым еще в 1916 г., продолжалась в 20-е годы при его участии его ближайшими учениками А. Ф. Вальтером и Л. Дж. Инге, Ю. Б. Харитонов, В. Н. Кондратьевым, позднее С. З. Рогинским и А. Б. Шехтер, далее Дж. Эльгентоном и в настоящее время В. Л. Тальрозе и его учениками на основе современной масс-спектрометрической техники и Ю. С. Саясовым с сотрудниками — на основе квантовой механики.

Начало масс-спектрометрии в СССР было положено работой Н. Н. Семенова и В. Н. Кондратьева 1924 г. В Институте химической физики в работах Дж. Эльгентона зародилось то новое, кинетическое направление в масс-спектрометрии, которое сейчас играет столь важную роль при изучении кинетики и механизма химических реакций. Это направление в настоящее время в новой оригинальной форме в ИХФ развивается в работах В. Л. Тальрозе и его сотрудников.

Другое крупное научное направление, разработка которого была начата Н. Н. Семеновым и его ближайшими учениками в начале двадцатых годов, связано с явлением адсорбции и конденсации. Начало этого направления было положено работами Н. Н. Семенова и Ю. Б. Харитона, открывших критическую температуру и критическую плотность конденсации (1924 г.); Н. Н. Семеновым, Ю. Б. Харитоновым и Я. И. Френкелем позднее (1926 г.) была дана теория этого явления. Своими корнями это направление работ школы Н. Н. Семенова уходит к студенческой работе Ю. Б. Харитона по изучению поведения молекулярных пучков в неоднородном магнит-

ном поле, предпринятой с целью проверки расчета Н. Л. Капшцы и Н. Н. Семенова (1920 г.), из которого следовало, что пучок молекул (атомов) парамагнитного газа должен претерпевать в неоднородном магнитном поле заметное отклонение. Как известно, аналогичные опыты в 1921 г., т. е. одновременно с Ю. Б. Харитоновым (которому тогда было всего 17 лет), были предприняты Штерном и Герлахом. В 1922 г. в результате этих опытов ими было открыто явление пространственного квантования, получившее название эффекта Штерна — Герлаха. Кстати, эта первая совместная работа Н. Н. Семенова и Ю. Б. Харитона является одной из весьма немногих неоконченных работ Н. Н. Семенова — редким исключением, так как все работы, предпринимавшиеся Н. Н. Семеновым, как правило, доводятся до конца, т. е. до получения новых, важных результатов, являющихся дальнейшим шагом в развитии науки.

Исследования явлений конденсации, в частности конденсации из молекулярных пучков, получили дальнейшее развитие в работах Н. Н. Семенова, А. И. Шальникова и С. З. Рогинского — с все большей ориентацией на изучение химических реакций в твердой фазе — и позднее в работах С. А. Векшипского.

Третье крупное направление научных работ Н. Н. Семенова связано с исследованиями электрических полей и электрического пробоя диэлектриков, начатых также в начале 20-х годов. Первыми и ближайшими учениками Н. Н. Семенова здесь были А. Ф. Вальтер, А. К. Вальтер, Л. Дж. Инге и Н. В. Томашевский. В результате исследований пробоя диэлектриков Н. Н. Семеновым была создана тепловая теория пробоя, послужившая стимулом для разработки тепловой теории воспламенения, которая и была сформулирована Н. Н. Семеновым в 1928 г. одновременно с цепной теорией воспламенения.

Тепловая теория воспламенения явилась первым крупным вкладом Н. Н. Семенова в теорию горения. Его работы по теории горения продолжались и в 30-х годах. В 1938 г. Я. Б. Зельдовичем и Д. А. Франк-Каменецким в ИХФ была разработана тепловая теория распространения пламени, получившая широкое признание в мировой науке. Следует отметить работы Н. Н. Семенова и Я. Б. Зельдовича 1938 и 1940 гг., Н. Н. Семенова 1940 г. и особенно работу В. Г. Воронкова и Н. Н. Семенова 1939 г., в которой впервые экспериментально была доказана возможность цепного распространения пламени — в полном количественном соответствии с цепной теорией Н. Н. Семенова и с теорией изотермического распространения пламени Я. Б. Зельдовича и Д. А. Франк-Каменецкого. Нужно добавить, что наряду с теорией нормального горения в руководимом Н. Н. Семеновым Институте химической физики Я. Б. Зельдовичем была разработана теория детонации, получившая дальнейшее развитие в работах С. М. Когарко, Я. К. Трошина и К. И. Щелкина; К. И. Щелкиным была разработана теория турбулентного горения; А. С. Соколик был сформулирована получающая все более широкое признание в мировой науке теория двухстадийного воспламенения. Возникшие на основе перечисленных работ теоретические представления в области процессов горения были положены в основу принятых в СССР норм и правил техники безопасности. На основе теоретических представлений о роли турбулизации газа в распространении пламени А. С. Соколик и А. Н. Воиновым был предложен новый тип двигателя с форкамерно-факельным зажиганием. В совместной работе группы Л. А. Гуссака и коллектива Горьковского автомобильного завода идея форкамерно-факельного зажигания получила практическое осуществление.

Не остававшаяся на других научных направлениях и проблемах, разрабатываемых самим Н. Н. Семеновым или при его непосредственном участии, отметим только, что большое количество научных идей, высказывавшихся Н. Н. Семеновым, получило развитие в многочисленных работах его учеников, а также ученых, не принадлежащих к школе Н. Н. Семенова. Нужно сказать, что Н. Н. Семенов полностью усвоил способность своего замечательного учителя А. Ф. Иоффе щедро раздаривать свои научные идеи без каких бы то ни было претензий на соавторство в проводимых в развитие этих идей работах. В качестве только нескольких примеров можно назвать идею Н. Н. Семенова о проведении реакций в тонких пленках вещества, адсорбированного на твердых поверхностях, которая в работах Н. М. Чиркова и его сотрудников привела к созданию новой области практики жидкофазных кислотно-каталитических реакций большого теоретического и практического значения; далее назovem вытекающую из теории гетерогенного обрыва цепей идею Н. Н. Семенова о возможности воздействия на цепную реакцию с помощью стержней или пыли, вводимых в зону реакции и замедляющих последнюю в результате поглощения активных центров. Эта идея Н. Н. Семенова получила развитие в работах А. Б. Налбандяна и С. М. Шубиной, А. И. Сербина и в ряде других работ Института. Как известно, аналогичная идея используется также в атомных реакторах, где роль поглотителей активных центров цепной ядерной реакции — нейтронов — играют вводимые в реактор кадмиевые стержни. Упомянем еще идею Н. Н. Семенова о воздействии на жидкофазные реакции ионами, получаемыми в газовой фазе, развитую в работах В. И. Павлова и его сотрудников и давшую ряд интересных результатов.

Весьма плодотворной оказалась мысль Н. Н. Семенова привлечь Ю. Б. Харитона (в конце 20-х годов) к разработке теории горения и детонации конденсированных

веществ. Как известно, работы Ю. Б. Харитона и его сотрудников А. Ф. Беляева, В. К. Боболева, А. Я. Апина, а также П. Ф. Похила в этой области дали блестящие результаты, значительно продвинувшие вперед эту область наук, имеющую огромное практическое значение.

Организация Лаборатории, а позднее Отдела горения конденсированных систем в ИХФ и его Филиале, возглавляемом Ф. И. Дубовицким, является лишь отдельным эпизодом в той большой организационной работе Н. Н. Семенова по формированию и укреплению созданного им Института химической физики, директором которого он является с момента основания Института в 1931 г. и по сей время. В 1959 г. по инициативе Н. Н. Семенова в ИХФ был создан Отдел полимеров. Тем самым в круг изучаемых реакций были включены реакции полимеризации, в частности изучение кинетики этих реакций (заметим, что во главе этого отдела стоит физико-химик кинетик А. М. Маркевич). В 1960 г. Н. Н. Семенов создает в своем институте Отдел химических и биологических процессов, возглавляемый также физико-химиком кинетиком Н. М. Эмануэлем. Под его руководством здесь успешно применяются кинетические методы исследования для решения задач молекулярной биологии и исследования патологических процессов.

Размах и широта научно-организационной деятельности Н. Н. Семенова, ныне являющегося также вице-президентом и председателем Секции химико-технологических и биологических наук Президиума АН СССР, хорошо известна далеко за пределами Института химической физики. Напомним, что Н. Н. Семенову принадлежит большая доля участия в организации таких институтов нашей страны, как Украинский физико-технический институт в Харькове, Днепропетровский и Томский физико-технические институты. Н. Н. Семенов принимал самое ближайшее участие в организации и формировании Ленинградской физико-технической лаборатории, из которой впоследствии возникли Электрофизический, Теплотехнический и Акустический институты. Немало трудов Н. Н. Семенов положил также на формирование и укрепление Ленинградского физико-технического института, от которого Институт химической физики отпочковался в 1931 г.: с 1922 г., когда Н. Н. Семенову было всего 26 лет, и до момента организации ИХФ он являлся заместителем директора ЛФТИ А. Ф. Иоффе.

Н. Н. Семенов явился одним из организаторов (вместе с А. Ф. Иоффе, А. Н. Бахом, Я. И. Френкелем, В. А. Кистяковским, Н. И. Шиловым, А. Н. Фрумкинским и др.) всесоюзных физико-химических конференций, которые сыграли исключительно большую роль в объединении наших физиков и химиков для решения общих задач теоретической химии и смежных научных областей.

В обширной научно-организационной деятельности Н. Н. Семенова немалое место занимала его работа по воспитанию научных кадров. С самого начала в этом вопросе Н. Н. Семенов сделал ставку на молодежь, в творческие силы которой он уже тогда глубоко верил. Осуществленное им в 1921—1922 гг. широкое привлечение в лаборатории ЛФТИ студентов второго курса Физико-механического факультета Ленинградского политехнического института многими рассматривалось как смелый и рискованный опыт. Однако оказалось, что это был действительно правильный путь быстрого воспитания научных кадров. Этот путь впоследствии получил широкие и законные права; правда, сейчас к нам в лаборатории обычно приходят студенты четвертого и пятого, реже третьего курсов. Руководя работой молодого научного сотрудника, аспиранта или студента-дипломника, Н. Н. Семенов всегда предоставлял ему максимальную самостоятельность, веря в творческие силы молодежи. Этот метод Н. Н. Семенов применяет также и в руководстве тематической группой или лабораторией.

Отличительными чертами Н. Н. Семенова, характеризующими стиль его работы как ученого, являются его научный энтузиазм, творческий подход к любому вопросу и та кипучая энергия, с какой он берется за решение всех научных и научно-организационных задач. Н. Н. Семенов не умеет повторяться или повторять сказанное или сделанное другими, он не терпит эпитетства, и в крупных и в мелких делах он всегда оригинален, и это вместе со способностью во всем уметь отличить главное от второстепенного и лежит в основе его удивительной научной интуиции.

Обладая этими ценными качествами ученого, Н. Н. Семенов и от своих сотрудников требует проявления оригинальности и творческой инициативы, энтузиазма и энергии в решении научных задач. Живой пример Н. Н. Семенова, крупнейшего ученого, полного энтузиазма и творческой энергии, вдохновляет его учеников и сотрудников, всех тех, кому выпало счастье рука об руку с ним работать на благо советской науки, советского народа.

В. Н. Кондратьев