

## ВЕНДИЛО Андрей Григорьевич



Основатель компании НЦ «Малотоннажная химия» родился в Москве в 1960 г. В 1983 г. Андрей Григорьевич окончил Московский институт тонкой химической технологии им. М.В.Ломоносова и был направлен по распределению во Всесоюзный научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ (ФГУП «ИРЕА»), где работал по 2012 год, пройдя путь от инженера отдела Технологии комплексонов до заместителя директора по научной работе, которым он стал с 1999 году в возрасте тридцати девяти лет.

Путь в науку начинался с химии комплексонов. А.Г.Вендило принадлежал к новому поколению ученых, занимающихся проблемами комплексонов, комплексоноватов и композиций на их основе, работы над которыми в институте начались в 1954 году и со временем превратились в одно из основных направлений научных работ института. Он придал новый импульс исследованиям, проводимым двумя ведущими учеными института - докторами химических наук профессорами Дятловой Ниной Михайловной и Темкиной Верой Яковлевной. Уже ранние исследования Андрея Григорьевича в конце 80-х годов привели к открытию и описанию эффекта селективного парамагнитного уширения линий ЯМР  $^{13}\text{C}$  в водных растворах комплексоноватов диамагнитных катионов комплексами гадолиния с ЭДТА. Эти данные легли в основу метода, позволившего дифференцировать координированные и «свободные» карбоксилатные фрагменты комплексонов и составили основу его кандидатской диссертации по теме: «Изучение строения комплексоноватов в растворе методом ЯМР-спектроскопии высокого разрешения с использованием парамагнитных релаксантов», защищенной в 1996 г. под руководством профессора К.И.Попова по специальности 02.00.01 «Неорганическая химия». По результатам диссертации был разработан и внедрен на химическом заводе им. Войкова (г. Москва) предназначенный для использования в качестве селективно уширяющего реагента при идентификации строения комплексных соединений, содержащих карбоксильные ветви, методом ЯМР-спектроскопии «Релаксант С» - триакваэтилендиаминтетраацетато-гадолиния (III) калиевая соль пятиводная.

Научные исследования, проводимые лично А.Г.Вендило и положенные в основу его кандидатской диссертации, были в высшей степени актуальны, так как определение строения комплексоноватов в растворе является одним из наиболее важных вопросов при целенаправленном синтезе комплексонов и композиций на их основе для решения широкого круга прикладных задач науки и техники. При этом большое значение имеют знание реальной дентатности полидентатных лигандов в водных растворах, а также достоверная информация о том, какие именно донорные центры лиганда

координированы с центральным ионом. Знание проявляемой дентатности комплексонов необходимо для развития теории их действия, при конструировании новых лигандов, при создании композиций на основе комплексонов с заданными свойствами.

Строение комплексонов в твердом виде изучено достаточно подробно, и эти данные безусловно могут служить основой для развития теории действия комплексонов, однако перенесение информации о строении комплексонов в твердом виде на область растворов не всегда правомерно. В связи с этим создание достаточно надежного метода определения строения комплексонов в водных растворах и использование его для выявления дентатности лиганда и способа его координации с центральным атомом представляет как теоретический, так и практический интерес.

Разработанный А.Г.Вендило новый метод изучения дентатности карбоксилсодержащих комплексонов и строения образуемых ими диамагнитных комплексонов основан на базе изучения селективной парамагнитной релаксации ядер  $^{13}\text{C}$  исследуемого субстрата под воздействием парамагнитных комплексов-релаксантов. Предложенный метод впервые использован для исследования строения в растворе комплексонов ванадия (V), РЗЭ (III), олова (IV), кальция (II), германия (IV), алюминия (III), палладия (II).

В ИРЕА А.Г.Вендило принимал участие в разработке и внедрении технологии производства и применения комплексообразующих препаратов для бесхлорной отбели целлюлозы в целлюлозно-бумажной промышленности, которые позволяют ингибировать каталитическое действие катионов переходных металлов при бесхлорной отделке целлюлозы. При отделке целлюлозной массы (в особенности при бесхлорной отбели озоном или пероксидом водорода) достаточно трудно добиться сохранения ее прочностных свойств, поскольку протекающие в системе окислительные процессы разрушают полимерную матрицу целлюлозы. Реакции окислительной деструкции целлюлозы катализируются ионами переходных металлов, неизбежно присутствующими в сырье и реагентах. Предлагаемые составы позволяют ингибировать каталитическое действие катионов металлов непосредственно на стадии отбели, что приводит к снижению скорости побочных процессов и позволяет повысить качество продукта (белизну, вязкость и т.п.).

В настоящее время ингибирование катионов металлов при отбели целлюлозы обеспечивается введением в технологическую схему получения бумажной массы степени Q – стадии обработки массы комплексообразующими агентами типа этилендиаминтетрауксусной (ЭДТА) или диэтилентриаминпентауксусной кислот (ДТПА) с последующей промывкой массы водой. Подобный технологический прием является общепринятым, и ведущие зарубежные фирмы (BASF, Eka, Chemical) выпускают соответствующие препараты на базе реакционных масс синтеза ЭДТА или ДТПА. Недостатком введения степени Q в технологию отбели целлюлозы является увеличение эксплуатационных (в частности большой расход воды) и капитальных затрат.

Разработанные комплексообразующие составы, которые можно применять непосредственно на стадии отбели, позволяют обеспечить высокое качество продукта при уменьшении эксплуатационных и капитальных затрат, исключив из технологии предварительную обработку целлюлозы комплексообразующими агентами. Лабораторные испытания предлагаемых препаратов на различных образцах целлюлозы (хвойной, вязкой, лиственной) показали их хорошие эксплуатационные свойства.

Под руководством А.Г.Вендило как зам. директора института была проведена работа по двум темам в программе работ по госзаказу, финансируемых Министерством промышленности в 1997-1998 г.г., а именно: создание и организация производства краун-эфиров и технология применения комплексонов из класса бисфосфонатов.

В рамках выполнения Целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения», участие в которой институт выиграл по конкурсу в 2001 году в блоке 2 «Поисково-прикладные исследования и разработки». Приоритетное направление «Новые материалы и химические продукты» раздел «Химические процессы», Проект 27 «Конкурентоспособные малоэнергоёмкие и экологически безопасные процессы получения новых химических, в том числе особо чистых веществ и материалов для научных и прикладных целей» сотрудниками отдела А.Г.Вендило выполнялась работа по теме: «Создание технологии триалкилбензиламмониевых солей (ТАБАС), обладающих биологически активными и поверхностно-активными свойствами». Выполнение этой работы дает возможность проводить эффективные меры по спецдезинфекции в местах постоянных массовых скоплений людей.

Новым направлением исследований по проблеме особо чистых веществ отдела А.Г.Вендило стало выполнение работ по исследованию бета-дикетонатов, которые, будучи первоначально используемыми для получения жаропрочных материалов с углерод-углеродной матрицей, в процессе исследования показали свою перспективность и в других областях, например, в качестве аналитических органических реагентов, катализаторов сжигания топлив в верхних слоях атмосферы, а также адгезивов в производстве компакт-дисков и исходных продуктов для синтеза материалов методами вакуумного напыления. Эта работа выполнялась в рамках целевой программы «Национальная технологическая база», подпрограмма «Создание авиационно-космических материалов и развитие специальной металлургии России с учетом восстановления производства стратегических материалов и малотоннажной химии» на 2005-2008 г.г.

На посту заместителя директора ИРЕА Андрей Григорьевич особое внимание уделял технологиям особо чистых веществ. Под его руководством в 2008-2012 г.г. в ИРЕА были выполнены четыре Госконтракта: **“РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЧИСТЫХ КИСЛОТ-ОКИСЛИТЕЛЕЙ И ТВЕРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ С КОНТРОЛИРУЕМОЙ ДИСПЕРСНОСТЬЮ”**; **“РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЧИСТЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И БЕЗВОДНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ С КОНТРОЛИРУЕМОМ СОДЕРЖАНИЕМ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ”**; **“РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СИНТЕЗА ВЫСОКОЧИСТЫХ ГИДРОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ И ОКСИДОВ С КОНТРОЛИРУЕМОЙ ДИСПЕРСНОСТЬЮ”**; и **“РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СИНТЕЗА ВЫСОКОЧИСТЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЛЕЙ КОНТРОЛИРУЕМОЙ ДИСПЕРСНОСТИ”**. Эти, инициированные им пионерские исследования по методам получения высокочистых неорганических и органических кислот с лимитированным содержанием взвешенных частиц, в дальнейшем позволили сотрудникам Андрея Григорьевича успешно решить в 2022 году проблемы импортозамещения органических растворителей для отечественной микроэлектроники и организовать их промышленный выпуск в период жёстких санкций по отношению к России со стороны стран НАТО.

Параллельно Андреем Григорьевичем велись фундаментальные работы по уточнению концентрационных констант диссоциации фосфорсодержащих комплексонов и опубликовано первое в мире сообщение о константе диссоциации гидроокиси цезия, вошедшие в базу данных IUPAC. В начале XXI века Андрей Григорьевич опубликовал совместно с финскими коллегами первые в мире данные по термодинамике комплексообразования в ионных жидкостях, исследуя комплексы краун-эфиров с катионами щелочных металлов. При этом удалось обнаружить корреляцию между константой устойчивости комплекса в гидрофобной ионной жидкости и степенью его извлечения из водной фазы в органическую.

Всего А.Г.Вендило опубликовал свыше 130 печатных трудов, в том числе статьи в специализированных зарубежных изданиях первого квартала. Он также является автором 11 изобретений. Научные результаты Андрея Григорьевича широко востребованы. Помимо России они неоднократно цитируются учёными 30 стран: Англии, Бельгии, Германии, Греции, Дании, Египта, Индии, Ирака, Ирана, Испании, Италии, Канады, Китая, Маврикия, Малайзии, Марокко, ОАЭ, Польши, Португалии, Румынии, США, Турции, Финляндии, Франции, Чехии, Швеции, Швейцарии, Южной Африки, Южной Кореи, Японии. Наибольший интерес у мировой научной общественности вызвали статьи по ионным жидкостям *Vendilo A.G., Popov K.I., et al. 18-CROWN-6 AND DIBENZO-18-CROWN-6 ASSISTED EXTRACTION OF CESIUM FROM WATER INTO ROOM TEMPERATURE IONIC LIQUIDS AND ITS CORRELATION WITH STABILITY CONSTANTS FOR CESIUM COMPLEXES.* *Molecules.* 2009. Т. 14. № 12. С. 5001-5016 и *Popov K., Vendilo A., Rönkkömäki H., et al. STABILITY OF CROWN-ETHER COMPLEXES WITH ALKALI-METAL IONS IN IONIC LIQUID-WATER MIXED SOLVENTS.* *J. Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry.* 2007. Т. 59. № 3-4. С. 377-381, а также по константам диссоциации фосфорсодержащих комплексонов - *Popov A., Vendilo A., Rönkkömäki H., Popov K., Lajunen L.H.J. <sup>31</sup>P NMR PROTONATION EQUILIBRIUM STUDY OF IMINOBIS(METHYLENEPHOSPHONIC ACID) AND ITS DERIVATIVES AT HIGH pH.* *Inorganica Chimica Acta.* 2003. Т. 353. С. 1-7.

Административную и научную работу Андрей Григорьевич успешно совмещал с организационной деятельностью в области отечественной малотоннажной химии. Он являлся заместителем председателя Технического Комитета по стандартизации «Химические реактивы и особо чистые химические вещества» (ТК 131) Госстандарта РФ и Председателем Международного технического комитета по стандартизации «Химические реактивы и особо чистые химические вещества». С 2001 г. по 2016 г. являлся Президентом Ассоциации разработчиков, производителей и поставщиков химической продукции и лабораторного оборудования «Росхимреактив», которая объединяет более 20 производственных и торгово-производственных предприятий, специализирующихся на производстве, реализации и торговле химическими реактивами, особо чистыми веществами, лабораторным оборудованием и техническими аксессуарами обеспечения лабораторных работ. Является персональным лауреатом международных выставок «Химия-99», «AnalyticaExpo-2003-2004-2005-2006». В 2012 году в дирекции ИРЕА, возглавляемой назначенцами-проходимцами без химического образования, стало невозможно работать, и Андрей Григорьевич полностью перешёл с группой наиболее дееспособных сотрудников ИРЕА в частный сектор экономики, сосредоточившись на работе и развитии созданных им химических компаний.

Незаурядный талант предпринимателя проявился у Андрея Григорьевича уже в молодые годы. В Советский период его всегда удручали необходимость заказывать реактивы и оборудование за год вперёд, а также неповоротливость и оторванность отраслевой науки от реального производства. Поэтому, когда в годы Перестройки под эгидой Центров научно-технического творчества молодёжи (НТТМ) в СССР легально появились первые коммерческие предприятия, младший научный сотрудник ИРЕА А.Г.Вендило зарегистрировал в 1986 году частную фирму ЭКОС-1, а в 1989 году она уже вышла с первой продукцией на отечественный рынок как производитель реактивов и особо чистых химических веществ. Принципиальным моментом было то, что фирма не располагалась на территории ИРЕА, а арендовала собственные помещения. Затем, по мере роста оборотов Андрей Григорьевич, вместо того, чтобы «рвануть» куда-нибудь на Канары, или переселиться на престижную иномарку, приобрёл полуразрушенный цех завода «Акрихин» в Старой Купавне. Цех представлял собой эдакий двухэтажный коровник с выбитыми стёклами, худой крышей и искореженными, ни на что негодными,

реакторами. Шаг за шагом «коровник» стали приводить в надлежащее состояние. Брали комнату, вычищали её, монтировали в ней оборудование, начинали выпуск того или иного реактива. Реактив продавали, на вырученные средства начинали ремонтировать следующую комнату. Так за 25 лет постепенно оформилось производство с номенклатурой в 430 наименований, годовым объемом выпуска 10 000 тонн, годовым оборотом 0.8 млрд руб., дающее рабочие места 500 сотрудникам в Москве и области. В 2012 году при ЭКОС-1 им была создана дочерняя компания ПАО «Научный центр «Малотоннажная химия», сфокусированная исключительно на научных исследованиях в интересах основного производства. Мечта органично соединить науку и малотоннажное химическое производство наконец осуществилась.

Сейчас АО «ЭКОС-1» – ведущий российский производитель химических реактивов и особо чистых химических веществ, отметивший 25 января 2019 г. 30-летний юбилей. Основное направление деятельности – производство высокочистых органических растворителей, реактивов для хроматографии, ИК-, УФ- спектроскопии, специализированных реактивов для различных областей применения, в том числе на заказ. Под контролем дочерней компании «Траверс» АО «ЭКОС-1» выпускает реагенты для водоподготовки, препараты для легкой промышленности, прачечных и химчисток, профессионального клининга. Наряду с основной продукцией собственного производства, АО «ЭКОС-1» предлагает широкий ассортимент химических реактивов и особо чистых химических веществ отечественного и импортного производства, а также наборы для контроля качества воды, активированный уголь, лабораторные обеззоленные фильтры. Вся продукция проходит контроль качества на соответствие нормативно-технической документации в аттестованной лаборатории.

Центральный офис компании находится в Москве. Производство и склад – в Московской области (г. Старая Купавна). Развитая производственная и техническая инфраструктура в сочетании с многолетним опытом работы позволяют предприятию обеспечивать высокий уровень качества выпускаемой продукции и оказываемых услуг. Компания осуществляет оптовые поставки по России, странам СНГ, за рубеж. Дилерская сеть представлена в 14 городах России. Система менеджмента качества АО «ЭКОС-1» применительно к разработке и производству органических растворителей реактивных квалификаций, производству препаратов для текстильной промышленности, реагентов для водоподготовки, реагентов для теплоэнергетики и компонентов для предприятий хозяйственно-бытового назначения соответствует требованиям ГОСТ ISO 9001-2015 (ISO 9001:2015). С 2001 года компания входит в состав Ассоциации разработчиков, производителей и поставщиков химической продукции, лабораторного оборудования и приборов «РОСХИМРЕАКТИВ».



Производственная площадка ЭКОС-1 в Старой Купавне



Научное подразделение ЭКОС-1 – НЦ «Малотоннажная химия» оснащено самым современным научно-исследовательским оборудованием, которому могут позавидовать многие лаборатории РАН, и имеет квалифицированный персонал химиков, способный решать любые задачи по созданию новых химических реагентов требуемой степени чистоты.



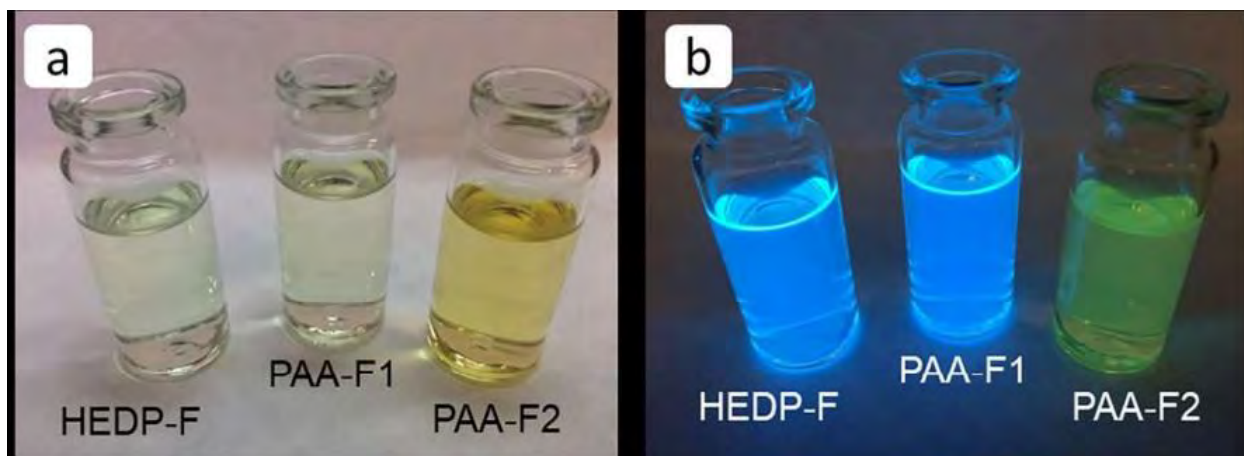
В лабораториях НЦ Малотоннажная химия

В частности, в 2023 году по заданию Минпромторга РФ в НЦ Малотоннажная химия был разработан и запущен в производство ЭКОС-1 уникальный продукт - изопропанол особой чистоты для микроэлектроники с лимитированным содержанием взвешенных частиц, позволивший российским производителям отказаться от импорта зарубежных аналогов.



Работа в цеху по производству особо чистого изопропанола в Старой Купавне

В области создания реагентов для водоподготовки и технологий их применения НЦ Малотоннажная химия занимает лидирующие позиции в мире. За период с 2015 по 2019 г.г. в рамках Госконтракта были разработаны и внедрены в производство два новых универсальных реагента «АМТЕК РО-1» и «АМТЕК РО-2», а также новый биоцид "Полисепт". Кроме того, были синтезированы оригинальные флуоресцентные ингибиторы, позволяющие осуществлять мониторинг антискаланта в промышленных установках.



Изображения созданных в НЦ Малотоннажная химия растворов уникальных флуоресцентных ингибиторов солеотложений в видимом свете (a) и после возбуждения флуоресценции (b).

В 2019-2024 г.г. благодаря визуализации флуоресцентных ингибиторов сотрудниками НЦ Малотоннажная химия впервые в мире было показано, что антискалант локализуется совсем не там, где предписывала современная теория ингибирования. Соответственно, была сформулирована новая гипотеза, существенно отличающаяся от общепринятых воззрений на механизм ингибирования. Её суть заключается в том, что в любом водном растворе любой степени чистоты присутствуют взвешенные наночастицы примесей. Именно они являются зародышами формирования твёрдой фазы в любом пересыщенном растворе. Молекулы ингибитора, адсорбируясь на этих индифферентных центрах кристаллизации, блокируют их, и предотвращают дальнейшее формирование на заблокированной частице фазы кристаллизующегося осадка, в частности – гипса и кольца. Таким образом, формирование зародышей идёт по гетерогенному механизму. Ранее же считалось, что первоначально в пересыщенном растворе зародыши гипса образуются по гомогенному механизму, затем на них адсорбируется ингибитор и тем самым замедляет нарастание массы зародыша. Результатом явилась скорректированная теория ингибирования солеотложений.

К глубокому сожалению, Андрей Григорьевич не смог увидеть результатов этой, инициированной им работы. 6 мая 2016 года на 57-году жизни учредитель АО «ЭКОС-1», генеральный директор ЗАО «Пале-Рояль», генеральный директор ПАО «Научный центр «Малотоннажная химия», президент Некоммерческого Партнерства «РОСХИМРЕАКТИВ», кандидат химических наук, доцент, Почетный химик РФ ВЕНДИЛО АНДРЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ скоропостижно скончался. Организаторский талант, человеческая доброта, мудрость и отзывчивость Андрея Григорьевича навсегда остаются в памяти его коллег и сотрудников.