

**К 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ,
лауреата Государственной премии СССР, доктора химических наук,
профессора АЛЕКСАНДРА АЛЕКСАНДРОВИЧА ЖДАНОВА (1923–2002)**

DOI: 10.31857/S2308114723700401, EDN: ABGJAQ

Александр Александрович Жданов – ученый мирового уровня, крупнейший специалист в области химии кремнийорганических соединений – активно участвовал в становлении и развитии кремнийорганической науки и промышленности, внес выдающийся вклад в создание химии металлосилоксанов и кремний-элементоорганических полимеров.

А.А. Жданов родился 26 января 1923 года в Москве и получил разностороннее образование в кругу своей семьи. Дедушка – московский архитектор Георгий Александрович Кайзер привил ему любовь к точным наукам, поэзии и немецкому языку, мама – врач Анна Георгиевна Жданова была прекрасной пианисткой, и именно ее подарок в виде набора реактивов открыл маленькому Саше волшебный мир химических превращений, а дядя Юрий Сергеевич Васильев, химик по профессии, объяснил явления, происходящие в простых химических опытах. По окончании гимназии в 1939 г. Александр Александрович поступил в Московский химико-технологический институт им. Д.И. Менделеева и окончил его в 1944 г. При выполнении дипломной работы под руководством профессора Анатолия Павловича Крешкова, посвященной получению искусственных смол на основе этилового эфира ортокремневой кислоты, А.А. Жданов познакомился с кремнийорганической химией и навсегда связал свою научную деятельность с созданием и исследованием новых элементоорганических соединений и полимеров, содержащих не только кремний и кислород, но и атомы различных металлов.

Становление его как ученого-химика произошло во Всесоюзном институте авиационных материалов (ВИАМ) под руководством и в тесном сотрудничестве с “отцом” химии силиконов академиком К.А. Андриановым. При активном участии А.А. Жданова созданы первые теплостойкие неметаллические покрытия на основе полифенилсилоксана, наполненного алюминиевой пудрой, способные выдерживать нагревание до 450°C. Работа была выполнена в кратчайшие сроки – начатое в 1947 г. изучение взаимодействия различных гидроксилсодержащих соединений кремния с алюминием позволило уже к 1950 г. начать промышленный выпуск готового продукта.

В ходе проведенных исследований им были сформулированы основные положения об особенностях лестничного (полициклического) строения нового класса элементоорганических полимерных соединений – металлосилоксанов, а также предложен простой и технологичный метод синтеза полиалюмоорганосилоксанов – согидролиз органотрихлорсиланов с галогенидом алюминия.

Полномасштабные фундаментальные исследования структуры полиметаллосилоксанов с применением различных физико-химических методов анализа осуществлены Александром Александровичем уже на базе созданного в 1954 г. академиком А.Н. Несмеяновым Института элементоорганических соединений (ИНЭОС) АН СССР. Полученные данные были обобщены в виде докторской диссертации “Исследования в области полиэлементоорганосилоксанов”, которую он блестяще защитил в 1967 году. С 1954 года на протяжении 48 лет А.А. Жданов работал в ИНЭОС. Так, в 1971 г. он возглавил лабораторию элементоорганических эластомеров, в 1978 г., после смерти академика К.А. Андрианова, занял должность заведующего лабораторией кремнийорганических соединений, а уже в 1989 г. под его руководством была создана группа по изучению металлосилоксанов.

Инструментальные и приборные возможности академической лаборатории позволили А.А. Жданову с сотрудниками провести интенсивные исследования и разработать эффективные методы синтеза как мономерных органометаллосилоксанов – триалкилсилоксановых производных алюминия, титана, олова, свинца, сурьмы, ванадия и прочих, так и полимерных органометаллосилоксанов, включающих алюминий, железо, кобальт, никель. Были синтезированы и иные поли(элементо)органосилоксаны, содержащие в цепи, помимо атомов Si и O, атомы других элементов (B, Al, Ti, Sn, Ge, P, Fe, Co, Ni и т.д.), а также полимеры с неорганическими цепями молекул, не содержащие в основной цепи атомы кремния. Дальнейшее изучение привело к разработке нового весьма технологичного метода синтеза металлосилоксанов реакцией обменного разложения силинолятов натрия и галогенидов металлов, что дало возможность легко создать опытное, а затем и

промышленное производство алюминий- и железосилоксанов, являющихся эффективными катализаторами различных химических процессов и термостабилизаторами (полижелезосилоксаны).

Роль и значение А.А. Жданова в развитии химии силиконов в ИНЭОС и в стране в целом трудно переоценить. Он стал тем связующим звеном или, как тогда говорили, “приводным ремнем” между полетом научной мысли К.А. Андрианова и сотрудниками лаборатории и института, а также при взаимодействии с комиссиями, Советами и другими различными инстанциями. Всю многотрудную рутину А.А. Жданов взвалил на себя, не считаясь со своими личными интересами, стараясь освободить К.А. Андрианова от научной бюрократии. Вместе они организовали Научный совет по синтетическим материалам при Президиуме АН СССР, превратившийся затем в отдельный Институт синтетических полимерных материалов – ИСПМ РАН, в котором А.А. Жданов, в период становления, был заместителем директора. Во многом благодаря его авторитету направление химии силиконовых полимеров стало одним из основных в ИСПМ.

Несмотря на совершенные качества и одаренность Александра Александровича, его собственная карьера сложилась только после ухода из жизни К.А. Андрианова, когда он в полной мере смог проявить себя как совершенно самостоятельный ученый и талантливый экспериментатор. А.А. Жданов блестяще завершил многолетнюю металлосилоксановую эпопею синтезом монокристаллического полифенил(кобальт)силоксана, установление структуры которого задавало вектор целому направлению металлосилоксановых полиэдров. Наряду с карборанами и ферроценовыми производными, полиэдрические металлосилоксаны послужили своеобразной визитной карточкой ИНЭОС. Исследования А.А. Жданова положили начало не только огромному многообразию соединений такого типа, но и стереорегулярным органоциклоксанам, по сию пору не имеющих аналогов в химии силиконов. Пожалуй, данные открытия стали своеобразным подарком судьбы за ту колоссальную научно-административную работу, которую он выполнял на различных постах.

А.А. Жданов был плоть от плоти Андриановской школы – вначале учеником, потом сподвижником и, наконец, продолжателем дела академика К.А. Андрианова. Он активно участвовал в становлении и развитии кремнийорганической науки и промышленности в стране, внес выдающийся вклад в создание химии металлосилоксанов и кремний-элементоорганических полимеров. Результаты его полувековых исследований отражены в более 500 научных статей, ему принадлежит около 200 авторских свидетельств и патентов. За научные достижения А.А. Жданов был

награжден правительственными наградами: орденом “Дружбы народов” и медалями “За доблестный труд во ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина”, “За трудовую доблесть” и “За трудовое отличие”.

А.А. Жданов уделял много времени подготовке новых научных кадров. Под его руководством выросло более 40 кандидатов наук и несколько докторов наук. Трудом А.А. Жданова и его учеников созданы основы промышленной технологии получения многих элементоорганических материалов (покрытий, пластмасс, синтетических масел и смол) для современной техники. В то же время, он был прост и доступен в общении, ярко представлял Андриановскую школу за рубежом, пользовался огромным авторитетом у коллег. Превосходно эрудированный, остроумный, с хорошим чувством юмора, Александр Александрович навсегда останется для нас образцом истинного ученого того времени, времени больших перемен, огромных надежд, оптимизма и востребованности науки.

В настоящем спецвыпуске удалось собрать статьи как учеников А.А. Жданова, так и последователей его дела, работающих в области элементоорганических олигомеров и полимеров в России и за рубежом.

В статье В.В. Киреева с соавторами из РХТУ им. Д.И. Менделеева и ИНХС РАН “Функциональные олигоарилоксициклотрифосфазены и негорючие связующие на их основе” карбоксилсодержащий арилоксициклотрифосфазен использован для отверждения эпоксидной смолы марки “ЭД-20” или фосфазенсодержащего эпоксидного олигомера и описаны свойства полученных самозатухающих или негорючих композиций.

Е.С. Транкина с соавторами из ИНЭОС РАН и ИСПМ РАН в статье “Неизоцианатные полисилоксануретаны на основе олигодиметилсилоксанов, содержащих аминопропильные и этоксилильные заместители” представили экологичный способ получения сшитых полисилоксануретанов без использования токсичных изоцианатов.

Б.А. Зачернюк с соавторами из МАДИ, РХТУ им. Д.И. Менделеева, ИНЭОС РАН и Российского биотехнологического университета в обзоре “О практическом применении некоторых функциональных кремнийорганических полимеров” обобщили сведения о получении и свойствах модифицирующих силоксановых покрытий на поверхности волоконистых материалов, а также ряда функциональных кремнийорганических полимеров, используемых для гидрофобизации волокон, текстиля, кожи, строительных материалов, создания клеевых композиций и других практически ценных кремнийорганических продуктов.

Тема механохимического получения элементоорганических полимеров затронута в работе В.В. Либанова с соавторами из Института науко-

емких технологий и передовых материалов ДВФУ “Механохимическое взаимодействие фенилбороновой кислоты с полифенилсилесквиоксаном и гидрокси(фенил)силоксановым олигомером”. Впервые было показано, что фенилбороновая кислота может успешно использоваться в качестве исходного материала для получения полиборфенилсилоксанов в условиях механохимической активации.

Н.С. Бредов с соавторами из РХТУ им. Д.И. Менделеева и ГНИИХТЭОС предложили обзорную статью “Современные подходы к получению органофункциональных силесквиоксанов”, в которой на конкретных примерах продемонстрирована взаимосвязь между составом и строением олигомерных органосилесквиоксанов в зависимости от условий их образования при гидролитической и ацидогидролитической поликонденсации органотриалкоксисиланов, содержащих различные функциональные группы в органических радикалах, соединенных с атомами кремния.

Одностадийный синтез монокремнийзамещенных норборненов с силоксановыми и арильными фрагментами и их полимеризация описан в статье Д.А. Алентьева с соавторами из ИНХС РАН. Данный метод одностадийной реакции гидросилилирования норборнадиена-2,5 позволил получить мономеры с более высоким содержанием активного в полимеризации экзо-изомера в продуктах по сравнению с аналогичными аддуктами, образуемыми по реакции Дильса–Альдера. Синтезированные мономеры оказались высокоактивны как в метатезисной полимеризации, так и в более чувствительной к объему заместителя аддитивной полимеризации.

Обзор Хань Ци Цянь и Бо Цзян из Харбинского технологического института (КНР) посвящен применению силиконовых смол для термостойких покрытий. В работе исследованы актуальные проблемы и будущие возможности термостойких покрытий на основе силиконовых смол, рассмотрено влияние модификации основной и боковых цепей силиконовой смолы на ее термостойкость, обобщаются физические и химические свойства неорганического наполнителя в сочетании с силиконовой смолой с целью керамизации и дальнейшего повышения степени термостойкости материала.

Новый подход к синтезу битиофенсилановых дендримеров с эффективным внутримолекулярным переносом энергии, основанный на использовании хлорсиланов с гидридной группой и реакции Стилле, описан в статье М.С. Скоротецкого с соавторами из ИСПМ РАН и Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Полученные дендримеры, содержащие 16 и 18 битиофенсилановых донорных звеньев и один акцепторный фрагмент в центре молекулы, обладают большим молярным коэффициентом экстинкции и

высоким квантовым выходом люминесценции с коротким временем высвечивания.

М.Н. Темников с соавторами из ТГПУ им. Л.Н. Толстого и ИНЭОС РАН предложили обзор “Силиконы в косметике” (будет опубликован в Серии Б, № 5), в котором рассмотрены основные кремнийорганические производные, используемые в косметической промышленности, их свойства и механизмы действия. Силиконы сравниваются с соединениями на основе природных соединений, обсуждается их безопасность и перспективы применения в косметике.

Эволюция металлоорганосилоксанов представлена в обзоре О.И. Щеголихиной с соавторами из ИНЭОС РАН, ТГПУ им. Л.Н. Толстого и МФТИ. В обзоре показано развитие химии металлоорганосилоксанов от первых полимерных систем до индивидуальных металлоорганосилоксанов и функциональных олигомерных соединений, дана критическая оценка современного состояния химии металлоорганосилоксанов и их дальнейшей эволюции.

Обзор О.А. Серенко из ИНЭОС РАН “Полиметаллоорганосилоксаны как отражение этапов развития высоких технологий в химии силиконов” посвящен анализу областей использования олигомерных и полимерных металлоорганосилоксанов в качестве покрытий пониженной горючести, антифрикционных и термостойких покрытий, материалов с высоким показателем преломления, защитных покрытий для космической техники.

Новые флуоресцентные материалы на основе полисилоксанов и бис- β -дикетонатов бора описаны в статье Ю.Н. Кононович с соавторами из ИНЭОС РАН, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Центра фотохимии ФНИЦ “Кристаллография и фотоника” и ИСПМ РАН. Показано, что исследуемые полимеры проявляют эластичные свойства, демонстрируют высокую термическую и термоокислительную стабильность, а также обладают интенсивной флуоресценцией в широком диапазоне длины волн, типичной для эксимеров борных комплексов, образующихся из агрегатов в возбужденном состоянии.

Конечно, статьи, собранные в настоящий спецвыпуск, не охватывают, да и не могли бы охватить всего спектра различных кремний- и элементорганических полимеров, методов их синтеза, разнообразных свойств и применения, в становление и развитие которых неопределимый вклад внес А.А. Жданов. Вместе с тем, они показывают основные тенденции развития данной области на современном этапе и перспективы ее развития.

*Приглашенные редакторы
академик РАН А.М. Музафаров
и член-корреспондент РАН С.А. Пономаренко*