

Сохраняя традиции научной школы. К 130-летию со дня рождения С.Н. Ушакова

Preserving the traditions of the scientific school. To the 130th anniversary of the birth of S.N. Ushakov

Н.А. ЛАВРОВ

N.A. LAVROV

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Россия

St.Petersburg State Institute of Technology (Technical University), Russia

lna@lti-gti.ru

Проанализированы этапы формирования научной школы химической технологии пластмасс в Санкт-Петербургском государственном технологическом институте (техническом университете). Показаны основные направления, результаты научной и педагогической деятельности, тематика исследований.

Ключевые слова: научная школа, научные направления, химическая технология пластмасс, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

The stages of formation of the scientific school of chemical technology of plastics at the St. Petersburg State Technological Institute (Technical University) are analyzed. The main directions, results of scientific and pedagogical activity, research topics are shown.

Keywords: scientific school, scientific directions, chemical technology of plastics, St. Petersburg State Technological Institute (Technical University)

DOI: 10.35164/0554-2901-2023-5-6-3-7

16 сентября 2023 года исполняется 130 лет со дня рождения выдающегося русского ученого, члена-корреспондента АН СССР, дважды лауреата Государственных премий СССР, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, заслуженного изобретателя РСФСР, профессора, доктора технических наук Сергея Николаевича Ушакова (1893–1964).

Сергей Николаевич в 1929 году основал в Ленинграде первую в СССР и первую в мире кафедру технологии пластмасс. Он являлся одним из основателей и первых руководителей НИИ пластмасс, НИИ полимеризационных пластмасс, Института высокомолекулярных соединений АН СССР.



Член-корреспондент АН СССР,
профессор С.Н. Ушаков

Основным местом работы С.Н. Ушакова был Ленинградский технологический институт. С момента создания и до 1959 года он был заведующим кафедрой химической технологии пластмасс, стал основателем научной школы кафедры, инициатором многих выполняемых на кафедре фундаментальных исследований. Уже в конце 20-х годов С.Н. Ушаков начал работать над созданием учебников и монографий по технологии пластмасс. В 1929 г. была опубликована монография [1] о получении и применении искусственных смол. Но главными в научной деятельности С.Н. Ушакова стали работы в области синтеза, полимеризации, сополимеризации виниловых соединений и проведения реакций в цепях полученных

полимерных продуктов. В научных кругах С.Н. Ушаков особенно известен как автор фундаментальной двухтомной монографии по синтезу поливинилового спирта и его производных [2].

Насущные проблемы медицины привели к возникновению в середине XX века новой области науки – химии биомедицинских полимеров, одним из направлений которой является синтез полимерных лекарственных веществ. Основные научные положения нового направления были сформулированы С.Н. Ушаковым [3]. Он исходил из способности биологически активных веществ (БАВ) сохранять фармакологическую активность при их химическом взаимодействии с водорастворимыми полимерами. При этом открывались возможности получения качественно новых, более эффективных лекарств, обладающих пролонгированным действием и высоким терапевтическим индексом при более низкой токсичности.

По инициативе С.Н. Ушакова на кафедре были начаты научные исследования по получению полимеров – носителей биологически активных веществ на основе N-винилсукцинимид (ВСИ). Эти работы были продолжены и получили развитие в последующие годы.

Об истории кафедры, ее сотрудниках, формировании научной школы, результатах педагогической деятельности опубликовано достаточно много статей [4–14]. В этой статье рассмотрены направления научной деятельности кафедры на разных этапах ее развития.

Первые тридцать лет в истории кафедры можно охарактеризовать как годы становления и формирования научно-педагогической школы. Под руководством Сергея Николаевича и на основании разработанных им оригинальных технологических процессов в промышленности СССР было организовано около 20 новых производств. Помимо решения практических задач, С.Н. Ушаков осуществлял научное руководство и был инициатором многих выполняемых на кафедре фундаментальных исследований. Сергеем Николаевичем с сотрудниками изучены процессы сополимеризации различных сложных виниловых эфиров с ненасыщенными кислотами, а также различных акрилатов со сложными виниловыми эфирами, аллилацетатами, замещенными стиrolами; предложены новые методы расчета констант сополимеризации; установлена возможность одновременного протекания процессов сополимеризации двух мономеров по радикальному и ионному механизму. Изучались реакции в цепях полученных ими полимерных

продуктов, в основном – поливинилового спирта, его производных и многочисленных сополимеров. В результате был заложен фундамент для продолжения исследований, во многом определивший тематику НИР кафедры как на ближайшие, так и на последующие годы.

В формировании научной школы активно участвовал доктор химических наук, профессор Алексей Александрович Ваншейдт, которого С.Н. Ушаков пригласил из Ленинградского университета. На кафедре пластмасс он работал более двадцати лет, затем в 50-е годы перешел на работу в ИВС АН СССР.

Следующее тридцатилетие, когда активно развивались экономика страны и промышленность пластмасс, можно охарактеризовать как период расцвета кафедры. С 1959 по 1990 год кафедру возглавлял доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР Анатолий Федорович Николаев (1921–2012) – ученик С.Н. Ушакова, выпускник ЛТИ им. Ленсовета 1948 года.



Профессор А.Ф. Николаев

В конце 50-х – начале 60-х годов прошлого века в нашей стране активно развивалась химическая промышленность, было создано много новых мощных предприятий, научно-производственных объединений по производству и переработке пластмасс. Инженеров требовалось все больше, росла также потребность в подготовке специалистов высшей квалификации – кандидатов химических и технических наук, докторов наук, появилась необходимость выполнения научно-исследовательских работ для разных отраслей промышленности, расширения ассортимента пластмасс и создания полимерных материалов со специальными свойствами (повышенными прочностными характеристиками, высокой термостойкостью, адгезией, вибростойкостью, износостойкостью и т.д.).

В связи со значительным расширением тематики исследований численность коллектива кафедры превысила 100 человек. Развивались фундаментальные научные исследования с бюджетным финансированием, направленные на разработку новых полимеров медико-биологического назначения и исследование процессов получения полимеров с использованием эффективных иницирующих систем. Выполнялись прикладные исследования по хозяйственным договорам, тематика этих исследований была направлена на разработку новых стекло- и углепластиков, пенопластов, герметиков, клеев и покрытий, водорастворимых полимеров, флокулянтов и др.

Активно шла подготовка научно-педагогических кадров через аспирантуру и докторантуру. Написанные А.Ф. Николаевым фундаментальный труд «Синтетические полимеры и пластические массы на их основе» и учебник для вузов «Технология пластических масс» [15, 16] получили широкое признание. Активно развивалось международное сотрудничество. Проходил обмен студентами и аспирантами между ЛТИ им. Ленсовета и зарубежными вузами. Кафедра проводила обучение студентов и аспирантов различных государств: Болгарии, ГДР, Польши, Венгрии, Кубы, Индии и др.

В начале 90-х годов в стране произошли экономические преобразования, которые привели к существенному сокращению бюджетного и хозяйственного финансирования. В 1991 г. заведующим кафедрой был избран ученик А.Ф. Николаева, доктор технических

наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Виктор Константинович Крыжановский (1934–2017), он руководил кафедрой до 2010 года. Основные области научных исследований профессора В.К. Крыжановского и работавших с ним сотрудников, аспирантов – физика и технология полимерных материалов, расширение сфер их применения, создание новых высокоэффективных композитов, в том числе триботехнического назначения, для атомной энергетики.



Профессор В.К. Крыжановский
выступает с докладом

В этот период на кафедре произошло резкое сокращение численности научных сотрудников и инженеров, но благодаря тому, что педагогический коллектив сохранился, научная школа кафедры сохранила основные направления фундаментальных и прикладных исследований. Основные научные результаты, полученные в эти годы, относятся к новым композиционным реактопластам специального назначения для экстремальных условий эксплуатации, клеям, герметикам, пенопластам, электропроводящим пастам и к водорастворимым полимерам, в том числе медицинского назначения. Опубликовано большое количество научных статей в ведущих научных журналах. Неоднократно проводились научно-технические конференции «Пластмассы со специальными свойствами», научно-технические семинары по актуальным проблемам полимерной науки, изданы книги [17–24]. По результатам открытого конкурса кафедра химической технологии пластмасс Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) была внесена в реестр ведущих научно-педагогических школ Санкт-Петербурга. В реестр в качестве руководителя научно-педагогической школы был внесен профессор В.К. Крыжановский, заместителя руководителя – профессор Н.А. Лавров.

Многими научными исследованиями в эти годы продолжал руководить профессор А.Ф. Николаев, он работал на кафедре до 2001 года. За 50 лет им было подготовлено более 120 кандидатов и пять докторов наук в области полимерной химии и технологии. Но и находясь на пенсии, Анатолий Федорович продолжал проводить теоретические исследования, связанные со строением воды. С участием А.Ф. Николаева преподавателями кафедры написано учебное пособие «Технология полимерных материалов» [23], которое используется во многих вузах России, в 2011 г. оно было переиздано [24].



Профессора В.К. Крыжановский, М.С. Тризно, Н.А. Лавров, А.Ф. Николаев, К.В. Белгородская, К.А. Макаров (слева направо).

В 2010 г. на должность заведующего кафедрой был избран также ученик А.Ф. Николаева доктор химических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ Николай Алексеевич Лавров. Основные области научных интересов профессора Н.А. Лаврова – химия высокомолекулярных соединений, исследование процессов радикальной полимеризации и сополимеризации, реакций в цепях полимеров, кинетика полимеризационных процессов, получение водорастворимых и гидрофильных полимеров медико-биологического назначения, совершенствование технологических процессов получения изделий из термопластов.



Профессор Н.А. Лавров открывает заседание Государственной экзаменационной комиссии

В последнее десятилетие произошел процесс реформирования высшего профессионального образования, его перевода на двухуровневую систему обучения.

Кафедра обновляется, и это касается не только учебного процесса, но и тематики научных исследований. В коллектив, в котором продолжают работать опытные преподаватели и сотрудники, посвятившие свою жизнь служению науке, подготовке научных и инженерных кадров, вошли молодые сотрудники, недавние выпускники кафедры. Финансирование НИР осуществлялось по госзаданию, по хозяйственным, по международным договорам, по грантам.

В 2011 г. кафедра провела международную научно-техническую конференцию «Пластмассы со специальными свойствами», в которой приняли участие около 150 ученых из разных стран. С пленарными докладами выступили члены-корреспонденты РАН, профессора Е.Ф. Панарин, С.С. Иванчев и профессор Н.А. Лавров.



Член-корреспондент РАН, профессор С.С. Иванчев, профессор Н.А. Лавров, член-корреспондент РАН, профессор Е.Ф. Панарин (слева направо).

Евгений Федорович Панарин и Сергей Степанович Иванчев на протяжении многих лет были членами диссертационного совета Технологического института.

Е.Ф. Панарин – выпускник кафедры химической технологии пластмасс ЛТИ им. Ленсовета. Научным руководителем его кандидатской диссертации был С.Н. Ушаков.

С.С. Иванчев в 1988–1991 гг. был заведующим филиалом кафедры химической технологии пластмасс ЛТИ им. Ленсовета в Охтинском научно-производственном объединении «Пластполимер».

До 2016 года на кафедре продолжал работать профессор В.К. Крыжановский. Он писал книги [24, 25], проводил со студентами и аспирантами научные исследования. Некоторые из задуманных исследований он не успел закончить, они были завершены и их результаты опубликованы уже после его смерти [26–31].

В настоящее время, сохраняя традиции научной школы, продолжают исследования по созданию медицинских полимеров, их результаты обобщены в трех монографиях [32–34]. Помимо исследований по синтезу полимеров-носителей БАВ [35], начаты работы по оценке биологической активности исходных мономеров и собственно полимеров [36, 37].

В обзоре [38] обобщены результаты проводимых работ за последние 10 лет. Говоря о тематике исследований, остановимся на некоторых публикациях, которые стали основой защищенных кандидатских диссертаций.

В соответствии с тематикой научной школы были продолжены исследования в области создания и модификации олигомеров, композиций и материалов на их основе. Разработаны новые полимерные материалы на основе модифицированных олигомерных продуктов деструкции вторичного полиэтилентерефталата [39–45], газонаполненные материалы на основе полиакриламида [46–48].

В результате совместных исследований с Институтом высокомолекулярных соединений РАН [49–50] проведены работы по получению и исследованию свойств иммунореагентов на основе акриловых полимеров.

Тематика некоторых диссертационных работ направлена на совершенствование технологических процессов получения полимерных материалов в условиях реального производства. Например, проведены исследования по совершенствованию технологии получения изделий из полиэтилена методом ротационного формования [51–57] и по разработке сосудов высокого давления из композитных материалов [58–62]. Выполнен комплекс исследований по совершенствованию технологии переработки поливинилхлорида и производства пленок на его основе [63–72].

Студенты принимают участие в проводимых НИР, тематика выпускных квалификационных работ формируется с учетом предложений, поступающих от промышленных предприятий и научных организаций, которые сотрудничают с кафедрой. Результаты студенческих исследований неоднократно были представлены на Всероссийских и международных научных конференциях, конкурсах, опубликованы в научных журналах.

Литература

1. Ушаков С.Н. Искусственные смолы и их применение в лаковой промышленности. Л.: Химтехиздат, 1929. – 158 с.
2. Ушаков С.Н. Поливиниловый спирт и его производные. Т. 1, 2. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – 868 с.
3. Ушаков С.Н. Синтетические полимеры лекарственного назначения. Л.: Медгиз, 1962. – 42 с.
4. Николаев А.Ф. Из истории кафедры химической технологии пластмасс СПбГТИ(ТУ) // Пласт. массы. – 2001. – №10. – С. 3–5.
5. Крыжановский В.К., Лавров Н.А., Никитина И.В. Кафедра химической технологии пластмасс Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) – 75 лет // Пласт. массы. – 2004. – №3. – С. 26–27.
6. Лавров Н.А., Крыжановский В.К. Юбилей старейшей кафедры технологии пластмасс // Полимерные материалы. – 2005. – №1. – С. 30.
7. Лавров Н.А., Крыжановский В.К. Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии пластмасс // Клеи. Герметики. Технологии. – 2006. – №5. – С. 2–4.
8. Lavrov N.A., Kryzhanovskii V.K. St. Petersburg State Technological Institute. The Chair of Plastics Technology // Polymer Science. Ser. D. – 2008. – Vol. 1, No. 1. – P. 17–18.
9. Лавров Н.А., Сивцов Е.В. Участие студентов в проведении фундаментальных научных исследований кафедры химической технологии пластмасс // XXXVI научно-методическая конференция. Традиционные и инновационные методы организации учебного процесса. Тезисы докладов. / СПбГТИ(ТУ) – СПб., 2009. – С. 21–25.

10. Лавров Н.А., Крыжановский В.К., Никитина И.В. Направления научной деятельности кафедры химической технологии пластмасс Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2011. – №9. – С. 4–9.
11. Лавров Н.А., Крыжановский В.К. Формирование научной школы кафедры химической технологии пластмасс Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) // Пластические массы. – 2011. – №9. – С. 4–6.
12. Лавров Н.А. К 90-летию А.Ф. Николаева // Энциклопедия инженера-химика. – 2011. – №9. – С. 2–3.
13. Лавров Н.А. К 85-летию старейшей кафедры химической технологии пластмасс // Полимерные материалы. – 2014. – №2. – С. 49–51.
14. Лавров Н.А. К юбилею старейшей кафедры химической технологии пластмасс // Пластические массы. – 2014. – №1–2. – С. 3–6.
15. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. – М.-Л.: Химия, 1966. – 708 с.
16. Николаев А.Ф. Технология пластических масс. – Л.: Химия, 1977. – 368 с.
17. Крыжановский В.К., Бурлов В.В. Прикладная физика полимерных материалов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2001. – 261 с.
18. Лавров Н.А., Сивцов Е.В., Николаев А.Ф. Реакционная среда и кинетика полимеризационных процессов: Монография. – СПб.: ИК Синтез, 2001. – 94 с.
19. Технические свойства полимерных материалов: Учебно-справочное пособие / В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко, Ю.В. Крыжановская. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2003. – 240 с.
20. Производство изделий из полимерных материалов. Учебное пособие. / В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, М.Л. Кербер, А.Д. Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2004. – 464 с.
21. Технические свойства полимерных материалов: Учебно-справочное пособие / В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко, Ю.В. Крыжановская. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Профессия, 2005. – 248 с.
22. Крыжановский В.К. Инженерный выбор и идентификация пластмасс. – СПб.: Научные основы и технологии (НОТ), 2009. – 204 с.
23. Технология полимерных материалов: Учебное пособие / А.Ф. Николаев, В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, Э.С. Шульгина, Н.А. Лавров, И.М. Дворко, Е.В. Сивцов, Ю.В. Крыжановская, А.Д. Семенова. – СПб.: Профессия, 2008. – 544 с.
24. Технология полимерных материалов: Учебное пособие / А.Ф. Николаев, В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, Э.С. Шульгина, Н.А. Лавров, И.М. Дворко, Е.В. Сивцов, Ю.В. Крыжановская, А.Д. Семенова. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 544 с.
25. Крыжановский В.К., Бурлов В.В. Пластмассовые детали технических устройств (выбор материала, конструирование, расчет). – СПб.: Научные основы и технологии (НОТ), 2013. – 456 с.
26. Крыжановский В.К., Лавров Н.А., Киемов Ш.Н. Влияние дисперсных наполнителей на термомеханические характеристики эпоксидных полимеров // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2017. – №11. – С. 9–13.
27. Киемов Ш.Н., Крыжановский В.К., Лавров Н.А. Деформация дисперсно-наполненных эпоксидных полимеров // Композиционные материалы. Узбекский научно-технический и производственный журнал. – 2017. – №4. – С. 13–14.
28. Лавров Н.А., Киемов Ш.Н., Крыжановский В.К. Триботехнические свойства композиционных материалов на основе эпоксидных полимеров // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2018. – №10. – С. 14–18.
29. Лавров Н.А., Киемов Ш.Н., Крыжановский В.К. Свойства наполненных эпоксидных полимеров // Пластические массы. – 2019. – №1–2. – С. 37–39.
30. Kryzhanovskii V.K., Lavrov N.A., Kiemov Sh.N. The Effect of Disperse Fillers on the Thermomechanical Characteristics of Epoxy Polymers // Polymer Science. Ser. D. – 2018. – Vol. 11, №2. – P. 230–232.
31. Lavrov N.A., Kiemov Sh.N., Kryzhanovskii V.K. Tribotechnical Properties of Composite Materials Based on Epoxy Polymers // Polymer Science. Ser. D. – 2019. – Vol. 12, №2. – P. 182–185.
32. Лавров Н.А. Полимеры на основе N-винилсукцинимиды. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 240 с.
33. Панарин Е.Ф., Лавров Н.А., Соловский М.В., Шальнова Л.И. Полимеры — носители биологически активных веществ / Под редакцией Е.Ф. Панарина и Н.А. Лаврова. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2014. – 304 с.
34. Лавров Н.А. Полимеры на основе 2-гидроксиэтилметакрилата. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2017. – 176 с.
35. Шальнова Л.И., Лавров Н.А. Потенциал и практическая реализация биоактивных производных поливинилсукцинатов // Пластические массы. – 2021. – №7–8. – С. 31–34.
36. Lavrov N.A., Samoilova K.O. Prediction of the Biological Activity of N-Vinyl Compounds and Polymers Based on Them // Polymer Science. Ser. D. – 2021. – Vol. 14, №3. – P. 417–420.
37. Лавров Н.А., Самойлова К.О. Прогнозирование биологической активности N-винил-3(5)-метилпиразола и полимеров на его основе // Пластические массы. – 2021. – №7–8. – С. 15–17.
38. Лавров Н.А. Традиции и инновации в химии и технологии полимеров // Пластические массы. – 2021. – №7–8, С. 3–7.
39. Аликин М.Б., Литосов Г.Э., Панфилов Д.А., Дворко И.М. Применение отходов полиэтилентерефталата для получения пенофенопластов конструкционного назначения // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2016. – №10. – С. 34–37.
40. Аликин М.Б., Панфилов Д.А., Лавров Н.А., Дворко И.М. Получение ненасыщенных полиэфирных смол и материалов на их основе с использованием вторичного полиэтилентерефталата // Пластические массы. – 2019. – №9–10. – С. 20–22.
41. Аликин М.Б., Полякова Ю.В., Панфилов Д.А., Дворко И.М. Зависимость свойств пеноэпоксидов от состава композиции // Пластические массы. – 2021. – №7–8. – С. 8–10.
42. Аликин М.Б., Алексеева К.Д., Панфилов Д.А., Лавров Н.А., Дворко И.М. Исследование процесса отверждения эпоксидных композиций аминными продуктами на основе бытовых отходов полиэтилентерефталата и поликарбоната // Пластические массы. – 2021. – №7–8. – С. 21–24.
43. Alikin M.B., Panfilov D.A., Lavrov N.A., Dvorko I.M., Polyakova Yu.V., Litosov G.E. The Effect of the Dynamic Viscosity of an Epoxide Compound on the Properties of Foam Materials Obtained on Its Basis // Polymer Science. Ser. D. – 2021. – Vol. 14, №1. – P. 4–7.
44. Аликин М.Б., Муравский А.А., Панфилов Д.А., Дворко И.М., Лавров Н.А. Получение олигоэфирполиолов из вторичного полиэтилентерефталата // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2022. – № 6. – С. 32–38.
45. Alikin M.B., Alekseeva K.D., Panfilov D.A., Dvorko I.M., Lavrov N.A. Properties of epoxy compositions cured by aminolytic splitting products of a secondary polyethylene terephthalate and polycarbonate // Mechanics of Composite Materials. – 2022. – Vol. 58, No.5. – P. 697–704.
46. Литосов Г.Э., Дворко И.М., Лавров Н.А., Чистяков Н.А., Муравский А.А. Модификация полиакриламида гидроксил- и карбоксилосодержащими соединениями // Пластические массы. – 2020. – №5–6. – С. 25–28.
47. Литосов Г.Э., Муравский А.А., Дворко И.М., Лавров Н.А. Газонаполненные материалы на основе полиакриламида // Пластические массы. – 2021. – №7–8. – С. 18–20.
48. Литосов Г.Э., Родин А.С., Дворко И.М., Панфилов Д.А., Лавров Н.А. Исследование влияния газообразователей на физико-механические характеристики композиций на основе полиакриламида // Клеи. Герметики. Технологии. – 2022. – №4. – С. 28–34.
49. Байгильдин, В.А. Лаишевская С.Г., Лавров Н.А., Панкова Г.А., Шевченко Н.Н. Монодисперсные катионные частицы: достижения и закономерности получения // Успехи современного естествознания. – 2017. – №3. – С. 7–13.
50. Baigildin V., Pankova G., Evseeva T., Lavrov N., Shirokova I., Vaganov G., Shevchenko N. Methyl methacrylate particles with amino groups on the surface: Colloid stability and sorption of biologically active substances // Journal of Dispersion Science and Technology. – 2017. – Vol. 38, №11. – P. 1570–1577.
51. Лавров Н.А., Игуменов М.С., Беседина К.С. Использование технологических отходов в производстве изделий из линейного полиэтилена низкой плотности методом ротационного формования // Пластические массы. – 2014. – №1–2. – С. 56–59.
52. Лавров Н.А., Игуменов М.С., Беседина К.С. Полимерные материалы, перерабатываемые методом ротационного формования // Энциклопедия инженера-химика. – 2011. – №9. – С. 9–12.

53. Лавров Н.А., Беседина К.С., Игуменов М.С. Комплексы ротационного формования // Пластические массы. – 2011. – №9. – С. 36–41.
54. Лавров Н.А., Игуменов М.С., Никитина И.В., Беседина К.С. О режимах ротационного формования термопластов // Известия СПбГТИ(ТУ). – 2013. – № 18 (44). – С. 27–29.
55. Лавров Н.А., Игуменов М.С., Беседина К.С., Кузьмин В.В. Свойства изделий из линейного полиэтилена низкой плотности, получаемых методом ротационного формования // Известия СПбГТИ(ТУ). – 2013. – №20 (46). – С. 48–50.
56. Игуменов М.С., Лавров Н.А. Адгезия линейного полиэтилена низкой плотности и олигомеров // Клеи. Герметики. Технологии. – 2016. – №8. – С. 30–33.
57. Игуменов М.С., Лавров Н.А. Особенности ротационного формования термопластов // Пластические массы. – 2016. – №9–10. – С. 47–51.
58. Лавров Н.А., Игуменов М.С. Технология производства сосудов высокого давления из полимерных композитных материалов // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2017. – №7. – С. 19–23.
59. Igumenov M.S., Lavrov N.A. Adhesion of Linear Low-Density Polyethylene and Oligomers // Polymer Science. Ser. D. – 2017. – Vol. 10, №1. – P. 55–58.
60. Lavrov N.A., Igumenov M.S. A Technique for Production of High-Pressure Vessels from Polymer-Composite Materials // Polymer Science. Ser. D. – 2018. – Vol. 11, №1. – P. 113–116.
61. Igumenov M S; Lavrov N A. Features of the rotational moulding of thermoplastics // Journal: International Polymer Science and Technology. – 2017. – Vol. 44, №10. – P. 39–45.
62. Лавров Н.А., Игуменов М.С. Сосуд высокого давления из полимерных композиционных материалов // Пластические массы. – 2018. – № 5–6. – С. 45–47.
63. Лавров Н.А., Ксенофонтов В.Г., Белухичев Е.В. Теоретические основы и практическая реализация исследований по стабилизации поливинилхлорида и его переработке методом каландрования // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2015. – №29 (55). – С. 41–48.
64. Лавров Н.А., Белухичев Е.В., Ксенофонтов В.Г., Колерт К. Проявление синергетического эффекта при использовании пентаэритрита в процессе стабилизации поливинилхлорида различными классами стабилизаторов // Пластические массы. – 2014. – №1–2. – С. 45–47.
65. Лавров Н.А., Ксенофонтов В.Г., Белухичев Е.В. О механизме стабилизации поливинилхлорида // Пластические массы. – 2016. – №11–12. – С. 16–20.
66. модификаторов ударопрочности на свойства жестких пленок из поливинилхлорида // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2017. – №3. – С. 40–42.
67. Лавров Н.А., Колерт К., Ксенофонтов В.Г., Лаврова Т.В., Белухичев Е.В. О механизме деструкции поливинилхлорида // Известия СПбГТИ(ТУ). – 2012. – №16 (42). – С. 31–35.
68. Лавров Н.А., Белухичев Е.В. Использование сополимера этилена с винилацетатом в качестве совместителя поливинилхлорида с полиэтиленом низкой плотности // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2019. – №5. – С. 19–22.
69. Лавров Н.А., Белухичев Е.В. Совмещение поливинилхлорида с полиэтиленом низкой плотности с использованием графт-сополимера хлорированного полиэтилена с метилакрилатом // Известия СПбГТИ(ТУ). – 2019. – №50 (76). – С. 47–51.
70. Лавров Н.А., Белухичев Е.В. Использование сополимера винилхлорида с винилацетатом в качестве совместителя поливинилхлорида с полиэтиленом низкой плотности // Пластические массы. – 2019. – №9–10. – С. 11–13.
71. Лавров Н.А., Белухичев Е.В. Полимерные смеси на основе поливинилхлорида // Пласт. массы. – 2020. – №3–4. – С. 55–59.
72. Лавров Н.А., Белухичев Е.В., Ксенофонтов В.Г., Самсонова М.С. Влияние пентаэритрита и его магниевых и цинковых солей на термическую стабильность каландрованных поливинилхлоридных плёнок // Пластические массы. – 2022. – №3–4. – С. 38–42.