

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ

Том (A) XXII

СОЕДИНЕНИЯ

1980

№ 4

ХРОНИКА

УДК 541.64:006.3

VII МЕЖДУНАРОДНЫЙ МИКРОСИМПОЗИУМ «ПОЛИКОНДЕНСАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ»

В соответствии с планом многостороннего сотрудничества социалистических стран в области высокомолекулярных соединений с 27 по 29 марта 1979 г. в г. Лодзи (ПНР) состоялся VII Международный микросимпозиум «Поликонденсационные процессы». С приветствиями к участникам обратились члены почетного и научного комитета симпозиума Э. Галес, З. Лясоцки, З. Едлински, Э. Турска и С. В. Виноградова. В выступлениях были отмечены успехи в области поликонденсационных процессов, достигнутые в результате многостороннего сотрудничества. В работе микросимпозиума приняли участие ученые, представляющие различные учреждения из шести стран: Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, СССР и ЧССР.

На микросимпозиуме было представлено 2 пленарных доклада, 17 докладов и 20 кратких сообщений.

В. В. Коршак (СССР) выступил с пленарным докладом «Основные перспективы развития поликонденсации», в котором были отражены результаты, достигнутые в области поликонденсации в последние годы, и сформулированы критерии разделения реакций поликонденсации на две основные группы: равновесную и неравновесную.

В связи с тем, что в процессах поликонденсации, так же как и в процессах полимеризации, наряду с ростом макромолекул, имеют место различные побочные превращения, В. В. Коршак обратил внимание не только на необходимость учета «развзвезности» полимеров, но и указал поиск путей регулирования раззвезности в нужном направлении или сведения ее к минимуму с помощью более глубокого изучения механизмов поликонденсационных процессов. В своем докладе В. В. Коршак рассмотрел общие закономерности процессов поликонденсации и со-поликонденсаций и отметил зависимость этих процессов от температуры, природы растворителей, порядка введения реагентов, типа катализаторов и т. д. Он остановился на поликонденсационных методах синтеза элементоорганических полимеров, включающих к настоящему времени свыше 48 элементов периодической системы Менделеева, а также отметил тенденцию к использованию в процессах поликонденсации новых исходных мономеров с целью получения полимерных структур со специфическим комплексом свойств.

В пленарном докладе Э. Турской (ПНР) «Влияние условий синтеза на некоторые структурные особенности конденсационных полимеров» были рассмотрены три взаимосвязанных звена: условия синтеза, физико-химические характеристики (функция ММР, конформации, микроструктура) и свойства полимеров и сополимеров. В докладе обсуждены различные типы функций молекулярно-массового распределения и их влияние на формирование надмолекулярных структур, влияние различий в строении на морфологию полимеров, зависимость конформации, стереорегулярности и микроструктуры макромолекулярных цепей от метода синтеза; рассмотрены также способы получения поликонденсационных полимеров с узким ММР и влияние функции распределения на способность полимеров к кристаллизации.

Направленность работ, представленных на микросимпозиуме в виде тридцати-минутных докладов и кратких сообщений, в значительной степени определялась успехами, достигнутыми в последнее время в области химии поликонденсационных процессов. Эти успехи были обусловлены в основном разработкой новых поликонденсационных методов синтеза гетероцепных и элементоорганических полимеров и большим количеством работ, посвященных рассмотрению физико-химических аспектов поликонденсационных процессов и выявлению зависимости между структурой исходных соединений и кинетическими закономерностями процесса поликонденсации.

В большей части работ,ложенных на микросимпозиуме, речь шла о синтезе, исследовании закономерностей процесса поликонденсации и свойств гетероцепных полимеров, в том числе полиамидов, полиимидов, полизэфиров и др.

Так, в работах Т. Скварски, Я. Ратайчик и К. Гжебняк (ПНР) исследовано влияние условий проведения эмульсионной поликонденсации хлорангидрида изофталевой кислоты и различных диаминов (*n*-фенилендиамина, 4,4'-диаминодифенилметана, 4,4'-диаминодифенилсульфона, диаминодифенилсульфида, диаминодифенилоксида

или их смесей) на выход и молекулярную массу образующихся полiamидов. Изменение скорости процесса и величины молекулярной массы в зависимости от строения исходного диамина объяснено авторами различной основностью и растворимостью диаминов, а также различной степенью набухаемости полимерных продуктов реакции.

При сравнении методов эмульсионной поликонденсации и низкотемпературной поликонденсации в растворе авторы отдают предпочтение первому способу, так как скорость реакции поликонденсации в этом случае значительно выше, и его технически легче осуществить в промышленности.

О получении новых термостойких полiamиноамидов при поликонденсации эквивалентных количеств 4,4'- или 3,4'-диаминодифениламина и N,N'-бис-(2-карбоксифенил)-*o*-фенилендиамина в расплаве при температурах 250–300° было сообщено Э. Витеком и И. Шмидом (ПНР). Синтезированные ими полiamиноамиды растворимы в полярных органических растворителях и серной кислоте и по данным динамического ТГА на воздухе до 400° имеют потери массы не выше 5%.

Е. Капко и Е. Полячек (ПНР) в своем докладе остановились на способе получения сульфонолметиленполiamидных полимеров, состоящем в поликонденсации полiamida-6 с 2-окси-3-метилбензольсульфоновой кислотой (крезолсульфоновой кислотой) и формальдегидом. В качестве реакционной среды ими использована техническая смесь, образующаяся при получении крезолсульфоновой кислоты и содержащая, кроме последней, в качестве примеси главным образом серную кислоту. Авторы установили, что скорость процесса деструкции полiamida увеличивается в присутствии формальдегида. Используя математический метод планирования эксперимента, авторы нашли оптимальные условия проведения поликонденсации.

К актуальным вопросам химии полимеров относятся работы, посвященные установлению корреляций, показывающих влияние химического строения мономеров на скорость реакции и состав образующихся изомерных продуктов. Так, в работе М. М. Котона, В. В. Кудрявцева, В. М. Светличного, В. А. Зубкова, К. К. Калиниши и В. М. Денисова (СССР) при исследовании реакции образования форполимеров в синтезе полиимидов определены характеристики комплексов с переносом заряда ряда ароматических диангидридов, что дало возможность рассчитать средство диангидридов к электрону. Для установления закономерностей поликонденсационного процесса в работе с успехом применены методы квантовой химии. Авторами рассчитаны гравитационные плотности на углеродных атомах карбопильной группы, служащие индексом, с помощью которого можно предсказать степень разновненности структуры полiamидокислот, образующихся на первой стадии синтеза полиимидов, и объяснить влияние электронного строения фрагментов полiamидокислот на процесс циклизации – вторую стадию синтеза полиимидов.

И. Варга, Т. Майзел, К. Белина (ВНР) установили, что процесс имидизации полiamидокислот на основе диангидрида пиромеллитовой кислоты и 4,4'-диаминодифенилового эфира с ненасыщенными концевыми группами, остатками малеиновой и бицикло-5-гептен-2,5-дикарбоновой кислоты, практически не зависит от строения концевых групп и представляет собой сложный процесс, который, наряду с дигидроциклизацией, сопровождается разложением полiamидокислот.

О синтезе термостойких полибензоксазолов на основе хлорангидрида терефталевой кислоты и производных *bis*-(2-аминонафтолов), дихлорангидрида 3,3'-диамино-4,4'-диокси-1,1'-динафтила и дихлорангидрида *bis*-(3-амино-4-оксинафтил) метана сообщили Э. Мзык, У. Гаик и З. Едлински (ПНР). Наличие в молекуле мономеров нескольких функциональных групп различной природы дало возможность авторам осуществлять циклизацию одновременно с процессом поликонденсации, что в конечном счете приводит к образованию высокомолекулярных гетероциклических соединений, которые могут быть использованы для получения пленок.

В совместной работе польских (З. Едлински, Д. Сnek, У. Гаик, М. Фудал) и советских авторов (Г. Д. Маркова, В. А. Васнев, С. В. Виноградова, В. В. Коршак) на примере акцепторно-катализитической полиэтерификации β -оксизистиловых эфиров дифенилпропана, дихлордифенилпропана и 4,4'-диоксидафтола-1,1' с дихлорангидридом терефталевой кислоты в присутствии триэтиламина установлено, что в зависимости от способа введения в реакцию исходных соединений и природы растворителя возможно образование полимеров со статистическим или регулярным расположением остатков диолов в цепи. Авторами показано, что полимеры с упорядоченным расположением остатков несимметричного мономера в макромолекулах по сравнению со статистическими полимерами обладают более высокими температурами размягчения и склонностью к кристаллизации.

Обобщая результаты известных работ, посвященных исследованию кинетики совместной поликонденсации при повышенных температурах в растворе, Л. Петшак и С. Борынец (ПНР) определили изменения концентрации функциональных групп и степени полимеризации конечных продуктов, образующихся в процессе совместной поликонденсации хлорангидрида терефталевой кислоты и бисфенолов в растворе α -хлорнафтилина. Сравнивая полученные результаты с теоретически вычисленными, авторы сформулировали общие закономерности процесса высокотемпературной совместной поликонденсации в растворе.

Г. Раффлер, Э. Бонатц, Г. Райнциш, Х. Гаевски и К. Цахариас (ГДР) показали

в своей работе, что поликонденсация олигомерных бис-(2-оксиэтил) терефталатов зависит как от химической активности, так и от массопередачи образующегося в ходе реакции этиленгликоля. При исследовании кинетики образования полизиэтилентерефталата зависимость степени полимеризации от толщины слоя авторы определяли экспериментально. Для расчета они допустили, что реакция идет по всему объему и коэффициент диффузии не зависит от степени полимеризации. Для определения величин константы прямой реакции и коэффициента диффузии проведена математическая минимизация «дефекта» экспериментальной и расчетной степени полимеризации.

Значительный интерес вызвала работа польских авторов (П. Печек, М. Ко-синьска, З. Клосовская-Волкович), посвященная синтезу водорастворимых ненасыщенных полизифиров с гидрофильными свойствами методом поликонденсации малеинового ангидрида или адипиновой кислоты и этиленгликоля с полизиэтиленгликolem. После радикальной сополимеризации со стиролом, акриловой кислотой, а также в водной среде с водорастворимыми акриловыми мономерами на их основе получены гидрофильные сетки. Авторами рассмотрены механические свойства, водопоглощение, сорбция и десорбция водяного пара и показана возможность использования ненасыщенных полизифиров для пропитки нетканых волокнистых материалов, применяемых в качестве подложки для порошерной синтетической кожи.

Е. Кулиевски, А. Дворак, З. Едлински (ПНР) исследовали влияние содержания эзо- и эндо-изомеров ангидрида 5,6-бензо-оксидикло-[2,2,2]-октаандикарбоновой-2,3-кислоты на скорость этерификации этих изомеров гликолями, на механические и термомеханические свойства, а также на химическую стойкость отверждаемых полизифиров на их основе. Ими установлена возможность идентификации и количественного определения изомеров в продуктах реакции с помощью метода ЯМР.

А. Фиркович и Р. Т. Сикорски (ПНР) на основе эпихлоргидрина, хлорэндикового ангидрида, ангидридов малеиновой и фталевой кислот и пропиленгликоля получили ненасыщенные хлорсодержащие полизифиры, которые при содержании хлора выше 23–24% негорючи и самозатухают.

О фосфорсодержащих олигоэфирах с концевыми реакционноспособными группами, полученных переэтерификацией диметилфосфита олигоалкиленгликольфумаратмалеинатами с концевыми гидроксильными группами, а также по реакции присоединения диалкилфосфитов к ненасыщенным электрофильным реагентам, сообщили болгарские ученые Г. Борисов и И. Крайчева. Фосфорсодержащие олигоэфиры были использованы ими в качестве исходных соединений для синтеза полимеров с пониженной горючестью.

В докладе В. Курана, Г. Рокицкого и Е. Келкевича (ПНР) сообщено о синтезе поликарбонатов с высокой степенью кристалличности и ограниченной растворимостью в органических растворителях. Синтез поликарбонатов осуществлен при взаимодействии двуокиси углерода, алкоголятов (или фенолятов) калия и *n*-ксиллендибромида в присутствии краун-эфиров, взятых в качестве катализаторов.

Другая группа польских ученых (А. Дэмс, Л. Петшак и Г. Рэндиковска) осуществила синтез линейных мультиблочных алифатически-ароматических поликарбонатов, полизифиркарбонатов и полизифироэфиров с определенной длиной отдельных сегментов. В качестве исходных соединений они использовали однородные фракции алифатических или ароматических поликарбонатов и ароматических сложных полизифиров с концевыми хлорформиатными, хлорангидридными или гидроксильными группами. В качестве «строительных» блоков были использованы также полиоксиэтиленгликоли различной молекулярной массы. Полученные блок-сополимеры отличались по растворимости, что было использовано для их разделения. Авторы разработали экспресс-метод определения средней степени разветвленности полидисперсных образцов ароматических поликарбонатов, основанный на определении характеристической вязкости и среднечисловой молекулярной массы образцов.

Как видно из рассмотренных выше работ, основное внимание было удалено синтезу поликонденсационных полимеров на основе новых мономеров, в том числе мономеров сложного строения, с целью создания полимеров с комплексом новых физико-химических и физико-механических свойств. В результате проведенных исследований были созданы полимеры с пониженной горючестью и повышенной термоокислительной устойчивостью. Наряду с этим на микросимпозиуме были представлены работы, посвященные анализу факторов, влияющих на закономерности поликонденсации, структуру и свойства образующихся при этом полимеров.

В другой группе докладов основное внимание было удалено использованию различных известных поликонденсационных методов для получения новых элементоорганических полимеров, содержащих кремний, фосфор, алюминий и др., а также блок-сополимеров, сочетающих высокую теплостойкость с хорошими физико-механическими показателями (прочностью, эластичностью и т. п.).

Так, в совместном докладе Н. Н. Макаровой, А. А. Жданова, К. А. Андрианова (СССР), Г. Гарзо, О. В. Макбаниани, Т. Секея и М. Блажо (ВНР) представлены результаты исследований в области синтеза органосилоксановых блок-сополимеров, сочетающих органосилексиоксановые (лестничные) и диорганосилоксановые линейные блоки. Методом анионной полимеризации не удается осуществить синтез таких сополимеров, представляющих не только теоретический, но и практический интерес.

Поэтому был выбран метод гетерофункциональной поликонденсации, где в качестве дифункциональных органоцикло- и органополицикlosилоксанов были использованы циклосилоксаны, содержащие галоген-, гидрокси- и аминогруппы, линейные силоксаны с функциональными группами, способными к образованию новых силоксановых связей. Изучение основных закономерностей гетерофункциональной поликонденсации привело к разработке метода синтеза нового типа органосилоксановых блок-сополимеров, сочетающих высокую теплостойкость лестничных полиорганосилоксанов с эластичностью линейных полиорганосилоксановых цепей.

В области поликонденсации кремнийорганических соединений в ПНР ведутся исследования под руководством З. Лясоцкого. Совместно с Е. Хрусьтель им исследована кинетика и предложен четырехцентровый механизм поликонденсации α - ω -дигидроолигодиметилсилоксанов с дифенилсиликапиолами в присутствии галогенидов металлов группы платины, а также цинка и кадмия. Установлена зависимость реакционной способности связи Si—H от степени полимеризации олигомера. Следует отметить, что настоящая работа имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение, так как «чистые» полимеры могут образовываться в процессе так называемого «холодного отверждения» кремнийорганических каучуков.

Ю. Кульпински и С. Пехуцки (ПНР) исследовали реакцию хлорсилоксанов с циклодисилазанами и получили сополимеры (молекулярная масса не более 3000), которые имели большую термическую устойчивость, чем «чистые» полидиметилсилоксаны.

Синтезу и исследованию свойств реакционноспособных фенолокремнийорганических олигомеров и полимеров посвящена работа В. А. Сергеева, Х. Раубаха, А. А. Жданова, В. К. Шитикова и Г. Н. Колосковой (СССР, ГДР). Переэтерификацией олигофенилэтоксисилоксанов оксароматическими соединениями различного строения (диоксидифенилметан, диоксибензофенон, фенолфталеин, диоксидифенилсульфон и фенолформальдегидные новолаки) в расплаве в присутствии катализаторов получены фенолокремнийорганические олигомеры, которые при нагревании до 150–180° в присутствии уротропина, 2,6-диоксиметил-*n*-крезола или N,N-ди-(оксиметил)аминофенил-*o*-карбоната переходили в неплавкое и нерастворимое состояние.

Кроме того, переэтерификацией олигофенилэтоксисилоксана *n*-изопропенилфенолом в тех же условиях получены ненасыщенные кремнийорганические олигомеры, которые отверждались по радикальному механизму при нагревании и после отверждения имели высокую термооксилитеральную устойчивость и хорошие физико-механические характеристики.

С целью повышения огнестойкости пенополиуретанов Х. Сивриевым, Г. Борисовым, З. Едлинским, В. Вальчиком и Л. Жабским (НРБ, ПНР) были синтезированы жесткие пенополиуретаны с различным содержанием фосфора в молекуле. В качестве исходного соединения был использован фосфор- и азотсодержащий полиол — окись бис-(оксиметил)-N,N-бис-(2-оксиэтил)аминометилфосфина. Полученный модифицированный пенополиуретан имеет повышенные огнестойкость и термомеханические свойства.

Из приведенных докладов видно, что введение различных элементов в основную полимерную цепь открывает большие возможности варьирования физико-механических свойств (термостойкости, эластичности, прочности и т. п.) полимеров, полученных поликонденсацией.

Ряд докладов на микросимпозиуме был посвящен термостойким фенолмеламино- и мочевиноформальдегидным полимерам, а также полифениленам и полихинонам. Модификация и совершенствование методов синтеза такого рода полимеров, имеющих большое промышленное значение, не только являются актуальными, но и в некоторых случаях приводят к материалам с качественно новыми свойствами.

Из этой группы сообщений следует отметить доклад И. Бауэра, П. Гэцкого и Х. Раубаха (ГДР) об использовании математических методов для получения данных о механизме образования и структуре фенолформальдегидных полимеров. Авторам удалось получить надежные критерии для контроля за кинетикой процесса конденсации и описать их системой дифференциальных уравнений. Решение этих дифференциальных уравнений при помощи теории ветвящихся процессов Гордона позволило получить величины M_n , M_w и определить их изменение во времени в предгелевой период, а следовательно, оптимизировать процессы формирования фенолформальдегидных полимеров с улучшенными физико-механическими свойствами.

В докладе Г. Дерецкого (ПНР) представлены интересные результаты по изучению поликонденсации фурилового спирта и формальдегида (источники — триоксан, параформ, формалин) под действием *n*-толуолсульфокислоты. Изучена роль различных источников формальдегида на характер сополиконденсации с фуриловым спиртом. Важным результатом является установление факта инертности двойных связей фурилового цикла по отношению к формальдегиду, а также увеличение скорости отверждения при введении метиольных групп в β -положение фурилового кольца.

Методом тонкослойной хроматографии, ИК- и ЯМР-спектроскопии, а также с применением масс-спектрометрии и химических методов К. Стажинская и С. Иванская (ПНР) исследовали механизм взаимодействия фурилового спирта, формальдегида и мочевины. Установление механизма позволило предсказать и обнаружить различные типы структур форполимеров и прогнозировать режимы их отверждения.

Большое значение в настоящее время приобретают меламиноформальдегидные полимеры как благодаря доступности исходного сырья, так и высокой их термохимической стойкости в сочетании с хорошими физико-механическими показателями. Следует, однако, отметить, что свойства меламиноформальдегидных полимеров, а также сохранение физико-механических свойств при высоких температурах в значительной степени зависят от структуры промежуточно образующихся метиломеламинов.

В этой связи определенный интерес представляет разработанный К. Дитрихом, К. Шульце и В. Тайге (ГДР) метод тонкослойной хроматографии на целлюлозе, нанесенной на алюминиевую фольгу для анализа указанных промежуточных продуктов. Этот метод позволяет надежно контролировать и регулировать процесс взаимодействия меламина с формальдегидом.

Э. Шааф, Ю. Бениш, Х. Циммерман и Д. Беккер (ГДР) исследовали термоокислительную деструкцию полифенилена в изотермическом режиме в интервале температур 250–450°, а также в условиях динамического термогравиметрического анализа. Кинетические исследования указывают на сложный характер процессов термоокисления, включающих не только деструкцию основной структуры, но и деструкцию по дефектным группировкам. В работе показано, что структурирование приводит к образованию вторичных структур, окисление и деструкция которых вносят значительный вклад в основные параметры процесса. Установлена формальная корреляция между процессами термоокисления и изменением физико-механических свойств асбопластиков на основе полифенилена.

Большой интерес вызвал совместный доклад советских (Б. А. Жубанов, Д. К. Салтыбаев) и венгерских ученых (Т. Секей, М. Блажо, Ф. Тилл), в котором показано, что образование форполимеров – поликетонокислот (при поликонденсации ароматических и гетероароматических соединений с диангидридами ароматических тетракарбоновых кислот в растворе в присутствии хлоридов металлов) и полимеров конечной структуры – полихинонов (при термической дегидроциклизации форполимеров) характеризуется как протеканием побочных процессов (внутримолекулярная циклизация) на первой стадии, так и незавершенностью при циклизации на второй стадии. Следствием этого является обрыв цепи форполимера на ранних стадиях ее формирования и появление в основной макроцепи полихинонов «слабых мест», приводящих к ухудшению термической стабильности полимеров. Авторы рассмотрели механизм образования растворимых форполимеров и предложили ряд схем термодеструкции полихинонов.

На симпозиуме было представлено несколько докладов, которые, хотя и стоят несколько обособленно по отношению к отмеченным выше группам работ, однако несомненно представляют определенный интерес.

Это работа Х.-Х. Херхольца, Д. Клемма, К. Бельштедта, Л. Хаазе, И. Клее, К. Шуберта, Х. Вакса (ГДР), в которой авторы исследовали образование линейных полимеров при поликонденсации диглицидилового эфира дифенилолпропана с вторичными диаминами различной структуры. Ими получены термостойкие полимеры (начало разложения при 380–430°), изучены их структуры и зависимость температуры стеклования от молекулярной массы. В работе показано, что конформационный набор полимеров значительно обеднен из-за наличия внутри- и межмолекулярных водородных связей. Авторы не исключают образования, наряду с линейными структурами, разветвленных макромолекул.

В. Яноут, П. Цефелин (ЧССР) в своем докладе представили результаты исследования кинетики катализированных полимераналогичных превращений полиакрилонитрила N-оксиметиламидаами. Ими установлена зависимость кинетики полимераналогичных превращений от молекулярной массы исходного полимера, а также глубина его химического превращения. В ходе реакции полиакрилонитрила с некоторыми N-оксиметиламидаами (имидаами) установлено образование полимеров сетчатой структуры.

А. Квяточ, Ч. Кайдас (ПНР) осуществили полирекомбинацию алифатических спиртов C_{8–18} в присутствии гидроперекиси кумола и исследовали закономерности этого процесса. Полученные олигомеры исследованы в качестве многофункциональных добавок к смазочным маслам. В. Цесельски, И. Пенхеж, М. Крышевски (ПНР) исследовали формирование полионенов путем взаимодействия N,N,N',N'-тетраметил- α,ω -диаминолканов с α,ω -дигидромалканами. Полученные поликватрониты – поличетвертичные соли и на их основе ион-радикальные соли с тетрацианхинодиметоном – имели высокую электропроводность.

Таким образом, доклады, представленные на микросимпозиуме в г. Лодзи, указывают на значительный прогресс исследований, проведенных в плане многостороннего сотрудничества по проблеме «Поликонденсация». Особый процесс достигнут в области исследования поликонденсационных процессов и формирования таких термостойких полимеров, как полиамиды, полибензимидазолы, поликарбонаты, элементоорганические полимеры и др. На это, в частности, указал в своем заключительном слове академик В. В. Коршак.

По-видимому, следует более широко развивать и другие поликонденсационные (ненецепные) процессы – полирекомбинацию, окислительную дигидрополиконденсацию, поликоординацию, которые могут привести к образованию полимеров с интересным комплексом физико-химических свойств.

В заключение следует отметить, что 7 из 17 представленных на микросимпозиуме тридцатiminутных докладов были посвящены результатам совместных исследований, выполненных согласно плану многостороннего сотрудничества Академий наук социалистических стран по теме «Поликонденсация» при участии Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, ЧССР и СССР. Совместные доклады отразили новейшие достижения в области изучения кинетики и основных закономерностей таких важных поликонденсационных процессов, как полиэтерификация, полициклизация и др., а также в области синтеза новых кремний- и фосфорсодержащих поликонденсационных полимеров.

В целом VII Международный микросимпозиум показал основные направления исследований по поликонденсации, подвел итоги, проанализировал и обобщил полученные результаты, а также наметил перспективы дальнейшего развития работ в этой области.

Лиогонький Б. И., Шитиков В. К.