

**НИКОЛАЙ СЕМЕНОВИЧ КУРНАКОВ — СОЗДАТЕЛЬ  
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА  
(к 10-летию со дня смерти)**

*Проф. П. Я. Сальдау*

Николай Семенович Курнаков родился 6 декабря 1860 г. в г. Нолинске Вятской губернии. Первоначальное образование получил в Нижегородской военной гимназии. Будучи четырнадцатилетним гимназистом, Николай Семенович устроил домашнюю химическую лабораторию, где проделывал опыты по препаративной и аналитической химии. В 1877 г., по окончании военной гимназии, он поступил в Петербургский горный институт, который окончил в 1882 г. Еще студентом третьего курса Николай Семенович в Минералогическом обществе сделал свой первый научный доклад о кристаллизации квасцов. В студенческие годы свои первые научные исследования Николай Семенович производил под руководством проф. Д. К. Сушина, К. И. Лысенко и акад. Н. И. Кокшарова, ободравших юного ученого при его первых шагах на поприще науки.

По окончании курса заводского отделения в 1882 г. Николай Семенович был оставлен при институте для подготовки к профессорской деятельности и в сентябре того же года получил командировку на алтайские заводы для изучения и установления методов переработки сложных алтайских руд.

В 1883 г. он ездил в Фрейбергскую горную академию, где изучал соляное дело, металлургию и пробирное искусство. По возвращении из командировки в 1885 г. Николай Семенович защитил диссертацию „Испарительные системы соляных варниц“ и получил звание адъюнкта по кафедре металлургии, галлургии (соляного дела) и пробирного искусства.



Н. С. Курнаков (1860—1941)

С 1885 по 1893 г. Николай Семенович руководил занятиями студентов по техническому анализу, пробырному искусству и читал лекции по соляному делу, технологии топлива и общей металлургии.

В 1893 г. Николай Семенович защитил диссертацию „О сложных металлических основаниях“ и был назначен профессором по кафедре неорганической химии. В течение летних месяцев 1894—1898 гг. Николай Семенович по поручению Горного департамента совершил несколько научных поездок. В 1896 г. он был назначен экспертом на Всероссийскую промышленную и художественную выставку в Нижнем Новгороде, где был избран председателем III подкомиссии экспертов горного отдела.

В 1899 г. Николаю Семеновичу была поручена кафедра аналитической химии и заведывание химической лабораторией Горного института. Летом же 1900 г. он был делегатом от России на международных конгрессах по химии и горному делу в Париже и членом комиссии экспертов Парижской всемирной выставки.

Николай Семенович организовал лабораторию и проводил занятия по физической химии (1899—1908 гг.) также и в Электротехническом институте.

После учреждения Петербургского политехнического института (1902 г.) Николай Семенович был приглашен туда на кафедру общей химии, которой руководил до 1929 г.

С 1902 г. особенно широко развернулась научно-педагогическая деятельность Николая Семеновича.

Изучая диаграммы плавкости металлических систем при помощи незадолго до этого изобретенной Ле-Шателье термопары, Николай Семенович в 1902—1904 гг. разработал первый в России самопишущий регистрирующий пирометр с применением светозаписи для кри-вых охлаждения и нагревания. Первые образцы нового пирометра были установлены в Горном и Политехническом институтах [2].

Создание этого пирометра, ныне широко известного под названием пирометра Курнакова, дало могучий толчок развитию исследовательских работ по изучению природы сплавов, руд и солей.

25 мая 1909 г. Советом Московского университета Николай Семенович был удостоен степени доктора химии *honoris causa*, а 13 ноября того же года назначен членом Горного ученого комитета.

В качестве делегата Отделения химии Русского физико-химического общества Николай Семенович участвовал в собраниях Международной ассоциации химических обществ в Берлине (1912 г.) и Брюсселе (1913 г.).

7 декабря 1913 г. Академия наук СССР избрала Н. С. Курнакова ординарным академиком по химии.

В Академии наук Николай Семенович принимал активное участие в организации ряда исследовательских учреждений и в руководстве ими. Так, в 1915 г. он участвовал в организации комиссии по изучению природных богатств России (КЕПС) и был заместителем председателя комиссии.

Особенно широко развернулась деятельность Николая Семеновича при советской власти. В 1918 г. он основал Институт физико-химического анализа и был его директором. В следующем году был назначен исполняющим обязанности директора Химической лаборатории Академии наук, а в 1922 г. — ее директором.

В 1934 г., после переезда химических институтов Академии наук в Москву Николай Семенович был назначен директором Института

общей и неорганической химии Академии наук СССР, организованного на базе объединения институтов физико-химического анализа и платины, а также лаборатории общей химии Академии наук.

С 1930 по 1939 г. Николай Семенович состоял председателем Химической ассоциации Академии наук СССР.

Николай Семенович был одним из организаторов Государственного института прикладной химии и Всесоюзного института галлургии.

В 1928 г. Николай Семенович был делегатом от СССР на торжествах в честь Бергло в Париже и на съезде по организации Международной химической ассоциации, а в 1930 г. участвовал в Международном съезде по прикладной химии в Барселоне.

14 марта 1941 г. Николаю Семеновичу была присуждена высшая для советского ученого награда — Сталинская премия за работы по физической химии и за труд „Введение в физико-химический анализ“ (1940 г.).

19 марта 1941 г. Николай Семенович Курнаков скончался.

### Физико-химический анализ

Сущность физико-химического анализа, созданного и оформленного Николаем Семеновичем Курнаковым в особый отдел физической химии, изучающий равновесие различных систем, заключается в применении физических методов для выяснения химической природы веществ, образующихся в двойных и многокомпонентных системах.

Общий прием физико-химического анализа состоит, в количественном изучении свойств равновесных систем, образованных, в зависимости от их состава, двумя и более компонентами. Результатом измеренных величин является диаграмма „состав — свойство“, состоящая из одной или нескольких линий, положения которых определяют состояние системы.

Научные работы школы Курнакова отличались целеустремленностью и в основном были направлены на выяснение характеристики химического индивида, образующегося в двойных и многокомпонентных системах в отличие от обыкновенного раствора тех же компонентов. Другими словами, — на выяснение того, чем отличается вещество, которое мы можем и должны назвать химическим индивидом, от обыкновенного раствора компонентов, образующих химический индивид. Тот же вопрос более ста лет назад ставил Бертолле перед Пру, требуя точного определения обоих понятий. Этим же вопросом занимались Дальтон и Гей-Люсак, Вальд и Оствальд.

На протяжении 18—19 столетий ряд ученых сознавал, что вопрос о сущности растворов может быть решен лишь всесторонним и подробным исследованием их свойств при различных температурах и давлениях. Ломоносов и Лавуазье указывали на то, что растворимость каждой соли необходимо определять при различных температурах еще до классических исследований упругости пара растворов при различных температурах (1884 г.) Д. П. Коновалова.

Дмитрий Иванович Менделеев, посвятивший значительную часть своей жизни выяснению химической природы растворов, указывал, „... что великая трудность изучения природы растворов определяется именно тем, что при последовательном измерении температуры и весового соотношения двух веществ А и В должны последовательно

изменяться и соотношения между количествами свободных А и В и соединенных в АВ или AmВn, где А и В компоненты данной системы“.

Дмитрий Иванович говорил: „Для меня не подлежит ни малейшему сомнению, что лишь с изучением многих свойств растворов можно будет сделать уверенное суждение об их химическом строении“. „И только подробным и точным изучением свойств растворов можно надеяться достичь здесь хотя бы некоторого начального уяснения ныне еще недостаточного“.

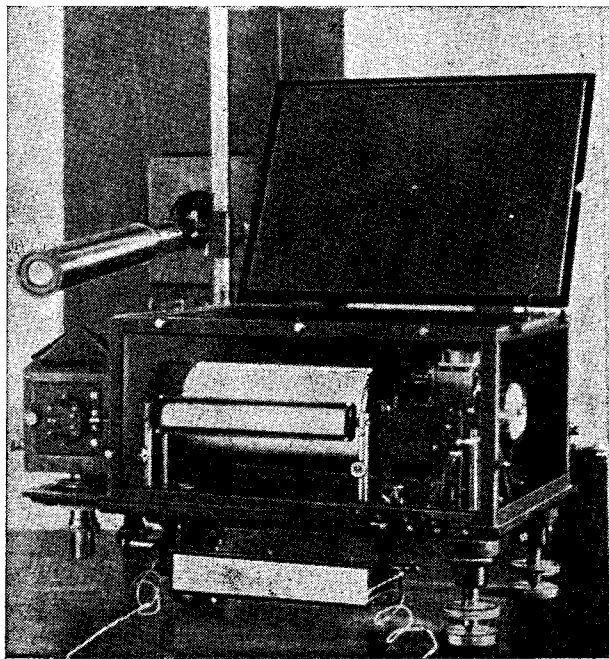


Рис. 1. Металлический ящик с барабаном, вращающимся от часового механизма, к самопишущему пирометру Н. С. Курнакова

Николай Семенович Курнаков и его ученики, следуя заветам Менделеева, терпеливо изучали многообразные свойства растворов в зависимости от состава и температуры. Ими были разработаны и применены к исследованию равновесий многочисленных систем следующие методы.

**1. Метод термического анализа.** Регистрирующий пирометр, разработанный Николаем Семеновичем (1900—1903 гг.) в Горном и Политехническом институтах, состоит из барабана, вращающегося с определенной скоростью от часового механизма (рис. 1, 2), причем время одного оборота барабана может быть изменяемо:  $\frac{1}{2}$  часа, 1 час, 3 часа и 24 часа [1].

Во время работы на барабане при помощи закладной пружины закрепляется чувствительная фотобумага, на которую падает луч, отраженный от зеркального гальванометра, присоединенного к концам проводов, идущих от термопары Ле-Шателье ( $Pt - Pt + 10\%Rh$ ), помещенной в исследуемом жидком сплаве. Во время охлаждения сплава вследствие изменения термоэлектродвижущей силы термопары

зеркальце гальванометра поворачивается, и отраженный в зеркальце луч света от специальной электрической лампочки описывает некоторую прямую в плоскости, перпендикулярной к плоскости вращения барабана. Таким образом, при вращательном движении барабана на прикрепленной фотобумаге записывается некоторая кривая, отображающая все термоэффекты, которые получаются в исследуемом сплаве при его застывании.

В моменты, когда зеркальце находится в неподвижном состоянии, как это бывает при кристаллизации чистых компонентов во время застывания или при застывании эвтектики в сплавах, на кривых

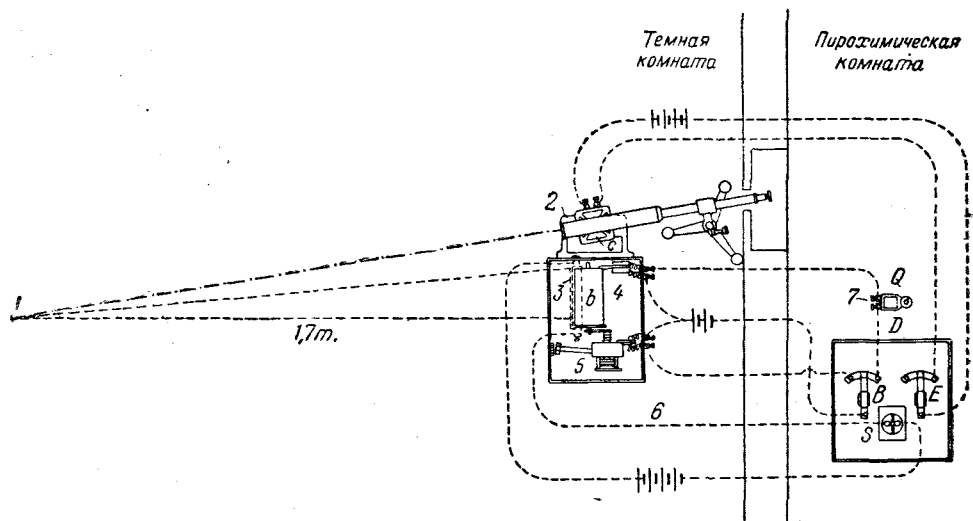


Рис. 2. Схема общей установки самопишущего пирометра Н. С. Курнакова:

1 — гальванометр; 2 — фонарь; 3 — шкала; 4 — барабан; 5 — часовой механизм; 6 — освещение шкалы; 7 — звонок

охлаждения будут получаться прямые площадки; а в моменты выделения тепла при экзотермических реакциях — небольшие переломы от изменения направления кривых охлаждения. Точно так же, только в обратном порядке, могут быть записаны и кривые нагревания.

В начале работы, перед записью кривых охлаждения или нагревания исследуемого вещества, накрученный на барабан лист фотобумаги градуируется. На него наносятся кривые застывания определенных чистых металлов, температура плавления которых известна, начиная от металлов с более низкой температурой, чем ожидающиеся термоэффекты в исследуемом веществе, и кончая металлами с более высокими температурами плавления. Таким образом, в конечном итоге после проявления фотобумаги мы получим прямоугольный лист, по длине которого отложено известное время, равное одному обороту барабана, а по высоте — температура, определяемая расстояниями между остановками на записанных кривых застывания чистых металлов. Простыми графическими измерениями можно найти температуры, при которых происходят те или другие реакции, сопровождаемые выделением или поглощением тепла в исследуемом веществе. Образец листа фотобумаги с кривыми охлаждения представлен на рис. 3.

Откладывая по оси абсцисс состав, а по оси ординат соответствующие температуры, отвечающие термическим эффектам на кривых

охлаждения или нагревания, можно для исследуемой системы построить диаграмму плавкости.

Пирометр Николая Семеновича Курнакова завоевал самое широкое применение во всех лабораториях, занимающихся исследованием природы сплавов, руд и солей.

Создание этого пирометра выдвинуло школу Курнакова в первые ряды исследователей в области металлических равновесий.

С момента создания самопишущего пирометра было заложено основание физико-химического анализа и одного из его методов — термического анализа. До создания регистрирующего прибора Курнакова запись кривых охлаждения и нагревания сплавов производилась так называемым визуальным методом — непосредственным отсчетом.

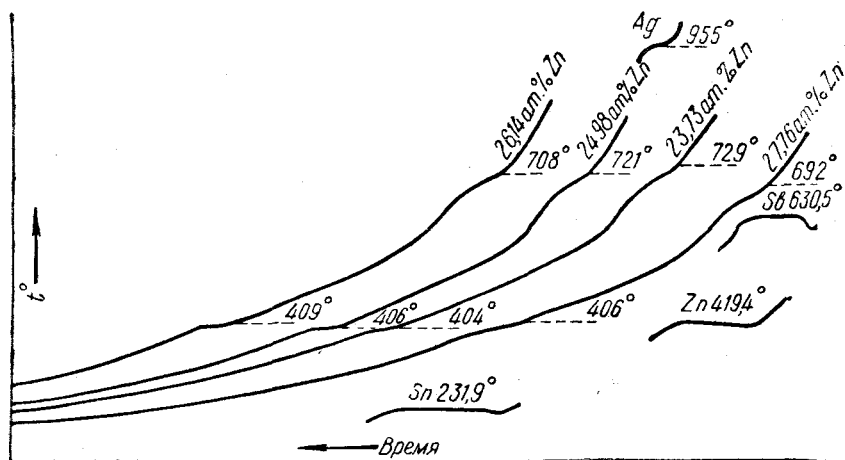


Рис. 3. Образец кривых охлаждения, записанных на самопишущем пирометре Н. С. Курнакова

по гальванометру. Такой способ, помимо того что он очень утомителен, находится в зависимости от индивидуальных качеств наблюдателя. Поэтому многие работы, особенно немецкой школы Таммана, после проверки их самопишущим пирометром Курнакова оказались неверными.

Первый самопишущий прибор был установлен в 1902 г. в Петербургском горном институте, в лаборатории аналитической химии.

Второй такой прибор был установлен в Петербургском политехническом институте в 1903—1904 гг. в лаборатории общей химии.

В стенах этих двух лабораторий и были воспитаны ученики Николая Семеновича. В результате их совместных исследовательских работ развился физико-химический анализ как особый отдел физической химии, изучающий равновесное состояние систем. Эти же ученики составили первые кадры организованного в 1919 г. Института физико-химического анализа Академии наук СССР.

После появления самопишущего пирометра Курнакова работы в области исследования равновесий металлических систем получили широкое развитие.

Началась основательная проверка всех сомнительных работ, появившихся за границей, в особенности немецких. Отличительной чертой школы Таммана в то время являлось построение диаграмм

равновесия лишь на основе данных, полученных одним термическим анализом, произведенным визуальным способом. Все максимумы и переломы, получавшиеся на линиях ликвидуса при построении диаграмм равновесия, принимались как показатели образования химических соединений, имеющих состав, отвечающий составу переломов на линиях ликвидуса. Проверки полученных результатов каким-либо другим методом не производились.

Характерной чертой исследовательского метода школы Курнакова при решении вопроса об образовании химических соединений в металлических системах являлось применение нескольких друг друга проверяющих методов: термического анализа, исследования микроструктуры, измерения твердости и электропроводности. Лишь в том случае, когда результаты, получаемые различными методами, не противоречили друг другу, исследования данной системы считались законченными.

Неудивительно, что при проверке немецких работ школы Таммана очень многие, если не большинство из них, были значительно поправлены, а от некоторых даже ничего не осталось. Произведенные к работам поправки быстро всех убедили в преимуществе методики, применяемой школой Курнакова. В заграничных научных журналах перестали появляться работы, произведенные лишь одним термическим анализом, добавлялся, по меньшей мере, металлографический анализ.

**2. Метод измерения изменений внутреннего трения.** Для характеристики свойств химического индивида, образующегося в жидких двойных системах Николай Семенович Курнаков совместно с С. Ф. Жемчужным [2] и другими учениками применил метод измерения изменений внутреннего трения в зависимости от состава и температуры.

Сущность метода заключается в определении скорости истечения растворов исследуемых компонентов, взятых в различных пропорциях, через тонко оттянутую трубочку. Обозначив через  $\eta$  — коэффициент внутреннего трения, через  $S$  — удельный вес и через  $\tau$  — время истечения исследуемого раствора при данной температуре, а через  $\eta_1$ ,  $S_1$  и  $\tau_1$  — соответствующие величины для воды при той же температуре, получим:

$$\eta = \eta_1 \frac{S\tau}{S_1\tau_1}.$$

Определив по этой формуле коэффициент внутреннего трения  $\eta$  для растворов, содержащих компоненты исследуемой системы в различных пропорциях при различных температурах, можно построить диаграмму изотермического изменения коэффициента внутреннего трения в данной системе в зависимости от состава. Такая диаграмма вполне характеризует природу тех химических индивидов, которые образуются в данной системе.

Приведенная формула для определения внутреннего трения растворов показывает, что этот метод основан на допущении относительных измерений.

Многочисленные исследования коэффициента внутреннего трения в двойных жидких системах, проведенные Н. С. Курнаковым и его учениками, показали, что если образующееся в системе А—В химическое соединение  $AmBn$  не диссоциирует в пределах жидкой фазы, то изотермы внутреннего трения представляются в виде двух отдельных ветвей, которые пересекаются в сингулярных, или дальтоновских, точках.

Состав этих точек отвечает рациональному соотношению компонентов А и В, которое сохраняется постоянным при изменении температуры и других факторов равновесия системы.

Примером такого случая может служить диаграмма изотерм коэффициента внутреннего трения системы фениловое горчичное масло — диэтиламин  $[CSN(C_2H_5) - NH(C_2H_5)_2]$ , представленная на рис. 4 [2].

Однако имеются и другие типы двойных систем, изотермы внутреннего трения в которых не имеют рационального максимума, отвечающего постоянному составу на всех изотермах при изменении температуры. С повышением температуры максимумы на изотермах

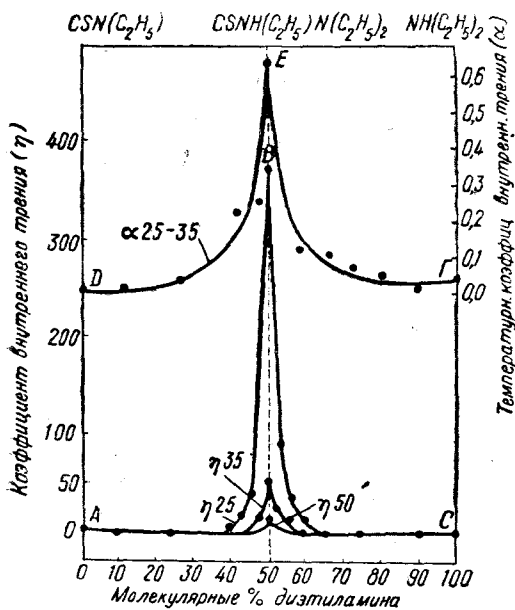


Рис. 4. Диаграмма изотерм коэффициента внутреннего трения в системе фениловое горчичное масло — диэтиламин

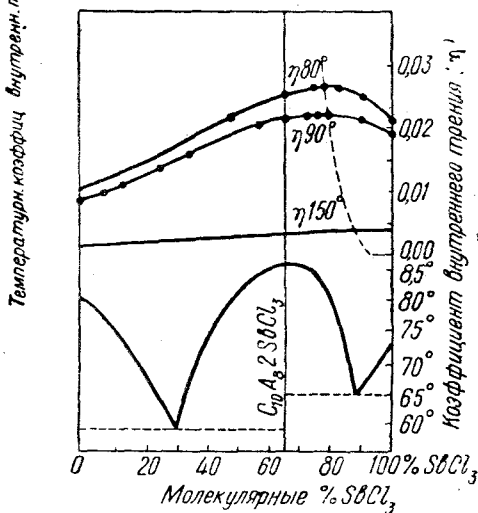


Рис. 5. Диаграмма изотерм коэффициента внутреннего трения в системе нафталин — треххлористая сурьма

внутреннего трения становятся более плоскими и перемещаются в сторону более вязкого компонента. При достаточно высокой температуре максимумы могут совершенно исчезнуть, и изотермы внутреннего трения получают вид непрерывных линий.

При понижении же температуры максимумы на изотермах внутреннего трения стремятся приблизиться к ординате дистектики, принадлежащей тому химическому соединению  $AmBn$ , которое выделяется в данной области системы при охлаждении жидкого раствора.

Примером такого случая может служить система нафталин — треххлористая сурьма ( $C_{10}H_8 - SbCl_3$ ), представленная на рис. 5 [2].

В этом случае можно предположить, что экзотермическое химическое соединение  $AmBn$  в жидкой фазе является более или менее диссоциированным.

На основании обильного экспериментального материала, добытого исследованием коэффициента внутреннего трения многочисленных

разнообразных двойных жидких систем в зависимости от состава и температуры, Н. С. Курнаков в 1914 г. окончательно сказал то, о чем Вильгельм Оствальд в 1904 г. [3] мог говорить лишь предположительно.

В 1914 г. Николай Семенович определение химического индивида, подчиняющегося закону кратных отношений, выразил так: „Химический индивид, принадлежащий определенному химическому соединению, представляет фазу, которая обладает сингулярными, или дальтоновскими, точками на линиях ее свойств. Состав, отвечающий этим точкам, остается постоянным при изменении факторов равновесия системы“.

Таким образом, Николаю Семеновичу Курнакову принадлежит историческая заслуга окончательного установления понятия химического индивида и его свойств.

Из определения химического индивида, данного Николаем Семеновичем Курнаковым, Вальдом и Вильгельмом Оствальдом, видно, что на вопрос, поставленный Бертолле более 100 лет назад, по крайней мере по отношению к веществу, которое может и должно быть названо химическим индивидом, в настоящее время уже может быть дан более или менее удовлетворительный ответ. Вторая половина вопроса Бертолле, — относительно обыкновенного раствора компонентов, — пока что остается открытой, а существующие определения понятия раствора могут рассматриваться лишь как более или менее достоверные гипотезы.

В настоящее время, после того как электролитическая и осмотическая теории оказались бессильными в объяснении свойств концентрированных растворов, попрежнему единственным остается определение концентрированных растворов, данное Д. И. Менделеевым: „Растворы представляют диссоционные системы, образованные частицами растворителя, растворенного тела и тех определенных нестойких, но экзотермических соединений, которые между ними происходят“.

**3. Методы измерения твердости, электропроводности и температурного коэффициента электросопротивления.** Для проверки результатов, полученных термическим анализом металлических систем, помимо исследования микроструктуры, при установлении образования химических соединений и пределов распространения твердых растворов, применялись методы измерения твердости и электропроводности, которые в конечном итоге тоже давали свои диаграммы „состав—свойство“. Для испытания отдельных объектов эти методы применялись и до работ Н. С. Курнакова и его учеников, но для построения диаграмм „состав—свойство“ они впервые были разработаны Николаем Семеновичем и затем служили могучим орудием проверки результатов термического анализа при исследовании равновесий в металлических системах. Схема изменения твердости и электропроводности в диаграммах „состав—свойство“ для типичных случаев представлена на рис. 6 [4]. Закономерности изменения температурного коэффициента электросопротивления для различных типов диаграмм (рис. 6) были установлены в 1909—1911 гг. одним из первых учеников Н. С. Курнакова — Николаем Ивановичем Степановым [5].

Температурный коэффициент электросопротивления является очень чувствительным и убедительным проверочным показателем образования химических соединений и твердых растворов в металлических

системах, особенно, когда химическое соединение образует твердые растворы со своими компонентами, как это показано в правой стороне рис. 6. В этих случаях максимумы на диаграммах плавкости очень часто получаются плоскими и недостаточно резко выраженными, а микроструктура является однофазной для целой области на диаграмме. Вопрос о присутствии химического соединения в однофазной области может быть решен лишь методами измерения электропроводности и твердости или рентгенографическим анализом. При этом следует отметить, что температурный коэффициент электросопротивления, изме-

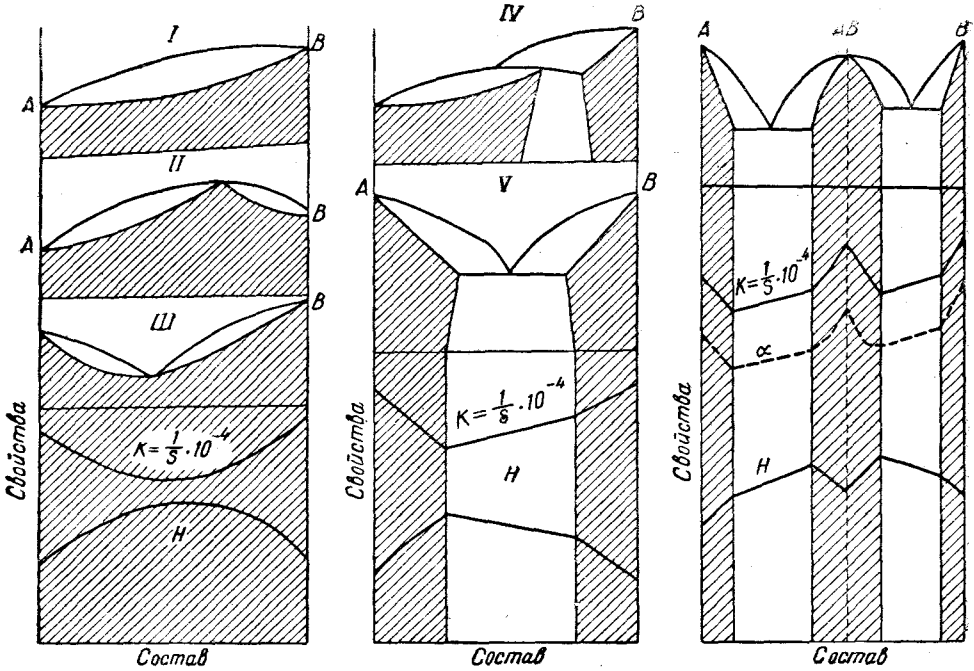


Рис. 6. Диаграммы изменения электропроводности ( $K = \frac{1}{S} \cdot 10^{-4}$ ), температурного коэффициента электросопротивления  $\alpha$  и твердости  $H$  в зависимости от состава для основных типов твердых растворов

няющийся в общем одинаково с электропроводностью, для составов, отвечающих химическим соединениям, выражается более резко.

Все применявшиеся для исследования металлических систем методы давали возможность получать количественные показатели свойств для твердых сплавов лишь в пределах температур от 0 до 100°. По мере же увеличения количества исследованных систем появлялись случаи, когда максимумы на диаграммах плавкости и максимумы на диаграммах свойств (электропроводности, твердости) не отвечали рациональным соотношениям компонентов систем, и возник вопрос о физико-химической природе этих фаз.

По существу это тот же вопрос о химическом индивидуе и его свойствах, который для жидких систем был разрешен при помощи измерения коэффициента внутреннего трения при различных температурах. Отсюда естественно вытекала задача разработки метода измерения электропроводности при высоких температурах.

В случае удачного решения вопроса представляется возможность, меняя одну из переменных (температуру), обуславливающих равновесное состояние различных фаз в металлических системах, изучать соответствующее изменение физических свойств данных фаз.

Получив возможность следить за изменением электросопротивления и электропроводности в зависимости от температуры, мы приобретаем новое средство для контроля постоянства физических свойств фаз переменного состава, образованных химическим индивидом со своими компонентами в твердом состоянии, т. е. получаем возможность решать вопросы, касающиеся природы твердых фаз переменного состава (твердых растворов). Тогда метод измерения электропроводности откроет возможность проникновения в те области равновесных состояний металлических систем, которые до сих пор оставались недоступными или о которых мы пытались составить себе представление по закаленным образцам. Таким образом, метод измерения электропроводности при высоких температурах может служить как для выяснения вопросов, связанных с диссоциацией химических соединений в твердом состоянии, так и превращений, совершающихся в металлических системах при различных температурах ниже точек плавления.

Автору настоящего сообщения в аналитической лаборатории Горного института удалось решить этот вопрос в 1912—1915 гг. [6] и впервые, при исследовании равновесия в системе золото—цинк [7], пользуясь методом измерения электропроводности при высоких температурах, показать, что установленные Н. С. Курнаковым закономерности в жидких системах по методу измерения изменений внутреннего трения полностью подтверждаются закономерностями в металлических системах.

На рис. 7 сопоставлены результаты этого исследования системы золото—цинк методами термического анализа и исследования микроструктуры и методом измерения электропроводности при высоких температурах [7]. Изотермы электропроводности указывают, что химическое соединение  $Au_3Zn$ , выделяющееся в твердом состоянии из фазы  $\alpha$  при температуре  $420^\circ$ , устойчиво лишь в известных определенных температурных пределах между  $420$  и  $270^\circ$ .

Ниже  $270^\circ$  оно частично диссоциировано и максимумы на изотермах электропроводности по мере дальнейшего понижения температуры стремятся к ординате, отвечающей отношению  $Au : Zn = 3 : 1$ , т. е. к составу  $Au_3Zn$ .

Выше же  $420^\circ$  химическое соединение полностью диссоциировано, и фаза  $\alpha$  представляет обыкновенный твердый раствор цинка в золоте.

Точно так же фаза  $\gamma$  выше температуры  $500^\circ$ , при которой во время охлаждения выделяется химическое соединение  $AuZn_3$ , представляет полностью диссоциированное состояние, по своим свойствам не отличающееся от обыкновенных твердых растворов.

Фаза же  $\beta$ , на изотермах электропроводности которой максимум, отвечающий отношению  $Au : Zn = 1 : 1$ , сохраняется при всех температурах вплоть до плавления, представляет твердый раствор, образованный химическим соединением  $AuZn$  со своими компонентами.

Таким образом, подобно тому как метод измерения изменений внутреннего трения позволяет выяснять природу жидких растворов, метод измерения электропроводности при высоких температурах позволяет изучать природу твердых растворов.



Для твердых фаз переменного состава (твердых растворов), образованных в металлических системах диссоциированными до некоторой степени химическими соединениями со своими компонентами, при изменении температуры не сохраняется постоянство состава для максимумов на изотермах свойств (например, фаза  $\gamma$ ) в системе таллий — висмут (рис. 8).

Этот тип твердых растворов Н. С. Курнаков был склонен рассматривать как особый класс веществ и предложил их назвать бертоллидами, в честь Бертолле, признававшего, как было указано, возможность образования химических соединений с изменяющимися пропорциями составных частей. Однако, после того как Николай Семенович на основании данных исследования множества жидких систем методом измерения изменений внутреннего трения окончательно сформулировал определение понятия химического индивида в недиссоциированном и диссоциированном до некоторой степени состоянии и после результатов исследования систем золото — кадмий [6] и золото — цинк [7] методом измерения электропроводности при высоких температурах, он стал больше подчеркивать дальтоновские точки на диаграммах свойств, характеризующие химические соединения как частный случай более общего понятия — фазы. Упоминания же о бертоллидном характере фаз, образованных диссоциированными до некоторой степени химическими индивидами со своими компонентами, стали встречаться реже. И, видимо, теперь, когда есть возможность объяснить все случаи как в жидких, так и в металлических системах, нет необходимости вводить в общую химию понятие об особом классе веществ.

Все изложенное достаточно ясно свидетельствует о том, что Николаю Семеновичу Курнакову и ученикам его школы, использовавшим основные положения материалистической диалектики, удалось блестяще разрешить вековую проблему — определение понятия химического индивида и его отличительных свойств от простого раствора его компонентов. Доказав экспериментально правильность этого определения на множестве жидких систем методом измерения изменений внутреннего трения в зависимости от состава и температуры и в металлических системах методом измерения электропроводности при высоких температурах, научные работы школы Николая Семеновича Курнакова заняли ведущее место в мировой науке в области физической химии, изучающей равновесия в различных жидких и металлических системах.

Многочисленная армия учеников создателя физико-химического анализа продолжает по всем направлениям развивать приложение физико-химического анализа для развития социалистической промышленности на благо нашей Родины.

Поступило 2 мая 1951 г.

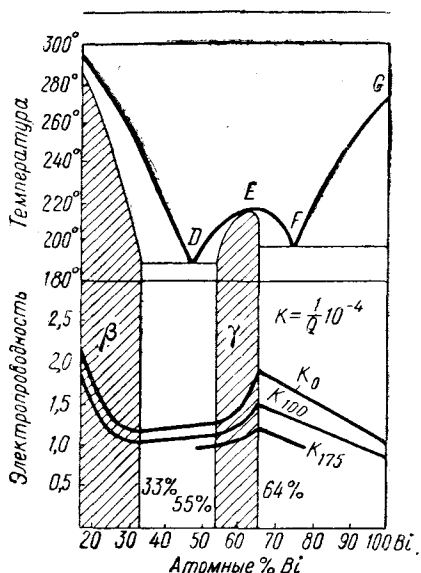


Рис. 8. Диаграмма равновесия в системе таллий — висмут

## ЛИТЕРАТУРА

1. Курнаков Н. С., Журнал русского физико-химического общества, 1904 г. 36, стр. 341.
  2. Курнаков Н. С. и Жемчужный С. Ф., Известия Политехнического института, 1912, т. XVII.
  3. Курнаков Н. С., Соединение и химический индивид, Известия АН СССР, 1914, стр. 32.
  4. Курнаков Н. С. и Жемчужный С. Ф., Известия Политехнического института, 1913, т. XIX, стр. 323.
  5. Степанов Н. И., Электропроводность металлических сплавов, Записки Ленинградского горного института, 1911, т. III, вып. 3—4.
  6. Сальдау П. Я., Журнал русского химического общества, 1914, стр. 46.
  7. Сальдау П. Я., Известия сектора физико-химического анализа, АН СССР 1926, т. III, вып. 1, стр. 211.
-