

**“ЭТО НАПРАВЛЕНИЕ СТАНОВИТСЯ ОДНИМ
ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ В МИРОВОЙ НАУКЕ...”**
К 95-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА Г.П. ШВЕЙКИНА

© 2021 г. **Е. В. Поляков^{а,*}, А. В. Дерябина^{а,**}, В. Г. Бамбуров^{а,***}**

^аИнститут химии твёрдого тела УрО РАН, Екатеринбург, Россия

** E-mail: polyakov@ihim.uran.ru*

*** E-mail: deryabina@ihim.uran.ru*

**** E-mail: bam@ihim.uran.ru*

Поступила в редакцию 29.04.2021 г.

После доработки 06.05.2021 г.

Принята к публикации 08.06.2021 г.

Статья повествует о жизненном пути и научных достижениях академика Г.П. Швейкина (1926–2019) – известного российского учёного, специалиста в области высокотемпературной неорганической химии тугоплавких соединений, организатора нового научного направления “химия твёрдого тела” в СССР, разработчика высокоэффективных технологий получения новых веществ и конструкционных материалов на их основе с уникальными эксплуатационными характеристиками.

Ключевые слова: ниобий, титан, химия твёрдого тела, карботермическое восстановление, история науки, Карабаш, АН СССР, безвольфрамовые твёрдые сплавы.

DOI: 10.31857/S0869587321120094

Геннадий Петрович Швейкин родился 29 августа 1926 г. в г. Карабаш Уральской (ныне Челябинской) области, известном ещё до революции 1917 г. в качестве “медной столицы России”. Отец, Пётр Селиверстович Швейкин, потомственный кузнец, работал на Карабашском медеплавильном заводе. Мать, Татьяна Константиновна, ушла из жизни, когда сыну было всего 5 лет. В 1931 г. отец и сын Швейкины перебрались в г. Ленинск-Кузнецкий Кемеровской области, однако уже в 1935 г. вернулись в родной Карабаш.

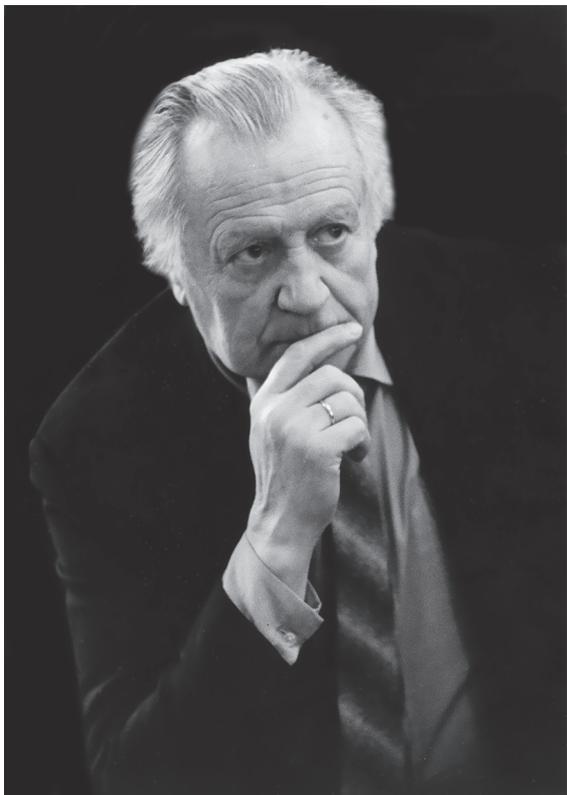
В 1942 г. Геннадия Швейкина мобилизовали в школу фабрично-заводского обучения, где он освоил специальность токаря-универсала, а затем был принят на Карабашский медеплавильный завод. Как он вспоминал позднее, даже подростки

стояли за станками по двенадцать часов в сутки, обтачивая корпуса снарядов; была цель – победить в войне! [1].

В 1945 г. Швейкин поступает на металлургический факультет Уральского индустриального института им. С.М. Кирова¹, а весной 1949 г. перед окончанием четвертого курса в его жизни происходит крутой поворот – он переводится на только что созданный физико-технический факультет, само появление которого связано с запросом времени. Свердловск, наряду с Москвой, Ленинградом и Томском, становился центром подготовки кадров для совершенно новой отрасли – атомной промышленности. Уже в мае 1949 г. на факультете были сформированы две первые группы, у студентов которых вместо сессии начался новый семестр с неожиданным набором дисциплин: атомная физика, органическая химия, процессы и аппараты химической промышленности. Занятия вели опытные профессора и доценты: К.Н. Ша-

ПОЛЯКОВ Евгений Валентинович – доктор химических наук, заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией физико-химических методов анализа ИХТТ УрО РАН. ДЕРЯБИНА Александра Владимировна – кандидат исторических наук, руководитель архива ИХТТ УрО РАН. БАМБУРОВ Виталий Григорьевич – член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник ИХТТ УрО РАН.

¹ Металлургический факультет Уральского политехнического института был организован осенью 1918 г. в Уральском горном институте. У его истоков стояли известные учёные-металлурги профессора В.Е. Грум-Гржимайло, Н.Н. Барабошкин, А.Ф. Головин, Н.Н. Доброхотов, А.Е. Маковецкий. [2, с. 156–162].



Академик Г.П. Швейкин. Март 1994 г.
Фото С.Г. Новикова

балин, А.И. Левин, Б.Н. Лундин, А.С. Виглин, Е.И. Крылов, А.В. Помосов [3]. В декабре 1950 г. состоялся первый выпуск молодых специалистов. Решением государственной комиссии дипломированный инженер Швейкин был распределён на работу в Институт химии и металлургии Уральского филиала АН СССР (УФАН СССР)².

Путь в науке Г.П. Швейкин начал с должности младшего научного сотрудника лаборатории химии и технологии редких элементов, которой с 1940 по 1971 г. руководила профессор А.К. Шарова³. Именно благодаря её усилиям молодой выпускник Физтеха УПИ был принят на работу в

² История академической науки на Урале тесно связана с обеспечением планов индустриализации. 13 января 1932 г. Секретариат ЦИК СССР одобрил организацию комплексной научно-исследовательской базы в Свердловске. Возглавил УФАН СССР академик А.Е. Ферсман. К 1950 г. в составе филиала осуществляли деятельность Институт физики металлов, Институт химии и металлургии, Горно-геологический институт, Институт биологии, Сектор технико-экономических исследований, а также Ильменский заповедник, Кунгурский и Салехардский стационары [4].

³ Шарова Анна Кирилловна (1900–1999 гг.) — доктор технических наук, основатель уральской научной школы редких элементов, благодаря её исследованиям были расширены знания по химии германия, титана, ниобия, таллия, заложены технологические основы их промышленного производства в СССР.

академический институт, а не отправился на оборонный завод в Подмоскowie, как предполагалось. Сотрудники лаборатории исследовали содержание рассеянных редких элементов (таллия, индия, германия и галлия) в полупродуктах и отходах цветной металлургии, ими был разработан оригинальный метод промышленного получения таллия и германия.

В 1950-е годы под руководством А.К. Шаровой проводились исследования лопаритовых руд Кольского полуострова и пироклоровых руд Урала, изучался их состав, физико-химические свойства, разрабатывались технологические методы извлечения из них редких металлов. Первые работы Г.П. Швейкина были связаны с созданием технологической схемы промышленного выделения урана и ниобия из диоксидных сланцев и пироклоровых руд. При поступлении в 1953 г. в аспирантуру к профессору Н.В. Деменёву⁴ целью его будущей диссертации стало изучение возможности получения металлического ниобия. Рассматривалось два возможных варианта восстановления пятиоксида ниобия: первый — использованием твёрдого углерода в вакууме; второй — карбида ниобия также в вакууме. Молодым учёным был теоретически обоснован углетермический способ получения редких металлов, представленный затем в серии статей [5], вышедших в том числе в соавторстве с профессором П.В. Гельдом⁵, который оказал большое влияние на его формирование как исследователя. Впрочем, его учителя — это целая плеяда учёных-химиков. Вот как он отзывался о них в одном из интервью. На вопрос: “Встречались ли вам люди, которые своим существованием вас возвышают?” — Геннадий Петрович, прибегнув к образному

⁴ Деменёв Николай Васильевич (1902–1982 гг.) — доктор технических наук, академик АН Киргизской ССР. С 1932 по 1936 г. директор Уральского физико-химического НИИ, а с 1945 по 1950 г. — Института химии и металлургии, председатель президиума УФАН АН СССР (1957–1961 гг.). Специалист в области технологии и металлургии редких металлов, внёс большой вклад в решение проблемы комплексного использования лопаритов, ильменитов и других руд, содержащих тугоплавкие, редкоземельные и радиоактивные элементы. В послевоенные годы совместно с коллегами начал исследования свойств металлов в тонких слоях, опередив развитие тонкоплёночных технологий на 20 лет [4].

⁵ Гельд Павел Владимирович (1911–1993) — член-корреспондент АН СССР. Основные направления научной деятельности связаны с физикой и химией конденсированного состояния, теплофизикой и термохимией соединений переходных металлов с различными элементами включения (кремний, алюминий, бор и др.). Под его руководством изучены физические свойства металлов и сплавов в широком диапазоне температур, включая расплавы, проведены исследования поведения водорода в металлах, особенностей атомного и магнитного строения микрогетерогенных систем. Автор (совместно с О.А. Есиным) фундаментального труда “Физическая химия пирометаллургических процессов” (1950).



Г.П. Швейкин (слева), младший научный сотрудник Института химии и металлургии Уральского филиала АН СССР. Свердловск, начало 1950-х годов

сравнению, ответил: “Мне довелось знать таких людей, и всю жизнь я вспоминаю о них с благоговением. Парад умов: Есин, Гельд, Чуфаров, Демёнёв, Архаров, Ростовцев... Замечательные учёные моей специальности, эрудиты, умницы, блестящие ораторы! Когда мне на второй год после начала работы в УФАН посчастливилось поучаствовать в конференции с их участием, я понял, что всё, чему меня учили, — это краешек ногтя на пальце. Не ноготь целиком, не палец и не рука, но только краешек ногтя...” [1].

Диссертационная работа завершилась успехом. 26 мая 1958 г. на заседании учёного совета УПИ им. С.М. Кирова 27 его членов единогласно проголосовали за присвоение Г.П. Швейкину учёной степени кандидата технических наук за исследование углеродического восстановления пятиоксида ниобия.

Начинается новый этап в его научной биографии, теперь уже в качестве руководителя исследовательской группы. Учёный совет Института химии УФАН СССР (протокол от 09.12.1960 г. № 14), заслушав доклад кандидата наук Г.П. Швейкина, принял решение о формировании группы на правах лаборатории. Задача — физико-химические исследования соединений тугоплавких металлов редких элементов при высоких температурах [6]. В формируемую группу вошли В.Г. Гайдуков, Р.А. Климов, И.И. Матвеев, В.Д. Любимов, вскоре к ним присоединились В.А. Переляев и В.К. Огородников.

Новый коллектив сосредоточил усилия на синтезе и изучении простых и сложных соединений карбидов, окислов, нитридов, боридов и им подобных переходных металлов IV, V, VIA групп, обладающих высокой температурой плавления, коррозионно- и износоустойчивостью. Полученные результаты позволили прояснить природу химической связи, закономерности образования этого класса соединений, объяснить изменения их свойств с возможностью прогнозирования многих из них. По результатам работы группой, а с 1963 г. лабораторией тугоплавких соединений под руководством Г.П. Швейкина, было опубликовано значительное количество статей в отечественных журналах, И.И. Матвеев и В.Д. Любимов защитили кандидатские диссертации.

Получение чистых металлов и соединений стало по существу отдельной экспериментальной задачей. Учитывая возникающие при этом трудности, в частности высокую активность исследуемых материалов и необходимость работы в высоком вакууме при температурах до 2300°C, лабораторию оснастили до того не применявшимися высокотемпературными вакуумными печами, установками по измерению электрокинетических, термоэлектрических и магнитных характеристик веществ. И.И. Матвеев и Р.А. Климов доводили установки до уровня чувствительности лучших мировых образцов, например, установка по измерению магнитной восприимчивости слабомагнитных веществ в интервале температур от



Президент АН СССР академик М.В. Келдыш, доктор химических наук Б.Н. Лундин, академик А.Н. Фрумкин, вице-президент АН СССР академик В.А. Кириллин, старший научный сотрудник, кандидат технических наук Г.П. Швейкин. Свердловск, Уральский филиал АН СССР, 1963 г.

300 до 1300 К оставалась непревзойдённой по точности в УрО РАН до начала XXI в. [7].

Результаты этих фундаментальных работ Г.П. Швейкин обобщил в докторской диссертации, посвящённой физико-химическим исследованиям оксидов, карбидов и оксикарбидов ванадия, ниобия и тантала. В ней впервые были установлены оптимальные условия устойчивости оксикарбидов ванадия и ниобия. Представленный в диссертации материал открыл новые возможности решения технологических задач – получения тугоплавких металлов, сплавов и термически стойких композиций, устойчивых к действию агрессивных сред [8].

В сложный для АН СССР период, связанный с административными реформами Н.С. Хрущёва, при которых в 1961–1963 гг. УФАИ СССР и часть его институтов были переданы из АН СССР в ведение Государственного комитета СМ РСФСР по координации научно-исследовательских работ, Г.П. Швейкин в Институте химии исполнял обязанности заместителя директора по неорганическому отделу (1962–1967) и разработал перспективный план реорганизации отдела в самостоятельный институт неорганической химии. Предлагавшиеся направления работ: теоретическая химия, термохимия, магнетохимия редких элементов, развитие новых физико-химических методов исследования неорганических веществ – рентгено-спектральных, оптических, нейтронографических. Этот план не удалось реализовать, но идеи,

тогда выдвинутые Швейкиным, воплотились в дальнейшем развитии Института химии. Инициативы уральских ученых были поддержаны комиссией во главе с президентом АН СССР академиком М.В. Келдышем, посетившей в 1963 г. Свердловск и ознакомившейся с работой институтов УФАИ СССР.

В 1972 г. президиум АН СССР назначает Г.П. Швейкина директором Института химии Уральского научного центра АН СССР (на этом посту он сменил профессора В.Г. Плюснина⁶). В судьбе института новый директор сыграет решающую роль – он сконцентрирует исследования на только формирующемся научном направлении – химии твёрдого тела (ХТТ).

Работы по получению новых твёрдых материалов (сплавов, композитов, керамики), полупроводниковых оксидов, изучению механохимических методов синтеза объединили интересы учёных Свердловска (Г.П. Швейкин), Москвы (академик Ю.Д. Третьяков) и Новосибирска (академик В.В. Болдырев) в новой для физической химии области. Эта область – химия твёрдого тела, в настоящее время ставшая основой наук о материалах, позволила совместить методы неорга-

⁶ Плюснин Василий Григорьевич (1902–1979 гг.) – доктор химических наук, с 1956 по 1972 г. директор Химического института УФАИ. Им проведены работы по синтезу полимерных материалов, разработаны технологические процессы получения чистых ароматических углеводородов, пластификаторов резин, флотореагентов.



Проект наградного знака “За вклад в развитие химии твёрдого тела”, которым предлагается отмечать лучшую отечественную работу года

нической и физической химии, развить новые методы тонкого неорганического синтеза, физики твёрдого тела, включая компьютерные вычислительные методы квантовой химии и молекулярной динамики. Перечисленные составляющие обеспечили теоретическую основу появления перспективных материаловедческих направлений – синтеза ультрадисперсных порошковых материалов, получения новых высокотемпературных сверхпроводников и магнитных полупроводников, материалов для нужд фотоники, металлокерамики. Эти работы активно развиваются и в настоящее время, и неслучайно в 2020 г. сотрудники ИХТТ УрО РАН выступили с инициативой учреждения почётного знака “За вклад в развитие химии твёрдого тела”, призванного отмечать наиболее интересные отечественные фундаментальные исследования и технологические разработки в области ХТТ по результатам года. Инициатива была поддержана научной общественностью Новосибирска, Москвы и Санкт-Петербурга.

В пояснительной записке о необходимости формирования нового в СССР научного направления (она адресовалась руководству Отделения физикохимии и технологии неорганических ма-

териалов АН СССР, датирована 1973 г.) Швейкин отмечал: “По оценке ведущих специалистов в области твёрдого тела как в нашей стране, так и за рубежом это направление становится одним из важных и перспективных в мировой науке. В последние годы формируется в виде самостоятельного раздела... Особенностью этого направления в неорганической химии является выделение одной из форм агрегатного состояния вещества (твёрдая фаза) в предмет самостоятельного изучения с привлечением теоретических и экспериментальных достижений физики твёрдого тела. Другая особенность выдвигаемой проблемы состоит в том, что в качестве основы для синтеза выбраны переходные металлы. Наконец, третья особенность перспективных исследований в области химии твёрдого тела – изучение соединений преимущественно переходных металлов в основном низших валентностей” [9].

Уже в январе 1974 г. в Свердловске состоялась Выездная сессия Научного совета АН СССР по неорганической химии под председательством академика В.И. Спицына, на которой были рассмотрены возможности развития исследований по химии твёрдого тела в научных учреждениях Урала. В её работе приняли участие свыше 100 специалистов из Свердловска, Москвы, Перми, Новосибирска, Киева, Челябинска. В том же году Научный совет по химии твёрдого тела УНЦ АН СССР (на правах секции) под председательством Г.П. Швейкина был введён в структуру Научного совета АН СССР по неорганической химии (протокол бюро Отделения физикохимии и технологии неорганических материалов АН СССР от 24 декабря 1974 г. № 7) [10].

В июне 1975 г. в г. Первоуральске Свердловской области состоялась первая Всесоюзная конференция по химии твёрдого тела, в дальнейшем такие конференции станут регулярными. В октябре 1990 г. в Одессе усилиями Института химии УрО АН СССР и Физико-химического института им. А.В. Богатского АН УССР была собрана международная конференция под председательством академика АН УССР С.А. Андронати и Г.П. Швейкина. В её консультативный комитет вошли О.К. Андерсен, А. Симон, Х. Шмальцрид (ФРГ), Е.И. Греден (Канада), Т. Гебалл, В.Х. Пейн, Л.Е. Тот (США), С.Н.Р. Рао (Индия), Ц. Жао (КНР), К. Полмонари (Италия), П. Хагенмюллер (Франция), Ю.Н. Буслаев, С.А. Андронати, Ю.Д. Третьяков (СССР). Проведение конференций на площадке ИХТТ УрО РАН стало традицией, очередная Всероссийская конференция “Химия твёрдого тела и функциональные материалы” состоится осенью 2022 г.

Как авторитетная в научном мире организация Институт химии, руководимый Г.П. Швейки-



Директор института химии Уральского научного центра АН СССР Г.П. Швейкин и старший научный сотрудник кандидат химических наук Б.В. Митрофанов. Обсуждение работы по получению безвольфрамовых твёрдых сплавов. Свердловск, 1982 г.

ным, стал основой Секции химии твёрдого тела Научного совета по неорганической химии АН СССР, объединив вокруг себя ведущих учёных страны. Проблематика научных исследований, координируемых Секцией ХТТ, постепенно расширялась, в 1980-е годы она включала в себя подпрограммы “Материал”, “Плётки”, “Огнеупор”, “Хром”, “Катализатор” и другие. В проведении фундаментальных и прикладных исследований принимало участие более 20 академических, отраслевых институтов и вузов страны. В 1991 г. по инициативе Г.П. Швейкина в соответствии с постановлением президиума АН СССР Институт химии был переименован в Институт химии твёрдого тела (ИХТТ). Фундаментальные и прикладные исследования института связаны с направленным синтезом твердофазных соединений и сплавов s-, p-, d-, f-элементов в различных структурных состояниях, изучением их физико-химических свойств с целью разработки перспективных материалов, совершенствованием существующих и созданием новых технологий, в том числе переработки отходов промышленных производств и охраны окружающей среды.

Вершина материаловедческой деятельности Г.П. Швейкина — научно-техническое решение проблемы получения безвольфрамовых твёрдых сплавов и организация производства этих спла-

вов в СССР. Здесь в полной мере проявился талант Геннадия Петровича как учёного, организатора и руководителя большого коллектива. Промышленное производство твёрдых сплавов требует постоянного углубления знаний о физико-химической природе тугоплавких фаз, исследования уникальных по своим параметрам групп нестехиометрических соединений с широчайшей областью гомогенности кристаллической решётки. Проблема замены дорогих и материалоемких твёрдых композитов из сплавов карбида вольфрама-кобальта лёгкой металлокерамикой на основе допированных карбонитридов титана была столь оригинальной и перспективной для широкого применения в машиностроении, что стала по рекомендации АН СССР предметом рассмотрения в Совете Министров СССР. В результате вышло в свет постановление “О развитии производства современных сложнолегированных быстрорежущих сталей и твёрдосплавных неперетачиваемых...” от 05.08.1974 г. № 625, которое было детализировано в постановлениях Госкомитета Совета министров СССР по науке и технике и распоряжениях президиума АН СССР.

Институт химии под руководством Г.П. Швейкина взаимодействовал со Всесоюзным научно-исследовательским институтом твёрдых сплавов (Москва) и Кировградским заводом твёрдых

сплавов (Свердловская область), на котором для проведения совместных работ была организована проблемная лаборатория. Энтузиазм учёных и производителей был столь велик, что от постановки задачи до её реализации понадобилось всего шесть лет, в течение которых были разработаны перспективные технологии производства безвольфрамовых твёрдых сплавов на карбонитриде титана (КНТ16, ЛЦК20). Патент Г.П. Швейкина, В.Д. Любимова, Б.В. Митрофанова и их соавторов на способ получения твёрдого сплава карбонитрида титана приобрели ГДР, Франция, Австрия, Великобритания, ЧССР, США. Работы по получению безвольфрамовых твёрдых сплавов отмечены Почётным дипломом и тремя медалями (золотой, серебряной и бронзовой) ВДНХ СССР, а также золотой медалью Международной Лейпцигской ярмарки (ГДР).

В дальнейшем был разработан ряд новых сплавов типа КНТ и ЛЦК (КНТ12, КНТ16, КНТ20, КНТ30, ЛЦК20), которые обладали высокой твёрдостью, прочностью на изгиб, устойчивостью к окислению на воздухе при высоких скоростях металлорезки, хорошим сопротивлением истиранию, абразивному износу и коррозии в агрессивных средах. Наибольшее промышленное применение нашли безвольфрамовые твёрдые сплавы КНТ16 и ЛЦК20. Внедрению последнего предшествовали лабораторные и промышленные испытания, в которых участвовали 92 промышленных предприятия на территории СССР. На Кировоградском заводе твёрдых сплавов начался выпуск инструментальных материалов марки КНТ, достигший объёма 20 т/год [11].

Научная и организационная деятельность учёного в области высокотемпературной неорганической химии и материаловедении тугоплавких соединений, в химии твёрдого тела были признаны научным сообществом и в 1976 г. Геннадий Петрович Швейкин избирается членом-корреспондентом АН СССР, в 1987 г. — действительным членом АН СССР.

В 1990-е годы научный коллектив под руководством Швейкина выступил с инициативой решения проблемы переработки лейкоксеновых концентратов Ярегского нефтяного месторождения (Республика Коми). Его особенность состояла в том, что добыча здесь велась не с помощью буровой, а шахтным способом — на поверхность поднимались куски породы, пропитанной нефтью, и после её отгонки лейкоксеновый концентрат шёл в отвал. Коллектив учёных ИХТТ и Института химии Коми научного центра УрО РАН после серии лабораторных исследований предложил новую технологию вскрытия лейкоксенового концентрата [12]. Новая разработка являлась развитием идей Г.П. Швейкина по применению кар-

ботермических методов в сфере традиционных гидрометаллургических производств, что привело к яркому по эффективности и технологической простоте результату. Лейкоксеновый концентрат, тонкодисперсная фазовая смесь диоксидов титана и кремния, при карботермическом восстановлении позволял получать в одну стадию высокотехнологичный полупродукт тусин — смесь карбонитридов, карбосилицидов титана и карбида кремния. Новая технология открыла возможность производства высококачественного пигментного диоксида титана, превосходящего по показателям аналогичную продукцию компании “Дюпон”, а ещё — карбида кремния [13], благодаря модификации которого удалось создать новый композиционный материал, используемый для изготовления нагревателей в муфельных микроволновых печах [14].

В конце 1990-х годов научные интересы академика Г.П. Швейкина дополнились областью ультрадисперсного состояния вещества. На заре эпохи “нанобума” в его группе был выполнен синтез ультра- и нанодисперсных порошков оксидных и карбидных фаз металлов — вольфрама, титана, ванадия, кобальта, хрома, алюминия и других. Полученные ультрадисперсные соединения титана поражали своими свойствами, особенно с учётом того фактора, что материалы синтезировались при умеренных температурах [15].

Малая родина Г.П. Швейкина — город Карабаш Челябинской области весь XX век был одним из промышленных центров медной металлургии на Южном Урале и обеспечивал Россию и Европу россыпным, затем анодным золотом, высококачественной черновой медью. К 1909 г. “Русско-Азиатская корпорация”, в которую входил и Карабашский медеплавильный завод, производила ежегодно почти 24 000 т готового продукта, её директор шотландский предприниматель Д.Л. Уркварт в отчёте писал: «Я сделал Кыштым процветающим, и “Русско-Азиатская корпорация” тоже будет процветающей, всё это принесёт нам прибыль» [16]. В 1917 г. Карабашский завод был национализирован, а в годы Гражданской войны остановлен. Но к концу 1930-х годов объёмы производства меди здесь достигли такого масштаба, что в значительной степени помогли обеспечить нужды обороны страны в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг.

Результаты потребительского отношения к неслетным природным богатствам региона привели к тому, что Карабаш в 1996 г. был признан по всем государственным критериям зоной экологического бедствия. Проблемы города усугубляются и тем обстоятельством, что действующий медеплавильный комбинат, который почти за 100 лет существования выбросил на Карабаш более 12 млн т

вредных веществ и около 30 млн т промышленных отходов, связанных с добычей, обогащением и переработкой руд, расположен в городской черте. Благодаря инициативе уральских учёных, среди которых академик Е.Н. Аврорин (РФЯЦ–ВНИИТФ им. академика Е.И. Забавина), академик Г.П. Швейкин (ИХТТ УрО РАН), при поддержке Международного научно-технического центра (МНТЦ) была сформулирована программа всестороннего эколого-геохимического обследования Карабаша с позиций технологических методов. Поставлена задача химико-металлургического обоснования полной промышленной переработки отходов медеплавильного производства в целях реабилитации территории города при сохранении и укреплении действующего медно-металлургического производства. Ряд посвящённых решению этой проблемы проектов 2001–2007 гг., выполненных совместно РФЯЦ–ВНИИТФ (Н.М. Барышева) и ИХТТ УрО РАН (Г.П. Швейкин, Е.В. Поляков) позволил выбрать и обосновать новые технологические решения по глубокой переработке шлаков медеплавильного производства с получением концентрата высокочистого железа, железо-медного сплава для чёрной металлургии, каменнолитейной керамики для дорожного строительства, эффективных сорбентов для дезактивации донных отложений технических водоёмов радиохимических предприятий Уральского региона. Создание этих производств обеспечивало, по расчётам разработчиков, возможность полной переработки шлаков Карабашского медеплавильного комбината с дополнительным попутным извлечением из шлаков меди. Работы проведены на высоком техническом уровне, защищены патентами РФ, получили положительные отзывы правительства Челябинской области, зарубежных коллег и предпринимателей, финансировавших выполнение проектов со стороны МНТЦ [17].

Обширная научная, педагогическая и организационная деятельность академика Г.П. Швейкина, способствовавшая развитию фундаментальных основ современной керамической, металлургической и инструментальной промышленности, привела к формированию на Урале научной школы химии твёрдого тела. Под руководством Швейкина защитили диссертации 10 докторов и 30 кандидатов наук, среди которых представители академической и университетской науки (В.А. Переляев, А.Л. Ивановский, Б.В. Митрофанов, В.А. Жилиев) и крупные инженеры – руководители промышленных предприятий Уральского региона (Е.К. Плаксин, А.Д. Пельц).

Яркая научная, научно-организационная и общественная деятельность Г.П. Швейкина отмечена многими орденами и медалями, но высо-

ко он ценил и присвоенное ему звание почётного доктора Уральского федерального университета им. первого президента России Б.Н. Ельцина и Северо-Кавказского федерального университета, а также звание “Почётного гражданина Свердловской области”.

Деятельность академика Г.П. Швейкина – пример научно-организационной работы высокого уровня в области неорганической химии, химии твёрдого тела, физикохимии, порошковой металлургии. Его научное наследие, его вклад в развитие исследовательских институтов и лабораторий ещё долгое время будут оказывать влияние на новые поколения учёных.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вибе. Ф.И.* Тайны новых веществ. Из жизни академика Г.П. Швейкина // Вестник УрО РАН. Наука. Общество. Человек // 2004. № 1. С. 69–82; № 2. С. 53–63; № 3 С. 68–78.
2. *Давыдов В.Н., Митрофанов Л.Д., Рыбаков С.В. и др.* УГТУ–УПИ: Люди. Годы. Управление. Вуз и личность. Екатеринбург: УГТУ, 2001.
3. *Физтехи о физтехе (1949–1999).* Екатеринбург: Ява, 1999.
4. *Алексеев В.В., Черешнев В.А.* 75 лет академической науки на Урале // Вестник РАН. 2007. № 9. С. 843–855.
5. *Алямовский С.И., Швейкин Г.П., Гельд П.В.* О низших окислах ниобия // Ж. неорганической химии. 1957. № 11. С. 2437–2444; *Гельд П.В., Швейкин Г.П.* Некоторые особенности углеводородного восстановления пятиоксида ниобия // Изв. АН СССР. ОТН. Металлургия и топливо. 1959. № 1. С. 44–49; *Швейкин Г.П., Гельд П.В.* Получение металлического ниобия из оксикарбидной смеси ниобия // Цветные металлы. 1961. № 4. С. 540–542.
6. Сектор депозитарного хранения архивных фондов УрО РАН Центральной научной библиотеки УрО РАН (СДХАФ ЦНБ УрО РАН). Ф. 8. Оп. 1. Д. 49. Л. 72–77.
7. Институт химии твёрдого тела УрО РАН. 70 лет / Отв. ред. Ю.Г. Зайнулин. Екатеринбург: УрО РАН, 2002.
8. *Швейкин Г.П.* Физико-химические исследования окислов, карбидов и оксикарбидов ванадия, ниобия и тантала: дис. ...доктор тех. наук. Свердловск, 1969.
9. СДХАФ ЦНБ УрО РАН. Ф. 8. Оп. 1. Д. 230. Л. 1–6.
10. Архив РАН. Ф. 1744. Оп. 1. Д. 54. Л. 54, 60, 81, 82.
11. *Любимов В.Д., Швейкин Г.П., Элинсон Д.С.* Композиционные материалы на основе карбонитридов титана // Фундаментальные науки – народному хозяйству. М.: Наука, 1990. С. 595–600.
12. *Швейкин Г.П., Калинин И.И., Штин А.П.* Способ переработки лейкоксеновых концентратов с получением раствора титанилсульфата и карбида кремния // Всероссийская конференция “Физико-химические проблемы создания керамики спе-

- циального и общего назначения на основе синтетических и природных материалов”. Сыктывкар, 1998. С. 167–179.
13. Способ получения диоксида титана: пат. 2122976 Рос. Федерация: МПК C01G 23/047 / Швейкин Г.П., Калинин И.И., Штин А.П.; патентообладатель ИХТТ УрО РАН. № 9711787725; заявл. 30.10.1997; опубл. 10.12.1998. Бюл. № 34.
 14. *Швейкин Г.П., Николаенко И.В.* Переработка лейкоксенового концентрата и получение на его основе продуктов и материалов // Химическая технология. 2008. № 8. С. 394–401; Способ изготовления нагревателя для микроволновой печи: пат 2248338 Рос. Федерация: МПК C04B 35/565 / Швейкин Г.П., Николаенко И.В.; патентообладатель ИХТТ УрО РАН. № 2003117311/03; заявл. 09.06.2003; опубл. 20.03.2005. Бюл. № 8.
 15. *Швейкин Г.П.* Получение ультрадисперсных соединений титана карботермическим восстановлением диоксида титана // Неорганические материалы. 1999. № 5. С. 587–590.
 16. *Немцев М.* Риддерская концессия Лесли Уркварта. <https://refdb.ru/look/1117589-pall.html>
 17. Project ISTC # №1817. Working out a Program of Remediation and Development of the City of Karabash by Implementing Technologies for Recovery of Its Technogenic Resources. ISTC. Moscow. 2004. <http://server.ihim.uran.ru/files/lab/fhma/Project1872.pdf>