

Сулейменов Э.Н.,
проф., зам. директора
лаборатории
Казахстанско-Британский
Технический Университет,
Казахстан

Участник конференции,
Национального первенства
по научной аналитике

КАК НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВОДНЫЕ РАСТВОРЫ И ОКСИДНЫЕ РАСПЛАВЫ ПРОВОДЯТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

В статье излагаются результаты исследований по определению типа проводимости жидких систем, которые в современной науке рассматриваются в качестве электролитов. В краткой форме представлены результаты комплекса исследований, который проводился в Казахстане в течение более чем 30 лет. Анализируются современные научные представления на понятия «электрический ток» и «электропроводность электролитов». Показана абсолютная непригодность существующих теоретических взглядов на процессы формирования микроструктуры электролитов и на электропроводность жидких химических систем для интерпретации практических свойств этих систем. Показана недостаточность современных научных знаний о природе химической реакции. Показано, что существующие теории электропроводности жидкости только в небольшой мере отвечают реалиям и фактически тормозят внедрение наукоемких технологий в металлургическое и химическое производство.

Сделан вывод, что электролитическая диссоциация является результатом воздействия электрической энергии на структуру конденсированных систем. Электролитическая диссоциация это и есть собственно электролиз.

Results of the research in the question of defining the type of conductivity of liquid systems, which are considered as electrolytes in modern science, are presented in the article. The results of the battery of studies, which had been carried out in Kazakhstan for more than 30 years are presented in the article in brief. Modern scientific views on concepts of «electric current» and «electrolytic conduction» are analyzed. Absolute inapplicability of the existing theoretical views on the processes of the electrolyte microstructure forming and liquid chemical systems electroconductivity for the purpose of the interpretation of practical properties of these systems. Insufficiency of modern scientific knowledge about the nature of chemical reaction is shown. It is shown that the existing theories of the electroconductivity of liquids only partially represent the reality and in fact slow down the implementation of the science intensive technologies in metallurgic and chemical production.

The conclusion is made that the electrolytic dissociation is the result of the influence of the electric energy on the structure of condensed systems. Electrolytic dissociation is in fact the electrolysis.

Современный путь развития химических и металлургических технологий базируется на «канонизации» [например, 1] некоторых представлений в теории неорганических водных растворов и расплавов. Только эти жидкости по современным представлениям рассматриваются в качестве электролитов [2, 3]. Также исследования химических и металлургических систем; зачастую базируется на «специализации» фундаментальных исследований, когда микроструктура и состояние вещества не является основой для обобщения экспериментальных данных, а во главу угла ставится химический состав технологических продуктов. В то время как межфазное распределение компонентов, зависящее от структурных и кинетических условий их существования, является основополагающим в химических и металлургических технологиях.

Обобщение существующего громадного экспериментального материала с несколько иных позиций позволило бы осмыслить новые подходы к развитию фундаментальных исследований химико-металлургических объектов. Это обусловлено достижениями и открытиями в области естественных

наук: обнаружение сверхпроводимости сложных оксидов металлов, поляризация твердых и жидких включений в массе диэлектрика при наложении разности потенциалов, обнаружение аномалий поведения твердых веществ при обработке электрическим током увеличение числа публикаций по обоснованию молекулярной природы жидкости [4 и др.] и т.п. Многие из новых и новейших публикаций перекликается с положениями, развивавшимися академиками АН КазССР Пономаревым В.Д. и Усановичем М.И., которые вытекали из работ Деви и Менделеева несколько отнесенными на обочину науки при развитии фундаментальных исследований в области строения жидких систем.

Актуальность попыток найти и обосновать решение спорных положений в микроструктуре электролитов с целью интенсификации технологий определяется рядом моментов:

- большинство химических реакций проводится в растворах [2] и расплавах [например, 5, 6], а в теории жидкости нет единой точки зрения на ее структуру и транспортные свойства;
- различие в подходах к строению жидкостей разного химического со-

става вносит разночтения в исследования механизма реакций, проводимых в жидкости, и негативно сказывается на анализе путей интенсификации и организации химических процессов в жидкостях;

– неясность микроструктуры жидких систем порождает несоответствия в анализе энергетических воздействий (тепловых, колебательных и т.п.) на жидкие системы и ведет к непониманию причин и следствия химических превращений под влиянием различных видов энергии в жидкости, когда зачастую следствие принимается за причину;

– эти разночтения направляют анализ диаграмм состояния химических веществ по пути статистического варьирования компонентов [7];

– представления об ионизации атомов и молекул, при всей их пользе и универсальности, мешают видеть различия в атомном и молекулярном взаимодействии;

– использование полуэмпирических методов определения активности компонентов в жидкости и экстраполяции этих выводов на общие взгляды на механизм химических превращений затрудняют анализ реакций и

ограничивают исследователей в попытках реализации фундаментальных уравнений в расчетах и коррекции диаграмм состояния химических соединений и фазовых превращениях в системах.

Принятие теоретических положений и взглядов на физическую химию технологических реакций априори без альтернативного обсуждения стало существенным тормозом в развитии металлургической и химической промышленности.

На I Всесоюзном совещании по физической химии расплавленных солей и шлаков академик А.Н. Фрумкин говорил: «...само строение высокотемпературных систем гораздо менее исследовано, чем строение водных растворов, и изучение его является очень интересной задачей, а также необходимой предпосылкой для построения общей теории жидкого состояния». Член-корреспондент АН СССР Я.И. Герасимов подчеркнул: «Участники... справедливо полагают, что одна из важнейших проблем физики и химии – проблема растворов, т.е. теория растворов может быть разрешена только путем всемерного развития... молекулярно-статистической и термодинамической теории отдельных классов растворов». Теперь исследования по установлению принципов формирования жидкости переживают новый виток в корреляции воззрений на структуру водных растворов и высокотемпературных расплавов [8, 9 и др.].

Взаимное влияние теорий оксидных расплавов и водных растворов заставляет учитывать работы В.Д. Пономарева и М.И. Усановича при исследовании структуры жидких систем. В теории диссолюционной пептизации В.Д. Пономарев использовал принцип равноправия оксидов различных элементов при формировании жидкости, но не рассматривал транспорт электрического тока через жидкость. М.И. Усанович установил правило аномальности электропроводности жидких систем, в котором предвосхитил многие поздние экспериментальные данные. Это послужило отправной точкой исследований оксидных расплавов для установления, насколько существующие модели

строения жидких систем отвечают природе. Эти модели лежат в пределах ограниченных крайними точками зрения: модель совершенного ионного расплава (раствора) Темкина и молекулярная – Менделеева, промежуточные представляют собой попытки примерить несомненное наличие структурных элементов в жидкости со способностью жидких систем проводить электрический ток. Так, в [10] это прямо связывается с особенностями формирования структурных элементов жидких систем – появлением положительно заряженных катионов и отрицательно заряженных анионов, что обусловлено появлением теории электролитической диссоциации Аррениуса и понятия «проводник второго рода». Теснейшая взаимосвязь между транспортом электрического тока и транспортом вещества породило, на первый взгляд, неопровержимое доказательство способности жидкости проводить ток только перемещением структурных элементов. Отсюда доказательства самопроизвольной электролитической диссоциации структурных элементов твердых тел при переходе в жидкое состояние. Базовой характеристикой структуры жидкости становится электропроводность. Истоки таких теоретических выкладок в следующем.

В известной научно-технической литературе и патентных исследованиях отсутствует понятие «электрический ток», вернее – «электрическая энергия». Согласно [11-17] электрический ток – это поток электрических зарядов. При этом такое фундаментальное определение изобилует разночтениями: электрический ток – это:

- упорядоченное (направленное) движение электрически заряженных частиц или макроскопических тел [11];
- перемещение носителей заряда [12];
- поток электрических частиц [13];
- внутреннее движение электронов в веществе [14];
- упорядоченное (т.е. имеющее определенное преобладающее направление) движение электрических зарядов [15];
- проводник электричества – это твердое тело, в котором есть много

«свободных» электронов [16].

Все эти определения не ограничивают точек зрения. В том же [16] электрическим током назван и поток капель дождя. В большинстве случаев электрический ток трактуется как направленное движение электрических зарядов. Что же понимается под электрическим зарядом:

- источник электрического поля, связанный с материальным носителем;
 - величина, определяющая интенсивность электромагнитного взаимодействия заряженных частиц;
 - «каждое заряженное тело – это система зарядов» [13];
 - источник электромагнитного поля, связанный с материальным носителем; внутренняя характеристика элементарной частицы, определяющая ее электромагнитное взаимодействие [11];
 - физическая величина, определяющая энергию взаимодействия электрически заряженных частиц (электронов, протонов, позитронов и др.) с электромагнитным полем [15];
 - взаимодействие электрически заряженных частиц [12];
 - в [16] этот вопрос обходится «в силу его известности»;
 - «электрический заряд частицы является одной из основных, первичных ее характеристик. Ему присущи следующие фундаментальные свойства:
 - а. электрический заряд существует в двух видах: как положительный, так и отрицательный;
 - б. в любой электрически изолированной системе алгебраическая сумма зарядов не изменяется, это утверждение выражает закон сохранения электрического заряда;
 - в. электрический заряд является релятивистски инвариантным: его величина не зависит от системы отсчета, а значит не зависит от того, движется он или покоится» [17].
- Т.е. в общем виде понятие «**электрический заряд**» – это некая мера взаимодействия между материальными объектами. Очевидно, что сопоставление понятий «электрический ток – электрический заряд» приводит к физической бессмыслице: **электрический ток является направленным движением меры**

взаимодействия между материальными объектами. Такое понимание категорически неприемлемо для инженерного использования. Поэтому в химии применяются более простые определения: «электрон – стабильно-элементарная частица, обладающая элементарным зарядом и наименьшей из известных массой покоя, является основным вещественным субстратом химического взаимодействия». Это перекликается с [13], где электрон рассматривается в качестве элементарного электрического заряда, т.е. минимального электрического заряда, которому кратны все электрические заряды. Из этого может следовать и такой вывод: электрический ток – это поток электронов. С таким понятием можно оперировать при создании технических решений различного назначения. **Но эта формулировка находится в противоречии с существующим пониманием механизма токопередачи в электролитах.**

Между тем, по современным понятиям электропроводность жидкости обеспечивается транспортом ионов (анионов и катионов) к электродам [2, 3]. Характерны и подходы к обоснованию передачи тока ионами-носителями заряда в научно-технической литературе. Так, в [18] говорится: «Прямым доказательством электролитической диссоциации жидких шлаков является возможность электролиза в них и величина удельной электропроводности» (стр. 4). В [11] несмотря на достаточно большой временной промежуток прошедший после опубликования [18], приводится еще более простой довод: «Прямым доказательством существования ионов в растворе является то, что раствор может проводить электрический ток» (стр. 366). И в том, и в другом случае происходит подмена тезиса, и доказательства такого рода носят скорее умозрительный характер, нежели строгое экспериментальное или математическое обоснование точки зрения [3].

На протяжении более 30 лет нами проводились фундаментальные исследования в области строения микроструктуры электролитов (оксидных расплавов и неорганических водных растворов) с целью совершенствования металлургических технологий.

В результате анализа научно-технической литературы и существующего экспериментального материала под руководством академика В.Д. Пономарева были предприняты исследования по влиянию электрического тока и электромагнитных полей на жидкие системы. Установление реалистических представлений о принципах формирования жидких систем (и связанных с этим механизма фазового перехода первого рода) уже вышли за рамки чисто академического интереса. Это продиктовано неизбежным усложнением минерального сырья для металлургического производства, и такие исследования становятся практически необходимыми. Другой аспект проблемы: широкое распространение наукоемких технологий в производстве функциональных материалов (полупроводниковых устройств, жидких кристаллов и т.п.) демонстрирует важность управления структурой конденсированных систем (особенно, структурой жидкости) в целях оптимизации технологических процессов, в частности, процессов производства функциональных материалов на основе консолидированных наноструктур.

На наш взгляд ключевыми проблемами в решении задач о структуре и структурных преобразованиях в конденсированных системах в современном естествознании являются:

1. Установление общего принципа формирования жидких систем и структурных элементов жидкости.

2. Установления механизма транспорта электрического тока через жидкие системы.

Решение даже части этих фундаментальных проблем весьма актуальная научно-исследовательская задача, которая имеет большое значение не только для создания технологий, но и является существенным моментом в развитии современного естествознания.

В процессе фундаментальных исследований многокомпонентных жидких систем (оксидных расплавов и неорганических водных растворов), их поведения под влиянием нестационарных электромагнитных полей и электрического тока, фазовых переходов в различных условиях с целью установления принципа формирования микроструктуры электролитов

были получены следующие результаты:

1. Экспериментально показано, что теория диссолюционной пептизации, разработанная академиком АН КазССР В.Д. Пономаревым в развитие взглядов Д.И. Менделеева на структуру водных растворов, реально описывает процесс растворения твердых объектов в воде и по существу является парадигмой.

2. Экспериментально показано, что правило аномальности электропроводности жидкости, установленное академиком АН КазССР М.И. Усановичем, справедливо для высокотемпературных оксидных расплавов и для любого типа жидкости.

3. Обнаружено явление коацервации высокотемпературных оксидных расплавов под влиянием переменных электромагнитных полей и механических колебаний

4. Экспериментально показана анизотропия проводимости высокотемпературных расплавов и показано влияние ориентации молекулярных диполей на величину электропроводности расплава.

5. Экспериментально обнаружен ряд различных экзотических явлений в электропроводности расплавов, происходящих под влиянием электромагнитных полей и характеристик электрического тока (например, понижение электропроводности расплава с повышением температуры, повышение электропроводности расплава с понижением температуры, скачкообразное изменение электропроводности и т.д.).

6. Экспериментально установлена возможность аномально высокой электрофоретической подвижности твердых частиц в расплавах. Установлена возможность химического взаимодействия оксидных расплавов с компонентами газовой фазы широкого химического состава под влиянием импульсного электрического тока (меандр). При этом газ – восстановитель может выступать в качестве окислителя, а структурные изменения в расплаве приводят к потере плавкости оксидных систем.

7. Экспериментально показана возможность растворения металлического молибдена в водных раство-

рах щелочей низкой концентрации и ряд других явлений.

Весь указанный выше комплекс исследований, проведенных в течении 33 лет, показал абсолютную непригодность существующих теоретических взглядов на процессы формирования микроструктуры жидкости (в частности, водных растворов и оксидных расплавов) и на электропроводность жидких химических систем для интерпретации практических свойств этих систем (теория электролитической диссоциации Аррениуса, понятие активности химических веществ в жидкости, различные теории проводимости жидкости и т.п.). Показана недостаточность современных научных знаний о природе химической реакции, о механизме работы атомов в ходе химических процессов, о причинах и величине энергетических проявлений в ходе химических процессов. В частности показано, что существующие теории электропроводности жидкости только частично отвечают реалиям и фактически тормозят внедрение наукоемких технологий в металлургическое и химическое производство.

Ниже приведены некоторые результаты многолетних исследований.

Мы пытались обнаружить аналог процесса электролиза среди реакций образования надмолекулярных форм. Поиск аналогии тем более оправдан, что именно соответствие химического превращения (электролиз) и количества прошедшего через жидкость электрического тока представляет собой один из краеугольных камней теории электролитической диссоциации.

В качестве основного объекта исследований использовались многокомпонентные оксидные расплавы. Это наиболее подходящий объект для такого рода исследований, поскольку из расплавов только они считаются электролитами [2] и в них можно наглядно задержать процессы образования новых фаз.

Исследовалось движение структурных элементов расплавов под действием электрического тока и магнитных полей. Нам удалось сконцентрировать структурные элементы расплавов, отличающиеся по своим электрофизическим свойствам, и за-

фиксировать зримую картину перехода микронеоднородностей в оксидных расплавах в макронеоднородности (т.е. получить некий аналог электролиза). Исследовались расплавы шлаков следующего химического состава (табл. 1).

Было установлено явление коацервации высокотемпературных оксидных расплавов. На рисунке 1 видна картина деления расплавов на две жидкости под влиянием комбинированных электромагнитных полей.

В таблице 2 приведены результаты по фазовому и количественному делению псевдогомогенных высокотемпературных оксидных расплавов под влиянием переменных электромагнитных полей.

Эти данные уже говорят о том, что электрический ток (электрическая энергия) могут привести к рас-

слоению расплавов, что можно считать своеобразным «электролизом». Т.е., электрическая энергия может приводить к разрушению молекулярных образований в объеме жидкости. Также установлено явление капельной ливкации в указанных расплавах при воздействии переменным электрическим током в ходе фазовых переходов (рис. 2).

Это явление ранее было известно только для расплавов оксидов, содержащих щелочные металлы (натрий, калий, литий). Другими словами, электрический ток может воздействовать на механизм фазовых переходов.

Также было установлено, что электрический ток (в данном случае меандр) может промотировать химическую реакцию между оксидным расплавом и окислительным газом, что приводит к потере плавкости

Таблица 1
Химический состав синтетических оксидных шлаков

№ шлака	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe _{окисл}	CaO	Fe _{мет}	T, °C плавления
1	24,73	8,02	52,20	14,80	0,24	1160
2	38,70	10,38	35,92	14,55	0,20	1220
3	41,44	10,48	17,04	32,37	0,32	1250
4	46,38	18,18	10,15	25,26	–	1120
5	44,18	20,23	5,73	29,83	–	1200
6	42,02	18,65	–	39,25	–	1220
7	41,10	14,10	4,78	39,50	–	1175
8	37,70	13,55	12,08	36,80	–	1200
9	31,40	16,70	23,56	27,45	–	1230

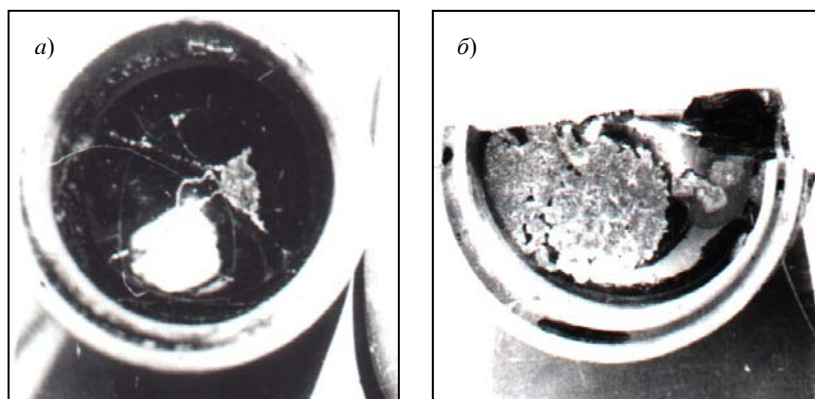


Рис. 1. Кристаллизация фазы в межэлектродном пространстве на поверхности расплава под влиянием переменных электромагнитных полей: а – шлак 7, светлое большое пятно – блик отраженного света, видны трассы прохождения электрического тока; б – шлак 9, просматриваются кристаллы, по форме приближающиеся к кубической

Таблица 2
Коацервация синтетических оксидных расплавов под влиянием переменных электромагнитных полей (МП – фаза в межэлектродном пространстве, ОМ – общая масса расплава)

Номер шлака и фаза	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe _{окисл. об.}	CaO
1 (МП)	22,78	13,74	36,20	14,17
1 (ОМ)	22,70	15,07	35,70	12,90
2 (МП)	35,0	23,20	22,27	11,30
2 (ОМ)	28,64	33,15	19,80	10,20
7 (МП)	36,10	20,60	3,86	35,90
7 (ОМ)	37,94	15,80	3,62	37,66
8 (МП)	32,76	20,45	9,60	33,60
8 (ОМ)	33,50	18,03	9,16	34,00
9 (МП)	30,30	20,70	17,30	25,80
9 (ОМ)	22,96	36,30	13,00	20,80

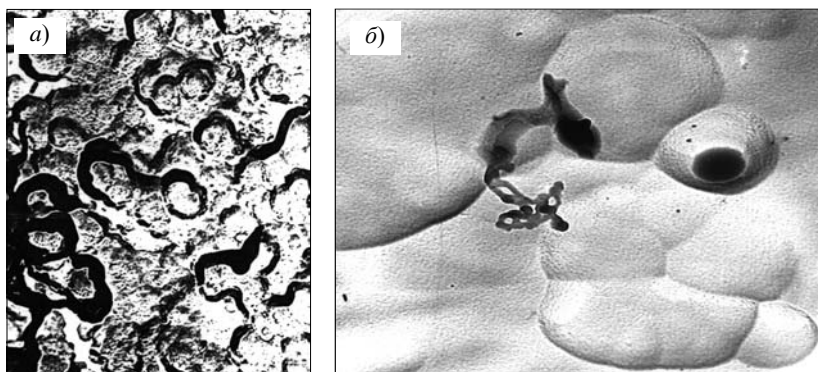


Рис. 2. Капельная ликвация при кристаллизации расплава шлака 6

расплава и образованию новых фаз в твердом состоянии. На рисунке 3 приводится картина разложения оксидного расплава в результате химической реакции под воздействием пульсирующего электрического тока.

Уже этих данных достаточно, чтобы сделать заключение о неизмеримо большей сложности процессов, происходящих в жидкости, чем это возможно пояснить с точки зрения существующих теорий строения электролитов и теории электролитической диссоциации. Макрокартина фазовых

превращений в расплаве наглядно демонстрирует молекулярную структуру оксидных расплавов. Отсюда следует, что расплавы, как и металлические жидкости, имеют электронный тип проводимости. При создании любых технических решений и анализе всех типов металлургических и химических процессов необходимо исходить из признания структуры неорганических жидкостей молекулярными структурами. И учитывать разнообразие явлений, происходящих при воздействии электрической энергии на жидкость.

Для большей наглядности полученных результатов д.х.н., к.ф.-м.н. Сулейменов И.Э. поставил прямой и наглядный эксперимент [19] по определению микроstructures водных растворов пентаоксида ванадия. Установлено, что на различных зондах из водных растворов пентаоксида ванадия можно осадить гидрогель состава – 12V₂O₅ · 480H₂O. При этом состав молекулы может меняться в зависимости от факторов воздействия. На

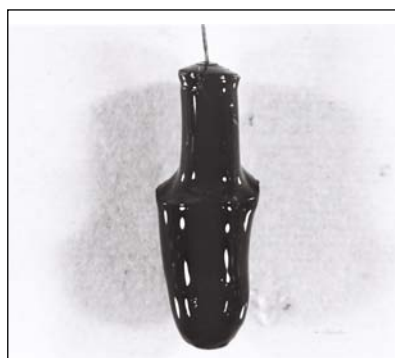


Рис. 3.

рисунке ниже приведен образец такого гидрогеля (рис. 3).

Выводы:

1. Показана абсолютная непригодность существующих теоретических взглядов на процессы формирования микроstructures электролитов и на электропроводность жидких химических систем для интерпретации практических свойств этих систем.

2. Показана недостаточность современных научных знаний о природе химической реакции.

3. Показано, что существующие теории электропроводности жидкости только в небольшой мере отвечают реалиям и фактически тормозят внедрение наукоемких технологий в металлургическое и химическое производство.

4. Показано, что электролитическая диссоциация является результатом воздействия электрической энергии на структуру конденсированных систем (в частности неорганических жидкостей), т.е. это и есть электролиз.

Литература:

1. Жмойдин Г.И., Чаттерджи А.К. Шлаки для рафинирования металлов. Динамика свойств системы CaO–Al₂O₃–CaF₂. – М.: Металлургия, 1986. – 296 с.
2. Электрохимия. Прошедшие 30 лет и будущие 30 лет. Под ред. Р. Блума и Ф. Гутмана. – М.: Химия, 1982. – 392 с.
3. Крестов Г.А., Новоселов Н.А. и др. Ионная сольватация. (Проблемы химии растворов). – М.: Наука, 1987. – 320 с.
4. Смирнова Н.А. Молекулярные теории растворов. – Л.: Химия, 1987. – 336 с.
5. Bjorkmann В. Оценка Cu–Ni–Zn силикатных систем. 2. Применение к многокомпонентным системам Scan. J. Met. – 1986, 15. – № 4. – С. 191-198.
6. Бошняк Р., Домбровский Л. Физико-химические свойства оксидных расплавов и их прогнозирование при помощи моделей. Сов.-Чехослов. симп. по теории металлургических процессов, 10-12 окт. 1989: Тез. докл. ч. 1. – М.: 1989. – С. 33-39.
7. Хариф Я.Л., Ковтуненко П.В., Майер А.А. Расчет диаграмм состояния с применением модели квадидельных растворов. – М.: Металлургия, 1988, – 86 с.

8. Физическая химия расплавленных солей и шлаков. Труды Всесоюзного совещания по физической химии расплавленных солей и шлаков (22-25 ноября 1960 г.). – М.: ГНТИЛ по черной и цветной металлургии, 1962. – 480 с.

9. Огородников Ю.И., Пономарева Е.И. Электровыщелачивание халькогенидных материалов. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 176 с.

10. Физический энциклопедический словарь. – М., Советская энциклопедия, 1984. – 944 с.

11. Эткинс П. Физическая химия. – М., 1980, т. 1. – 490 с.

12. Парселл Э. Электричество и магнетизм. – 1971. – 448 с.

13. Китайгородский А.И. Введение в физику. – М., 1973. – 688 с.

14. Рязанов М.А. Электродинамика конденсированного вещества. – М., 1984. – 304 с.

15. Малая Советская Энциклопедия. т. 10. Советская энциклопедия. – М., 1961. – С. 1277.

16. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике.

– М., 1966, т. 1-10.

17. Иродов И.Е. Основные законы электромагнетизма. – М., 1988. – 279 с.; Основы металлургии. В четырех томах. – М.: ГНТИ ЛЧЦДМ, 1963.

18. Есин О.А. Электролитическая природа жидких шлаков. Дом техники Уральского индустриального института им. С.М. Кирова. – Свердловск, 1946. – 41 с.

19. Suleimenov I., Suleimenov E. Self-organization processes in oxide vanadium solution. 40th IUPAC Congress (Innovation in Chemistry), Beijing, 2005.



INTERNATIONAL UNION OF COMMERCE AND INDUSTRY

International Union of Commerce and Industry (London, UK) – a union of commercial enterprises, businessmen, scientists, public figures and politicians from different countries. The union combines the social and commercial elements of functioning.

- Promotion of international consolidation and cooperation of business structures;
- Promotion of development of commercial businesses of various kinds;
- Assistance in settlement of relations and questions of businessmen with each other and with social partners in business environment;
- Assistance in development of optimal industrial, financial, commercial and scientific policies in different countries;
- Promotion of favorable conditions for business in various countries;
- Assistance in every kind of development of all types of commercial, scientific and technical ties of businessmen of different countries with foreign colleagues;
- Promotion of international trade turnover widening;
- Initiation and development of scientific researches, which support the effective development of businesses and satisfy the economic needs of the society;
- Expert evaluation of activities in the field of settlement of commercial disputes, establishment of quality standards and defining of factual qualitative parameters of goods and services;
- Legal and consulting promotion of business;
- Establishment and development of activities of the international commercial arbitration;
- Exhibition activities;
- Holding of business and economic forums.

