

## ОБ ОБРАТИМОМ ЭЛЕКТРОДЕ СТЕКЛО — НАТРИЙ

Е. М. Скобеч и Н. С. Кавецкий

Лаборатория неорганической и аналитической химии Киевского сельскохозяйственного института

В предыдущей работе [1] при измерении э.д.с. цепи  $\text{Ag}/\text{AgCl}/\text{стекло}/\text{PbCl}_2/\text{Pb}$  при  $500^\circ$  нами было замечено, что при соприкосновении металлического серебряного электрода, еще до погружения его в расплавленное хлористое серебро, со стенкой стеклянной пробирки возникает значительная электродвижущая сила, которую естественно было отнести за счет образования цепи  $\text{Ag}/\text{стекло}/\text{PbCl}_2/\text{Pb}$ . Хорошая проводимость стекла при высоких температурах позволяет рассматривать его как среду с достаточным количеством сравнительно подвижных ионов, а цепь  $\text{Ag}/\text{стекло}/\text{PbCl}_2/\text{Pb}$  как обычную цепь из двух металлов и двух жидкостей. Опыты, сделанные в этом направлении, показали, что цепи  $\text{Pb}/\text{стекло}/\text{PbCl}_2/\text{Pb}$ ;  $\text{Zn}/\text{стекло}/\text{PbCl}_2/\text{Pb}$ ;  $\text{Cu}/\text{стекло}/\text{PbCl}_2/\text{Pb}$  обладают хотя и значительными, но крайне неустойчивыми, изменяющимися во времени электродвижущими силами. Обратимую цепь с устойчивой и воспроизводимой э.д.с. после ряда опытов нам удалось построить, применив для этой цели металл натрий. Ионы натрия в стеклах, как доказал еще Варбург [2], являются единственными переносчиками тока, причем выход ионов натрия и замена их новыми при электролизе протекает совершенно гладко и не отражается на качестве стекла. Это свойство в последнее время остроумно было использовано [3-6] для создания натриевого кулонометра с расплавленной солью  $\text{NaNO}_3$  в качестве электролита. В настоящей работе нами сделана попытка построения для расплавленных солей обратимого электрода стекло — натрий.

## Методика и аппаратура

Электрод готовили следующим образом: узкая стеклянная трубка на конце раздувалась в тонкостенный шарик, обладающий достаточной механической прочностью. Затем шарик наполнялся кусочками металлического натрия, в трубку вводилась платиновая или медная проволока как контакт для подвода тока, и верхний конец трубки запаивался для предохранения натрия от доступа воздуха. Приготовленный таким образом электрод прогревался для того, чтобы окись натрия, образовавшаяся во время того, как шарик заполнялся кусочками натрия, разрушилась в стекле и шарик приобрел блестящий металлический вид. Такого рода электрод был подвергнут испытаниям в расплавленной смеси  $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$

(30% мол.) в контакте с алюминиевым электродом. Результаты измерений электродвижущей силы цепи —  $\text{Na}/\text{стекло}/\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$  (30% мол. %) /  $\text{Al}$  — представлены на табл. 1.

Представленные на табл. 1 значения э.д.с. являются средними из трех серий измерений, проведенных при соответствующем подъеме и спаде температуры и отличаю-

ТАБЛИЦА 1

| $t^\circ$ | э.д.с.<br>(в вольтах) | $t^\circ$ | э.д.с.<br>(в вольтах) | $t^\circ$ | э.д.с.<br>(в вольтах) | $t^\circ$ | э.д.с.<br>(в вольтах) |
|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|
| 255°      | 2.757                 | 230°      | 2.748                 | 200°      | 2.724                 | 180°      | 2.718                 |
| 250       | 2.754                 | 220       | 2.736                 | 190       | 2.724                 | 170       | 2.715                 |
| 240       | 2.748                 | 210       | 2.727                 | 185       | 2.724                 | 165       | 2.715                 |

щихся между собой несколькими мВ. При повторном измерении через сутки цепь давала те же значения э.д.с. Кроме того, будучи замкнутой накоротко, цепь тотчас после размыкания восстанавливает свою электродвижущую силу. Цепь по грубым измерениям, проведенным нами, обладает внутренним сопротивлением в  $5000 \Omega$  при температуре  $300^\circ$ , и электродвижущая сила может быть измерена на обычной компенсационной установке с цайгер-гальванометром Ленинградского физического института чувствительностью  $0.32 \cdot 10^{-6}$  А как пуль-инструментом. При более низких температурах внутреннее сопротивление цепи значительно возрастает и производить измерения с гальванометром указанной чувствительности становится затруднительным. Поэтому мы измерения производили на ламповом потенциометре, собранном по схеме Гаррисона [7]. Известно, что устойчивостью и точностью измерений схема лампового потенциометра обязана, прежде всего, катодной лампе. За-

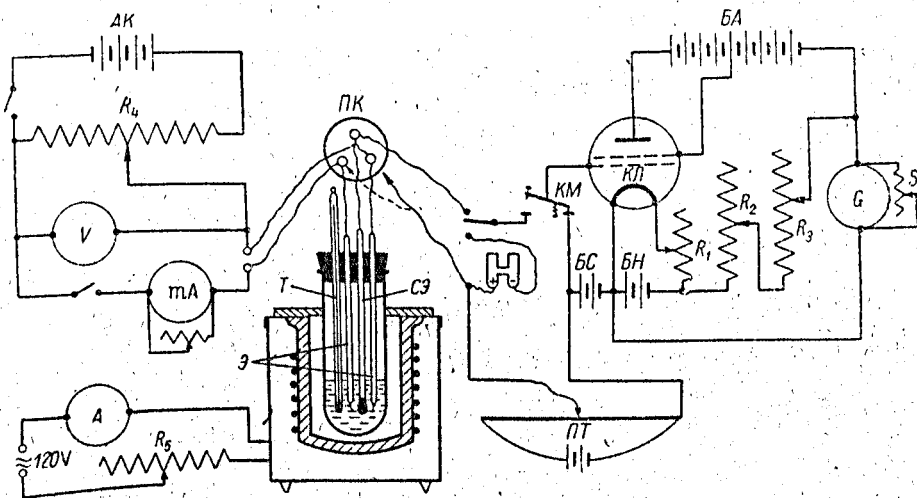


Рис. 1.

КЛ — катодная лампа СБ-112; КМ — ключ Морзе; БА — батарея анода 80 В; ВЛ — батарея накала 4 В; ВС — батарея сетки (щелочной аккумулятор 1.25 В); ПТ — потенциометр; Г — гальванометр; V — вольтметр;  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$  — сопротивления; T — термометр; СЭ — стекло — Na-электрод; Э — платиновые электроды; ПК — переключатель; S — шунт.

границей имеются специально для измерительных целей лампы типа VX — 222, CX — 299, отличающиеся тем, что сетка управления помещена вне пути следования электродов от накала к аноду. Такая конструкция обеспечивает очень большое сопротивление между сеткой и нитью накала и практически полное отсутствие тока в цепи сетки. При потенциале сетки — 2 В ток в цепи сетки меньше, чем  $10^{-14}$  А [8]. На нашем рынке специальные катодные лампы для измерительных целей отсутствуют, их выпуск готовится Ленинградским электротехническим институтом и заводом «Светлана» [9]. Последнее обстоятельство заставило приспособить для измерительных целей отечественные лампы, выпускаемые для целей радиовещания. Соколов и Пчелин [10] еще в 1934 г., испытав ряд ламп, нашли, что наиболее пригодной для электрометрических целей является лампа с бариевым катодом СБ-112, в последнее время СБ-154 [11] и СБ-147 [12]. Мы поэтому для своей установки использовали лампу СБ-112.

При надлежащем уходе за всей установкой, в частности за аккумуляторами накала и анода, она безотказно работала, давая точные и воспроизводимые отчеты, чему благоприятствовало сравнительно низкое внутреннее сопротивление измеряемых нами цепей, позволяющее с лампой СБ-112, обладающей сеточным током  $10^{-9}$  А, получать точные результаты. Схема лампового вольтметра вместе с схемой для определения потенциалов разложения изображена на рис. 1.

Порядок включения схемы был следующий: сперва включалась батарея накала, затем регулировкой реостатов  $R_1$  и  $R_2$  при закрытом шунте S гальванометр приводился в нулевое положение. Дальше ключ S размыкался, и гальванометр более

точно устанавливался на нуль теми же реостатами  $R_1$  и  $R_2$ . После настройки ламповой схемы приступали к измерению э.д.с. Сперва включали элемент Вестона. Гальванометр при этом отклонялся. Электродвижущая сила нормального элемента компенсировалась потенциометром, затем точно таким же образом измерялась неизвестная э.д.с.

Как видно из табл. 1, величины э.д.с. цепи  $\text{Na/стекло/AlBr}_3 - \text{NaBr/Al}$  приближаются к 3 V, а цепи с более электроположительными, чем Al, металлами должны дать еще более высокие цифры. Чтобы уменьшить величину э.д.с. измеряемой цепи, мы применили для заполнения шарика не чистый натрий, а амальгаму натрия. Заполнение шарика амальгамой и приготовление такого электрода очень просто и не требует никакого экспериментального искусства.

Результаты измерения э.д.с. цепи амальгама натрия (0.49% весовых)  $\text{стекло/AlBr}_3 - \text{NaBr}$  (30% мол.)/Al для трех, изготовленных из одного и того же стекла, электродов приведены в табл. 2.

ТАБЛИЦА 2

| °    | э.д.с. цепи (в вольтах) |       |       | °    | э.д.с. цепи (в вольтах) |       |       | °    | э.д.с. цепи (в вольтах) |       |       |
|------|-------------------------|-------|-------|------|-------------------------|-------|-------|------|-------------------------|-------|-------|
|      | I                       | II    | III   |      | I                       | II    | III   |      | I                       | II    | III   |
| 300° | 1.581                   | 1.580 | 1.578 | 275° | 1.588                   | 1.586 | 1.587 | 250° | 1.602                   | 1.602 | 1.602 |
| 290  | 1.586                   | 1.583 | 1.583 | 270  | 1.590                   | 1.590 | 1.593 | 230  | 1.605                   | 1.605 | 1.608 |
| 285  | 1.583                   | 1.586 | 1.584 | 260  | 1.594                   | 1.590 | 1.593 | 220  | 1.608                   | 1.608 | 1.605 |
| 280  | 1.587                   | 1.587 | 1.586 | 255  | 1.596                   | 1.593 | 1.595 | 220  | 1.608                   | 1.608 | 1.605 |

Приведенные значения также являются средними из трех серий измерений. Они также свидетельствуют о том, что электроды, изготовленные из одного и того же стекла, обладают одинаковыми потенциалами, повидимому не зависящими от толщины стекляного слоя. По предварительным опытам они не зависят также и от сорта стекла (имеются в виду различные сорта обычного натриевого стекла).

Цепь с амальгамой натрия, как и предыдущая с чистым натрием, обладает устойчивой, сразу устанавливающейся э.д.с. и не поляризуется при замыкании пикоротко.

Ряд напряжений металлов в расплавленной смеси  $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$  как растворителе

Предлагаемый электрод прежде всего может быть использован для выяснения возможного расположения металлов в ряде напряжений для растворителей, содержащих ионы натрия. В предыдущих работах [13] ряд напряжений устанавливали, измеряя потенциалы разложения соответствующих систем по отношению к бромному или хлорному электроду. Обычно применяющаяся методика измерения потенциалов разложения с игольчатыми платиновыми электродами дает в расплавах благодаря деполяризации пониженные величины потенциалов разложения. В условиях особо благоприятных ошибки, возникающие при этом, могут сказаться и на взаимном расположении металлов в ряде напряжений. Применение всякого рода диафрагм, затрудняющих деполяризацию, дает возможность получить лучшие величины, но зато значительно усложняет методику измерений. Еще более трудным делом является построение для этой цели ряда химических цепей или цепей Даниэля. Нам поэтому казалось интересным провести измерение ряда легко выполнимых цепей амальгама натрия/стекло/  $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$  10% весовых  $\text{MeBr}$  /Me и установить последовательность металлов в растворителе  $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$  (30% мол.).

Ниже приведены в табл. 3—10 и графически на рис. 2 результаты измерений э.д.с. указанных цепей.

Полученные данные указывают на очень незначительную величину температурных коэффициентов. Наибольшую температурную зависимость показывают

цены с Ag и Sn, температурные коэффициенты которых имеют разные знаки, как это видно из рис. 2. Своими незначительными температурными коэффициентами цены

амальгама натрия /стекло/  $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$  /10% весовых  $\text{MeBr}$  / Me

напоминают обычные цены Даниэля, величины э.д.с. которых также мало зависят от температуры.

На основании полученных величины э.д.с. мы можем расположить металлы в  $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$  (30% мол.) как растворителе в следующий ряд:

1.581 1.652 1.716 1.773 1.884 2.046 2.220 2.322 2.350  
Al Zn Cd Pb Sn Ag Bi Cu Hg

(при 300°).

1.596 1.663 1.724 1.768 1.876 2.070 2.218 2.349 2.346  
Al Zn Cd Pb Sn Ag Bi Cu Hg

(при 250°).

ТАБЛИЦА 3

| — Амальгама натрия /стекло/ $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$ /10% вес. $\text{ZnBr}_2$ /Zn + |                    |      |                    |      |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|
| t°                                                                                        | э.д.с. (в вольтах) | t°   | э.д.с. (в вольтах) | t°   | э.д.с. (в вольтах) |
| 313°                                                                                      | 1.650              | 265° | 1.662              | 225° | 1.665              |
| 311                                                                                       | 1.650              | 260  | 1.662              | 215  | 1.666              |
| 300                                                                                       | 1.652              | 245  | 1.663              | 210  | 1.665              |
| 290                                                                                       | 1.659              | 230  | 1.665              | 200  | 1.665              |
| 285                                                                                       | 1.660              |      |                    |      |                    |

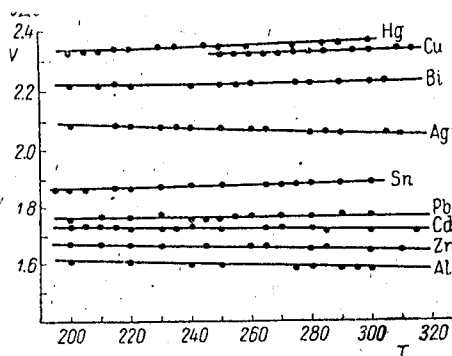


Рис. 2.

В чистом  $\text{AlBr}_3$  как растворителе [13] ряд напряжений, установленный путем измерения потенциалов разложения, имеет следующий вид:

ТАБЛИЦА 4

Al, Zn, Cd, Ag, Hg, Sb, Bi  
(при 100°).

| — Амальгама натрия /стекло/ $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$ /10% вес. $\text{CdBr}_2$ /Cd + |                    |      |                    |      |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|
| t°                                                                                        | э.д.с. (в вольтах) | t°   | э.д.с. (в вольтах) | t°   | э.д.с. (в вольтах) |
| 315°                                                                                      | 1.716              | 265° | 1.724              | 215° | 1.730              |
| 300                                                                                       | 1.716              | 250  | 1.724              | 210  | 1.734              |
| 285                                                                                       | 1.719              | 240  | 1.729              | 205  | 1.737              |
| 280                                                                                       | 1.724              | 235  | 1.729              | 200  | 1.737              |
| 270                                                                                       | 1.724              | 230  | 1.729              | —    | —                  |

ТАБЛИЦА 5

| — Амальгама натрия /стекло/ $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$ /10% вес. $\text{AgBr}$ /Ag + |                    |      |                    |      |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|
| t°                                                                                      | э.д.с. (в вольтах) | t°   | э.д.с. (в вольтах) | t°   | э.д.с. (в вольтах) |
| 310°                                                                                    | 2.040              | 270° | 2.058              | 235° | 2.076              |
| 305                                                                                     | 2.046              | 265  | 2.064              | 230  | 2.079              |
| 300                                                                                     | 2.046              | 250  | 2.070              | 220  | 2.082              |
| 290                                                                                     | 2.048              | 245  | 2.070              | 215  | 2.082              |
| 280                                                                                     | 2.052              | 240  | 2.076              | 200  | 2.085              |

Полученный нами ряд отличается от ряда в чистом  $\text{AlBr}_3$  положением Bi. Известно, что Bi особенно легко растворяется в расплавленных солях, образуя металлический туман, который быстро достигает анода. При обычной методике измерения потенциала разложения (электроды без диафрагм) получают для  $\text{BiBr}_3$  пониженные значения, что и обуславливает, по нашему мнению, крайнее положение Bi в ряде, установленном этим способом.

# Отдельные потенциалы и потенциал разложения системы $\text{AlCl}_3 - \text{NaCl}$

Мы также сделали попытку применить электрод амальгама натрия/стекло как электрод сравнения для изучения явлений катодной и анодной поляризации в расплавах.

Проблема создания для расплавленных солей обратимого, удобного в работе электрода сравнения еще далека от своего разрешения. Наиболее распространенным электродом сравнения для изучения отдельных потенциалов катода и анода является

ТАБЛИЦА 6

| — Амальгама натрия /стекло/ $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$ /Bi +<br>100% вес. $\text{BiBr}_3$ |                    |           |                    |           |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|
| $t^\circ$                                                                                    | э.д.с. (в вольтах) | $t^\circ$ | э.д.с. (в вольтах) | $t^\circ$ | э.д.с. (в вольтах) |
| 305°                                                                                         | 2.220              | 260°      | 2.219              | 220°      | 2.220              |
| 300                                                                                          | 2.220              | 255       | 2.218              | 215       | 2.222              |
| 290                                                                                          | 2.219              | 250       | 2.218              | 200       | 2.220              |
| 280                                                                                          | 2.216              | 240       | 2.216              | —         | —                  |
| 275                                                                                          | 2.219              | —         | —                  | —         | —                  |

ТАБЛИЦА 7

| — Амальгама натрия /стекло/ $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$ /Sn +<br>10% вес. $\text{SnBr}_2$ |                    |           |                    |           |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|
| $t^\circ$                                                                                   | э.д.с. (в вольтах) | $t^\circ$ | э.д.с. (в вольтах) | $t^\circ$ | э.д.с. (в вольтах) |
| 300°                                                                                        | 1.881              | 270°      | 1.878              | 220°      | 1.869              |
| 290                                                                                         | 1.884              | 265       | 1.878              | 215       | 1.870              |
| 285                                                                                         | 1.882              | 250       | 1.876              | 205       | 1.868              |
| 280                                                                                         | 1.880              | 240       | 1.871              | 200       | 1.665              |
| 275                                                                                         | 1.879              | 230       | 1.870              | —         | —                  |

ТАБЛИЦА 8

| — Амальгама натрия /стекло/ $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$ /Pb +<br>100% вес. $\text{PbBr}_2$ |                    |           |                    |           |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|
| $t^\circ$                                                                                    | э.д.с. (в вольтах) | $t^\circ$ | э.д.с. (в вольтах) | $t^\circ$ | э.д.с. (в вольтах) |
| 300°                                                                                         | 1.773              | 255°      | 1.770              | 230°      | 1.760              |
| 290                                                                                          | 1.768              | 250       | 1.768              | 220       | 1.760              |
| 280                                                                                          | 1.770              | 245       | 1.760              | 210       | 1.760              |
| 270                                                                                          | 1.768              | 240       | 1.758              | 200       | 1.759              |

ТАБЛИЦА 9

| — Амальгама натрия /стекло/ $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$ /Cu +<br>100% вес. $\text{CuBr}_2$ |                    |           |                    |           |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|
| $t^\circ$                                                                                    | э.д.с. (в вольтах) | $t^\circ$ | э.д.с. (в вольтах) | $t^\circ$ | э.д.с. (в вольтах) |
| 315°                                                                                         | 2.322              | 280°      | 2.322              | 260°      | 2.319              |
| 310                                                                                          | 2.322              | 275       | 2.320              | 255       | 2.319              |
| 300                                                                                          | 2.322              | 270       | 2.320              | 250       | 2.319              |
| 290                                                                                          | 2.322              | 265       | 2.319              | —         | —                  |
| 285                                                                                          | 2.321              | —         | —                  | —         | —                  |

хлорный электрод. Этот электрод употреблялся как электрод сравнения рядом авторов: Твердовский [14], Вайнер [15], Кониши [16]. Особенно тщательно разработана методика измерения отдельных электродных потенциалов при помощи хлорного электрода Артамоновым [17]. Все же электрод хлор/графит для получения хороших воспроизводимых результатов требует, чтобы графитовый стержень предварительно обрабатывался хлором, иногда даже в течение 8 дней, и не может ни в какой мере считаться простым и удобным в работе электродом сравнения. Часто как электрод сравнения употребляют пластинку того же металла, который выделяется на катоде [18]. Существенный недостаток этого метода заключается в том, что для каждой соли требуется применять свой электрод сравнения, и в этом случае нельзя найти электрода, общего для ряда солей. В табл. 11 и на рис. 3 мы прилагаем результаты измерения потенциалов катода и анода в расплавленной смеси  $\text{AlCl}_3 - \text{NaCl}$  по отношению к электроду амальгама натрия/стекло.

Смесь готовили, добавляя к хлористому алюминию 30 мол. %  $\text{NaCl}$ . После того как масса расплавилась, ее выливали в широкую пробирку, куда помещались два игольча-

тых платиновых электрода, электрод сравнения в виде стеклянного шарика, заполненного амальгамой натрия, и термометр. После того как температура печки установилась, приступали к измерениям потенциала разложения системы, а также при помощи лампового потенциометра э.д.с. цепей электрод сравнения — катод, электрод сравнения — анод. Для этого концы трех электродов были подведены к переключателю (который схематически показан на рис. 1), позволяющему вести электролиз в ячейке и комбинировать поочередно анод и катод с электродом сравнения.

Как потенциал разложения, так и отдельные потенциалы сняты методом с опадающим напряжением (Heruntermessung) при непрерывном электролизе, при температуре, равной  $280^{\circ}$ .

В виду того, что цепь амальгама натрия/стекло/ $\text{AlCl}_3 - \text{NaCl}/\text{Cl}_2$  обладала высокой э.д.с., мы напротив включили два соединенных последовательно нормальных элемента Вестона. Таким образом мы фактически измеряемые э.д.с. уменьшили на 2.036 V. Такой искусственный прием позволял для целей компенсации пользоваться обычной потенциометрической схемой с двухвольтным аккумулятором.

Как видно из табл. 11 и рис. 3, потенциал разложения системы  $\text{AlCl}_3 - \text{NaCl}$  (30% мол.) при  $280^{\circ}$  определен нами в 2.05 V. Потенциал катода по отношению к электроду сравнения равен 1.38 V. Потенциал анода 3.44 V. Разность потенциала анода и катода  $3.44 - 1.38 = 2.06$  V в пределах ошибок графического метода определения потенциалов совпадает с потенциалом разложения.

ТАБЛИЦА 10

| — Амальгама натрия /стекло/ $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$ /Hg +<br>100% вес. $\text{HgBr}_2$ |                    |               |                    |               |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|
| $t^{\circ}$                                                                                  | э.д.с. (в вольтах) | $t^{\circ}$   | э.д.с. (в вольтах) | $t^{\circ}$   | э.д.с. (в вольтах) |
| $300^{\circ}$                                                                                | 2.350              | $250^{\circ}$ | 2.346              | $215^{\circ}$ | 2.340              |
| 290                                                                                          | 2.350              | 240           | 2.340              | 210           | 2.340              |
| 285                                                                                          | 2.306              | 235           | 2.345              | 205           | 2.339              |
| 275                                                                                          | 2.346              | 230           | 2.345              | 200           | 2.330              |
| 260                                                                                          | 2.344              | 220           | 2.343              | —             | —                  |

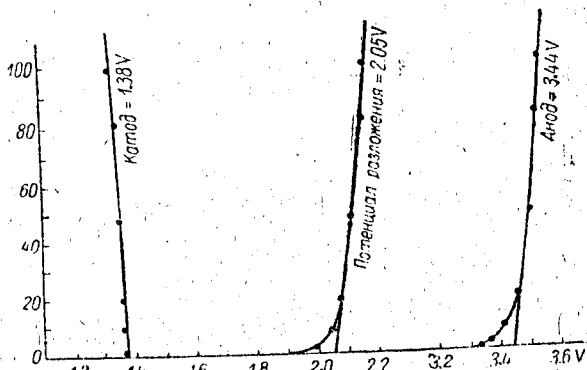


Рис. 3.

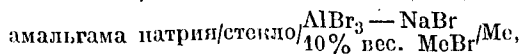
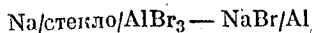
ТАБЛИЦА 11

| Вольты. | Деления<br>гальванометра | Потенциалы в вольтах |           |           |
|---------|--------------------------|----------------------|-----------|-----------|
|         |                          | катода               | анода     |           |
|         |                          |                      | измеренн. | действит. |
| 2.18    | 99                       | 1.380                | 1.518     | 3.554     |
| 2.16    | 81                       | 1.344                | 1.500     | 3.536     |
| 2.12    | 48                       | 1.354                | 1.470     | 3.506     |
| 2.08    | 19                       | 1.370                | 1.424     | 3.460     |
| 2.04    | 8                        | 1.376                | 1.376     | 3.412     |
| 2       | 1                        | 1.380                | 1.340     | 3.376     |
| 1.96    | 0                        | 1.380                | 1.298     | 3.334     |

## В ы в о д ы

В настоящей работе сделана попытка использовать свойства стекла как жидкости, содержащей ионы натрия для построения обратимого натриевого электрода для расплавленных солей. Этого удалось достигнуть, поместив металлический

натрий или амальгаму натрия в стеклянную трубку, раздутую в виде шарика.  
Цепи



построенные с участием такого электрода, обладают воспроизводимыми и устойчивыми во времени э.д.с. силами. Путем измерения ряда цепей установлен ряд напряжений металлов по отношению к указанному электроду в расплавленной системе  $\text{AlBr}_3 - \text{NaBr}$  как растворителе. Предлагаемый электрод непытан так же, как электрод сравнения для измерения отдельных потенциалов катода и анода в расплавленной смеси  $\text{AlCl}_3 - \text{NaCl}$  (30% мол.)

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Е. М. Скобеев и Н. С. Кавецкий. Зап. инст. химии АН УРСР, 6, В.2 (1940). — [2] Warburg u. Tegetmeier. Wied. Ann. der Phys., 32, 447 (1887); 35, 445—467 (1888). — [3] M. Pirani u. Zah. Z. techn. Phys., 3, 282 (1922). — [4] Burt. Journ. Opt. Soc. Am., 11, 87 (1925); Phys. Rev., 27, 813 (1926). — [5] H. Hunter. Helv. Chim. Acta, 9, 1069—1073 (1926). — [6] O. J. Stewart. J. Am. Soc., 53, 3366 (1931). — [7] G. B. Harrison. J. Am. Soc., 52, 1528 (1930). — [8] Бриттон. Водородные ионы, стр. 134, ОНТИ, Химтеорет (1936). — [9] Пасмынский. Зап. лабор., 8, 869 (1939). — [10] Соколов и Пчелин. Ж. пр. х., 7, 1316 (1934). — [11] Крюков. Ж. пр. х., 12, 1939 (1939). — [12] Пчелин и Файзулина. Зап. лабор., 5, 616 (1937). — [13] Isbekov. Z. phys. Ch., 116, 304 (1925); Isbekov. Z. anorg. Chem., 185, 324 (1929); Избеков и Захарченко. Зап. инст. химии АН УРСР, 2, 122 (1936); Избеков-Скобеев. Зап. инст. химии АН УРСР, вып. 1 (1937). — [14] Цит. по: Антипин и авторы. Электрохимия расплавленных солей. ОНТИ НКТП (1937). — [15] Weiner. Z. Electrochem., 38, 232 (1932). — [16] J. Konischi. J. Soc. Chem. Ind. Japan (Suppl.), 37, 44 в (1934). — [17] Артамонов, Антипин и авторы. Электрохимия расплавленных солей. ОНТИ НКТП (1937). — [18] Aten, den. Hertog a. Westenberg. Trans. Am. Elektrochem. Soc., 47, 265 (1925).

Поступило в Редакцию  
22 апреля 1940 г.