

УДК 93:544.6(470.51/.54)

**ФОРМИРОВАНИЕ УРАЛЬСКИХ НАУЧНЫХ ШКОЛ В ОБЛАСТИ  
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИИ (30<sup>БЕ</sup>-40<sup>БЕ</sup> ГОДЫ  
20<sup>ГО</sup> СТОЛЕТИЯ). СООБЩЕНИЕ II**

Юшина Л.Д.

*Институт высокотемпературной электрохимии**Уральского отделения РАН, Екатеринбург*

Подробная информация об авторах размещена на сайте

«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

**В сообщении, охватывающем период 30<sup>х</sup>-40<sup>х</sup> годов, рассматриваются (события) факты и люди, находившиеся у самых истоков становления на Урале высокотемпературной электрохимии. Это время характеризуется началом формирования научных школ, проводивших исследования в области электрохимии расплавов. В статье, наряду с хронологией важнейших событий, очень кратко рассказывается о выдающихся ученых – создателях этой отрасли знаний.**

**Ключевые слова:** научная школа, высокотемпературная электрохимия, Карпачев С.В.

**Научная школа С.В. Карпачева**

Становление и развитие уральской школы электрохимиков-расплавщиков неразрывно связаны с именем С.В. Карпачева.

Его пионерские исследования (естественно, с коллегами и учениками) физических и электрохимических свойств расплавов были обусловлены не только необходимостью научного обоснования развивающихся на Урале высокотемпературных технологий получения металлов, но были связаны также с базисными проблемами теоретической электрохимии специфических конденсированных сред – расплавов.

В области высокотемпературной электрохимии в 30<sup>БЕ</sup> годы школа профессора С.В. Карпачева представляла собой неформальный, но весьма работоспособный научный коллектив, решающий взаимосвязанные задачи физической и неорганической химии, электрохимии и металлургии. Его костяк составляли сотрудники и выпускники Уральского политехнического Института и Уральского Госуниверситета. Учениками и коллегами С.В. Карпачева с гордостью считали себя С.И. Ремпель, И.Г. Щербаков, А.Г. Стромберг, В.В. Пацук, О.И. Полтарацкая, И.Ф. Иордан, В.А. Подчайнова и многие другие ученые, которым выпала счастливая судьба работать вместе или под руководством

С.В. Карпачева. Но среди названной плеяды ученых С.В. Карпачев был, бесспорно, звездой первой величины.

Обширные исследования расплавленных солей, выполненные в 30<sup>БЕ</sup> годы этим содружеством ученых были посвящены изучению технологических процессов получения магния и алюминия, исследованию электродной поляризации и электрокапиллярных явлений в расплавах, изучению контактной разности потенциалов металлов и др.

Исследования, последние среди названных, сложившиеся, к стати, не без влияния маститого учителя, каким был для электрохимиков академик А.Н.Фрумкин, сыграли существенную роль в создании современной теории электродного потенциала.

Наряду с этим, для изучения свойств специфических сред – расплавов, учеными школы С.В. Карпачева был проведен обширный цикл НИР по разработке современных методов исследования. Была разработана методика абсолютного измерения коэффициентов вязкости жидкостей. Результаты были опубликованы в ДАН в 1934г. Изучена вязкость двойной [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – CaO] и тройной [SiO<sub>2</sub> – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – CaO] системы в расплавленном состоянии, определены экстремальные составы вязкости.

Была изучена текучесть двойной  $[Al_2O_3 - CaO]$  и тройной  $[SiO_2 - Al_2O_3 - CaO]$  системы в расплавленном состоянии и определенные области ее экстремальных значений.

Была также изучена текучесть и вязкость некоторых заводских высокоглиноземистых доменных шлаков.

Среди экспериментальных работ необходимо особо отметить уникальное исследование С.В. Карпачева и С.Ф. Пальгуева по измерению чисел переноса ионов, впервые показавшие правомерность использования этого важного свойства для описания явления переноса электрического заряда в расплавах индивидуальных солей.

Достигнутые в 20-30 годы школой С.В. Карпачева результаты не потеряли своего значения до сих пор и внесли значительный вклад в мировую электрохимическую науку. Это были одни из первых фундаментальных работ по электрохимии солевых расплавов, давших ориентиры для последующих исследований в этой области на многие годы.

Вклад С.В. Карпачева и его школы в ВТ-электрохимию, без сомнений, велик и многообразен. Сергей Васильевич много сделал не только для развития этой отрасли знаний, но и его вклад в подготовку научных и инженерных кадров на Урале – неocenим.

Большим событием в жизни научного сообщества электрохимиков страны явилась защита в 1939 г. Сергеем Васильевичем Карпачевым докторской диссертации на тему «Исследования в области электрохимии расплавленных солей».

В диссертации были обобщены результаты обширных исследований, осуществленных непосредственно им или под его руководством учениками и коллегами.

Через год решением ВАК Сергей Васильевич был утвержден в ученом звании профессора по специальности «физическая химия». Ему было тогда всего 34 года.

Фактически, С.В. Карпачев явился праотцем Института ВТ-электрохимии и одним из создателей Уральской школы высокотемпературной электрохимии расплавов и твердых электролитов, школы, исследования которой получили в будущем мировую известность.

### Научная школа О.А. Есина

Одним из ярких, талантливых учеников академика А.Н. Фрумкина был О.А. Есин – коренной уралец.

Окончив в 1925 г. Уральский политехнический Институт по электрохимической специальности, он начал свою трудовую деятельность в стенах этого же Института.

Первая самостоятельная статья по результатам исследований Олега Алексеевича была опубликована уже в 1926 г. Она была посвящена изучению количественной зависимости коэффициента использования тока от условий анодного процесса.

Продолжая далее экспериментально исследовать отдельные процессы и выводить для них уравнения, связывающие выход по току с условиями электролиза, О.А.Есин обобщил полученные данные и предложил в 1932-1933г.г. общую количественную теорию совместного разряда различных ионов на электроде.

Им было показано, что изменение величины и структуры поверхности при катодном осаждении металлов вносит затруднения в оценку плотности тока, в связи с чем О.А. Есин впервые в 1937г. применил струйчатый ртутный электрод. Это не только устранило отмеченную трудность при оценке электродной поверхности, но и сильно расширило круг объектов, доступных экспериментальному изучению.

Специальный цикл исследований Олега Алексеевича был посвящен изучению строения двойного электрического слоя и влияния его на поляризацию.

Учениками, а затем и коллегами Олега Алексеевича в те годы (конец 20<sup>х</sup> – начало 30<sup>х</sup> годов 20<sup>го</sup> столетия) были И.Г. Шерстаков, А.И. Гаев, А.И. Левин, Л.И. Антропов, М.А. Лошкарев, Б.Ф. Марков и другие.

Совместно с сотрудником Б.Ф. Марковым О.А. Есин экспериментально установил необходимость введения дополнительного коэффициента в уравнение, выражающее зависимость потенциала нулевого заряда (п.н.з.) от концентрации электролита. Этот коэффициент экспериментально подтверждал дискретность зарядов

в ионной обкладке двойного электрического слоя (эффект Есина-Маркова).

С середины 40<sup>х</sup> годов (1943-1956 г.г.) О.А. Есин свои исследования посвятил изучению строения и свойств расплавленных силикатов и шлаков, а также исследованию их взаимодействия с жидкими металлами и штейнами. Следует отметить, что Олегом Алексеевичем впервые была высказана точка зрения о том, что расплавленные силикаты представляют собой полианионные жидкости (1946 г.) и являются микронеоднородными (1948 г.) системами.

Не останавливаясь подробно на исследованиях, связанных с изучением взаимодействия расплавленных металлов и штейнов с рядом расплавленных шлаков, следует подчеркнуть, что О.А. Есин с сотрудниками его школы (1950-1956 г.г.) экспериментально показал электрохимический характер взаимодействия на указанных границах раздела фаз. Было выявлено существование на межфазной границе всех важнейших электрохимических явлений. Установлено существование электродвижущих сил (1950 г.), концентрационной поляризации с предельными токами (1957 г.), электрокапиллярных явлений (1952 г.) и движений (1958 г.) капли металлов в расплавленном шлаке.

В 1956 году О.А. Есин впервые качественно сформулировал предложение о многослойности ионной обкладки «двойного» слоя. Далее им и другими авторами развивалась количественная теория знакопеременной полислоистой структуры этой обкладки.

Будучи крупным электрохимиком, О.А. Есин успешно применил законы электрохимии к металлургии. Им создано научное направление - электрохимическая теория взаимодействия металла со шлаком, получившая в настоящее время всеобщее признание. Научная школа профессора О.А. Есина, являвшая собой передний край теоретической металлургии, позволила решить ряд крупных проблем, как в области высокотемпературной электрохимии, так и проблем, способствующих развитию металлургической базы Урала.

### Влияние школы А.Н. Фрумкина

Наряду с организационными и структурообразующими формами, оказавшими в 30<sup>ые</sup> годы положительное влияние на развитие химической науки на Урале, необходимо подчеркнуть и значение электрохимических знаний, созданных и создаваемых Московскими школами электрохимии, и, в первую очередь, школой академика А.Н. Фрумкина.

Хотя основные НИР этой школы были связаны с проблемами электрохимии водных сред, фундаментальные вопросы образования разностей потенциалов, перехода ионов и зарядов на межфазных границах, ЭДС и т.п., являлись базисными и для всей электрохимической науки (в том числе и для высокотемпературной электрохимии). При этом проявились воистину глобальные законы преемственности знаний в развитии любой из отраслей науки. Здесь имеется в виду влияние достижений электрохимии водных сред на ВТ-электрохимию.

Исследователями школы А.Н. Фрумкина в 20<sup>ые</sup> – 40<sup>ые</sup> годы двадцатого столетия изучались базисные вопросы электрохимии. Происходило не только формирование представлений об элементарном акте электродного процесса и создание электрохимической теории, объясняющей причины возникновения ЭДС гальванического элемента. А.Н.Фрумкин развил термодинамическую теорию поверхностных явлений на границе раздела фаз и теорию двойного электрического слоя (1919 – 26г.г.) и ввел в электрохимию понятие о потенциале нулевого заряда двойного слоя, который является фундаментальной характеристикой металла, контактирующего с электролитом.

В работах 1935-36г.г. А.Н.Фрумкин показал, что учет строения двойного слоя необходим для понимания кинетики электродных процессов, т.к. поле двойного слоя влияет на концентрацию реагирующего вещества у поверхности электрода и на энергию активации процесса.

Забегая вперед, следует признать, что именно академик А.Н.Фрумкин явился личностью номер один в развитии всей электрохимической науки.

Названные выше идеи и проработки А.Н.Фрумкина и его школы знаменовали собой начало современного этапа развития электрохимии. Они оказали огромное влияние на становление и углубление электрохимических исследований в Уральских научных школах С.В. Карпачева, О.А. Есина, Г.И. Чуфарова, Н.Г. Стромберга, В.А. Кузнецова, В.П. Кочергина, М.В. Смирнова, С.Ф. Пальгуева и их учеников.

Многие из названных здесь ученых фактически являлись непосредственными учениками и продолжателями идей академика А.Н. Фрумкина, который был, по сути, учителем наших учителей.

Это заключение становится совершенно очевидным, если проанализировать направления научных исследований названных ученых и их школ за многие годы.

#### **Взаимовлияние уральских научных школ на становление ВТ-электрохимии**

Поскольку взаимосвязь высокотемпературной электрохимии с другими областями химической науки, да и электрометаллургическими, весьма велика и многогранна, при рассмотрении достигнутых ею результатов приходится обращаться к достижениям не только чисто электрохимических школ, но принимать во внимание и успехи других школ химического профиля. В рамках Уральского филиала АН это, в первую очередь, относится к научным разработкам школ Г.И. Чуфарова и А.К. Шаровой.

#### **Научные школы Г.И. Чуфарова и А.К. Шаровой**

Г.И. Чуфаров после окончания в 1931г. аспирантуры Уральского политехнического института (УПИ) возглавил лабораторию кинетики и статики металлургических процессов, которая первоначально входила в состав Уральского физико-химического научно-исследовательского Института, а с 1936г. функционировала в составе Урал-ФТИ.

В 1939 г. этот научный коллектив вошел во вновь созданный Химический Институт Уральского Филиала АН СССР, директором которого с 1939 г. по 1945 г. был Г.И. Чуфаров.

Основное внимание руководимой им лаборатории было сосредоточено на реше-

нии химических проблем черной металлургии. Результаты НИР школы Г.И. Чуфарова представляли непосредственный интерес не только для химии высоких температур, но они были совершенно необходимы и для экономики Уральского края.

Особое место в истории уральской химической науки наряду со школами С.В. Карпачева, О.А. Есина, Г.И. Чуфарова принадлежит и школе А.Н. Шаровой. В частности, в развитии химии редких элементов (германия, таллия, индия, галлия и др.).

Работы по извлечению таллия и германия из полиметаллического сырья явились одними из самых крупных и важных исследований, выполненных в УФАНе в тридцатые годы. Они положили начало целому химическому направлению, ведущую роль в котором занимают исследования школы А.Н.Шаровой.

#### **Научная школа А.Г. Стромберга**

В 30<sup>ые</sup> – 40<sup>ые</sup> годы прошлого века весьма заметную роль в становлении электрохимических исследований расплавов на Урале сыграли работы А.Г.Стромберга и его учеников.

Цикл его НИР, выполненный в 1930-32 г.г. совместно с С.В. Карпачевым, С.И. Ремпелем и И.Г. Щербаковым, был связан с технологией получения магния электролизом карналлита из уральского сырья и представлял непосредственный интерес и для промышленности края, и для страны в целом.

В последующие годы (1932-1940 г.г.) под руководством А.Г. Стромберга его школой были осуществлены исследования электропроводности растворов расплавленных солей, изучены электрокапиллярные явления на 10 различных металлах и определены их потенциалы нулевого заряда (п.н.з.). Эти исследования показали, что (п.н.з.) металла, равный контактному потенциалу металла на границе с вакуумом, слабо зависит от температуры и природы электролита.

Исследования А.Г. Стромберга, подтвердившие теорию академика А.Н. Фрумкина о наличии у каждого металла своего потенциала нулевого заряда, имели

фундаментальное значение для теоретической электрохимии в целом.

В последующие годы (1940-1950 г.г.) исследования школы А.Г. Стромберга, бывшего доцентом, а затем и профессором кафедры физической химии Уральского государственного университета, были связаны с созданием новых электрохимических методов анализа: амальгамной полярографии (1946-1970 г.г.) и вольт-амперометрии (1958-1990 г.г.).

А.Г. Стромберг, являясь одним из создателей новых электрохимических методов анализа, был и основателем, весьма многочисленной школы исследователей. Под руководством А.Г. Стромберга было защищено 80 кандидатских и 8 докторских диссертаций

На основе НИР, осуществленных этой научной школы, были разработаны и

внедрены методики контроля производства ряда металлов на Уральских предприятиях.

(продолжение следует...)

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Отчет о деятельности АН СССР в 1934г. М.: Д., 1935. с.519-528.
2. Архивные документы Уральского технического университета (УГТУ-УПИ).
3. Научный Архив УНЦ АН СССР. Ф.1. Оп.1. Д.52. Спасский С.С. Наука на Урале в годы Великой Отечественной войны (1941-1945г.г.) Статья председателя УФАНа профессора Спасского С.С.
4. Там же. Д.51., Д.58. Историческая справка к 30-летию Победы.

## THE FORMULATION OF URAL SCIENTIFIC SCHOOLS IN THE FIELD OF HIGH-TEMPERATURE ELECTROCHEMISTRY (30<sup>TH</sup>-40<sup>TH</sup> YEARS 20<sup>TH</sup> CENTURY).

### COMMUNICATION II

Yushina L.D.

*Institute High-Temperature Electrochemistry of Ural Division Russian Academy of Sciences,  
Ekaterinburg, Russia*

This communication scizing 30<sup>th</sup> -40<sup>th</sup> years past Century have considered facts, events and persons which were by the most origin of emerge High-Temperature Electrochemistry on Ural. This time has characterized the beginning of formulation the scientific schools, which realized the investigations in field of electrochemistry of molten salts. In item together with the chronology of the most important events have been related very short about the outstanding scientists which were the creators of this branch knowledge.

Keywords: scientific school, high-temperature electrochemistry, Karpachev S.V.