

Борис Александрович Розенберг

1936-2008



Крупный ученый в области химической физики высокомолекулярных соединений, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор химических наук, профессор Борис Александрович Розенберг посвятил всю свою жизнь науке в стенах Института проблем химической физики РАН, что находится в научном городке Черноголовка, неподалеку от Москвы.

Научные интересы Б.А. Розенберга были связаны с исследованием кинетики процессов образования и химических превращений полимеров, фазообразования в многокомпонентных полимеризующихся системах, физико-механических и релаксационных свойств полимерных матриц и композиционных материалов на их основе.

Б.А. Розенберг родился 24 января 1936 г. в г Кривой Рог, на Украине. Закончил с отличием Днепропетровский химико-технологический институт. В 1961 г. поступил в аспирантуру Научно-исследовательского Физико-химического института им. Л. Я. Карпова, где прошёл школу ак. С.С. Медведева. *«В аспирантуре меня научили не только многим техническим навыкам, но самое главное, научили отношению к науке, как самому важному, самому интересному делу, которому следует посвятить свою жизнь» (Б.А.Розенберг, 2006 г.)*

Еще будучи аспирантом, Борис Александрович познакомился с двумя выдающимися представителями Московского Института химической физики АН СССР - проф. Л. А. Блюменфельдом и проф. (впоследствии академиком) Н. С. Ениколоповым, который пригласил его на работу в Филиал Института Химической Физики РАН в Черноголовке. Эта встреча определила весь дальнейший научный и жизненный путь Б.А. Розенберга.

В то время у него был выбор: либо ехать в Киев в качестве заведующего одной из лабораторий организованного В. А. Каргиным Института химии высокомолекулярных соединений АН УССР вместе с группой выпускников аспирантуры Карповского Института, либо переезжать в Черноголовку. Он выбрал последнее, т.к. хорошо понимал, что ему еще нужно многому научиться, а в Киеве в новом институте пришлось бы руководить и учить других самому. *«В Черноголовке меня прекрасно встретили руководители Института – Фёдор Иванович Дубовицкий и Александр Евгеньевич Шилов. В те годы Отделение института химической физики представляло собой полный энтузиазма молодой коллектив, подкрепленный поддержкой умудренных опытом коллег из Московской химфизики, с которой мы в то время составляли единое целое. Это было замечательное время, когда, казалось, что мы можем всё - решать любые задачи, преодолеть любые препятствия. Характерным было высказывание Федора Ивановича, которое он часто любил повторять «У нашего института неограниченные возможности».* (Б.А. Розенберг, 2006 г.)

В Черноголовке в Институте проблем химической физики РАН Б.А. Розенберг работал с 1965 г. и до конца дней, и прошёл путь от младшего научного сотрудника до зав. Отделом полимеров и композиционных материалов. В 1965 г. он защитил кандидатскую, а в 1972 г. докторскую диссертации.

Научная деятельность Б.А.Розенберга характеризуется широким спектром научных интересов и тесным сочетанием глубоких фундаментальных исследований с их практическими приложениями.

Б.А. Розенбергом развита теория процессов **катионной полимеризации кислородсодержащих гетероциклов**: открыты "живущие" ионные процессы,

определены структуры активных центров и кинетические параметры элементарных актов полимеризации, выявлена роль реакций межцепного обмена. На основании этих исследований была разработана технология получения термостабильных полимеров на основе формальдегида и триоксана. В 1968 г. эта работа была отмечена бронзовой медалью ВДНХ.

В 70-х годах в области создания сетчатых полимерных матриц для высокопрочных и термостойких композиционных материалов была выполнена серия классических работ по изучению кинетики и **механизма процессов отверждения эпоксидных связующих по полимеризационному и поликонденсационному механизмам** в изотермических и неизотермических условиях. Период работы с эпоксидными связующими и полимерами на их основе был самым длительным и численность сотрудников лаборатории Б.А. Розенберга за всю историю ее существования была самой большой – около 50 человек.

Были развиты новые представления о **релаксационных свойствах стеклообразных сетчатых полимеров** и показана их роль в формировании топологической структуры сеток. Обнаружен **диффузионный механизм релаксации свободного объема стеклообразных полимеров**, реализация которого определяет свойства поверхностных слоев полимерных стекол. *«Здесь прежде всего я хочу отметить моего друга Вадима Исаковича Иржака. Его четкий математический ум умел придать законченную количественную форму любым химическим идеям, которые у нас рождались. Это прекрасное творческое сотрудничество успешно продолжалось всю нашу жизнь».* (Б.А.Розенберг, 2006г.)

Исследование процессов отверждения эпоксидных связующих в условиях **фронтальной полимеризации** и механических явлений, возникающих при этом, привело к созданию **теории технологической монолитности**. На основании анализа технологических напряжений оптимизированы режимы изготовления и охлаждения толстостенных изделий, что позволило на **практике минимизировать трещинообразование в крупногабаритных изделиях** из армированных пластиков, в том числе оборонного назначения.

«Мой интерес как химика к количественному описанию изучаемых явлений непрерывно подпитывался всей обстановкой химфизики. Большое влияние в этом плане на меня оказал Николай Сергеевич Ениколопов, мой друг выдающийся кинетик Александр Александрович Берлин, мой первый аспирант и первый доктор наук- профессиональный математик по образованию, (сейчас член-корреспондент Национальной Академии наук Армении, прим авторов) Севан Паруйрович Давтян. Все наши исследования проводились в тесном сотрудничестве с математическим отделом института: с проф. Мильманом, который сейчас работает в Израиле, с проф. Дубовицким Абрамом Яковлевичем, с проф. Ивановой Авигеей Николаевной и многими другими.»

Была воплощена в жизнь идея Б.А. Розенберга получить и исследовать анизотропный сетчатый полимер. Для этого впервые был синтезирован термотропный жидкокристаллический эпоксидный мономер и исследованы процессы его отверждения, формирования структуры и свойств образующихся анизотропных сеток в магнитном поле:

Большим вкладом в развитие науки о полимерных материалах является цикл фундаментальных теоретических и экспериментальных работ, посвященных изучению закономерностей формирования морфологии гетерофазных полимерных матриц с фазовым разделением, индуцированным химической реакцией. Б.А.Розенбергом развита теория процессов фазового разделения, индуцированного отверждением многокомпонентных олигомерных систем. Разработаны принципы регулирования фазовой структуры образующихся

гетерофазных сетчатых полимеров, которые нашли широкое применение для получения полимерных матриц с высокой вязкостью разрушения и ударной прочностью.

Выполнены оригинальные работы по исследованию механизма формирования микродисперсий низкомолекулярных жидких кристаллов в полиэпоксидных матрицах, т.н. PDLC, которые являются перспективными материалами для производства оптических дисплеев и индикаторов.

Теоретические и экспериментальные работы по исследованию фазообразования в отверждающихся системах открыли новые пути формирования полимерных матриц, обеспечивающих высокую эффективность композиционных материалов. Эти работы обобщены в монографии и отмечены премией РАН им. акад. В.А. Каргина 2005 года.

Будучи широко эрудированным учёным, Б.А. Розенберг высоко ценил сотрудничество с другими лабораториями Института с полимерной тематикой, руководимыми известными учёными, корифеями полимерной науки Г.В. Королёвым и Батуриным С.М. *«Без помощи и творческого вклада моих друзей - профессоров Эдуарда Федоровича Олейника, Леонида Исаковича Маневича, Анатолия Евгеньевича Чалыха, Роберта Алексеевича Турусова, моего ученика, доктора наук Владимира Николаевича Короткова и многих других - невозможно было бы решение многих задач по механике полимеров и композиционных материалов, которые выдвигала перед нами жизнь».* (Б.А. Розенберг, 2006 г.)

В области **анионной полимеризации** выполнены фундаментальные исследования кинетики и механизма полимеризации циклических сложных эфиров, в частности **ϵ -капролактона** под действием ароматических аминов, и их сополимеризации с **линейными ароматическими эпоксидами**.

Впервые исследован механизм полимеризации **виниловых мономеров, содержащих группы с лабильным атомом водорода, - гидроксилалкил(мет)акрилатов и акриламидов**. Показано, что при анионной полимеризации гидроксилалкил(мет)акрилатов основным продуктом реакции является гетероцепной макромономер, образующийся вследствие изомеризации растущего карбоцепного активного центра в алкоксианионный. Исследована роль реакций межцепного обмена, приводящего к образованию диакрилатов, диолов и циклических продуктов. Эти исследования позволили осуществить направленный синтез макромолекул с разнообразной архитектурой на основе одного и того же мономера.

Полимеры, полученные анионной полимеризацией виниловых мономеров с подвижным атомом водорода, и продукты на их основе исследованы в качестве модификаторов эпоксидных смол с целью повышения их прочностных свойств. Удалось достичь **повышения ударопрочности композиций** примерно в 2 раза при **наименьшем пластифицирующем эффекте**.

Розенбергом Б.А. предложен способ использования смеси продуктов, образующихся при анионной полимеризации гидроксилалкил(мет)акрилатов, без их разделения **для синтеза полиэфирдиакрилатов**. Полиэфирдиакрилаты исследованы в качестве полимерных связующих для катодного материала в первичных химических источниках тока и полимерных матриц в гель- и твёрдых электролитах для литиевых аккумуляторов. Благодаря присутствию в их составе по способу синтеза крауноподобных циклических продуктов использование полиэфирдиакрилатов в химических источниках тока позволило улучшить проводимость и расширить температурный интервал эксплуатации литиевых аккумуляторов. Эти работы проводились совместно с Отделом кинетики и катализа.

Подтвердилось предположение Б.А. Розенберга и **впервые** показано, что при анионной полимеризации акриламидных мономеров, в отличие от гидроксиалкил(мет)акрилатов, отсутствуют реакции межцепного обмена и образуются разветвленные сополимеры с гетероцепными и карбоцепными фрагментами, в т.ч. сополимер на основе изо-пропилакриламида, обладающий термочувствительностью.

Работы по анионной полимеризации виниловых мономеров с подвижным атомом водорода отмечены в 2005 г. **премией ИПХФ РАН им. Ф.И. Дубовицкого.**

Радикальной полимеризацией гидроксиалкил(мет)акрилатов и гидроксиалкил(мет)акриламидных мономеров были синтезированы высокогидрофильные полимеры и амфифильные сетчатые сополимеры с целью создания материалов, перспективных в сфере нано- и биотехнологий, микроэлектроники и медицины.

Эти исследования подготовили синтетическую базу для дальнейшего создания материалов, перспективных в сфере нано- и биотехнологий, микроэлектроники и медицины. В частности, были синтезированы термочувствительные полимеры, способные изменять физико-химические свойства под действием температуры.

Б.А. Розенбергом было впервые установлено, что **в процессах спонтанной ω -полимеризации виниловых мономеров образуются сетчатые полимеры с нанопористой фрактальной структурой с сообщающимися порами.** Такие полимеры перспективны для создания высокоэффективных сорбентов и катализаторов, используемых в промышленности и биомедицине. Эти работы отмечены премией издательства МАИК Наука/Интерпериодика 2003.

В результате многолетних фундаментальных исследований в области химической физики высокомолекулярных соединений, выполненных Б.А. Розенбергом с сотрудниками, был разработан и внедрен в народное хозяйство и спецтехнику ряд высокоэффективных полимерных материалов и процессов их получения:

- термостабильные полимеры на основе формальдегида и триоксана,
- высокопрочные теплостойкие эпоксидные связующие,
- стабильные бинарные препреги для композиционных материалов,
- антиадгезионные покрытия в производстве сборного железобетона,
- высокопрочные монолитные толстостенные изделия из композиционных материалов, например, синтегран, получаемый из гранитного щебня с эпоксидным связующим и использующийся в станкостроении,
- новая экологически чистая технология высокоселективной девулканизации резиновой крошки от использованных шин и других резиновых изделий, которая была подготовлена к внедрению в НПО Нижнекамскшина.

Большое практическое значение имеют работы Б.А. Розенберга с сотрудниками по регенерации каучука из автомобильных шин для создания на основе регенерированного каучука резиновых изделий и высокопрочных и влагостойких битумных композиций с высокой морозостойкостью до - 300°.

В последние годы активно развиваются работы, начатые по инициативе Б.А. Розенберга, по синтезу гель- и твёрдых электролитов для литиевых источников тока на основе полиэфирдиакрилатов, полученных из продуктов анионной полимеризации гидроксиалкилакрилатов.

И наконец, исследование гидратированного магний-алюмосиликатного минерала слоистой структуры (вермикулита) привели путем его многостадийной химической обработки к созданию прочной пленки для применения в сельском хозяйстве.

«Это редкий, порядочный, честный и благородный человек, достигший всего своим трудом. Борис Александрович был известным учёным, заслужившим большое уважение и авторитет не только в России, но и за рубежом. Его имя вошло в историю науки». (Казанская Государственная архитектурно-строительная Академия, проф. Хозин В.Г., дхн Л. Абдурахманова, доцент А. Мурафа)

Результаты работ Б.А. Розенберга опубликованы более чем в 600 научных сообщениях, в том числе 14 монографиях и книгах и 40 изобретениях. В 2006 г. Б.А. Розенбергу присвоено почётное звание Заслуженного деятеля науки Российской Федерации.

Наряду с научной работой Б.А. Розенберг активно участвовал в подготовке научных кадров, будучи профессором Московского физико-технического института (1978-1994 г.), а затем с 1995г. профессором Подмосковского филиала МГУ в г. Черноголовка. Под его руководством защищено 19 кандидатских и 5 докторских диссертаций.

Среди учеников Б.А. Розенберга – Давтян С.П.- член-корреспондент Национальной Академии наук Армении, Каратеев А.М. – академик Экологической Академии наук Украины. Несколько молодых учеников Б.А.Розенберга в переходные года в ранге кандидатов наук уехали и сейчас работают в США, Франции, Германии.

В качестве члена Межведомственного Совета по синтетическим материалам при Президиуме РАН Б.А. Розенберг внес большой вклад в организацию и координацию научно-технических работ по созданию полимерных матриц для высокопрочных композиционных материалов. Научно- организационная работа Б.А. Розенберга была связана также с Научным Советом по высокомолекулярным соединениям и кинетике и реакционной способности при Президиуме РАН, редколлегией журнала «Высокомолекулярные соединения» и Международной группой ИЮПАК по полимерным сеткам. Будучи признанным в мире авторитетом в области высокомолекулярных соединений, Б.А.Розенберг активно участвовал в рецензировании статей в ряде международных изданий – *Macromolecules*, *Polymer*, *Macromolecular Symposia*, *Macromolecular Rapid Communication*, *European Polymer Journal* и ряда других.

О международном признании научной деятельности свидетельствует финансовая поддержка таких престижных международных фондов как фонд Сороса, МНТЦ, а также контракты с зарубежными фирмами Shell, Air Products @ Chemicals, Bayer. Результатом этого сотрудничества стали 2 крупных проекта МНТЦ, в которых приняли участие более 70 сотрудников Института из разных отделов, а также учёные США, Франции, Германии, Бельгии и Японии.

Во многих поездках его сопровождала жена – Альбина Николаевна. С ней они прожили 52 года . Он был верным другом и надёжным семьянином. Это его слова: *«Все прожитые годы надёжной моей опорой была моя семья, жена Альбина Николаевна и дочь Елена, которые своей заботой обеспечивали мне возможность всегда активно и много трудиться».*

Последние работы Б.А. Розенберга были направлены на фундаментальные исследования в области нанотехнологий: создание нанокompозитов на основе сетчатых эпоксиаминных матриц и углеродных нанотрубок и синтез монодисперсных металлических наночастиц, стабилизированных полимером, с целью формирования суперрешёток и химических сенсоров на их основе.

«Я бесконечно признателен всем моим многочисленным ученикам, сотрудникам и коллегам за ту работу, которые они сделали, за тот творческий вклад, который они внесли в многочисленные дела, которые нам удалось сделать за долгую жизнь в институте.» (Б.А.Розенберг, 2006 г.)

Жизненный и научный путь Заслуженного деятеля науки РФ, профессора, Бориса Александровича Розенберга закончился 19 октября 2008 года. Коллеги и ученики Бориса Александровича помнят его как человека, смыслом жизни которого было служение Науке.

Кхн, снс, Л.Л. Гурьева