

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

КуАИ – СГАУ
НАУЧНАЯ ШКОЛА
ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН
БАРВИНКА В.А.

Утверждено Редакционно-издательским советом университета

САМАРА
Издательство СГАУ
2007

УДК 378
ББК Ч 480.058.50
Б 23

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. Д. К. С а б и р о в а,
д-р техн. наук, доц. Д. М. К о з л о в

Б 23 **КуАИ – СГАУ. Научная школа члена-корреспондента РАН
Барвинка В.А. / авт.-сост. *Н.Ф. Банникова*; под ред. *В.Л. Бала-*
кина. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. –
76 с. : ил.**

ISBN 978-5-7883-0500-4

Рассмотрены основные научные направления заведующего одной из ведущих кафедр ПЛА и УКМ, директора НИИ технологий и проблем качества КуАИ – СГАУ.

Описание научных направлений дано в хронологической последовательности в соответствии со временем их развития.

УДК 378
ББК Ч 480.058.50

К 70-летию со дня рождения В.А. БАРВИНКА

ISBN 978-5-7883-0500-4

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2007

ВВЕДЕНИЕ

Научная школа члена-корреспондента РАН В.А. Барвинка сформировалась на базе одной из ведущих кафедр Куйбышевского авиационного института имени академика С.П. Королева (с 1992 года – Самарского государственного аэрокосмического университета) – кафедре производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении (ПЛА и УКМ).

Кафедра ПЛА и УКМ является выпускающей по специальностям: “Самолето- и вертолетостроение”, “Ракетостроение”, “Космические летательные аппараты и разгонные блоки”, “Стандартизация и сертификация в машиностроении”, “Управление качеством”. Ежегодно кафедра выпускает около 150 высококвалифицированных инженеров для различных отраслей народного хозяйства России. Кроме того, кафедра участвует в подготовке инженеров по 12 специальностям других факультетов университета.

В 1958 году при кафедре создана отраслевая научно-исследовательская лаборатория №7 (ОНИЛ-7), а в 1959 году была организована отраслевая научно-исследовательская лаборатория №11 (ОНИЛ-11).

Основные научные направления ОНИЛ-7: газотермическое напыление специальных защитных покрытий; соединения трудносвариваемых материалов диффузионной сваркой и пайкой и точечной электросваркой; ионно-плазменное вакуумное напыление специальных покрытий.

Основные научные направления ОНИЛ-11: разработка и внедрение прогрессивных технологических процессов штамповки листовых и трубчатых деталей эластичными средами; разработка и внедрение новых технологических процессов металлообработки на основе использования импульсных методов; обработка деталей и узлов из композиционных материалов; исследование и разработка технологических процессов сборки конструкций из композиционных материалов; исследование процессов и разработка силовых элементов технологических устройств на основе материалов с эффектом памяти формы; исследо-

вание и разработка импульсных машин и создание на их основе автоматизированных средств технологического оснащения для выполнения клепально-сборочных работ.

С целью проведения и координации фундаментальных и прикладных научных исследований по государственным и отраслевым научно-техническим программам приказами Минобразования России и ректора на базе ОНИЛ-7 и ОНИЛ-11 в 1991 году был создан инженерный научно-производственный центр (ИНПЦ) «Технология», а в 1996 году – научно-исследовательский институт технологий и проблем качества (НИИ ТПК), который в том же году был принят под научно-методическое руководство Российской академии наук.

Основными научными направлениями НИИ ТПК являются: физика и математическое моделирование тепловых и деформационных процессов в твердых телах с изменяемой геометрией; разработка научных основ создания плазменных генераторов, комбинированных технологий, материалов и средств технологического оснащения для получения покрытий и модифицирования поверхностного слоя изделий машиностроения плазменными и ионно-плазменными методами; разработка научных основ, технологий и средств технологического оснащения изготовления деталей и сборки изделий из однородных и композиционных материалов давлением с использованием магнитно-импульсных силовых приводов, силовых приводов с памятью формы и эластополимерных сред; решение научных и прикладных задач сертификации производств, технологий и изделий машиностроения.

Как руководитель научной школы выражаю искреннюю благодарность преподавателям и сотрудникам кафедры и научно-исследовательского института за помощь в подготовке материалов для данного издания. Особую признательность выражаю профессору Баниковой Н.Ф. за неоценимый труд в написании рукописи и редактору профессору Балакину В.Л. за ценные замечания.

В. Барвинок

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ПЛАЗМЕННЫЕ И ФОРМООБРАЗУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Руководитель научной школы – член-корреспондент РАН,
заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук,
профессор В.А. Барвинок*

Научная школа высокоэффективных плазменных и формообразующих технологий под руководством профессора В.А. Барвинка сложилась на базе кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении (ПЛА и УКМ) и имеет глубокие корни. Создателем и первым заведующим кафедрой производства самолетов (основанной в 1943 году) был профессор Михаил Иванович Разумихин (1897-1974 гг.) – известный ученый в области авиастроения. Это был замечательный ученый и человек высокого интеллекта, исключительной скромности и порядочности. Он внес существенный вклад в становление и развитие кафедры. Именно им были выполнены первые научные исследования в области прогрессивных технологических процессов штамповки листовых и трубчатых деталей в самолетостроении, разработаны и внедрены технологические процессы металлообработки на основе использования импульсных методов. Эти научные направления имели достойное развитие в исследованиях его

* В.А. Барвинок родился в 1937 году в г. Киеве.

В 1954 г. окончил среднюю школу г. Куйбышева и Куйбышевский аэроклуб ДОСААФ.

С 1954 по 1958 гг. – летное училище и служба в рядах Советской Армии.

С 1959 по 1964 гг. – учеба в МАИ и КПТИ, 1969-1971 гг. – учеба в аспирантуре КуАИ.

1971-1975 гг. – канд. техн. наук, ассист., ст. преп., доц. каф. физики КуАИ.

1975-1978 гг. – секретарь парткома КуАИ.

1978-1982 гг. – доц. каф. физики, научный руководитель НИГ-1 “Физика” КуАИ.

С 1983 г. по н. в. – заведующий кафедрой ПЛА и УКМ КуАИ – СГАУ.

1983-1996 гг. – научный руководитель ОНИЛ-7 КуАИ.

С 1996 г. по н. в. – научный руководитель НИИ технологий и проблем качества СГАУ.

Лауреат премии Совета Министров СССР (1986 г.), Государственной премии РФ (1992 г.), Губернской премии (2001 г.), Почетный работник Минобразования (1997 г.), награжден орденом «Дружба» (1996 г.).

учеников и соратников: Д.Н. Лысенко, Г.А. Карпухина, Л.А. Дударя, Ф.И. Китаева, А.Г. Цидулко, Е.П. Смелякова и многих других.

В конце 50-х годов по инициативе М.И. Разумихина и при активной поддержке начальника технического отдела Куйбышевского Совнархоза П.Я. Пытьева (с 1968 года доцента кафедры ПЛА) при кафедре были открыты и активно работали отраслевые научно-исследовательские лаборатории ОНИЛ-7 (первый научный руководитель лаборатории доцент Л.А. Дударь) и ОНИЛ-11 (первый научный руководитель лаборатории профессор М.И. Разумихин).

С самого создания в ОНИЛ-7 проводились научные исследования по многим направлениям.

В начале 60-х годов в связи с развитием авиационной и ракетной техники, ядерной энергетики и других отраслей промышленности резко возросли требования к свойствам конструкционных материалов, особенно по жаростойкости, стойкости к высокотемпературной коррозии и эрозии, износостойкости и т.д. При этом было установлено, что работоспособность изделий во многих случаях определяется свойствами поверхностного слоя. В то время отечественная промышленность производила плазменные горелки ограниченного применения. Практически отсутствовали отечественные научные работы по этой теме, а публикации в иностранной литературе носили в основном информационный характер. Достигнутые определенные успехи в химико-термических и гальванических технологиях имели ограниченные возможности. Для решения возникших проблем начались работы по плазменному газотермическому нанесению покрытий.

В 1962 году в ОНИЛ-7 под руководством Л.А. Дударя (заведующий лабораторией А.Г. Цидулко, инженеры Ф.И. Китаев, Б.Д. Гусев, Ю.Г. Лекарев) были начаты исследования в области газотермического напыления специальных защитных покрытий. Научно-исследовательские работы НИР группы плазменного напыления в атмосфере были начаты с проектных и опытно-конструкторских работ по созданию участка для газотермического напыления, который был введен в эксплуатацию в 1963 году. В дальнейшем, с развитием научных исследований, этот участок непрерывно совершенствовался и модернизировался.

В 1964 году исследовательской группой для напыления были созданы первые отечественные высокоресурсные, малогабаритные плазмотроны* (ПГН-4, ПГН-4М, ПГН-5 и др.). К настоящему времени в лаборатории разработано более 15 видов плазмотронов различного функционального назначения. С конца 70-х годов разработка плазмотронов, систем подачи порошка и автоматизации процессов напыления проводится под руководством ведущего инженера ОНИЛ-7 А.С. Ивашина.

Кардинальное изменение в оснащении лаборатории плазменного напыления, в создании нового плазменного оборудования и средств автоматизации и управления процессами напыления произошло с приходом в начале 80-х годов на должность руководителя ОНИЛ-7 доктора технических наук, профессора Барвинка В.А. Были созданы новые оригинальные плазмотроны, новые конструкции дозаторов порошка, компьютеризированные системы управления процессом и мобильное оборудование для проведения напыления в местах расположения громоздких труднотранспортируемых агрегатов (турбины тепловых электростанций, оборудование нефтегазовой и химической промышленности и др.).

В конце 60-х годов Ф.И. Китаевым и А.Г. Цидулко была высказана и реализована идея защиты окисления порошка в плазменной струе и использования теплоты экзотермической реакции никеля с алюминием для увеличения термического цикла приваривания частицы Ni-Al порошка к основе. Изготовление Ni-Al порошка было реализовано совместно с сотрудниками кафедры химии методом контактного химического никелирования алюминиевого порошка в водном растворе. Для реализации этого процесса была разработана малогабаритная установка. При этом была установлена оптимальная пропорция компонентов и реализован процесс, при котором слой никеля покрывает сплошным слоем частицу алюминия. Созданный материал был первым отечественным плакированным термореагирующим порошком. По результатам исследования в 1979 году была защищена кандидатская диссертация А.Г. Цидулко на тему «Исследования и разработка технологии

* Плазмотрон, плазменный генератор – газоразрядное устройство для получения низкотемпературной плазмы.

плазменного напыления покрытий из терморезирующего никель-алюминиевого порошка на детали авиационных двигателей” (научные руководители Г.Д. Никифоров, Ф.И. Китаев).

В дальнейшем сотрудники ОНИЛ-7 и ОНИЛ-6 совместно разработали методы плакирования карбида титана – хрома, двойного карбида титана – хрома, окиси циркония и других металлов. Производственные участки по изготовлению таких порошков были созданы на предприятиях городов Москвы, Ленинграда, Куйбышева, Казани, Уфы, Пензы, Омска, Новосибирска, Саратова и Воронежа.

В лаборатории, начиная с 1965 года (под руководством Л.А. Дударя), производились научно-исследовательские работы по математическому моделированию сварочных процессов, разработке методов и приборной базы определения механических характеристик материалов.

В тот период коллектив ОНИЛ-7 проводил ряд работ с группой исследователей кафедры физики. Одной из первых была работа по созданию математической модели ускорения и нагрева порошкового материала при его движении в струе плазмотрона, выполненная доцентами В.Ф. Сивиркиным и Н.М. Рогачевым в 1969 году. Для этого была разработана математическая модель затопленной плазменной струи, истекающей из плазмотрона. С использованием экспериментальных данных было сделано аналитическое описание ее геометрических параметров, распределения энтальпии, а также скорости потока по сечению и вдоль оси струи. Это позволило Ф.И. Китаеву в 1969 году рассчитать изменение скорости и температуры порошка при его движении в плазменной струе. Итоги работы были фактически первыми публикациями в СССР применительно к плазменному напылению в атмосфере.

Работая на кафедре физики в научно-исследовательской группе (НИГ-1 “Физика”) и принимая активное участие в выполнении научно-исследовательских работ в ОНИЛ-7, молодой исследователь кандидат технических наук В.А. Барвинок в 1974 году высказал предположение о механической природе разрушений покрытий под действием формирующихся напряжений. Используемые в тот период методики и аппаратура определения остаточных напряжений в однородных материалах

лах, в основном подвергнутых механической поверхностной обработке, не могли быть применены к многослойным системам композиционных покрытий. Кроме того, упругие характеристики материалов покрытий, во-первых, были неизвестны, во-вторых, существенно изменяли свои значения в зависимости от режимов напыления и, в-третьих, изменяли свои значения по толщине покрытия. Поэтому были разработаны новые методики и аппаратура для определения модуля Юнга, модуля сдвига и коэффициента Пуассона в многослойных композиционных системах акустическим резонансным методом. Методики и аппаратура позволяли определять распределение этих характеристик по толщине системы. Для определения остаточных напряжений в многослойных кольцах и пластинах были разработаны новые расчетно-экспериментальные методики измерения текущей деформации при непрерывном электрохимическом полировании участка поверхностного слоя, основанные на методе Н.Н. Давиденкова.

В рамках разработанного теоретического подхода были созданы математические модели расчета остаточных и текущих напряжений, возникающих при наращивании многослойных покрытий на тела с плоской, цилиндрической и сферической геометрией.

Исследования показали, что при нанесении покрытий использовать известные математические модели теплопроводности составных тел с неизменной геометрией нельзя, так как нагрев системы происходит в условиях непрерывного наращивания материала. В связи с этим, так же как и при моделировании остаточных напряжений, возникла необходимость рассмотреть неклассические задачи теплопроводности с движущимися границами. Для решения таких задач неприменимы известные и разработанные математические методы преобразований Фурье, Лапласа и т.д. Поэтому потребовалась разработка новых методов решения неклассических задач. С этой целью доцентом В.А. Барвинком и ассистентом кафедры физики В.И. Богдановичем в конце 70-х годов был разработан метод решения задач, основанный на теории возмущения с последующим применением метода тепловых потенциалов. В результате было получено решение задачи теплопроводности составного наращиваемого тела с плоской геометрией для всех видов граничных условий, реализуемых при плазменном напылении.

В разработку методики и аппаратуры для определения упругих характеристик и остаточных напряжений в многослойных покрытиях существенный вклад внесли инженеры НИГ-1 “Физика” Л.И. Борисов, Г.М. Козлов, В.И. Малкин.

Теоретические и экспериментальные исследования температурных полей, остаточных напряжений и упругих характеристик в многослойных системах при наращивании покрытий были опубликованы в журналах Академии наук СССР, таких как “Энергетика и транспорт”, “Физика и химия обработки материалов”, в международном журнале “Проблемы механизации и автоматизации” и др.

Разработанные математические модели легли в основу созданной системы управления свойствами покрытий при проектировании технологии напыления. Эти результаты были использованы в докторской диссертации В.А. Барвинка, которая была защищена в 1982 году.

После того, как в 1983 году кафедру производства летательных аппаратов (ПЛА) возглавил молодой доктор наук В.А. Барвинок, не только оживилась работа кафедры, но и поднялась на новый уровень научно-исследовательская работа в ОНИЛ-7 и ОНИЛ-11. В.А. Барвинок много сил и энергии отдавал укреплению материально-технической базы кафедры и лабораторий. Переход его на кафедру ПЛА был не случайным. Научная группа плазменных технологий была переведена из НИГ-1 “Физика” в ОНИЛ-7, в которой был организован отдел плазменных технологий. В.А. Барвинок, став руководителем коллектива с устоявшимися традициями и научными направлениями, бережно их сохранял, способствуя одновременно их дальнейшему развитию и формируя новые направления.

Большое внимание В.А. Барвинок уделял исследованиям по получению теплозащитных покрытий (ТЗП). Первые исследования по этой проблеме были начаты в ОНИЛ-7 еще в 1963 году. Исследования проводились применительно к элементам ракетных двигателей, изготовленным из меди, стали и жаропрочных хромоникелевых сплавов. В качестве материалов покрытий, обеспечивающих защиту от высокотемпературной газовой коррозии, были выбраны окислы ZrO_2 и Al_2O_3 . На этих порошковых материалах с очень высокой температурой плавления наглядно проявились все потенциальные возможности плазмен-

ной технологии. Результаты этих исследований позволили разработать двухслойное ТЗП системы, которое было внедрено на поверхности сопла ракетного двигателя НК-33 (ракетоноситель Н-1 для лунного проекта, г. Куйбышев). На Южный машиностроительный завод (г. Днепропетровск) был передан комплект разработанных в лаборатории малогабаритных плазмотронов ПГН-М, документация на их изготовление, а также оказана помощь в создании плазменного участка (первого на Украине). Была оказана помощь в освоении выпуска промышленной партии этих плазмотронов на Украине*.

Однако, как показали дальнейшие исследования, проводимые в ОНИЛ-7 разработанные ТЗП имели низкую термовыносливость (10-20 циклов) и применялись только для изделий при небольшом числе циклов изменения температуры (ракетные двигатели). Подобные результаты были получены в тот период и в других странах мира, и они показали, что физическая природа низкой термовыносливости систем окисел-металл определяется возникновением больших градиентов напряжений на границе слоев и развитием термоусталостных трещин при циклическом изменении температуры и интенсификации диффузионных процессов.

Поиск решения этой проблемы путем сглаживания градиента коэффициента температурного расширения по толщине системы привел к созданию материала покрытий состава Me-Cr-Al-Y. Это покрытие в течение ряда лет было основным ТЗП для лопаток турбин. Однако необходимость повышения температур в камере сгорания и необходимость повышения ресурса газотурбинных двигателей (ГТД) привело к созданию многослойной системы покрытий, в которой внешний слой состоит из окислов ZrO_2 - Y_2O_3 , а нижележащий слой – из однослойного покрытия Me-Cr-Al-Y или из их комбинации с различным процентным содержанием компонент. В течение ряда лет это ТЗП получали электронно-лучевой технологией или вакуумной плазменной технологией высоких энергий. При этом считалось, что плазменная газотермиче-

* Результаты исследований были использованы в диссертации, защищенной в 1974 году Ф.И. Китаевым на тему "Исследование процесса плазменного напыления и возможности повышения качества теплозащитных покрытий из окислов".

ская технология не сможет обеспечить такой же предел выносливости, термовыносливость, жаростойкость и другие свойства изделий.

Проведенные в лаборатории в 90-х годах исследования показали, что расположение границ зерен в плазменных покрытиях параллельно защищаемой поверхности позволяло достичь более высоких эксплуатационных показателей системы "покрытие-основа" при существенно большей технологичности процесса, чем в вакуумных покрытиях. Теоретические и экспериментальные исследования тепловых полей, текущих и остаточных напряжений в растущих покрытиях получили дальнейшее развитие при разработке технологий плазменного напыления multifunctional покрытий и были опубликованы в монографии В.А. Барвинка "Управление напряженным состоянием и свойства плазменных покрытий" (издательство "Машиностроение", 1990 г.).

В эти годы в результате исследований группой газотермического напыления ОНИЛ-7 (В.И. Богданович, А.С. Ивашин, И.А. Докукина, Г.Г. Шамарина) под руководством профессора В.А. Барвинка были разработаны высокопроизводительные плазменные технологии нанесения ТЗП в атмосферных условиях как на отдельные детали горячего тракта ГТД (рабочие лопатки турбины, секции сопловых лопаток, жаровые трубы, кожух наружный, кожух внутренний и т.д.), так и на внутреннюю поверхность камер сгорания газотурбинных двигателей и газотурбинных агрегатов (ГТА)*.

В 1995 году была успешно завершена и внедрена в производство ГТД плазмодинамическая технология упрочнения теплозащитных покрытий на рабочих лопатках турбины. Данная технология внедрена в производство новых ГТД НК-93 и НК-38ст. По результатам этой работы Г.Г. Шамариной под научным руководством В.А. Барвинка в 1997 году была защищена кандидатская диссертация на тему: "Разработка и внедрение термостойких и термобарьерных покрытий для повышения надежности и долговечности ГТД".

Работы по направлению срабатываемых уплотнительных покрытий в коллективе ОНИЛ-7 были начаты в 1972 году и привели к созда-

* В настоящее время проводятся работы по дальнейшему повышению ресурса таких ТЗП и повышению температур их эксплуатации за счет специальных методов упрочнения верхней части керамического слоя.

нию первого отечественного материала и первой в СССР плазменной технологии нанесения срабатываемых уплотнительных покрытий на лабиринтные торцевые уплотнения статора, внедренной в производство ГТД. Покрытия и технологии их нанесения были внедрены на всех двигателях и агрегатах серии НК и успешно применяются в их производстве.

По материалам этих исследований в 1987 году В.В. Максимовым была защищена кандидатская диссертация (научный руководитель В.А. Барвинок).

В целом, группа плазменного напыления успешно решала проблемы повышения износостойкости кинематических пар трения, работающих в условиях жидких смазок маслами и топливом. Став научным руководителем ОНИЛ-7, профессор В.А. Барвинок многое сделал для оснащения лаборатории. Поэтому более эффективными стали и результаты. Для авиационной и автомобильной промышленности в середине 80-х годов была выполнена важная народнохозяйственная задача по замене чугунных деталей роторно-поршневого двигателя на алюминиевые с покрытием. Это позволило снизить массу двигателя почти в 2 раза при повышении ресурса работы этих поверхностей почти в 2,5 раза. Покрытие было внедрено на вертолетном двигателе (г. Воронеж), автомобильном двигателе (г. Тольятти) и двигателе мотоциклов (г. Пермь). Кроме того, на Волжском автомобильном заводе (ВАЗ) г. Тольятти создан производственный участок и передана разработанная технология. По материалам этой работы была защищена в 1988 году кандидатская диссертация А.С. Намычкиным на тему "Исследование процесса и разработка технологии плазменного напыления износостойких покрытий на основе карбида титана для защиты деталей авиационных роторно-поршневых двигателей" (научный руководитель В.А. Барвинок).

В 1984 г. Министерство обороны поручило Куйбышевскому конструкторскому бюро машиностроения (ККБМ) разработать поршневой двигатель внутреннего сгорания для сверхлегких летательных аппаратов. В связи с этим в ОНИЛ-7 (которая сотрудничала с ККБМ) под руководством В.А. Барвинка была начата работа по созданию безгильзового цилиндра двигателя.

Использование гальванической технологии, хорошо проработанной в Японии и ФРГ, не удовлетворяло разработчиков из-за большой энергоемкости и трудоемкости процесса, а также из-за большого выхода дефектной продукции на опытном производстве, организованном на ВАЗе по японской лицензии. Кроме того, применяемое покрытие "Никосил" из-за температурных ограничений не обеспечивало возможность форсирования работы двигателя, а повышенная хрупкость исключала возможность создания так называемых "масляных карманов", получаемых хонингованием.

Сотрудниками лаборатории в конце 80-х годов впервые в мировой практике была создана технология плазменного напыления износостойкого покрытия на внутреннюю поверхность малоразмерной полости камеры сгорания*. По результатам этой работы в 1991 году была защищена кандидатская диссертация С.М. Радаевым на тему "Исследование процесса и разработка технологии плазменного напыления композиционных износостойких покрытий на внутреннюю поверхность малоразмерных цилиндров авиационных двигателей внутреннего сгорания" (научный руководитель В.А. Барвинок).

В современных условиях энергетические агрегаты большинства тепловых электростанций (ТЭЦ) близки к исчерпанию ресурса или даже выработали свой первоначально назначенный ресурс и требуют замены или дорогостоящего ремонта. Эксплуатация таких станций может привести к возникновению техногенных катастроф, чреватых серьезными социальными и экономическими последствиями для регионов России. Существующий метод восстановления агрегатов ТЭЦ требует больших экономических затрат и приводит к большим экономическим потерям из-за простоя оборудования в течение длительных сроков ремонта.

Сотрудники ОНИЛ-7 в начале 90-х годов установили возможность восстановления деталей агрегатов ТЭЦ и существенного повышения их ресурса методом плазменного напыления. При этом процесс восстановления рабочих размеров лопаток, валов и других деталей и уп-

* В 2003 г. на международном аэрокосмическом салоне "МАКС-2003" был продемонстрирован беспилотный сверхлегкий летательный аппарат "Пчелка" для авиаразведки с разработанным двигателем ПО 32, который выпускается по этой технологии.

рочнение их поверхностей может проводиться прямо на ТЭЦ, а в большинстве случаев и без полного демонтажа агрегата с помощью разработанного в ОНИЛ-7 мобильного плазменного оборудования. Так, в 1994 году были проведены работы по ремонту, упрочнению и восстановлению лопаток двадцать девятой ступени тепловой турбины без разборки ротора на Новокуйбышевской ТЭЦ-2 (Самарская область) методом плазменного напыления на мобильной установке. На лопатки на место утраченных стеллитовых пластин было нанесено двухслойное покрытие по технологии лаборатории, а на лопатки с большим износом входной кромки была проведена наплавка для восстановления размера с последующим нанесением двухслойного покрытия. В 1999 году во время капитального ремонта проводился осмотр рабочих лопаток этой ступени, который показал, что покрытие сохранено и не требует восстановления.

Под руководством профессора В.А. Барвинка в ОНИЛ-7 было разработано и внедрено в производство газотурбинных двигателей и агрегатов поршневых и роторно-поршневых двигателей нефтегазодобывающего и нефтеперерабатывающего оборудования и других изделий машиностроения большое число различных технологических процессов нанесения плазменных износостойких покрытий. Эти технологии также успешно применяются для восстановления работоспособности изношенных деталей, ранее изготовленных без покрытий, а также для восстановления ресурса деталей с покрытиями. В результате срок службы крыльчаток и корпусов насосов с покрытиями в нефтегазохимической промышленности увеличен в 7-8 раз.

Материалы исследовательских работ частично вошли в защищенную в 1992 году И.А. Докукиной кандидатскую диссертацию на тему "Повышение долговечности ГТД за счет технологии плазменного напыления покрытий на основе сложного карбида хрома" (научный руководитель В.А. Барвинок).

Коллектив лаборатории всегда был тесно связан с производством и конструкторскими бюро, а разработки исследователей востребованы производством. Так, в "ЦСКБ-Прогресс" (г. Самара), а затем в СКТБ "Луч" (г. Сызрань) была решена задача получения радиоотражающего покрытия на параболическом антенном отражателе диаметром три

метра для приемопередающего комплекса космической связи и зондирования поверхности Земли в СВЧ-диапазоне низкоорбитального автоматического космического аппарата. В выполнении этих работ под руководством В.А. Барвинка и В.И. Богдановича участвовали инженеры лаборатории А.С. Ивашин, В.А. Мотовилов, А.Н. Плотников. Проведенные исследования позволили разработать технологию нанесения плазменным методом двухслойного покрытия состава титан-никель – подслой и алюминий – внешний слой, обеспечивающего нужный комплекс механических эксплуатационных характеристик. Для нанесения таких покрытий в лаборатории была создана и впервые применена на практике мобильная плазменная установка, которая в дальнейшем показала высокую эффективность при ее применении для нанесения других покрытий на крупногабаритные труднотранспортируемые детали энергетического и нефтегазохимического оборудования. Покрытие было нанесено на четыре штатных отражателя космических аппаратов, которые прошли весь комплекс заводских испытаний и были внедрены в производство изделий.

Таким образом, исследования в области плазменных технологий позволили: разработать большую гамму срабатываемых уплотнительных, износостойких, эрозионно стойких и теплозащитных покрытий; методы управления их свойствами; гамму оригинальных плазмотронов различного назначения, в том числе и для напыления на внутренние поверхности малоразмерных полостей; компьютеризированную систему управления процессом и специальные манипуляторы для напыления на сложные поверхности; создать малогабаритную установку с автоматизированной системой управления для нанесения покрытий на крупногабаритные агрегаты без их полного демонтажа; выполнить более 80 работ; внедрить около 150 технологических процессов в производство изделий авиационно-космического назначения, машиностроения, нефтегазовой и химической промышленности; создать более 20 производственных участков для реализации этих процессов и производства порошков для напыления.

Результаты исследований отражены более чем в 300 печатных работах, в числе которых учебник и два учебных пособия с грифом

Минобразования России, три монографии, более 50 авторских свидетельств и патентов.

Интенсивное развитие во второй половине XX века атомной, авиационной, космической и других отраслей народного хозяйства потребовало создания материалов со специальными свойствами, например, новых конструкционных сплавов на основе металлокерамик, твердых сплавов, композиционных сплавов и т.п. Эффективная реализация специальных свойств (электромагнитных, прочностных, химических, эрозионных, коррозионных и др.) в экстремальных условиях эксплуатации, таких как высокие и низкие температуры, резкие термоперепады, вакуум и т.п. предусматривает создание составных конструкций узлов с надежными высокопрочными неразъемными соединениями. Перспективным направлением получения таких соединений является диффузионная сварка в вакууме*.

Для реализации на промышленных предприятиях технологий диффузионной сварки в стране было освоено производство ряда универсальных и специальных вакуумных установок, которые позволили осуществлять диффузионную сварку металлических и неметаллических материалов в широком диапазоне параметров. Специализированные установки предназначены для сварки в вакууме, среде защитных газов, поле тлеющего разряда, в жидких средах и т.п.

Большое значение методу диффузионной сварки в авиационно-космическом производстве придается за рубежом. Технология диффузионной сварки в вакууме разрабатывается рядом крупных фирм США, Японии, Великобритании, Германии и других стран.

В середине 60-х годов коллектив ОНИЛ-7 начал заниматься исследованиями сварки давлением: контактной, точечной, рельефной, шовной сваркой, сваркой трением, высокочастотной сваркой, диффузионной сваркой в вакууме. Первые научно-исследовательские работы

* Диффузионная сварка как способ соединения деталей в твердом состоянии без макроскопических деформаций была разработана в 60-х годах д.т.н., профессором Н.Ф. Казаковым (МАТИ). В этот период в нашей стране был организован ряд творческих научных коллективов, занимающихся разработкой научных основ диффузионной сварки, технологических процессов и их внедрением в промышленность в Москве (ПНИЛ ДСВ, ВМИ и др.), Киеве (ИЭС им. Е.О. Патона), Куйбышеве (КуАИ), Саратове (СПТИ), Перми (ПерПИ) и других организациях.

в данной области были начаты еще в 1967 году и стали базовыми для последующих исследований.

Коллектив группы диффузионной сварки состоял из инженерно-технических работников: В.М. Воронова, Р.И. Смеляковой, А.М. Макарова, а также лаборантов Д.В. Самородова, В.И. Любимова, Р.П. Елисеевой и др. Впоследствии (с 1972 г. и позднее) к работе группы подключились инженеры П.А. Бордаков, А.А. Прохоров, С.Ф. Демичев, Л.В. Знаменская, О.В. Куприн, М.Ю. Егоров, О.В. Студенников, А.Л. Усольцев, С.А. Серегин и другие.

В это время сформировались основные направления научных исследований группы диффузионной сварки в вакууме: исследование влияния физико-механических свойств свариваемых материалов и технологических факторов на развитие контактных деформаций и массообмена при соединении трудносвариваемых конструкционных материалов в однородных и разнородных сочетаниях; исследование влияния технологических факторов на формирование остаточных напряжений в диффузионных соединениях из разнородных материалов; разработка технологических процессов диффузионной сварки и пайки деталей и узлов изделий машиностроения; исследование условий эксплуатации на физико-механические свойства диффузионных соединений.

Среди наиболее значимых научных разработок по диффузионной сварке, востребованных промышленностью, можно выделить:

- диффузионную сварку стеклометаллических соединений (1966-1975 гг.) – руководитель работ Ю.Н. Копылов;
- термовакuumную клиновую сварку (ТВКС) биметаллических переходников (1969 - 1975 гг.).

Важность проводимых исследований заключалась в том, что возникла необходимость получения высоконадежных переходников из разнородных материалов для соединения топливных магистралей двигателей НК-33 и топливных труб ракетносителя Н-1.

Анализ существующих технологий изготовления биметаллических переходников (холодная штамповка, сварка трением, сварка плавлением и т.п.) подтвердил перспективность клиновой сварки для переходников среднего диаметра. Однако развивавшаяся в то время кли-

нопрессовая сварка имела ряд недостатков, не позволявших получать высоконадежные сталеалюминиевые переходники, работающие в экстремальных условиях (резкие термические перепады, большие нагрузки, коррозионные среды и др.).

В связи с этим в ОНИЛ-7 был разработан новый технологический способ – термовакуумная клиновая сварка (ТВКС) – и его техническое оснащение. Большой вклад в разработку ТВКС внесли научные руководители темы кандидаты технических наук Л.А. Дударь и Ю.Н. Копылов, инженеры В.М. Воронов, И.С. Гришин, Р.И. Смелякова, П.А. Бордаков, лаборанты Д.В. Самородов, Р.П. Елисеева, В.И. Любимов и другие.

ОНИЛ-7 являлась также соисполнителем комплексной темы по исследованию влияния натуральных условий эксплуатации на перспективные конструкционные материалы с целью создания новых образцов космической техники, которая начала выполняться с 1971 года вначале в составе НИР “ИКАР”, а затем “Негус”.

Работы проводились в тесном содружестве с академическими институтами: ИЭС им. Е.О. Патона, ИПМ АН УССР, ИПП АН УССР; отраслевыми институтами: НИИТМ, ВИАМ, ВИЛС; университетами и институтами городов Москвы (МАИ, МАТИ, МИЭТ, МЭИ и др.), Калинин, Перми, Саратова, Харькова и других.

Результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований, а также испытания натуральных узлов легли в основу кандидатской диссертации, выполненной в 1982 году П.А. Бордаковым на тему “Схватывание металлов и сплавов при статическом трении в вакууме” (научный руководитель доктор технических наук, профессор Н.Б. Демкин).

С 1983 года под научным руководством профессора В.А. Барвинка научно-исследовательские работы по диффузионной сварке материалов в вакууме получили “второе дыхание”. Интенсивно развивались теоретические и экспериментальные исследования, методы испытания, совершенствовалось оборудование.

Доказательством нового уровня работ по исследованию процесса диффузионного соединения через специальные расплавляющие прослойки стала победа коллектива ОНИЛ-7 в 1985 году во Всесоюзном

конкурсе по научному направлению “Производство составных лопаток” в рамках научно-технической программы “Авиационная технология”. Исследования проводились по техническому заданию КБ и завода “Сатурн” (г. Москва) в тесном содружестве с отраслевыми институтами ЦИАМ, НИИД, ВИАМ, ВИЛС, академическим институтом ИПМ АН УССР, а также некоторыми вузами страны.

В этот период были разработаны математические модели, численные и аналитические методы их построения для процесса взаимной диффузии в соединениях с однослойной и многослойной прослойками с учетом пластических деформаций всех материалов системы и предложены методы выбора и оптимизации барьерных прослоек при сварке разнородных материалов. Математические модели позволили прогнозировать толщину прослоек и оптимизировать режимы соединения многослойных конструкций.

По результатам этих работ защищены кандидатские диссертации С.Ф. Демичевым в 2000 году на тему “Исследование процесса и разработка технологии изготовления узлов авиационных ГТД из разнородных материалов методом диффузионной сварки в вакууме” (научные руководители В.А. Барвинок и П.А. Бордаков) и А.Л. Усольцевым в 2003 году на тему “Совершенствование технологии диффузионной сварки узлов ГТД из разнородных материалов” (научный руководитель В.А. Барвинок).

Эти же работы явились основой для защиты в 2001 году доцентом П.А. Бордаковым докторской диссертации на тему “Разработка научных основ повышения эффективности технологий диффузионного соединения элементов конструкций газотурбинных двигателей и турбоагрегатов” (научный консультант В.А. Барвинок).

В настоящее время в научно-исследовательском институте технологий и проблем качества (НИИ-204) проводятся исследовательские работы по получению надежных соединений графита, нитридной и карбидной керамик с титановыми, никелевыми сплавами и сталями. Как показали проведенные исследования, классический способ диффузионной сварки в вакууме (сварка в твердой фазе) не позволил получить высоконадежные соединения графита с титановым сплавом ОТ-4. Дальнейшая работа показала, что наиболее приемлемым вари-

антом для получения надежных конструкций графит-титан является способ, по сущности близкий к сварке-пайке через расплавляющиеся прослойки системы Ti-Ni-TiC. Причем сварное соединение должно выполняться специальной формы, в которой нагрузку несет как сварной стык, так и его телескопическая часть. Научно-технические решения нашли применение при изготовлении подвижных элементов модулей уплотнений в двигателях авиакосмической техники для ОАО "А. Люлька-Сатурн" (г. Москва), где был организован производственный участок на базе переданной из ОНИЛ-7 установки диффузионной сварки.

Важной проблемой в машиностроении в настоящее время является обеспечение безопасной жизнедеятельности человека. ОНИЛ-7 совместно со Всероссийским НИИ "Металлургии и теплотехники" (ВНИИ МТ г. Екатеринбург) и рядом промышленных предприятий (ОАО "АвтоВАЗ" и др.) проводит научно-исследовательские работы по изготовлению высоконадежных датчиков для определения чистоты газовых сред.

Применение таких датчиков позволило исключить негерметичность соединений, повысить их надежность при высоких температурах, снизить брак в 3-5 раз при изготовлении по сравнению с базовым вариантом – заливкой шва специальным компаундом. Технология прошла опытно-промышленную проверку в группе диффузионной сварки ОНИЛ-7, а с 1996 года НИИ технологий и проблем качества производится изготовление промышленных образцов датчиков.

Следует отметить, что в НИИ большое внимание уделяется модернизации оборудования с целью автоматизации процессов нагрева и силового нагружения при сварке деталей.

В 1995 году коллективом НИИ в рамках международного сотрудничества был смонтирован и запущен в эксплуатацию комплекс оборудования (установка диффузионной сварки и высокочастотный генератор) на производственном участке Харбинского политехнического института (КНР). Одновременно были обучены специалисты для работы на этих установках.

Таким образом, исследования в области диффузионной сварки и пайки в вакууме позволили: выполнить более 80 работ (по программам "Наукоемкие технологии", "Высокие технологии высшей школы",

“Транспорт”, “Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники”), внедрить около 100 технологических процессов в производство изделий авиационно-космического назначения, двигателестроения, гражданского машиностроения и т.д., создать 10 производственных участков для реализации этих процессов.

Результаты научно-исследовательских работ отражены более чем в 150 научных работах, в том числе в учебнике для студентов вузов, двух монографиях, 20 авторских свидетельствах и патентах, отмечены дипломами, пятью серебряными и десятью бронзовыми медалями ВДНХ.

Научное направление по ионно-плазменной вакуумной технологии высоких энергий, одно из важнейших в Куйбышевском авиационном институте, было открыто В.А. Барвинком. Еще в 1976 году он создал научно-исследовательскую группу в НИГ-1 “Физика”, в которую вошли В.И. Богданович, Г.М. Козлов, В.И. Малкин, увлеченные этой проблемой. Новой группой исследования были начаты с теоретического анализа фундаментальных процессов горения вакуумных дуг и генерации ими потоков с поверхности твердого тела, формирования покрытий из металлов и соединений металлов, а также с проектных работ по изготовлению оборудования.

В 1978 году исследовательской группой под руководством В.А. Барвинка была запущена в эксплуатацию установка ионно-плазменного вакуумного нанесения покрытий, собранная на базе вакуумной установки распыления материалов (УРМ). В течение 1978-1979 гг. и ряда последующих лет на основании экспериментальных исследований и полученных результатов математического моделирования были проведены основные этапы модернизации этого оборудования, содержащие новые технические решения, которые привели к созданию торцевого холловского ускорителя с названием “Пуск – КуАИ”.

Созданный ускоритель обеспечивал уменьшение микрокапельной фазы по сравнению с известными схемами более чем в 2-4 раза и на 20-30 % увеличивал степень ионизации плазменного потока.

Исследовательской группой под руководством В.А. Барвинка в 1978 году был заключен первый хозяйственный договор на три года с Центральным специализированным конструкторским бюро (ЦСКБ)

по разработке технологий повышения триботехнических характеристик деталей пар трения, используемых на низкоорбитальных автоматических космических аппаратах различного функционального назначения. В процессе проведения этой работы в результате теоретических и экспериментальных исследований выявлены диапазоны технологических режимов; обоснован механизм образования нитридов переходных металлов, получены энергетические условия протекания такой реакции; сформулированы условия обеспечения высокой адгезионной прочности покрытия; разработаны и освоены методики исследования плазменных потоков, закономерностей роста покрытий в вакууме, физико-механических и эксплуатационных характеристик тонких пленок.

Кроме этого, разработаны способы изготовления составных катодов для получения покрытий сложных составов с использованием многоатомных газов. Проведены исследования свойств покрытий из титана, циркония, хрома, алюминия, молибдена и их нитридов и карбидов, а также покрытий из никеля и алмазоподобного углерода. Было установлено, что разработанная промышленная технология нанесения покрытия триботехнического назначения из нитридов и карбонитридов титана и циркония на детали из титановых сплавов и конструкционных легированных сталей обеспечивает высокую работоспособность и сохранность этих систем в условиях эксплуатации и хранения космического аппарата.

Разработанные составы покрытий и технологии их нанесения в виде руководящих технических материалов (РТМ) ЦСКБ были утверждены головной организацией Министерства общего машиностроения, внедрены в производство и используются при изготовлении деталей более 30 наименований космических аппаратов. Применение этих составов в производстве позволило повысить полезную нагрузку на борту космического аппарата за счет замены деталей узлов трения из сталей и бронзы на аналогичные детали из титановых сплавов со специальными триботехническими покрытиями, повысить ресурс и надежность узлов трения за счет увеличения износостойкости, повышения поверхностной твердости, жесткости, стойкости к общей и контактной коррозии и др.

Были созданы производственные участки для реализации этих технологий в ЦСКБ (г. Самара) и ПО "Арсенал" (г. Санкт-Петербург). По результатам проведенных исследований в 1982 году аспирантом В.И. Богдановичем была защищена одна из первых в СССР кандидатская диссертация в области вакуумной плазменной технологии высоких энергий (научный руководитель В.А. Барвинок).

В 1985 году был успешно выполнен заказ вертолетного КБ (г. Воронеж) по нанесению вакуумных ионно-плазменных покрытий для повышения износостойкости деталей вертолетного редуктора.

В конце 80-х годов в лаборатории под руководством В.А. Барвинка были начаты работы по повышению полезной нагрузки на борту космического аппарата за счет замены металлических корпусов соединителей бортовой кабельной системы, вентиляторов электроприборов и контактных датчиков на аналогичные детали из полиамидов и пресс-материалов с покрытиями электротехнического назначения. Результаты работы были внедрены в производство. На заводе "Прогресс" был создан производственный участок по вакуумному ионно-плазменному нанесению специальных покрытий, состоящий из трех модернизированных установок.

В 1986 году научный руководитель ОНИЛ-7 профессор В.А. Барвинок в составе творческого коллектива с работниками МВТУ им. Н.Э. Баумана и Министерства по атомной энергетике был удостоен премии Совета Министров СССР за создание научно-технических основ и разработку плазменных ускорителей для решения задач межотраслевых технологий.

Процесс совершенствования основного инструмента плазменной технологии – электродугового холловского ускорителя металлической плазмы – проходил непрерывно по мере накопления теоретических и экспериментальных результатов. К середине 90-х годов был разработан проект нового электродугового ускорителя совмещенной металлической и газовой плазмы с магнитоэлектростатической ловушкой для электронов плазменного потока. В таком ускорителе было получено уменьшение микрокапельной фазы более чем в 20 раз даже по сравнению с ускорителем "Пуск-КуАИ" при существенном росте степени ионизации потока и кинетической энергии ионов. На разработанном

электродуговом плазменном ускорителе "Пуск-Мэл" были реализованы новые технические решения, которые запатентованы и патентуются в настоящее время.

В конце 90-х годов в группе плазменного напыления НИИ технологий и проблем качества была начата разработка нового вакуумного кластерно-плазменного метода осаждения покрытий из металлов. Суть данного метода заключается в том, что осаждение металлических покрытий, в том числе и многокомпонентных с сохранением исходного состава, проводится из плазменного потока, насыщенного кластерами металлов. Плазменный поток и кластеры получают при электродуговой эрозии катода в вакуумной дуге на специальных режимах ее горения. Исследования показали очень высокую эффективность метода при получении металлических покрытий на полимерах, композитах и металлах.

В период с 1991 по 1996 гг. активно развивалось международное сотрудничество группы плазменного напыления с Харбинским политехническим институтом и рядом академий КНР. В рамках этого сотрудничества был заключен контракт на поставку в КНР установки ионно-плазменного вакуумного напыления, проведение на ее базе модернизаций по разработкам группы, создание производственного участка в Харбинском политехническом институте и обучение преподавателей и научно-технических сотрудников этого института основам научных и технологических исследований в области ионно-плазменной вакуумной технологии высоких энергий.

В 1999 году в издательстве "Машиностроение" была выпущена монография В.А. Барвинка и В.И. Богдановича "Физические основы и математическое моделирование процессов вакуумного ионно-плазменного напыления", отражающая результаты исследований в области вакуумной ионно-плазменной технологии. В монографии изложена новая теория плазмохимического синтеза соединений на поверхности твердого тела и показано, что эти результаты создают предпосылки нового научного направления – плазмохимии высоких энергий поверхности твердого тела, имеющей большие перспективы в создании материалов с принципиально новым комплексом свойств и в обеспечении ресурса и надежности изделий машиностроения.

В 2000 году сотрудником НИИ технологий и проблем качества В.И. Малкиным была защищена кандидатская диссертация на тему “Разработка и внедрение вакуумной ионно-плазменной технологии нанесения специальных покрытий на детали космических аппаратов из титановых сплавов” (научные руководители профессор В.А. Барвинок, доцент В.И. Богданович), а в 2001 году аспирантом А.Н. Плотниковым на тему “Исследование процесса и разработка технологии нанесения специальных покрытий на детали космических аппаратов из углеродных композиционных материалов” (научные руководители профессор В.А. Барвинок, доцент В.И. Богданович).

Обобщение результатов более чем двадцатипятилетних исследований по данному направлению было выполнено доцентом В.И. Богдановичем, защитившим в 2002 году докторскую диссертацию на тему “Управление эксплуатационными свойствами деталей с вакуумными ионно-плазменными покрытиями при производстве летательных аппаратов” (научный консультант В.А. Барвинок).

Таким образом, научные исследования коллектива под руководством В.А. Барвинка в области вакуумной плазменной технологии высоких энергий позволили: создать теоретические основы этой технологии, разработать теорию плазмохимического синтеза покрытий из ускоренных плазменных потоков и методы управления свойствами изделий с покрытиями, выполнить более 45 хозяйственных и госбюджетных работ; внедрить около 100 технологических процессов в производство изделий авиационно-космической техники, машиностроения и товаров народного потребления; создать 14 участков для реализации этих процессов.

Результаты исследований отражены более чем в 200 печатных работах, в числе которых учебник и учебное пособие с грифом Минобразования России, 3 монографии, 30 патентов и авторских свидетельств.

По нескольким направлениям проводились научные исследования и в ОНИЛ-11. Первым заведующим лабораторией был Е.П. Смеляков.

Одним из важнейших направлений было изучение материалов с эффектом памяти формы. Обнаруженное в конце 40-х годов советскими учеными академиком Г.В. Курдюмовым и доктором физико-

математических наук Л.Г. Хандросом ранее неизвестное явление термоупругого равновесия кристаллов мартенсита к середине 70-х годов нашло прикладное применение для прямого преобразования тепловой энергии в механическую с возможностью генерации значительных механических напряжений. Это явление, первоначально названное эффектом Курдюмова, получило в дальнейшем название эффекта памяти формы.

Научно-исследовательская работа по изучению перспектив применения материалов с эффектом памяти формы в качестве силового привода исполнительных механизмов была начата в ОНИЛ-11 группой исследователей новых конструкционных материалов (руководитель группы доцент Е.П. Смеляков, руководитель ОНИЛ-11 доцент В.А. Глушцов). С середины 80-х годов это направление возглавил профессор В.А. Барвинок, а прикладные разработки осуществлялись доцентом Е.П. Смеляковым, инженерами О.В. Ломовским, А.Н. Дунаевым, аспирантом В.С. Феоктистовым.

Сначала группой были изучены деформационно-силовые характеристики сплава ТН-1 и разработана методика его термосиловой тренировки на определенную величину деформации памяти формы, при которой в период обратного мартенситного превращения силовой элемент генерирует максимальные напряжения. Это позволило разработать одноразовые малогабаритные устройства для испытания материалов на растяжение в условиях открытого космического пространства в специальном контейнере, выводимом в космос в составе низкоорбитального космического аппарата. Исследования цилиндрического силового элемента, прошедшего термосиловую тренировку, показало, что после каждого цикла выполнения им механической работы происходит уменьшение величины деформации памяти формы, которая после 4-6 циклов практически исчезает. Этот эффект и предопределил применение материала с памятью формы в одноразовых устройствах.

В середине 80-х годов в лаборатории была сформулирована новая гипотеза: если с помощью дополнительного устройства удастся реализовать ситуацию, при которой силовой элемент после выполнения механической работы в процессе последующего охлаждения и перехода в начальное состояние будет совершать работу против внеш-

них сил растяжения со стороны этого дополнительного устройства, то уменьшение значений деформаций памяти формы может быть компенсировано и силовой одноразовый элемент может быть превращен в многоразовый.

Сформулированная гипотеза получила экспериментальное подтверждение. Впервые в мировой практике был разработан малогабаритный многоразовый пресс, работающий на цилиндрическом силовом элементе из материала с памятью формы с его нагревом электрической спиралью. Была создана математическая модель расчета деформаций наведения и памяти формы на стадии их стабильного воспроизведения в зависимости от внешних факторов. Разработанная модель позволила установить взаимосвязь между параметрами системы, при которых реализуется стабильная многоцикловая работа силового привода из материала с памятью формы. Были получены условия и создан алгоритм расчета конструктивно-технологических параметров многоциклового силового элемента, обеспечивающих создание максимальных допустимых напряжений при минимальном времени технологического цикла.

На основании проведенных исследований была разработана методика проектирования и технология изготовления уникального силового привода с эффектом памяти формы. Результаты изложенных исследований частично вошли в кандидатскую диссертацию В.С. Феоктистова, защищенную в 1987 году, на тему “Исследование возможности применения силовых элементов из сплава с памятью формы в технологических процессах производства летательных аппаратов” (научный руководитель В.А. Барвинок).

В 1988 году результаты исследований по применению материала с памятью формы были доложены В.А. Барвинком на Международной конференции по формообразованию в Венгрии. По результатам теоретических и экспериментальных исследований материала с памятью формы – в 1997 году. Международным центром научной и технической информации была опубликована монография “Физические основы моделирования и проектирования реверсивных силовых приводов из материала с эффектом памяти формы”, подготовленная коллективом авторов (В.А. Барвинок, В.И. Богданович, В.С. Феоктистов).

Разработанный силовой привод из материала с эффектом памяти формы послужил основой для создания серии малогабаритного прессового оборудования. В рамках сотрудничества с Всесоюзным институтом легких сплавов (ВИЛС) создан пресс, который предназначен для работы в вакуумной камере с целью получения методами порошковой металлургии уникальных материалов. Использование данного прессового оборудования позволяет уменьшать в десятки раз расход электроэнергии, используемые производственные площади, стоимость штамповой оснастки.

По заказу предприятия “Энергия” разработаны и изготовлены макетные образцы малогабаритного механизированного ручного инструмента, предназначенного для работы в космосе. Данный инструмент был создан для проведения разделительных, монтажных и ремонтных работ на борту космического аппарата.

Предложен ряд способов закрепления труб в трубных решетках для восстановления и изготовления теплообменных аппаратов, основанных на свойствах материалов, обладающих эффектом памяти формы. Для реализации этих способов разработан, изготовлен и испытан ряд эффективных и экономичных устройств. Проведенные испытания показали высокое качество соединения труба – трубная решетка.

Создан и внедрен в производство силовой привод в виде кольца для обработки концов трубчатых элементов, позволяющий отделять технологический припуск и проводить калибровку концов трубчатых деталей в изготовлении деталей трубопроводов на предприятиях авиационной и космической промышленности (О.В. Ломовской и др.). Таким образом, благодаря исследованиям в области применения материалов с памятью формы в промышленности созданы математические модели расчета параметров процесса при термоупругом многоцикловом функционировании элемента с памятью формы; методы проектирования и изготовления реверсивных силовых приводов; разработано, изготовлено и внедрено в производство около пятнадцати уникальных единиц оборудования, оснастки и инструмента. Разработки защищены более чем 10 авторскими свидетельствами и патентами, а результаты исследований нашли отражение в монографии и в материалах статей, в том числе в международных изданиях.

Коллектив лаборатории ОНИЛ-11 внес большой вклад в развитие современных технологий. В 50-е годы детали самолетов делали из толстых и прочных материалов, например из алюминиевого сплава Амг6М, различных титановых сплавов и нержавеющей сталей. Позднее стало возможным производить не только формоизменяющие (гибку, гибку-формовку, штамповку отверстий, подсечку и др.), но и разделительные операции (пробивку отверстий и пазов, вырезку по контуру и др.), а также сложные комбинированные операции. Для всех операций в ОНИЛ-11 была разработана необходимая оснастка, проведены экспериментальные и теоретические исследования, в результате которых разработана методика расчета основных параметров процесса и оснастки. Это направление возглавил А.Д. Комаров*, которым были предложены формулы для расчета упругой отдачи как прямолинейных, так и криволинейных бортов выпуклой и вогнутой формы.

В ОНИЛ-11 впервые в стране в 1967 году начали проводить исследования с применением нового эластомера – полиуретана. Работы в лаборатории проводились инженерами К.Т. Мачулиной, О.М. Ситкиным, А.А. Рябых, а также студентами-дипломниками В.К. Моисеевым, В.К. Шадриним, В.А. Киселевым и др.

В 1970 году на Куйбышевском авиационном заводе этой группой был впервые в стране внедрен в производство контейнер с полиуретаном. Детали, штампуемые на этом контейнере (который работает в настоящее время), практически не требуют ручных доводочных работ. На этом контейнере производятся как формоизменяющие, так и разделительные операции.

Для обеспечения широкого внедрения разработанных процессов по всей стране исследователями лаборатории совместно с сотрудниками НИАТ (Научно-исследовательского института авиационных технологий) был разработан отраслевой стандарт (ОСТ) по штамповке деталей на гидравлических прессах. С Вильнюсским проектно-конструкторским бюро механизации и автоматизации разработаны

* По результатам проведенных теоретических и экспериментальных исследований пружинения листовых материалов в 1963 году А.Д. Комаров защитил кандидатскую диссертацию. Это была первая диссертация, подготовленная на кафедре производства самолетов под руководством профессора М.И. Разумихина, и первая защита в только что созданном специализированном Совете КуАИ.

15 ГОСТов. Совместно с Краматорским научно-исследовательским и проектно-технологическим институтом машиностроения (НИИПТМАШ) разработаны 16 ГОСТов на универсально-сборные штампы для листового штамповки с применением эластичных сред и т.д.

В разработке руководящих технических материалов активное участие принимали А.Д. Комаров (руководитель), В.В. Шалавин, В.К. Моисеев, А.С. Беляев, Е.М. Балыкова, А.Н. Дунаев, О.М. Ситкин, В.А. Киселев, С.В. Беккер, В.Д. Щеголеватых, Ю.В. Федотов.

В середине 70-х годов в лаборатории впервые в мировой практике начали разрабатывать и внедрять в производство процессы штамповки полиуретаном деталей из прессованных профилей. Для этого были разработаны способы штамповки, специальные машины и конструкции.

Ответственным исполнителем по штамповке деталей из прессованных профилей был В.В. Шалавин, который в 1983 году защитил кандидатскую диссертацию на тему "Совершенствование технологии изготовления деталей летательных аппаратов из прессованных профилей" (научный руководитель доктор технических наук, профессор М.И. Лысов).

Исследования в области штамповки деталей из прессованных профилей под руководством В.А. Барвинка продолжили А.Н. Дунаев и Ю.И. Белоглазов, который в 1993 году защитил кандидатскую диссертацию на тему "Разработка, исследование и внедрение технологии изготовления деталей летательных аппаратов из прессованных профилей гибкой с растяжением эластичной средой" (научный руководитель В.А. Барвинок).

При штамповке эластомерами осесимметричных деталей обивальной формы, переходников, а также товаров народного потребления (кувшинов, чайников и др.) наблюдалась потеря устойчивости заготовок, приводящая к образованию трудноисправимых складок. Для устранения такого явления в 80-х годах был разработан эластичный инструмент переменной жесткости и методика его расчета (В.К. Моисеев). При помощи такого инструмента освоено управление полем давления эластомера на заготовку в процессе ее деформирования, в результате чего обеспечена полная ликвидация складок при штамповке осесимметричных деталей.

В 1983 году под руководством профессора В.А. Барвинка получили дальнейшее развитие научные исследования по применению эластомеров в области штамповки. Он организовал проведение научно-исследовательских работ по формообразованию в рамках государственных и межвузовских научно-технических программ. В рамках этих программ были проведены научные исследования по бесконтейнерному способу выполнения разделительных операций и их интенсификации штамповкой полиуретаном. Это позволило разработать и внедрить более 10 способов по разделительной штамповке полиуретаном. Для определения технологических возможностей разработанных способов было проведено математическое моделирование и численные исследования, которые позволили разработать высокоэффективные средства технологического оснащения, многие из которых признаны изобретениями. В разработке математического моделирования и численных методов исследования принимали участие В.А. Барвинок, Б.А. Горлач, Ю.В. Федотов, аспиранты Н.А. Ефимов, А.В. Манаинков, Д.Г. Кулишов, студенты А. Ермилов, С. Громова, А. Сержантов. Разработанные средства оснащения позволили интенсифицировать процессы разделительной штамповки полиуретаном за счет использования совмещения технологических операций, группового принципа изготовления деталей, поэлементной штамповки крупногабаритных деталей.

В разработку и внедрение интенсификации разделительных технологий штамповкой полиуретаном большой вклад внесли В.А. Барвинок, А.Д. Комаров, Ю.В. Федотов, В.Д. Щеголеватых, Н.А. Ефимов, В.А. Киселев, А.Н. Кирилин, Н.П. Родин, Ю.Е. Понамарчук, А.В. Аверин, М.Ф. Лизунков. По материалам исследований в 1996 году Н.А. Ефимов защитил кандидатскую диссертацию по бесконтейнерному способу выполнения разделительных операций полиуретаном для средних и длинномерных деталей (научный руководитель В.А. Барвинок), а в 2000 году Н.П. Родин под научным руководством В.А. Барвинка защитил кандидатскую диссертацию по вопросам интенсификации разделительных технологических процессов штамповкой полиуретаном. В декабре 2006 году доцент В.К. Моисеев защитил докторскую диссертацию на тему "Совершенствование технологии изготовления трубчатых и полых деталей летательных аппаратов эластичным инструментом с

управляемым формоизменением полуфабриката" (научный консультант В.А. Барвинок).

В настоящее время продолжают работы по совершенствованию разработанных процессов и конструированию новой штамповой оснастки. Разработаны и внедрены в производство устройства для пробивки отверстий в трубчатых и полых деталях, когда за один ход пресса пробивается до 430 отверстий высокого качества без заусенцев.

Таким образом, за период с 1970 года по настоящее время процессы штамповки полиуретаном деталей из листовых, трубчатых и профильных заготовок внедрены в производство более чем на 80 предприятиях нашей страны и за рубежом. Наибольшее внедрение осуществлено на Куйбышевском авиационном заводе, где более 10000 наименований деталей переведены на штамповку полиуретаном.

По применению эластомеров в штамповой оснастке опубликовано более 400 печатных работ, в том числе 4 монографии, разработаны и изданы 65 ГОСТов, 2 ОСТа и РТМ, получено 87 авторских свидетельств и патентов на изобретения. Многие сотрудники награждены золотыми, серебряными и бронзовыми медалями ВДНХ, а также дипломами лауреатов Всероссийского смотра научно-технического творчества молодежи.

Результаты работы сотрудников лаборатории отмечены наградами правительства. За многолетнюю и плодотворную изобретательскую деятельность А.Д. Комарову в 1985 году присвоено почетное звание "Заслуженный изобретатель РСФСР". В 1989 году за разработку и внедрение технологии формообразования деталей полиуретаном и другими эластичными средами коллектив ОНИЛ-11 в составе А.Д. Комарова, В.К. Моисеева, Ю.В. Федотова и В.В. Шалавина стал лауреатом премии Совета Министров СССР.

Технологическое использование техники больших импульсных токов и магнитных полей стало развиваться в России и за рубежом в конце 60-х годов. Группа инженеров-исследователей в ОНИЛ-11 одной из первых в стране начала разрабатывать основы экспериментальной техники исследования процессов магнитно-импульсной обработки (МИОМ). Были выполнены исследования по разработке конструкций магнитно-импульсных установок и инструмента (индукторных систем),

энергетики импульсного электромагнитного поля, реализации энергии при штамповке импульсным электромагнитным полем.

Еще в 1965 году начались исследования температурных эффектов в индукторных системах и заготовках. Было спроектировано и изготовлено вспомогательное оборудование для съемки процессов деформирования заготовки с помощью скоростной камеры СФР и продолжались работы по исследованию пластической деформации и микроструктуры материалов. В этом же году были организованы участки магнитно-импульсной штамповки деталей самолетов на Куйбышевском авиационном заводе, заводе "Прогресс" и на заводе им. Фрунзе (г. Куйбышев). Работы на заводе им. Фрунзе проводились совместно с сотрудниками Куйбышевского филиала НИАТ.

Выполненные научно-исследовательские работы по магнитно-импульсной штамповке в период с 1968 по 1973 гг. были обобщены и представлены в кандидатских диссертациях аспирантов кафедры производства летательных аппаратов, выполненных под руководством кандидата технических наук, доцента Д.Н. Лысенко.

В.В. Ермолаев исследовал образование соединений труб сваркой импульсным магнитным полем; И.М. Белоглазов рассмотрел вопросы деформирования трубчатых заготовок; В.А. Каськов рассмотрел повышение стойкости индукторных систем; В.Б. Хардин исследовал изменение свойств материалов при деформировании импульсным магнитным полем; Г.М. Лебедев исследовал процессы отбортовки; А.А. Дудин разработал и исследовал технологический процесс сварки плоских и трубчатых деталей импульсным магнитным полем; В.А. Глушченков исследовал процесс магнитно-импульсной калибровки; Ю.Д. Лысенко исследовал процесс образования поперечных рифтов на трубчатых деталях.

Для эффективного внедрения процессов магнитно-импульсной обработки были проведены работы по созданию высокостойких индукторных систем и надежных энергетических установок.

Работы, выполненные в области магнитно-импульсной штамповки, позволили в дальнейшем решить вопросы определения полей напряжений и деформаций в заготовках, определить зависимость коэффициента полезного действия процессов от конструктивно-техно-

логических факторов и энергетические потери, связанные с особенностями метода. Результатами внедрения комплексных работ стали участки магнитно-импульсной штамповки, созданные на Смоленском авиационном заводе, Новосибирском авиационном заводе им. В.П. Чкалова, Моршанском заводе химического машиностроения, заводе экспериментального машиностроения (г. Королев, Московская область).

Проблемы, существующие при сборке узлов жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) на предприятиях отрасли, вызвали необходимость проведения работ по повышению качества сборки. В лаборатории ОНИЛ-11 В.П. Самохваловым были разработаны технологические процессы предварительной сборки камер сгорания и сопловой части двигателя перед пайкой и внедрены на заводе им. Фрунзе и заводе "Металлист" (г. Куйбышева). Технология предварительной сборки камер сгорания ЖРД позволила почти полностью исключить брак сборки-пайки узлов изделий. По результатам проведенных работ в 1983 году В.П. Самохвалов защитил кандидатскую диссертацию (научный руководитель В.А. Барвинок).

Переход экономики страны на новые условия хозяйствования наложил отпечаток на тематику научных исследований, выполняемых на кафедре производства летательных аппаратов и ОНИЛ-11, а затем в рамках НИИ технологий и проблем качества по направлению магнитно-импульсной обработки в период 1990-2000 гг.

В связи с развитием конверсионных программ в 90-е годы исследования проводились в двух направлениях.

Первое – расширение области применения уже разработанных технологий и адаптация их к производству товаров народного потребления, а также к смежным отраслям промышленности.

Второе – интенсификация существующих технологий, разработка новых технологических процессов, обладающих конкурентоспособностью и обеспечивающих не только точностные, но и эксплуатационные свойства изготовленных деталей.

По первому направлению были разработаны технологические процессы, оборудование, оснащение для изготовления товаров хозяйственного, медицинского, спортивного назначения для предприятий

городов Перми, Сызрани, Королева и др. Для нефтедобывающих предприятий г. Самары “Куйбышевнефть” и г. Перми “Пермьнефть” были проведены исследования по бессварочной сборке магистральных нефтяных труб диаметром от 120 до 250 мм с помощью муфтового соединения и разработан технический проект на мобильную импульсную установку для сборки труб в полевых условиях.

По второму направлению проводились исследования для предприятий авиакосмической отрасли по интенсификации уже внедренных в производство технологических процессов изготовления листовых и трубчатых деталей.

В 1995-1996 гг. под руководством профессора В.А. Барвинка были проведены работы по контракту с Харбинским политехническим институтом, в рамках которого необходимо было модернизировать, поставить и запустить магнитно-импульсную установку в ХПИ. При этом необходимо было обучить китайских специалистов работе на этой установке. С этой задачей успешно справились кандидаты технических наук, доценты В.П. Самохвалов и Ю.Д. Лысенко, которые по просьбе китайской стороны прочитали еще курс лекций по МИОМ для специалистов предприятий авиакосмической отрасли.

Для производства изделий ракетно-космической техники в условиях жесткой конкуренции на мировом рынке пусковых услуг повысились требования к технологическому обеспечению надежности изготовленных деталей и узлов изделий. Исследования, проводимые в НИИ технологий и проблем качества (под руководством В.А. Барвинка) были направлены на решение актуальных проблем производства в области технологического обеспечения надежности деталей и узлов. Результатом стали установленные закономерности влияния энергетических и технологических факторов на точностные параметры процессов формообразования, на последеформационные характеристики материалов изготовленных деталей и на эффективность технических схем исследуемых процессов.

Это стало возможным за счет широкого использования математического моделирования и численных исследований проектируемых процессов, когда определяются остаточные напряжения в деталях после снятия всех нагрузок и поведение этих деталей при последующем

нагрузении. Потребовалась доработка математической модели, в результате чего на каждом временном шаге процесса деформирования производится корректировка характеристик конечных физических и математических свойств материалов деформируемой детали.

По результатам выполненных работ под научным руководством В.А. Барвинка в 2000 году А.Н. Кирилин защитил кандидатскую диссертацию на тему "Повышение эффективности изготовления деталей летательных аппаратов магнитно-импульсным полем". В 2003 году А.Н. Кирилин защитил докторскую диссертацию (научный консультант В.А. Барвинок).

Исследования, проведенные в этих работах, позволили повысить надежность трубопроводных и топливных систем, а также точностные и эксплуатационные характеристики изделий "Дон", "Ресурс Ф2", "Комета", "Енисей", "Неман", "Сапфир", "Союз", "Молния".

По результатам выполненных исследований в 2002 году издательством "Наука и технологии" (г. Москва) опубликована монография "Высокоэффективные технологические процессы изготовления элементов трубопроводных и топливных систем летательных аппаратов" авторов В.А. Барвинка, А.Н. Кирилина, А.Д. Комарова, В.К. Моисеева, В.П. Самохвалова и Ю.В. Федотова под общей редакцией члена-корреспондента РАН В.А. Барвинка. В ней обобщены результаты теоретических и экспериментальных исследований в области штамповки полиуретаном и магнитно-импульсной обработки.

В 2006 году В.П. Самохваловым защищена докторская диссертация на тему "Повышение надежности и эффективности изготовления деталей летательных аппаратов давлением импульсного магнитного поля" (научный консультант В.А. Барвинок).

По результатам выполненных исследований и разработок по этому направлению опубликовано около 300 печатных работ, получено 40 авторских свидетельств и патентов. Результаты работ по МИОМ неоднократно демонстрировались на отраслевых, всесоюзных и международных выставках, отмечены дипломами, 4 золотыми, 7 серебряными и 9 бронзовыми медалями ВДНХ. За большие заслуги в области науки и техники по данному направлению в разные годы сотрудники кафедры удостоены звания лауреатов премии Совета Министров СССР

(Д.Н. Лысенко, В.А. Глушченков) и Губернской премии (В.П. Самохвалов).

Интерес к вопросам создания конструкций из композиционных материалов (КМ) возрос в середине 70-х годов. Необходимость их широкого применения была обусловлена, во-первых, ограниченностью сырья для высококачественных сплавов, во-вторых, уникальными свойствами композиционных материалов, позволяющими повышать технические параметры изделий, и, в-третьих, возможностью управлять характеристиками материала. О перспективности применения композиционных материалов свидетельствовало постоянное расширение в нашей стране и за рубежом номенклатуры изготавливаемых деталей и сборочных единиц летательных аппаратов (фюзеляж, крыло, стабилизаторы, рули, несущие винты, корпуса ракетных двигателей).

Использование композиционных материалов в конструкциях летательных аппаратов и наземного оборудования позволило создать элементы конструкций с заранее заданными свойствами, снизить трудоемкость при их обработке и уменьшить их массу на 15-30%, а в отдельных случаях до 50%.

Вместе с тем, при обработке изделий из композиционных материалов возникали значительные трудности технологического характера. Это связано, в первую очередь, со сложностями по обеспечению точности получения внутренних и внешних контуров изделий при их обработке, а также с существенными отличиями физико-механических свойств КМ от аналогичных свойств традиционных материалов и сплавов.

В связи с этим для широкого использования композиционных материалов необходимо было комплексное изучение вопросов прочности и проектирования соединений, а также проведение широких теоретических и экспериментальных исследований процесса доработки изделий из КМ.

В ОНИЛ-11 в 1975 году сформировалось направление, занимающееся вопросами обработки и сборки изделий из композиционных материалов. Его возглавил доцент С.И. Козий. Главной задачей исследований стало соединение элементов из композиционных материалов с другими элементами конструкций.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что процесс пробивки отверстий в отличие от сверления и электроэрозионной обработки имеет более высокое качество поверхности разделения и стойкость оснастки. В конце 70-х годов в результате проведенных исследований сотрудником лаборатории Е.Н. Петровым была разработана схема процесса динамической пробивки и определены его основные технологические параметры, влияющие на качество отверстий.

Однако получаемые динамической пробивкой отверстия не отвечали требованиям цилиндричности отверстия и целостности волокон по периметру отверстия в детали. Поэтому возникла необходимость разработки способа получения отверстия повышенной точности по матрице с цилиндрической стенкой.

Кроме этого, был разработан гидродинамический способ пробивки отверстий, который был внедрен в производство в середине 80-х годов совместно со специалистами НПО “Энергия”.

Для создания эффективных конструкций недостаточно иметь композиционные материалы с высокими прочностными характеристиками, необходимо также реализовать эти характеристики в готовых конструкциях и обеспечить надежный метод соединения отдельных элементов, например, клепкой. В связи с этим были исследованы процессы клепки конструкций из композиционных материалов, осуществляющиеся путем применения специальных приемов.

В середине 80-х годов в лаборатории большое внимание уделялось процессу образования неразъемных соединений однородных и смешанных пакетов путем гидродинамической клепки. Для снижения усилия осаживаемой заклепки при сборке изделий из КМ доцентом Б.П. Пешковым была разработана клепка с электронагревом заклепок на точечных электросварочных машинах.

В 1988 году научное направление по обработке и сборке композиционных материалов в лаборатории возглавил В.А. Барвинок. Именно под его руководством получили дальнейшее развитие исследования по подкреплению стенок отверстий как в силовых, так и в трехслойных изделиях, выполненных из полимерных композиционных материалов.

Это открыло большие перспективы по созданию высокоресурсных механических точечных соединений. Значительное место в проводимых работах занимали вопросы разработки и исследования технологии обрезки припуска по контуру деталей из полимерных композиционных материалов.

Под научным руководством В.А. Барвинка в 1991 году Ю.А. Вашуковым была защищена кандидатская диссертация на тему “Разработка и исследование технологии подкрепления элементов конструкций летательных аппаратов из полимерных композитных материалов в зоне отверстия”. В ней была разработана математическая модель, определяющая зависимость конструктивных параметров процесса образования отверстий с подкрепленными стенками на деформированное состояние подкрепляющего элемента по внешнему контуру и на границе отверстия листовой анизотропной детали. В 1993 году аспирантом Ю.Я. Панкратовым защищена кандидатская диссертация на тему “Разработка и исследование технологии обрезки припуска по контуру деталей из полимерных КМ при производстве летательных аппаратов и наземного оборудования” (научный руководитель Барвинок В.А.). При исследовании была решена задача о росте межслойной трещины при внедрении клина вдоль слоев наполнителя.

На основании предложенной теории был создан пакет прикладных программ для расчета на ЭВМ основных технологических параметров процесса раскраивания полимерных композиционных материалов по толщине, что позволяет прогнозировать и учитывать различные факторы, влияющие на качество получаемой поверхности. Процессы обрезки припуска по контуру деталей из листовых стеклопластиков различной толщины внедрены на предприятиях СКТБ “Луч” (г. Сызрань) и заводе “Прогресс” (г. Самара).

Таким образом, под руководством В.А. Барвинка с середины 80-х годов научно-исследовательская работа обеих отраслевых лабораторий (ОНИЛ-7 и ОНИЛ-11) успешно развивалась по нескольким направлениям. Результатом научной деятельности творческого коллектива стали не только авторские внедрения, но и фундаментальные теоретические исследования. Научные идеи В.А. Барвинка нашли

дальнейшее развитие в работах его учеников, многие из которых стали докторами наук: В.И. Богдановича, П.А. Бордакова, М.А. Вишнякова, А.Н. Кирилина, В.К. Моисеева, В.П. Самохвалова, А.Н. Чекмарева и др. Так сложилась научная школа с широким диапазоном научных исследований, имеющая широкое признание и авторитет. Умение В.А. Барвинка работать с людьми способствовало творческому росту кафедры и лабораторий, укреплению и развитию связей коллектива с академическими и производственными коллективами.

Совместителями на кафедре работают генеральный директор государственного научно-производственного ракетно-космического центра (ГНП РКЦ) "ЦСКБ-Прогресс" доктор технических наук, профессор А.Н. Кирилин, первый заместитель генерального директора ГНП РКЦ "ЦСКБ-Прогресс" кандидат технических наук, доцент Н.П. Родин, генеральный директор ОАО "Волгабурмаш" кандидат технических наук В.Г. Неупокоев, генеральный директор ОАО "Самара – Металлист" В.М. Карасев, главный металлург ОАО "Самара – Металлист" кандидат технических наук, доцент М.А. Уржумцев, директор Самарского центра стандартизации, метрологии и сертификации Е.А. Стрельников.

Научные достижения сотрудников лабораторий кафедры широко используются в учебном процессе, что повышает академическую активность студентов. Так, студенты активно участвуют в проведении исследований и внедрении в производство процессов штамповки эластомерами. Они выполняют курсовые и дипломные проекты, выступают на всероссийских студенческих научно-технических конференциях, публикуют статьи. Работы студентов отмечены многочисленными почетными грамотами, дипломами, медалями Минобразования России по результатам всероссийского конкурса на лучшую научную студенческую работу (А.В. Соколова, С.М. Рожков, В.В. Филиппов, Е.Ю. Евдокимова, О.П. Смагина, В.Н. Васильев и др.). Например, в 1998 году студентка А.В. Соколова, заняв 1-е место во Всероссийском конкурсе дипломных проектов, получила диплом Министерства общего и профессионального образования России, диплом Московского представительства компании "Боинг" и денежную премию. В 2003 году студент В.Н. Васильев стал лауреатом именной стипендии компании "Боинг",

получив диплом и денежную премию. Многие студенты выполняют дипломные проекты на уровне изобретений, что подтверждено более чем 40 авторскими свидетельствами и патентами на изобретения.

На кафедре создано шесть учебных лабораторий: механической обработки, заготовительно-штамповочных работ, сварки, сборочно-монтажных и испытательных процессов, автоматизации технологических процессов, метрологии и стандартизации. Работает межфакультетский класс вычислительной техники. Все учебные лаборатории оснащены современным испытательным, производственным оборудованием и компьютерной техникой. Кафедра имеет свои филиалы на заводах “Прогресс”, “Волгабурмаш” и в Самарском центре стандартизации, метрологии и сертификации.

Даже в сложных условиях, в которых оказалась наша страна в конце XX столетия, коллектив, руководимый профессором В.А. Барвинком, сумел выстоять и найти новые направления в творческой деятельности.

Таким новым научным направлением стало управление качеством продукции. В 1994 году с целью содействия государственной политике и законодательству РФ по вопросам стандартизации, метрологии и сертификации и обеспечения качества продукции, процессов и услуг в Самарской области и Поволжском регионе организовано Поволжское отделение Российской академии проблем качества (ПО РАПК), президентом которого избран В.А. Барвинок. Большой вклад в создание Поволжского отделения Российской академии проблем качества внесли профессора В.В. Бойцов (Почетный доктор СГАУ), А.В. Гличёв и Б.В. Бойцов (первый вице-президент Российской академии проблем качества) и др. В состав ПО РАПК входят шесть областей Поволжья. В рамках 30 научно-отраслевых отделений ПО РАПК работают 76 членов, в том числе 22 доктора наук, 45 кандидатов наук, 24 профессора, 43 доцента, 5 иностранных членов РАПК.

При активном участии В.А. Барвинка на базе ПО РАПК созданы: учебно-консультационный центр качества, осуществляющий подготовку менеджеров по качеству, инструкторов по обучению и аудиторов; учебный центр по охране труда и аттестации рабочих мест на пред-

приятиях; центр по сертификации услуг при подготовке специалистов в области стандартизации, метрологии и управления качеством. Под научным руководством В.А. Барвинка в разные годы подготовлены три доктора технических наук (А.Н. Чекмарев, Ю.В. Зорин, А.В. Торгашев) и семь кандидатов технических наук (А.И. Рыжков, В.Г. Неупокоев, В.Т. Ярыгин, Д.Ю. Мосеев, Т.С. Яницкая, Ю.С. Ключков, В.И. Неповинных). Все преподаватели, которые осуществляют подготовку студентов и переподготовку специалистов на предприятиях по управлению качеством, прошли соответствующее обучение по Европейским стандартам и получили дипломы и сертификаты на право преподавать, трое получили документы на право проводить аудиты.

Расширение профиля научных исследований, проводимых на кафедре, привело к ее переименованию. В 2000 году кафедра производства летательных аппаратов (ПЛА) переименована в кафедру производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении (ПЛА и УКМ).

В своей работе коллектив кафедры руководствуется нормативными документами в области качества, национальными стандартами и стандартами предприятий, принципами TQM (всеобщее управление качеством), Федеральным законом "О техническом регулировании" и т.д. Преподаватели кафедры систематически участвуют в подготовке и переподготовке специалистов для предприятий самарского региона. Ими разработаны методические основы по управлению качеством производства сложных объектов, которые позволяют промышленным предприятиям повысить качество и конкурентоспособность выпускаемых изделий; программы обеспечения качества профессиональной подготовки и повышения квалификации, предусматривающие проведение целевых семинаров. Большое внимание уделяется оказанию консалтинговых услуг предприятиям и организациям при подготовке систем качества к сертификации.

Приоритетными направлениями научно-практической деятельности коллектива являются разработки новых методик, моделей и инструментов обеспечения качества, а также методические рекомендации по эффективной реализации традиционных методов.

Учеными разработаны методические указания по внедрению статистических методов на машиностроительных предприятиях; блок-схема обеспечения качества изделий на стадии производства, в основу которых положен системный подход, предусматривающий рассмотрение всех условий, влияющих на формирование качества изделий в их взаимосвязи. Предложена модель управления качеством продукции на стадии производства, предназначенная для обеспечения непрерывной количественной оценки уровня стабильности изготовления продукции заданного качества, и т.п.

Распад СССР привел к свертыванию научных исследований и сокращению создания новых образцов техники. С 1992 году на целое десятилетие было прекращено целенаправленное финансирование работ. Разовые краткосрочные хозяйственные договоры не позволяли научным коллективам планировать научно-исследовательские работы даже на текущий год. Хоздоговорные работы носили исключительно конкретный характер с объемами финансирования, которые не покрывали даже амортизационные отчисления на эксплуатируемое оборудование и научные приборы.

В связи с этим с 90-х годов коллектив, возглавляемый В.А. Барвинком, стремится получать бюджетное финансирование, участвуя в научно-технических программах, конкурсах проектов и грантах.

По инициативе профессора В.А. Барвинка и при поддержке ректора СГАУ профессора В.А. Сойфера и академика РАН В.П. Шорина в 1990–1991 гг. была организована работа по осуществлению Государственной научно-технической программы (НТП) “Наукоемкие технологии” Министерства науки и технической политики России (Головной исполнитель программы – СГАУ), которая действовала с 1991 по 1995 гг. и оказала существенную поддержку ученым более 20 организаций. Положительный опыт выполнения этой НТП позволил инициативной группе создать и организовать выполнение межвузовской НТП “Высокие технологии высшей школы” (1992–1995 гг.) и “Плазменные, ионные и электронные комплексные упрочняющие технологии” (1998–1999 гг.).

Кроме этого, с целью проведения и координации фундаментальных и прикладных научных исследований по государственным и отрас-

левым научно-техническим программам на базе ОНИЛ-7 и ОНИЛ-11 в 1991 году был создан инженерный научно-производственный центр (ИНПЦ) "Технология". В 1996 году центр преобразован в научно-исследовательский институт технологий и проблем качества (НИИ ТПК – НИИ-204), который в 1998 году был принят под научно-методическое руководство Российской академией наук. Директором НИИ ТПК (НИИ-204) был назначен профессор В.А. Барвинок, заместителем директора по научной работе – профессор В.И. Богданович, заместителем директора по общим вопросам – Д.В. Самородов.

Признанием вклада в развитие российской науки руководителя творческого коллектива НИИ-204 профессора В.А. Барвинка стало избрание его в мае 2000 года членом-корреспондентом Российской академии наук.

Творческий коллектив НИИ активно ведет различные научные и опытно-конструкторские исследования и добился эффективных результатов.

В 2002 году под научным руководством В.А. Барвинка разработаны опытный образец электродугового генератора совмещенной металлической и газовой плазмы и базовые технологии для напыления износостойких, радиоотражающих и электропроводных покрытий на изделия из материалов с низкими температурами отпуска. Данная технология внедрена на предприятиях Самарской области и других регионов России с большим технико-экономическим эффектом.

Под руководством члена-корреспондента РАН В.А. Барвинка и профессора В.И. Богдановича в 2004 году сформулированы основные положения, разработаны математическая модель и программное обеспечение плазмохимического синтеза в условиях ионной бомбардировки, которое дает возможность по заданным параметрам напыления и физико-химическим параметрам рассчитать скорость роста, показатель стехиометрии полученных нитридных покрытий и вид структуры. В 2006 году обоснована возможность получения нанодисперсной структуры в вакуумных ионно-плазменных покрытиях соединений нитридов и карбидов толщиной 5-10 мкм. На разработки получены патенты, некоторые из них вошли в отчет Российской академии наук за 2003 и 2005 гг.

Кафедра ПЛА и УКМ и НИИ ТПК большое внимание уделяют подготовке молодой смены инженеров-исследователей и кадров высшей квалификации. В аспирантуре и докторантуре при кафедре по специальностям: “Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов”, “Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов”, “Стандартизация и управление качеством продукции” ежегодно обучаются 6-8 аспирантов.

Первые ученики В.А. Барвинка – доктора технических наук, профессора В.И. Богданович, П.А. Бордаков, М.А. Вишняков, Ю.В. Зорин, А.Н. Кирилин, В.К. Моисеев, В.П. Самохвалов, А.В. Торгашов, А.Н. Чекарев и др. сами готовят кандидатов технических наук. Всего по результатам исследований научной школы В.А. Барвинка подготовлено 11 докторов и более 30 кандидатов технических наук.

Важное значение для подготовки молодых специалистов имеет вышедшая в свет в 2005 году в московском издательстве “Наука и технологии” монография В.А. Барвинка “Плазма в технологии, надежность, ресурс”. В ней обобщены многолетние результаты теоретических и экспериментальных исследований по газотермическому и ионно-плазменному вакуумному напылению. В 2006 году монографии была присуждена премия имени А.Н. Туполева.

Ведущим специалистам сложившейся научной школы есть что сказать и передать молодому поколению. Недаром стал востребованным обобщенный в книгу “Путь в науку” материал, посвященный нелегкому пути формирования ученого от публикации первых статей до кандидатской диссертации. Эта работа, подготовленная коллективом авторов в составе В.А. Барвинка, О.П. Мулюкина, А.Н. Кирилина и других, стала лауреатом конкурса на лучшую научную книгу 2005 года среди преподавателей высших учебных заведений страны.

Кафедра производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении осуществляет подготовку специалистов в области самолето- и вертолетостроения; ракетостроения, космических летательных аппаратов и разгонных блоков; стандартизации, сертификации и управления качеством в машиностроении. Подготовлены сотни специалистов для авиационной и ракетно-космической техники.

В.А. Барвинок является председателем двух диссертационных советов по защите докторских и кандидатских диссертаций по двигателестроению и летательным аппаратам и заместителем председателя диссертационного совета по стандартизации и управлению качеством продукции. В 2005 году он победил в конкурсе “Ведущие научные школы России” и получил бюджетное финансирование, а в 2006 году как руководитель научной школы получил президентский грант.

Научная школа В.А. Барвинка работает в тесном контакте с Российской академией наук. В течение многих лет он был руководителем научно-технической программы “Высокие технологии высшей школы” и заместителем руководителя Государственной научно-технической программы “Наукоемкие технологии”, в рамках которых координировалась работа 48 вузов и 24 институтов РАН.

Результаты научных исследований сотрудников кафедры докладывались на многих Международных (МНТК) и Всесоюзных научно-технических конференциях (ВНТК). Например: на Всесоюзной конференции по пластическому формообразованию тонкостенных деталей, Казань, 1984 г. (В.А. Барвинок, А.Д. Комаров, В.К. Моисеев, Ю.В. Федотов, В.В. Шалавин, А.С. Беляев, М.Ф. Лизунков, В.А. Киселев и др.); международной конференции по формообразованию, Венгрия, 1988 г. (В.А. Барвинок, А.Д. Комаров, Ю.В. Федотов, В.В. Шалавин, В.С. Феоктистов); втором Российско-Китайском симпозиуме по космической науке и технике, Самара, 1992 г. (В.А. Барвинок, В.И. Богданович, П.А. Бордаков, А.Н. Чекмарев, А.Д. Комаров и др.); третьем Российско-Китайско-Украинском симпозиуме по аэрокосмической технике и технологии, Сиань (Китай), 1994 г. (В.А. Барвинок, В.И. Богданович, П.А. Бордаков, А.Г. Цидулко, И.А. Докукина, С.Ф. Демичев и др.); МНТК “Надежность механических систем”, Самара, СГТУ, 1995 г. (В.А. Барвинок, А.Н. Чекмарев, В.К. Моисеев, А.А. Шаров, Ю.В. Федотов, П.А. Бордаков, С.Ф. Демичев, В.И. Любимов и др.); МНТК “Повышение эффективности теплофизических исследований технологических процессов и их метрологического обеспечения”, Тамбов, ТГТУ, 1995 г. (В.А. Барвинок, П.А. Бордаков, С.Ф. Демичев, В.И. Любимов и др.); МНТК “Проблемы развития автомобилестроения в России”, Тольятти,

1998 г. (П.А. Бордаков, В.А. Барвинок, А.Л. Усольцев, В.И. Любимов, В.Е. Годлевский, А.Н. Чекмарев, Ю.А. Вашуков, Л.А. Наумов); второй МНТК “Взаимодействие излучений с твердым телом”, Минск, 1997 г. (В.А. Барвинок, П.А. Бордаков, С.Ф. Демичев, В.И. Любимов); МНТК “Проблемы и перспективы развития двигателестроения в Поволжском регионе. Проблемы конструкционной прочности двигателей”, Самара, СГАУ, 1999 г. (В.А. Барвинок, В.И. Богданович, П.А. Бордаков, И.А. Докукина, А.Г. Цидулко, С.Ф. Демичев, А.Л. Усольцев, А.Д. Комаров, Ю.В. Федотов и др.); МНТК “Материалы и упрочняющие технологии”, Курск, КГТУ, 1997 г. (В.А. Барвинок, В.П. Самохвалов, Н.П. Родин, А.Н. Кирилин, А.Д. Комаров, В.К. Моисеев, Ю.В. Федотов, А.В. Манаинов и др.); МНТК “Прогрессивные методы и технологии получения и обработки конструкционных материалов и покрытий”, Волгоград, ВГТУ, 1997 г. (В.А. Барвинок, В.И. Богданович, В.К. Моисеев, В.П. Самохвалов, Н.П. Родин и др.); первой и второй ВНТК “Самолетостроение России. Проблемы и перспективы”, Самара, СГАУ, 1998 и 2000 гг. (В.А. Барвинок, В.И. Богданович, Б.А. Бакиров, В.Д. Китаев, И.А. Докукина, А.Д. Комаров, В.К. Моисеев, В.В. Шалавин, Ю.В. Федотов, В.П. Самохвалов, А.Н. Кирилин, Ю.А. Вашуков, А.А. Шаров, Ю.Я. Панкратов, А.Н. Чекмарев и др.); МНТК, посвященной памяти Генерального конструктора академика Н.Д. Кузнецова, Самара, СГАУ, 2001 г. (В.А. Барвинок, В.И. Богданович, П.А. Бордаков, В.П. Самохвалов, С.Ф. Демичев, И.А. Докукина, А.Л. Усольцев и др.); шестой МНТК “Пленки и покрытия”, Санкт-Петербург, 2001 г. (В.А. Барвинок, В.И. Богданович, И.А. Докукина, А.Г. Цидулко, В.И. Малкин, А.Н. Плотников и др.); пятой МНТК “Авиация и космонавтика”, Москва, 2006 г. (В.А. Барвинок, В.П. Самохвалов, А.Н. Кирилин, Н.П. Родин, Ю.А. Вашуков, Ю.В. Федотов, В.К. Моисеев); МНТК “Проблемы и перспективы развития двигателестроения”, Самара, СГАУ, 2006 г. (В.А. Барвинок, А.Д. Комаров, Е.В. Овчинникова, Ю.В. Федотов, Е.Г. Громова, Д.Г. Кулишов); МНТК “Актуальные проблемы динамики и прочности материалов и конструкций. Модели, методы, решения”, Самара, 2007 г. (В.А. Барвинок, А.Н. Чекмарев, Ю.В. Федотов, А.Н. Кирилин, Н.П. Родин).

В 1991 году В.А. Барвинок представлял научные разработки кафедры в Вашингтоне (США) в рамках программы “Высокие технологии из России”, организованной Советом промышленников и предпринимателей под руководством А.И. Вольского.

Вклад ученых одной из ведущих кафедр СГАУ и сотрудников НИИ ТПК в развитие российской науки был отмечен на Всероссийской конференции, посвященной 15-летию организации Самарского научного центра РАН и 60-летию образования кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении, которая состоялась в ноябре 2004 года в Самаре. В работе конференции приняли участие действительные члены Российской академии наук, ведущие специалисты и конструкторы КБ, в том числе среди них: К.С. Колесников, В.П. Шорин, Г.В. Новожилов, В.Е. Панин, В.М. Матросов, В.М. Пашин, И.Л. Шитарев, А.Н. Кирилин, Е.А. Гриценко, а также коллектив кафедры ПЛА и УKM, НИИ ТПК, российские и самарские ученые. В материалах выступлений на конференции были отмечены результаты многолетних теоретических и экспериментальных исследований кафедры и НИИ в области разработки высоких технологий модифицирования поверхности и нанесения покрытий, обработки и сборки с целью обеспечения качества и надежности изделий авиационной и ракетно-космической техники, а также оборудования для других отраслей промышленности.

Ученые НИИ технологий и проблем качества всегда стараются быть на переднем крае современной науки, активно работают по приоритетным направлениям в области энергетики и энергосбережения, технологии создания и обработки кристаллических материалов и др. Под руководством В.А. Барвинка осуществлена разработка теоретических и технологических основ применения эрозионно стойких плазменных структурно упорядоченных кластерных покрытий для повышения долговечности и ремонта лопаток последних ступеней паровых турбин (2006 г.). Под руководством В.А. Барвинка и В.И. Богдановича разрабатываются теоретические и технологические основы низкотемпературного плазмохимического гетерогенного синтеза стабильных наноразмерных доменов из нитридов переходных металлов при выращивании из

ускоренных плазменных потоков наноструктурно упорядоченных покрытий многомикронной толщины для экстремального повышения эксплуатационных свойств изделий машиностроения (2007 г.).

В.А. Барвинок – видный организатор науки. Более 10 лет он является заместителем главного редактора международного журнала "Проблемы машиностроения и автоматизации", председателем секции Головного научного совета "Машиностроение", членом экспертного совета ВАК по авиационной и ракетно-космической технике.

Коллектив научной школы В.А. Барвинка работает в тесном контакте со многими кафедрами и лабораториями университета, с Самарским научным центром РАН, кафедрами других вузов России.

За большой вклад в российскую науку представители научной школы высокоэффективных плазменных и формообразующих технологий, руководимой членом-корреспондентом РАН В.А. Барвинком, удостоены высоких правительственных наград. Среди них лауреаты Государственной премии РФ, премии Совета Министров СССР, Губернской премии и многих других наград – всего награждено более 20 человек.

Результаты выполненных работ имеют важное практическое применение и внедрены более чем на 160 предприятиях страны: авиационной и оборонной промышленности, химического и общего машиностроения, судостроения, приборостроения в городах Москве, Самаре, Смоленске, Новосибирске, Казани, Ульяновске, Уфе, Николаеве, Воронеже, Омске и других.

Слаженный коллектив может решать сложные теоретические и экспериментальные задачи, а коллектив научной школы В.А. Барвинка именно такой. Виталий Алексеевич всегда тепло отзывается о тех, кто внес свой вклад в становление и развитие отдельных направлений школы, кто принял участие в становлении его как ученого, кто помогал в осуществлении творческих идей и планов. Среди них В.П. Лукачев, Ф.П. Урывский, К.С. Колесников, Г.В. Новожилов, Д.М. Климов, В.П. Шорин, В.А. Сойфер, В.И. Богданович, А.Н. Кирилин, И.Л. Шитарев, В.В. Бойцов, А.В. Гличев, Б.В. Бойцов, В.И. Ершов, В.Я. Артамазов, В.И. Шпорт, П.Я. Пытьев, Б.П. Пешков и многие другие.

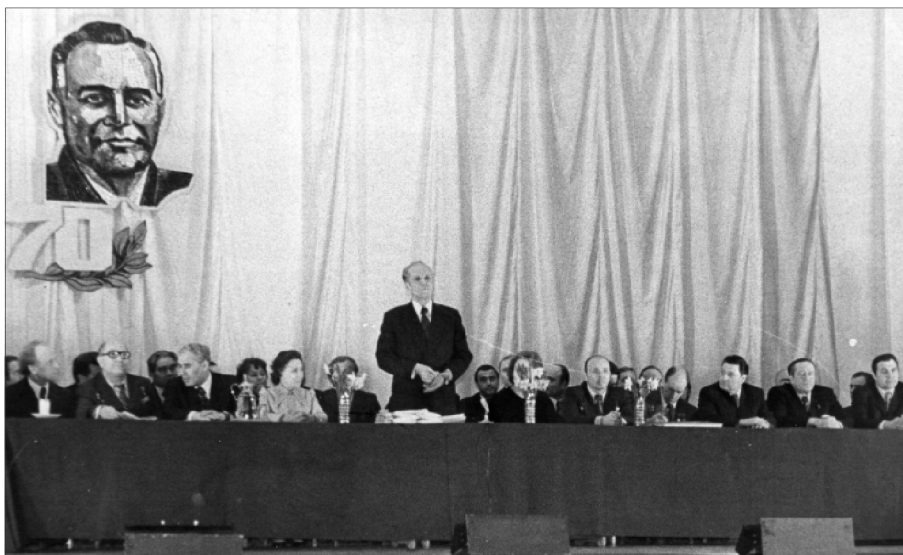
Высоких общепризнанных результатов коллектив кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении и научно-исследовательского института технологий и проблем качества добился не только благодаря тому, что бережно сохранялись научные традиции, сложившиеся под руководством профессора М.И. Разумихина, но и благодаря тому, что они нашли дальнейшее творческое развитие под руководством члена-корреспондента РАН, профессора В.А. Барвинка. Только истинный ученый может больше, чем кто-либо другой, убеждаться в преемственности идей, учиться чувствовать и ценить то наследие, которым бескорыстно одали его предыдущие поколения. И опыт, и знания, и мудрость, и юмор – все присуще этому талантливому человеку и ученому. Все это помогло Виталию Алексеевичу Барвинку и возглавляемому им коллективу выстоять в сложных условиях на рубеже веков, найти силы преодолеть трудности, достичь новых научных рубежей в науке.



1965 г. В.А. Барвинок – инженер-исследователь КуАИ



1971 г. На защите кандидатской диссертации



1977 г. Торжественное собрание, посвященное 70-летию со дня рождения С.П. Королева. В президиуме: руководство области, города, района, ЦСКБ-Прогресс, КуАИ, космонавты В.В. Лебедев и Н.Н. Рукавишников



1977 г. С ректором КуАИ профессором Лукачевым В.П. среди выпускников факультета двигателей летательных аппаратов



1977 г. Среди участников праздничной демонстрации



1979 г. Выступление перед участниками совещания по программе «Авиационные технологии» о создании установки «Пуск-КуАИ»



1983 г. Заседание кафедры производства летательных аппаратов



1986 г. г. Королев. Среди слушателей и преподавателей факультета повышения квалификации заведующих кафедрами по ракетно-космической технике. Автограф космонавта Рукавишникова Н.Н.



1990 г. Музей КуАИ. В президиуме учебно-методического объединения по ракетно-космической технике



1990 г. г. Волгоград. С участниками выездного заседания Совета по машиностроению при Минвузе СССР



1991 г. КНР. На площади г. Пекина



1992 г. В. А. Барвинок среди награжденных Государственной премией РФ



1992 г. С делегацией КуАИ во время переговоров с руководством Харбинского политехнического института



1992 г. КНР. Подписание договора о сотрудничестве
в Харбинском политехническом институте



1993 г. Участники торжественного заседания кафедры ПЛА,
посвященного ее 50-летию



1993 г. Поздравление ректора СГАУ профессора Сойфера В.А.
с 50-летием кафедры ПЛА



1993 г. Поздравление генерального директора
«Авиагора» Тютин П.С. с 50-летием кафедры ПЛА



1994 г. КНР. Во время лекции по сборочно-монтажным и испытательным
процессам в производстве летательных аппаратов для преподавателей
Харбинского политехнического института



1994 г. Вручение диплома академика РАПК Сойферу В.А.
(слева от Барвинка В.А. вице-президент РАПК Бойцов Б.В.)



1995 г. Президент Поволжского отделения РАПК Барвинок В.А.
вручает диплом академика РАПК министру авиационной промышленности КНР
Чжу Юйли



1995 г. С участниками выездного заседания учебно-методического объединения по стандартизации и сертификации в машиностроении



1996 г. Совещание по НТП «Высокие технологии высшей школы». Руководитель программы Барвинок В.А. среди проректоров технических вузов по научной работе



1997 г. 60-летие В.А. Барвинка. Поздравление генерального директора ОАО «Моторостроитель» И.П. Шитарева с юбилеем



1997 г. С участниками совещания по государственной научно-технической программе «Наукоемкие технологии»



1999 г. Обсуждение с преподавателями кафедры ПЛА текущих вопросов по установке УПУ-3М



1999 г. Самара. С участниками выездного заседания Совета по машиностроению при Минвузе РСФСР



2002 г. Выездное заседание членов экспертного совета ВАК
по авиакосмической технике



2004 г. Среди участников Всероссийской научно-технической конференции,
посвященной 15-летию СНЦ РАН и 60-летию кафедры ПЛА и УКМ
на ОАО «Моторостроитель»



2004 г. Участники Всероссийской конференции в выставочном зале СГАУ



2004 г. На отдыхе. Слева от Барвинка В.А. член-корреспондент РАН, ректор МАДИ Приходько В.М. Справа – академик РАН Новожилов Г.В.



2004 г. На участке магнитно-импульсной обработки с академиком РАН Колесниковым К.С. и доцентом кафедры ПЛА и УКМ Самохваловым В.П.



2004 г. Академик РАН Колесников К.С. знакомится с работой участка диффузионной сварки-пайки НИИ ТПК



2004 г. 85-летие Генерального конструктора ЦСКБ Козлова Д.И.



2005 г. На совещании у генерального директора ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс»



2006 г. На участке ионно-плазменного напыления с академиком РАН Новожиловым Г.В. и профессором кафедры ПЛА и УКМ Богдановичем В.И.



2006 г. На кафедре ПЛА и УКМ. Справа – старейший преподаватель кафедры профессор Комаров А.Д.



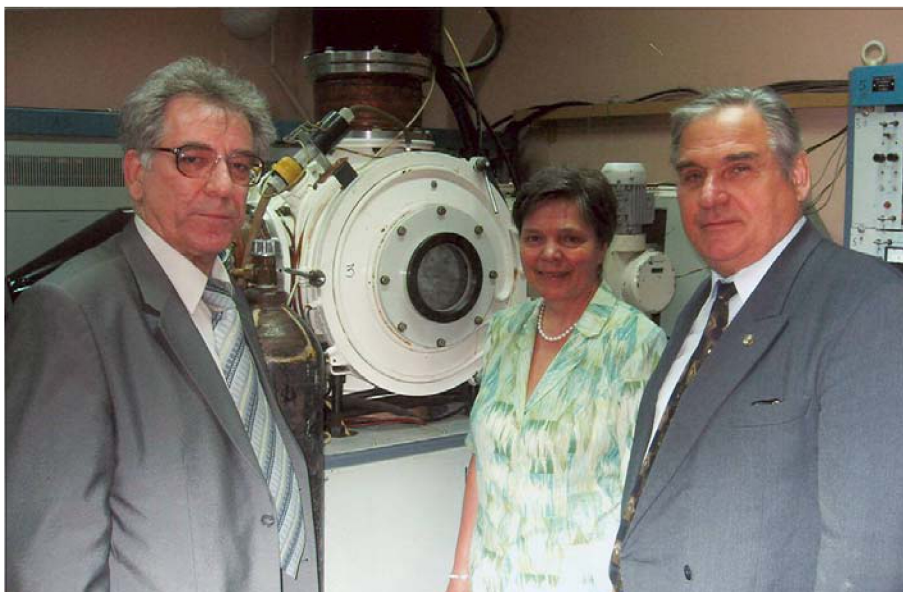
2006 г. В металлографической лаборатории кафедры ПЛА и УКМ



2006 г. На заседании Совета по присуждению ученых степеней

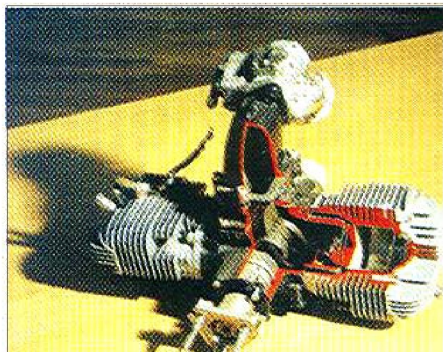


2007 г. Кафедра ПЛА и УКМ. Академик РАН Горячева И.Г. знакомится с изготовлением фильтра тонкой очистки изделия «Энергия-Буран»



2007 г. Академик РАН Горячева И.Г. около установки для ионно-плазменного вакуумного напыления, разработанной на кафедре ПЛА и УКМ

ИЗДЕЛИЯ, РАЗРАБОТАННЫЕ СОТРУДНИКАМИ КАФЕДРЫ ПЛА и УКМ



Двигатель ПО32 для сверхлегких
летательных аппаратов
с износостойким покрытием



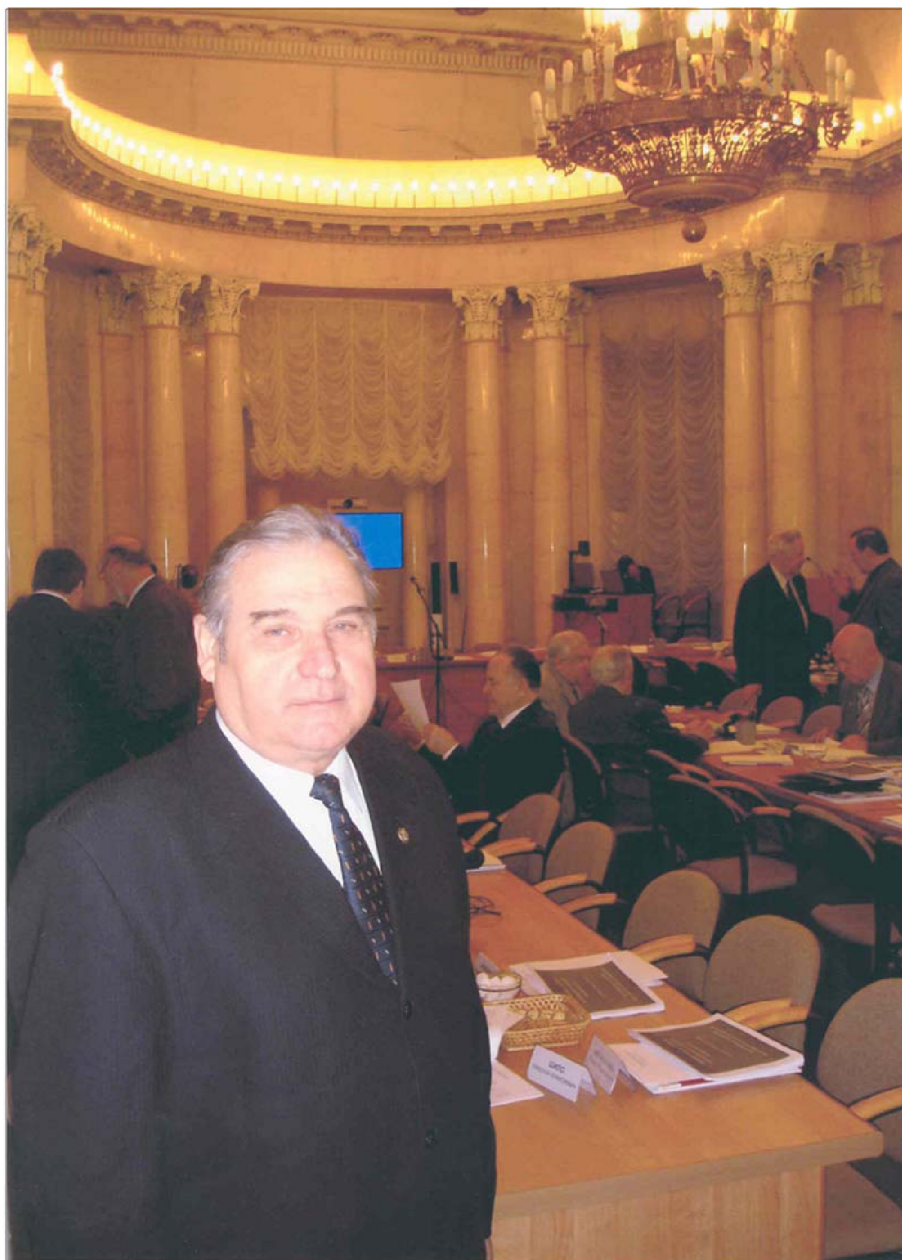
Породоразрушающий инструмент
с износостойким покрытием



Мобильная малогабаритная установка для плазменного напыления
коррозионностойких покрытий на лопатки турбин ТЭЦ без их демонтажа



Камера сгорания ГТД с теплозащитным покрытием



2007 г. Вручение премии А.Н. Туполева В.А. Барвинку на президиуме РАН

ИМИ ГОРДИТСЯ УНИВЕРСИТЕТ



Бочкарев

Александр Филиппович

К.т.н., профессор, декан факультета самолетостроения с 1955 по 1957 гг., проректор по научной работе с 1961 по 1979 гг.



Воротников

Виталий Иванович

Выпускник КуАИ 1954 г. Председатель Кузбассового облисполкома с 1967 по 1971 гг., Председатель Совета министров РСФСР с 1983 по 1988 гг., Председатель Государственного Совета СССР с 1988 по 1990 гг. Герой Социалистического Труда



Козлов Дмитрий Ильич

Д.т.н., профессор, член-корреспондент АН СССР, член-корреспондент РАН, лауреат Государственной премии РФ и премии Совета министров СССР



Барвинок

Виталий Алексеевич

Д.т.н., профессор, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой производства летательных аппаратов с 1983 г. по н.в., лауреат Государственной премии РФ и премии Совета министров СССР



Титов

Константин Алексеевич

Выпускник КуАИ 1968 г. Губернатор Самарской области, д.т.н., действительный член Российской академии естественных наук



Сысцев Олег Николаевич

Выпускник КуАИ 1976 г. Мар.г. Сыктывкар с 1982 по 1997 гг. Министр промышленности и строительства РФ, министр труда и социального развития с 1997 по 1998 гг., с 1999 г. первый заместитель председателя совета директоров ОАО «Алфа-Банк»



Шигаев Игорь Леонидович

Д.т.н., профессор, Генеральный директор ОАО «Мотор-Сибирь», лауреат Государственной премии РФ, лауреат премии Правительства РФ, лауреат премии Совета министров СССР

КуАИ-СГАУ
НАУЧНАЯ ШКОЛА ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН БАРВИНКА В.А.

Автор-составитель ***Банникова Наталия Федоровна***

Редактор Н. С. К у п р и я н о в а
Компьютерная верстка: Т. Е. П о л о в н е в а,
Е. В. О в ч и н н и к о в а

Подписано в печать 22.10.07. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 4,75.

Тираж 200 экз. Заказ .

Самарский государственный
аэрокосмический университет
443086 Самара, Московское шоссе, 34

Изд-во Самарского государственного
аэрокосмического университета.
443086 Самара, Московское шоссе, 34