



УДК 621.762

Поступила 05.02.2017

## ОПЫТ РАЗВИТИЯ ВУЗОВСКОЙ НАУКИ В РЕГИОНЕ DEVELOPMENT EXPERIENCE OF UNIVERSITY SCIENCE IN THE PROVINCE

*В. К. СОРОКИН, Т. И. АКИМОВА, Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, г. Нижний Новгород, Россия, ул. Минина, 24. E-mail: akimova-ti@yandex.ru*

*V. K. SOROKIN, T. I. AKIMOVA, Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alexeev, Nizhny Novgorod, Russia, 24, Minina str. E-mail: akimova-ti@yandex.ru*

*Рассматривается становление вузовского сектора науки в провинции на примере центра порошковой металлургии в Горьковском политехническом институте (Нижегородском техническом университете). На основе обобщения опыта теоретических и практических исследований в области порошковой металлургии в советский период показано участие ученых НГТУ в разработке, освоении и внедрении передовых технологий в промышленности региона и страны, в том числе Выксунского металлургического завода.*

*The establishment of the University science sector in the province is considered in terms of Center of powder metallurgy in the Gorky Polytechnical Institute (Nizhny Novgorod State Technical University – NNSTU). The participation of scientists of NNSTU on basis of the experience in theoretical and practical research in the field of powder metallurgy derived in the Soviet period is shown in the development and introduction of advanced industry technologies in the region and the country, including the activities in the Vyksa metallurgical plant.*

**Ключевые слова.** Порошковая металлургия, вузовская наука, профессор Г. И. Аксенов, порошковый прокат, антифрикционные материалы, алмазосодержащие тонколистные материалы, пористые материалы, Выксунский металлургический завод, Горьковский политехнический институт.

**Keywords.** Powder metallurgy, University Science, Professor G. Aksenov, powder rolling, antifriction materials, diamond sheet materials, spongy materials, Vyksa steel works, the Gorky Polytechnical Institute.

В последние 15 лет наметилась позитивная тенденция в государственной политике России по отношению к науке вообще и вузовской науке в частности. Достижения науки объявляются главным базисом инновационного развития промышленности на современном этапе. Формируется идея новой роли университетов. Программы государственной поддержки, призванные активизировать потенциал академической и вузовской науки, предлагают новые модели участия науки в развитии экономики. Поиск новых моделей сотрудничества актуализирует вопрос изучения богатого позитивного опыта взаимодействия государства, вузовской науки, производства советского времени.

Порошковая металлургия (ПМ) – одно из научных направлений, формировавших технический прогресс СССР. Работы по ПМ велись как в академических институтах, так и вузах страны. Несмотря на значимость научного направления, история его развития изучена недостаточно. Роль отдельных исследователей, лабораторий, институтов представлена фрагментарно [1]. Изучение опыта развития вузовского сектора науки, деятельности как выдающихся, так и рядовых представителей жизненно необходимо для его сохранения и последующей трансляции новому поколению технической интеллигенции.

В Нижегородском государственном техническом университете им. Р. Е. Алексеева (НГТУ) работа по ПМ ведется уже почти 70 лет. В советский период сложился известный и авторитетный центр ПМ. Его история отразила процесс формирования союза науки и производства в период НТР, специфику развития вузовского сектора в регионе, общероссийские тенденции развития научного направления.

Прикладной характер ПМ, возможность развития в рамках вузовского сектора науки проявились уже в XIX столетии. Известный горный инженер П. Г. Соболевский в 1827 г. организовал работу лаборатории при Петербургском горном кадетском корпусе для получения способа переработки платины. Дальнейшего развития ПМ в этом столетии не получила в виду отсутствия потребности. Только завершав-

шийся промышленный переворот возродил интерес к новой технологии. В начале XX в. специализированные научно-исследовательские лаборатории решали задачи развития электротехнической промышленности. В период формирования советской системы высшего образования организуется подготовка специалистов по материаловедению и обработке металлов давлением как в «старых» вузах – Ленинградском и Уральском политехникуме, так и в «новом» – Сталинградском тракторостроительном и механическом институте. В нем лабораторию материаловедения возглавил Л. М. Чеботарев. Среди выпускников первой волны – В. С. Смирнов, О. В. Роман [2], ставшие крупными учеными, основоположниками научных работ по ПМ, в том числе и в вузах страны в послевоенные годы.

Интерес к возможностям ПМ усилился в годы второй мировой войны. Высокие требования к техническим характеристикам оружия могли быть реализованы на основе применения новых сортов и марок металла, в том числе, полученных на основе ПМ. Исследования по ПМ становятся одним из направлений работы Центрального научно-исследовательского института черной металлургии им. Бардина (ЦНИИЧМ), открытого в 1944 г. в Москве.

После войны на ПМ возлагались большие задачи как восстановления промышленности, так и развития новых, стратегически важных для обороны государства промышленных отраслей. Технологии порошковой металлургии с огромным потенциалом возможностей в области создания материалов с разнообразными структурами, физико-механическими и эксплуатационными свойствами обеспечивали выполнение разработок по получению новых разновидностей материалов различного назначения. Растет численность научных и научно-производственных центров, занимающихся ПМ, расширяется их география. В Москве в 1946 г. открыт Всероссийский научно-исследовательский и проектный институт тугоплавких металлов и твердых сплавов (ВНИИТС). На базе Лаборатории специальных сплавов АН УССР в 1955 г. учрежден Институт металлокерамики и спецсплавов АН УССР. Строится завод порошковой металлургии в г. Бровары около Киева [3]. В 50-е годы научные разработки по ПМ распространяются и на периферию, где каждый научный коллектив разрабатывает принципиально новую конкретную проблему [4].

Развитие ПМ в г. Горьком не было случайным. Нижегородская губерния до революции – регион с промышленно-развитой классической металлургией. Ярмарка формировала предпринимательскую хватку нижегородцев, а региональное отделение Русского технического общества – интерес к техническим новинкам. Центром развития высшего образования и науки стал эвакуированный в 1916 г. Варшавский политехникум. В советское время нижегородская промышленность – основа индустриального развития страны: радиотехника, автомобилестроение. Формируется мощный ВПК, создаются уникальные научные центры. Потенциальные возможности региона привлекали талантливых ученых, инженеров для реализации профессиональных амбиций.

Начало научных работ в области ПМ в г. Горьком связано с именем Геннадия Ивановича Аксенова, известного ученого в области рентгеноструктурного анализа металлов. Выпускник Петербургского политехнического института Г. И. Аксенов имел богатый опыт исследователя и организатора внедрения научных разработок в производство (в Ижевске, Днепропетровске). Еще в 1933–1936 гг. Г. И. Аксенов руководил отделом металлофизики в исследовательском физико-техническом институте при Горьковском государственном университете (ГИФТИ) [5]. В конце войны Г. И. Аксенов – научный сотрудник ЦНИИЧМ им. Бардина. За разработку новых видов сталей в 1945 г. он был удостоен ордена «Знак Почета». После войны судьба вновь забросила Г. И. Аксенова в Нижний Новгород. Он заведовал кафедрой материаловедения Горьковского индустриального института и с 1947 г. (по совместительству) – отделом материаловедения ГИФТИ. Г. И. Аксенова интересовали физические процессы, происходящие при прессовании и спекании металлических порошков. Работа в этом направлении шла быстро, и уже в 1948 г. был предложен способ прокатки металлических порошков и направлена заявка на авторское свидетельство. Однако в выдаче свидетельства Г. И. Аксенову было отказано, так «предложенный способ по существу воспроизводит известные в металлокерамике способы...» [6]. Первый в мире патент № 154998 на прокатку порошка тантала был выдан в Германии фирме «Сименс-Гальске» в 1904 г. (заявка от 1902 г.).

Дальнейшую работу по изучению прокатки металлических порошков Г. И. Аксенов продолжил в Горьковском политехническом институте (ГПИ) вместе со своими аспирантами. Теоретическими закономерностями прокатки порошков занимался инженер по ОМД А. Н. Николаев. Технологические исследования прокатки порошков никеля и спекания пористой ленты проводились в ГИФТИ химиком Ю. Н. Семеновым. Трудности в работе были типичными для начального этапа становления научного направления. Главная проблема – отсутствие полноценной информации, научной литературы. Отдельные

материалы по ПМ публиковались в Европе, но были труднодоступны. Все – от методики проведения экспериментов до создания необходимого оборудования – требовало самостоятельной разработки с опорой только на свой опыт (точнее опыт Аксенова), опыт таких же новаторов ПМ в других вузах, публикации в советских научных журналах, и интуицию. Во-вторых, не было подготовленных профильных научных кадров, они появлялись параллельно с развитием самого научного направления. Работа в таких условиях могла быть продуктивной только при наличии харизматичного лидера, которым и был Г. И. Аксенов. Его отличали принципиальный подход к работе, нетерпимость лени, непрофессионализма, бюрократизма. Геннадий Иванович относился к аспирантам строго, без снисхождения к молодости и отсутствию опыта научной работы – ставилась задача, и требовалось ее самостоятельное выполнение. Ученики Г. И. Аксенова работать умели, трудностей не боялись; часть аспирантов прошла войну.

Г. И. Аксеновым и его командой довольно быстро были получены первые результаты. Опыты в ГИФТИ на установке с ручными вальцами показали возможность прокатки порошков железа, никеля, кобальта и других в пористую ленту. Началась работа по созданию необходимого оборудования. Уже в 1948 г. в ГИФТИ был спроектирован и установлен в ГПИ первый в СССР экспериментальный прокатный стан с электроприводом для проведения начальных исследований по прокатке металлических порошков. 30 мая 1950 г., когда состоялся пуск стана в ГПИ, стал днем начала исследований по прокатке металлических порошков в СССР.

Как только работы в области ПМ приняли технологическую направленность, 1 июня 1950 г. самостоятельный отдел металловедения в ГИФТИ был закрыт с формулировкой несоответствия научному направлению института [7]. Научные исследования по ПМ сконцентрировались в ГПИ. У сотрудников вузов основной была учебно-педагогическая деятельность, научной работой они могли заниматься только в свободное время. Тем не менее, Г. И. Аксенов расширяет исследования. Он рассчитывал, что работа по никелевой ленте высокой частоты по количеству примесей из порошка разработки «Гипроникель» будет использована в электровакуумной промышленности. В 1952 г. по договору с Главцветметобработкой СССР аспирантом Л. А. Пыряловым разработана технология изготовления ленты малой толщины 0,1–0,3 мм, шириной 36 мм и получена опытная партия. По заказу одного из московских НИИ разработана технология получения пористой ленты в виде листов из порошков восстановленного железа и нержавеющей стали 1X18Н9Т вихревого размола.

Развитие работ иногда получало неожиданный поворот. Г. И. Аксенов был заядлым водителем. До приобретения личного автомобиля, на котором он в 70-е годы совершал длительные переезды, в том числе из г. Куйбышева в г. Выксу, Аксенов повседневно использовал мотоцикл М-72. «Слабым местом» двигателя мотоцикла были поршневые компрессионные кольца. Возникла идея применения ПМ для их изготовления. В процессе переговоров с ГАЗ выяснилось, что и завод заинтересован в этих деталях, но для автомобиля. Поршневые кольца двигателя изготавливались из чугуна и при отливке деталей брак составлял до 10,6%. Предполагалось снижение затрат на изготовление деталей за счет автоматизации основных процессов прессования и спекания.

В 1951–1955 гг. были заключены договоры творческого сотрудничества Г. И. Аксенова (ГПИ) и ГАЗ на разработку поршневых колец. Первоначально исследования велись на базе Центральной заводской лаборатории ГАЗ. Позже на заводе был специально создан производственный участок ПМ, оснащенный автоматизированными гидравлическими прессами и печами для спекания заготовок в атмосфере диссоциированного аммиака. Применялся качественный восстановленный железный порошок, разработанный во ЦНИИЧЕРМЕТ. Инженеры лаборатории порошковой металлургии ГАЗ под руководством В. И. Благина выполняли комплекс исследований и разработок по выбору составов материалов, технологий смешивания, прессования, спекания [8].

При спекании изготовленных в ГПИ образцов из композиции железо–графит–медь в среде диссоциированного аммиака у образцов колец как деталей малого поперечного сечения происходило снижение количества графита в поверхностных слоях и было менее 0,8% С, что не соответствовало требованиям государственного стандарта. Для соответствия этим требованиям Г. И. Аксенов и В. К. Сорокин разработали особую лабораторную технологию науглероживающего спекания, в которой совмещались процессы спекания и науглероживания поверхностных слоев колец, помещенных в засыпку из мелкого порошка древесного угля [9]. Микроструктура и механические свойства полученных деталей соответствовали требованиям ГОСТ на кольца для автомобильных двигателей. Эта технология близка к современному спеканию в печи фирмы «Кремер», где имеется особая зона для проведения при необходимости науглероживания поверхностных слоев в газовой среде.

Испытания разработанных поршневых колец проводили ГАЗ и НИИТАВТОПРОМ в 1956–1957 гг. на трассе Москва–Минск. Пробег составил 58 990 км. Опытная партия из первого и второго компрессионных порошковых колец была установлена во все четыре цилиндра двигателя М-20 автомобиля «Победа». Эксплуатационные испытания поршневых колец подтвердили их высокую износостойкость. Результаты заинтересовали НИИ технологии автомобильной промышленности Минавтопрома СССР. В 1957–1958 гг. ГАЗ испытывал опытные образцы колец, изготовленных в лаборатории порошковой металлургии ГПИ и установленных вместо серийных чугунных в цилиндрах двигателей автобусов МАН КЭО и ПАЗ-651. Пробег автобусов составил 36 800 и 48 520 км соответственно. Исследования колец после пробега показали, что средний износ по наружному диаметру верхних порошковых колец в 3 раза больше стандартного чугунного хромированного кольца.

18 марта 1958 г. Г. И. Аксенов и В. К. Сорокин получили удостоверение о государственной регистрации в Комитете по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР разработки и исследования технологии изготовления поршневых колец методом порошковой металлургии за № 9040 с приоритетом 1958 г. Дальнейшая работа в этом направлении проводилась в НИИАВТОПРОМ. В 1967 г. было организовано опытное производство поршневых колец из металлических порошков для автомобильных двигателей на Мичуринском заводе.

К середине 50-х годов в стране создаются научные центры ПМ, в том числе в г. Куйбышеве, где после войны быстро развивается авиационная промышленность [10]. Профессор, доктор наук, Г. И. Аксенов, один из немногих специалистов, работавших в вузе, получил приглашение в Куйбышевский авиационный институт, где открывалась специальность инженеров-металлургов по обработке металлов давлением. Летом 1957 г. Г. И. Аксенов переезжает в г. Куйбышев, где возглавил кафедру технологии металлов и металловедения. В начале 1960 г. на базе института создана лаборатория порошковой металлургии союзного значения.

Причина отъезда Г. А. Аксенова из г. Горького была связана, в том числе, и с бытовыми условиями жизни. Уход Г. А. Аксенова был потерей для ГПИ. Однако фундамент научного направления в вузе был заложен, определены основные направления работ и научные темы, а открытый металлургический факультет начал подготовку инженеров по металловедению и термической обработке. В конце 50-х годов приоритетным научным направлением становятся исследования по изготовлению пористых листов для предприятий авиастроения. Созданный под руководством Ю. Н. Семенова фильтровальный материал из порошка карбонильного никеля обеспечивал очистку рабочих сред от частиц примесей размером 8–12 мкм [11]. При проведении многолетних исследований использовались разработанные в ЦНИИЧМ порошки нержавеющей стали с хорошими технологическими свойствами. В 1959–1962 гг. исследовательская группа в составе Г. Ф. Тихонова, В. К. Сорокина, В. М. Щекина и других сотрудников разработала две разновидности фильтрующих материалов толщиной 0,15–0,25 мм с пористостью 36–38% [12]. В. Г. Хромов проводил обширные исследования по прокатке порошков и спеканию листов с использованием разработанных в ЦНИИЧМ гидридно-кальциевого и электролитического порошков титана. Полученная тонкая беспористая лента применялась для электровакуумных приборов [13]. В. А. Хренов работал над технологией прокатки и спекания пористых листов применявшейся при изготовлении цилиндрических фильтроэлементов в химической промышленности [14]. Разработки пористых листовых материалов имели большие перспективы промышленного использования.

Способность пористых материалов со сквозными порами пропускать жидкости и газы под действием некоторого градиента давления используется для фильтрования рабочих сред в различных системах машин и аппаратов, суспензий в химической промышленности и других назначений. В 60-е годы исследования в ГПИ велись в тесном контакте с центральными НИИ, в частности одним из КБ Минхимпрома СССР, Государственным институтом прикладной химии и др. Разработанные разновидности пористых титановых листов использовались в качестве экспериментальных газожидкостных разделителей и газопоглотителей [15]. Велись работы по созданию титановых фильтров (Г. Ф. Тихонов, В. К. Сорокин, В. М. Щекин). В результате работ по хоздоговорам с ОКБ «Гидромеханика» в 1962 г. был создан фильтрующий материал ФСН-5 для очистки гидрожидкостей, топлива и газов от частиц механических примесей. Применение материала позволило решить отдельные вопросы создания новой техники, улучшив тонкость очистки рабочих жидкостей от 16–18 до 5–8 мкм, повысить надежность и долговечность работы систем и изделий. В 1965 г. на новый материал получен паспорт.

В 1962–1965 гг. пористая лента ФСН-5 изготавливалась лабораторией порошковой металлургии ГПИ в небольших количествах. Для промышленного выпуска фильтров требовалось организовать про-

изводство материала. Вопрос обсуждался в ВСНХ СССР, Министерстве черной металлургии СССР, Министерстве авиационной промышленности СССР. Крупные горьковские предприятия, такие, как «Красная Этна», Горьковский металлургический завод, скептически отнеслись к освоению новой технологии. За нее взялся Выксунский металлургический завод (ВМЗ).

В 1957 г. ВМЗ отмечал двухсотлетний юбилей. Когда-то крупнейшее предприятие России к середине XX в. перешло в разряд убыточных. Для возрождения ВМЗ требовалась мощная строительная база, которой в регионе не было. Руководство города и завода обратились с письмом к Н. С. Хрущеву с надеждой на поддержку. И она была получена. Постановлением ВСНХ СССР № 21 от 01.03.1965 для переработки порошка нержавеющей стали в материал ФНС-5 было предусмотрено строительство на ВМЗ цеха по производству пористых материалов. Проект цеха поручили разработать в короткие сроки Укргипромету [16].

В течение 1965 г. на Выксунском машиностроительном заводе создавался первоначальный опытно-промышленный участок в составе ЦЗЛ. Заместителем начальника ЦЗЛ по порошковой металлургии назначили инженера Л. С. Шмелева. По прототипам ГПИ проектный отдел ВМЗ спроектировал прокатные станы, печи для спекания и другое оборудование. К июню 1965 г. изготовили необходимое оборудование и провели его монтаж. В январе 1966 г. изготовлены экспериментальные партии ФНС-5, а первая опытно-промышленная партия отправлена на серийный завод в апреле. Впервые в СССР освоено изготовление пористого проката из металлических порошков. Цех пористого проката был принят в эксплуатацию через четыре года.

За первые 20 лет работы цеха пористого проката ВМЗ освоено в производстве более 70 видов порошкового проката пористых, алмазосодержащих, уплотнительных, антифрикционных, контактных и других материалов. По мере роста потребностей осваивались новые разновидности порошкового проката, разработанные в НИИ, КБ и вузах страны.

В начале 60-х годов началась промышленная разработка крупнейшего в СССР и мире месторождения алмазов в пос. Мирный (Якутия). В ГПИ впервые в СССР был применен способ порошковой металлургии для создания пластин-заготовок отрезных кругов для распиливания кристаллов природных алмазов. Перед проведением распиливания на цилиндрическую поверхность круга периодически наносилась алмазная суспензия. Разработанные в ГПИ отрезные круги прошли широкие испытания в ГОСНИИАЛ-МАЗ, а также апробированы на заводе алмазного инструмента в г. Рославль Смоленской области (№ гос. регистрации 25092 от 12.09.1961). Эксплуатационные характеристики разработанных инструментов соответствовали характеристикам аналогичных бельгийских кругов. ГОСНИИАЛ-МАЗ и ГОЗНАК освоили изготовление кругов из прокатанной бронзовой ленты. В дальнейшем в ГПИ разработали тонколистовые алмазосодержащие пластины, заготовки отрезных кругов для производства электронной техники. Основная материаловедческая проблема заключалась в достижении прочности и вязкости разрушения инструментального материала и отрезных кругов при эксплуатации. Решение усложнялось условиями заказчика: круги должны были содержать до 25% алмазного порошка как абразивной составляющей. Отсутствовали какие-либо доступные конкретные данные о рекомендуемых количестве и зернистости алмазного наполнителя для отрезных кругов микроэлектроники. Были разработаны составы связки на основе медь-олово-никель и технология изготовления материалов толщиной 35–40 мкм с алмазами АСМ 7/5 и АСМ 10/7. Износ по радиусу отрезных кругов составил 0,087–0,097 на 1 м пути резания [17].

В 60–80-е годы проводились исследования по изготовлению листовых материалов УМБ-4 для радиальных уплотнений газовых турбин. Пористые листовые материалы марок ФНС-10 и ФНС-2 применены для фильтрования криогенных жидкостей в системах использования, транспортирования и хранения. ВНИИКАНЕФТЕГАЗ использовал пористые листы титана для тонкой фильтрации проб жидких и газообразных продуктов в системах хроматографов газобензиновых и нефтеперегонных заводов. Пористый материал типа ПНС применен для очистки воздуха на керамических заводах и дополнительной очистки сточных вод гальванических производств. Фильтроэлементы ФНС-5 и ФНС-2 использовались для очистки примесей обессоленной воды в замкнутом контуре изолятора генератора импульсов тока в экспериментальных исследованиях по нагреву плазмы.

Одним из направлений работ в ГПИ являлось изготовление антифрикционных материалов на основе состава железо–графит–медь в виде листов с габаритными размерами 900х600 (С. Н. Бошин, А. В. Сивов, Ю. А. Шоткин под руководством А. Н. Николаева). Созданный листовой прокат применен для изготовления подшипников скольжения больших размеров. Разработана технология изготовления порошковых мишеней для напыления резистивных пленок ионно-плазменным методом.

Вклад нижегородцев в развитие отечественной ПМ был высоко оценен правительством страны. В составе творческого коллектива за работы по прокатным материалам Г. И. Аксенов, А. Н. Николаев, Л. С. Шмелев, В. М. Щекин стали лауреатами премии Совета Министров СССР 1983 г. Г. Ф. Тихонов и В. К. Сорокин были удостоены звания «Заслуженный изобретатель РСФСР».

Одновременно с практической промышленной реализацией новых технологий оформлялись научные труды, сотрудники кафедры защищали кандидатские и докторские диссертации. В 1951 г. Г. И. Аксенов стал доктором технических наук, его ученики А. Н. Николаев и В. К. Сорокин – кандидатами. Развитие научных работ в вузах долгое время держалось на энтузиазме ученых. Только в 1956 г. начались перемены. Постановление Совмина СССР ставило новую задачу: «Разработка теоретических проблем как основа научной работы высших учебных заведений должна быть направлена на выполнение задачи всемерного повышения технического уровня производства и темпов технического совершенствования всех отраслей народного хозяйства» [18]. Министерства и ведомства могли создавать при вузах отраслевые и проблемные научно-исследовательские лаборатории, которым передавались средства, оборудование, выделялось финансирование для фонда заработной платы. Научно-исследовательская работа стала частью нагрузки профессорско-преподавательского состава. В ГПИ формируется материально-производственная база для работ по ПМ. На средства Министерства цветной металлургии СССР строится лаборатория порошковой металлургии. ГПИ становится центром развития технологии и теории ПМ в регионе. В 60–80-е годы научная работа велась в исследовательских группах, в состав которых вводились аспиранты, а научное руководство осуществлялось учениками Г. И. Аксенова.

С 1950 по 1960 г. лабораторию порошковой металлургии посетили представители более 300 организаций страны. Сформировались научно-производственные связи кафедры с промышленными предприятиями и научными подразделениями СССР. Основным партнером лаборатории по поставке новейших разработок порошков металлов стал отдел ПМ ЦНИИЧЕРМЕТ (заведующий отделом Б. А. Борок). К 1960 г. оформилось научное направление кафедры материаловедения ГПИ – разработка новых материалов. Процессы получения, свойства и особенности создаваемых материалов требовали теоретической разработки. В ГПИ начал работать объединенный диссертационный ученый совет по механическим и металлургическим специальностям. Оформилась специфика научных работ других вузов и научных центров: в Ленинградском политехническом институте изучали вопросы прокатки порошков, в Минском политехникуме – обработку металлов давлением. В Киеве основные исследования проводились по прессованию и спеканию металлов и т. д.

Время энтузиастов ПМ заканчивалось. Со второй половины 60-х годов развитие научных работ по ПМ направлялось, в том числе директивными документами Советского Правительства. Так, Постановление Совета Министров СССР № 1009 от 20.12.1968 г. ставило задачу создания фильтровального материала из порошка нержавеющей стали для очистки примесей размером 2 мкм. В ГПИ создали материал ФСН -2. Постановление Совета Министров РСФСР № 770 от 13.12.1968 направлено на разработку пористого электротехнического титана. Работа в ГПИ велась в рамках научной темы 0.73.210 (материалы ПТЭ-1 и ПТЭ-2).

Управление исследованиями в области ПМ осуществлялось и в рамках научно-технических программ Минвуза СССР. В 1981–1985 гг. – программа «Авиационные технологии» (тема НИР № 04.01.22); в 1986–1990 гг. – «Порошковая металлургия» (тема НИР № 03.03.03); в 1992–1994 гг. – «Исследования в области порошковых технологий» (тема № 92/32Ф).

К 90-м годам заложенное Г. И. Аксеновым в Горьком научное направление ПМ выросло в научную школу. Сформировался основной коллектив кафедры материаловедения, началась подготовка научных кадров, ставших впоследствии известными и авторитетными специалистами. На основе обобщения многолетних исследований и разработок в 1984–2002 гг. защитили докторские диссертации А. Н. Николаев, Г. С. Шамаков, В. А. Васильев, В. К. Сорокин. Отдельные результаты научных достижений в области ПМ, их уникальная реализация в производстве представлены в учебных пособиях. С 50-х годов студентам преподается курс «Порошковая металлургия».

Успешное в целом развитие ПМ в НГТУ обусловлено комплексом обстоятельств. Прикладная направленность работ, экономическая востребованность полученных научных результатов – составные части успеха. Результат немалозначим без грамотной организации научной деятельности, без лидера и научных кадров. Г. И. Аксенов – ученый и организатор науки заложил прочный фундамент развития ПМ. К работе привлекались талантливые, амбициозные, молодые ученые. Максимально использовалось преимущество вузовской организации науки – работа в небольших, мобильных научных группах. Слож-

лась схема взаимовыгодного партнерства НГТУ и промышленных предприятий региона и страны. Контакты осуществлялись напрямую, научный коллектив не только не испытывал дефицита в заказах, напротив, в отдельные периоды работа велась по нескольким заявкам параллельно в нескольких научных группах. Причиной отказа от заявок часто становились ограничения во времени. Успех научной работы определялся профессионализмом, достаточными моральными и материальными стимулами к работе. Как стратегическое направление, ПМ в НГТУ получало разнообразную поддержку центральных министерств и ведомств. Созданная на протяжении десятилетий четкая схема взаимодействия вуз–производство при активном участии государства, осуществлявшем руководящие и контролирующие функции, работала продуктивно по причине нацеленности на конечный высокий результат.

### Литература

1. Порошковая металлургия в СССР. История. Современное состояние. Перспективы / Под. ред. И. Н. Францевича, В. И. Трефилова. М., 1986.
2. Роман О. В. Развитие порошковой металлургии за 40 лет // 40 лет лаборатории порошковых металлов в Республике Беларусь. Минск, 2000. С. 4–29.
3. Сердюк Г. Г., Чернышев Л. И. Развитие порошковой металлургии в Украине. URL: <http://www.science.by/upload/iblock/663/663783ad3f75d332db5ad9dced6319ca.pdf>. (проверено 15.12.2014).
4. Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения / Под. ред. И. М. Федорченко. Киев, 1985.
5. Центральный архив Нижегородской области (ГКУ ЦАНО). Ф. 2464. Оп. 9а. Д. 3. Л. 3.
6. Центральный архив Нижегородской области (ГКУ ЦАНО). Ф. 2464. Оп. 9а. Д. 3. Л. 5.
7. Благин В. И. Состояние экспериментальных и исследовательских работ и внедрение технологии порошковой металлургии в автомобильном производстве // Порошковая металлургия. Минск, 1966. С. 361–363.
8. Аксенов Г. И., Сорокин В. К. Науглероживающее спекание железокерамических изделий // Порошковая металлургия. 1955. Вып. 2. С. 45–53.
9. Банникова Н. Ф. Из истории становления Куйбышевского филиала научно-исследовательского института авиационных материалов (1959–1965 гг.) // Изв. Самарского научного центра Российской академии наук. 2006. Т. 8. № 3. С. 815–823.
10. Семенов Ю. Н. Пористые металлические пластины для изготовления фильтров // Науч.-техн. сб. 1961. Вып. 1. С. 59–66.
11. Сорокин В. К. Изготовление тонких высокопористых пластин из нержавеющей стали методом порошковой металлургии // Передовой научно-технический и производственный опыт. Тема 2. № М-61–177/1. Изготовление деталей методом порошковой металлургии. М., 1961. Вып. 1. С. 1–5.
12. Хромов В. Г. Получение высокопластичного титана прокаткой порошка // Порошковая металлургия: Тр. Всесоюз. межвуз. конф. Куйбышев, 1963. Вып. 16. С. 93–105.
13. Николаев А. Н., Хренов В. А. Прокатка и спекание ленты из распыленного порошка нержавеющей стали // Тр. Всесоюз. науч.-техн. конф. по металлокерамическим материалам и изделиям. Ереван, 1973.
14. Сорокин В. К. Фильтрующие перегородки из пористых листов титана // Химическое и нефтяное машиностроение. 1976. № 5. С. 46–47.
15. Шмелев Л. С. История создания опытно-промышленного производства проката металлических порошков на Выксунском ордена Ленина металлургическом заводе. Выкса, 2007. С. 44.
16. Парышев В. М., Шоткин Ю. А. Исследование прокатки порошковых смесей с наполнителем в виде твердой смазки // Порошковая металлургия. 1975. № 10. С. 9–13.
17. Астров Е. И., Николаев А. Н., Хромов В. Г., Федоров В. В. Получение биметаллических сталебронзовых заготовок для подшипников скольжения больших размеров // Антифрикционные и фрикционные материалы. Киев, 1978.
18. Постановление Совмина СССР от 12.04.1956 № 456 «О мерах улучшения научно-исследовательской работы в высших учебных заведениях» // Информационно-справочная online система «ТЕХНОРМА. РУ». URL: <http://www.tehnorma.ru> (проверено 15.12.2014).

### References

1. *Poroshkovaja metallurgija v SSSR. Estoreja. Sovremennoe sostojanie. Perspektivy.* (1986) [Powder metallurgy in USSR. History. The contemporary condition. Perspectives] Red. I. N. Frantsevych, V. I. Trefilov. Moscow. (In Russ.).
2. *Roman O. V. Razvitie poroshkovej met'allurgii za 40 let // 40 let laboratorii poroshkovyh metallov v Respubliki Belarus' / Red. kol. E. A. Doroshkevich (gl. red.) i dr.* [The development of powder metallurgy for 40 years // 40 years of powder metals laboratory in the Republic of Belarus / red. count. E. A. Darashkevich (ch), etc.]. Minsk, 2000, pp. 4–29.
3. *Serdjuk G. G., Chernyshev L. I. Razvitie poroshkovoivo metallurgii v Ukraine* [Development of powder metallurgy Ukraine]. Available at: <http://www.science.by/upload/iblock/663/663783ad3f75d332db5ad9dced6319ca.pdf> (accessed 15 December 2014) (In Russ.).
4. *Poroshkovaja metallurgija. Materialy, tehnologii, svojstva, oblasti primenenija.* (1985) [Powder metallurgy. Materials, technology, properties, applications]. Ed. I. M. Fedorchenko. Kiev. (In Russ.).
5. *Central'nyi archiv Nizegorodskoi oblasti* [Central archive of the Nizhny Novgorod region] F. 2464. Op. 9a. C. 3. P. 3. (In Russ.).
6. *Central'nyi archiv Nizegorodskoi oblasti* [Central archive of the Nizhny Novgorod region] F. 2464. Op. 9a. C. 3. P. 5. (In Russ.).
7. *Blagin V. I.* (1966). *Sostojanie eksperimental'nyh issledovatel'skih rabot i vnedrenie tehnologii poroshkovoivo metallurgii* [Status of experimental and research works and introduction of technology of powder metallurgy automobile production]. Poroshkovaya metallurgija [Powder metallurgy]. Minsk, pp. 361–363. (In Russ.)

8. **Aksenov G. I., Sorokin V. K.** (1955). *Nauglerozhivajushhee spekanie zhelezokeramicheskikh izdelij* [Nauglerozhivajushhee zhelezokeramicheskikh bonding products]. *Porochcovay metallurgiy* [Powder metallurgy]. Moscow, Iss. 2, pp. 45–53. (In Russ.).
9. **Bannikova N. F.** (2006) *Iz istorii stanjvleney Kuibuchevskogo feleala nauchno-essledovatel'skogo instituta aveazionnuh materialov (1959–1965)* [From history of the Kuibyshev branch of the Research Institute of aviation materials (1959–1965)]. *Izvestiy Samar'scogo nauchnogo zentra Rossiyskoi akademii nauk = News of the Samara scientific centre of Russian Academy of Sciences*. Samara. T. 8, no. 3, pp. 815–823. (In Russ.).
10. **Semenov Y. N.** (1961). *Poristue metallichescie plastinu dly izgotovleniy filtrov*. [Porous metal plates for manufacturing filters]. *Nauchno-tehnicheskii sbornik = Scientific and technical collection*. Gorky, Iss. 1, pp. 59–66. (In Russ.).
11. **Sorokin V. K.** (1961). *Izgotovlenie tonkih vysokoporistyh plastin iz nerzhavejushhej stali metodom poochskovoj metallurgii* [Manufacturing fine-porous plates stainless steel by powder metallurgy]. *Peredovoj nauchno-tehnicheskij i proizvodstvennyj opyt = Advanced scientific, technological and industrial experience*. Tema 2. No M-61-177/1 [Topic 2. № M-61-177/1]. *Izgotovlenie detalej metodom poroshkovoj metallurgii* [Production of parts using powder metallurgy]. Moscow, Iss. 1, pp. 1–5. (In Russ.).
12. **Khromov V. G.** (1963). *Poluchenie vysokoplastichnogo titana prokatkoj poroshka* [Getting high-ductility titanium rolling powder]. *Vsesojuznoj mezhvuzovskoj konferencii «Porochkovaja metallurgija» = Vsesojuz. hunting rituals. conference «Powder metallurgy»*. Kuibyshev aviation. Inst. Kuybyshev, Iss. 16, pp. 93–105. (In Russ.).
13. **Nikolaev A. N., Hrenov V. A.** (1973) [Rolling and sintering of powder sprayed stainless steel] *Trudy Vsesojuznogo nauchno-tehnicheskij konferencii po metallokeramicheskim materialam i izhdelijam*. Erevan. *Trudy Vsesojuz. scientific-technical conference on metallokeramicheskim materials and products*. Yerevan Polytechnic. Inst. Yerevan. (In Russ.).
14. **Sorokin V. K.** (1976). [Filtering baffle from porous titanium sheets]. *Chimicheskoe i nefjjanoe mashinostroenie = Chemical and petroleum engineering*. Moscow, no. 5, pp. 46–47. (In Russ.).
15. **Shmelev L. S.** (2007). *Istorija sozdanja opyto-promyshlennogo proizvodstva pokata meallicheskih poroshkov na Vyksunskom ordena Lenina metalluricheskom zavode* [History of creation of experimental-industrial production of rolled metal powders at Vyksunsky metallurgic plant, the order of Lenin]. *Vykxa*, 44 p.
16. **Paryshev V. M., Shotkin Ja. A.** (1975) *Issledovanie prokatki poroshkovykh smesey v vide tverdoj smazki* [Study rolling powder mixtures with a filler in the form of solid lubricants]. *Poroshkovaja metallurgija = Powder metallurgy*. no. 10, pp. 9–13. (In Russ.).
17. **Astrov E. I., Nikolaev A. N., Hromov V. G., Fjodorov V. V.** (1978). *Poluchenie bimetallicheskih stalebronzovyh zagotovok dlja podshipnikov skol'zhenija bol'shih razmerov* [Getting bimetallic billets used for bearings of large sizes]. *Antifrikcionnye i frikcionnye materialy = Antifrictional and frictional materials*. Kiev.
18. **Postanovlenie Soveta Ministrov SSSR on 12.04.1956 no. 456** [Decision of the Council of Ministers of the USSR from 12.04.1956 № 456]. «O merah uluchseniy nauchno-essledovatel'skoi rabotu v vuscheh uchebnux zavedeniyh».[«On the measures of improving the scientific research work in higher educational institutions. Information online system TEHNORMA. RU. Available at: <http://www.tehnorma.ru> (accessed 15 December 2014). (In Russ.).