

$\pm 1,2\%$, кальцієвим — $\pm 6,7\%$. Більша похибка за кальцієвим каналом пояснюється більшим впливом нестабільності температури полум'я на збудження іонів кальцію.

Важливою особливістю приладу є мала кількість досліджуваного розчину ($0,15 \text{ мл}$), необхідного для одного виміру. Чутливість приладу за калієм та натрієм дорівнює $1,5 \cdot 10^{-12} M$, за кальцієм — $7,5 \cdot 10^{-12} M$. Підвищити чутливість можна шляхом зменшення шумів ФЕП, підвищення температури та чистоти полум'я. Точність вимірювання можна поліпшити шляхом підвищення стабілізації тиску газів, які підводяться до горелки, підсилення сигналу на змінному струмі та використання інтегрування сигналу за весь період збудження.

Таблиця 2

Визначення концентрації розчинів

Концентрація розчинів (μM)	Концентрація розчинів, вимірювана з допомогою спектрофотометра (μM)		
	K	Na	Ca
0,075	$0,075 \pm 0,003$	$0,076 \pm 0,001$	$0,083 \pm 0,001$
0,25	$0,243 \pm 0,003$	$0,247 \pm 0,03$	$0,22 \pm 0,05$
2,0	$2,10 \pm 0,13$	$1,95 \pm 0,06$	$2,15 \pm 0,03$
3,0	$2,94 \pm 0,07$	$3,00 \pm 0,11$	$2,80 \pm 0,12$

Отже, в описаному ПФ є такі позитивні якості: можливість одночасного вимірювання таких біологічно важливих іонів, як калій, натрій і кальцій, висока чутливість та невелика похибка вимірювання. Це дає можливість використати даний ПФ для одночасного вимірювання концентрації іонів калію, натрію і кальцію в окремій ізольованій клітині.

Література

- Бурнель-Марти Ф., Рамирес-Муньос Х.—Фотометрия пламени, М., 1962.
- Зейдель А. Н. и др.—Техника и практика спектроскопии, М., 1972.
- Каулин А. Б.—Цитология, 1966, 8, 1, 130.
- Нестеров В. П., Наумов В. А.—Цитология, 1969, 11, 1, 130.
- Наумов В. А., Нестеров В. П.—Цитология, 1973, 15, 10, 1315.
- Русанов А. К.—Основа количественного спектрального анализа руд и минералов, М., «Недра», 1971.
- Соболев Н. Н. и др.—Журн. экспер. и теор. физики, 1951, 21, 2.
- Стриганов А. Р., Свентицкий Н. С.—Табл. спектральных линий нейтральных и ионизованных атомов, Атомиздат, 1966.
- Carlsson B., Giacobini E., Novmark S.—Acta physiol. scand. 1967, 71, 4, 379.
- Haljatöö H., Wood D.—Anal. Biochem. 1971, 42, 1, 155.
- Katzman R., Lehrer G., Wilson C.—J. gen. Physiol., 1969, 54, 2, 232.
- Oberg R., Ultendahle H., Wollin B.—Anal. Biochem. 1967, 18, 543.

Надійшла до редакції
1. II 1974 р.

УДК 612.08

ПРИСТРІЙ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ ПОЛЯРОГРАФІЧНИХ ЕЛЕКТРОДІВ

І. Ф. Соколянський, О. В. Шаповалов

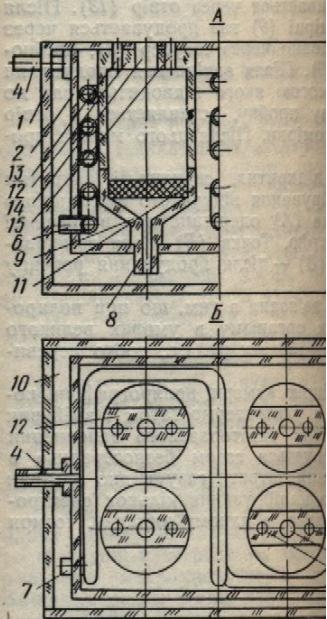
Відділ епоксичних станів Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ

Аналітичні комірки титрометрів, які застосовують для аналізів газів у рідинах [3], не пристосовані для калібрування полярографічних електродів. Це було однією з причин пошуків і виготовлення пристрій для калібрування електродів, з допомогою яких

Пристрій для калібрування

вивчають напруження кисню в ти використали для калібрування її і продували його газом. Березовчики. В цьому випадку налитий атмосферним повітрям. У другий ріо («безкисневий розчин»). Якщо тичну камеру, то калібрування роз концентрації кисню газової су тиску [6, 9].

Для зрівноважування розчинометрів [8 та ін.]. В цих випа



носити в полярографічну комірку рування електрода. При необхідним вмістом кисню процес калібр

Недосконалість методів калібрування електродів, полягає внаслідок того, що газ надходить площа відносно невелика. При інерверуара. В процесі такого насич «мертвий» простір неаерованої рів кількість газу.

Ми сконструювали пристрійно напруження кисню і його Фізіологічний розчин у полярографічній каморі продування II через дрібног виготовлення кисневих коктейлів тованих у дно полярографічної камери малого діаметра по всій її поверхні роткий відрізок часу, з малою заливою камери (1) на бокових стінках внутрішньої камери (2). Штуцер камери (2), він розміщений у верхній частині на протилежній служить для подачі газу в змішувального шланга з штуцером (8) комірки (9) розміщені у внутрішніх дрібнопориста пластина (11). У

кальцієвим каналом пояснюється більша збудження іонів кальцію. Кількість досліджуваного розчину приладу за калієм та натрієм до підвищеної чутливості можна шляхом та чистоти полум'я. Точність вимірювання тиску газів, які підводяться і використання інтегрування сиг-

Таблиця 2

На	Ca
$\pm 0,001$	$0,083 \pm 0,001$
$\pm 0,03$	$0,22 \pm 0,05$
$\pm 0,06$	$2,15 \pm 0,03$
$\pm 0,11$	$2,80 \pm 0,12$

ті: можливість одночасного вимірювання кальцію, висока чутливість використати дані ПФ для натрію і кальцію в окремій ізольо-

ці. Х.—Фотометрія пламени, М., кінкоскопії, М., 1972.

1969, 11, 1, 130.
1973, 15, 10, 1315.
центрального аналізу руд и минералів, 1951, 21, 2.
абл. спектральних ліній нейтраль-

S.—Acta physiol. scand. 1967, 71, 4,
1, 42, 1, 155.
Dep. Physiol., 1969, 54, 2, 232.
al. Biochem., 1967, 18, 543.

Надійшла до редакції
1.II 1974 р.

УДК 612.08

ПРИСТРІЙ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ ПОЛЯРОГРАФІЧНИХ ЕЛЕКТРОДІВ

Шаповалов
І. Ф. Фізіології
СР, Київ

для аналізу газів у рідинах [3], електродів. Це було однією з причин електродів, з допомогою яких

Пристрій для калібрування

405

вивчають напруження кисню в тканинах і крові цілісного організму. Девіс і Брінк [7] використали для калібрування кисневих електродів посудину, в яку наливали розчин і продували його газом. Березовський [1, 2] застосував для таких цілей хімічні стаканчики. В цьому випадку налитий у стаканчик фізіологічний розчин урівноважується з атмосферним повітрям. У другий стаканчик наливають розчин 0,1%-ного сульфіту натрію («безкисневий розчин»). Якщо помістити хімічний стаканчик з розчином у герметичну камеру, то калібрування робочого електрода можна провести відносно будь-якої тиску [6, 9].

Для зрівноважування розчину з газами суміші відомо декілька різноманітних тонометрів [8 та ін.]. В цих випадках розчин з резервуара тонометра необхідно пере-

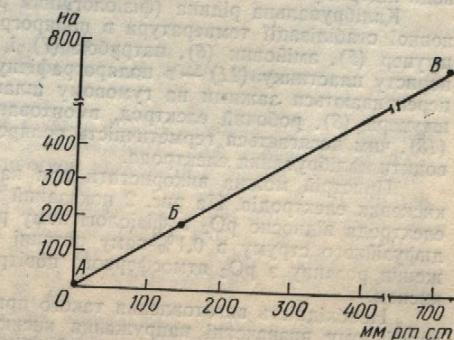
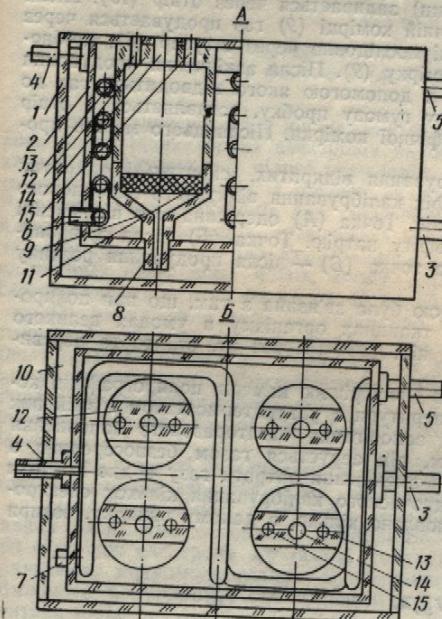


Рис. 2. Графік калібрування полярографічного електрода відносно PO_2 фізіологічного розчину при температурі 36° С.

Рис. 1. Пристрій для калібрування полярографічних електродів.
A — розріз комірки, B — вид пристрою зверху.

носити в полярографічну комірку [10], або набирати шприцом, а потім проводити калібрування електрода. При необхідності зрівноваження розчину і газових сумішей з різним вмістом кисню процес калібрування займає багато часу.

Недосконалість методів насичення газом рідини, яка використовується для калібрування електродів, полягає в тому, що розчин продувачеться за допомогою трубки, внаслідок чого газ надходить великими пузирями і його контактує з розчином площа відносно невелика. При інтенсивному нагнітанні газу рідина витискається з резервуара. В процесі такого насичення рідини газом спостерігається великий, так званий «мертвий» простір неаерованої рідини. Для повного насичення рідини потрібна велика кількість газу.

Ми сконструювали пристрій для калібрування полярографічних електродів відносно напруження кисню і його концентрації при заданому температурному режимі. Фізіологічний розчин у полярографічних комірках насичується газовою сумішшю шляхом продування її через дрібнопористу пластинку (фільтр Шота). Це нагадує процес виготовлення кисневих коктейлів [4, 5]. Використання дрібнопористих пластинок, вмонтованих у дно полярографічної комірки в пристрії, дозволяє аерувати рідину пузирям малого діаметра по всій її поверхні і досягти повного насичення рідини газом за короткий відрізок часу, з малою затратою газу. Пристрій (рис. 1) складається із зовнішньої камери (1) на бокових стінках якої розміщені штуцери (3, 4, 5), які виходять із внутрішньої камери (2). Штуцер (3) служить для подачі води з ультратермостату в камеру (2), він розміщений у нижній частині внутрішньої камери, а штуцер (4) — у верхній частині на протилежній стінці камери (2) по її осьовій лінії. Патрубок (5) слугує для подачі газу в змійовик (6), а патрубок (7) для з'єднання з допомогою гумового шлангу з штуцером (8) полярографічної комірки (9). Чотири полярографічні комірки (9) розміщені у внутрішній камери (2). В дно кожної комірки вмонтована дрібнопориста пластинка (11). У верхній частині полярографічних комірок (9) прикріп-

лені з'єднуючі планки (12), які мають отвір (14) для контрольного термометра (або термопарі) і отвір (15) для допоміжного електрода.

Змійовик (6) через патрубок (7) з'єднується з штуцером (8) за допомогою гумового шланга (на рис. 1 не показано). Шланг має чотири відгалуження, і надходження газу до кожної з комірок перекривається зажимом.

При використанні рекомендованого пристрою вода заданої температури подається від ультратермостата у внутрішню камеру (2) через падаючий штуцер (3) і відводиться назад через штуцер (4). Вільний простір між з'єднувальними планками (12) розміщеною по потоку циркулюючої рідини, полярографічними комірками, змійовиком (6) і штуцерами (8), забезпечує повне омивання водою полярографічних комірок, що важливо для підтримання постійної температури в різних точках комірки. Циркуляція води підтримується на протязі всього періоду калібрування.

Калібрувальна рідина (фізіологічний розчин) заливається через отвір (13). Після повної стабілізації температури в полярографічній комірці (9) газ продувався через штуцер (5), змійовик (6), патрубок (7) і далі послідовно через штуцер (8), дрібнопористу пластинку (11) — в полярографічну комірку (9). Після закінчення продування перекривається зажимом на гумовому шланзі, з допомогою якого підводиться газ до штуцера (8), робочий електрод, вмонтований у гумову пробку, вставляється в отвір (13), чим досягається герметичність полярографічної комірки. Після цього можна проводити калібрування електрода.

Пристрій можна використати для калібрування відкритих, скритих і закритих кисневих електродів. На рис. 2 показаний графік калібрування відкритого платинового електрода відносно rO_2 в фізіологічному розчині. Точка (A) одержана при визначенні дифузійного струму в 0,1% -ному розчині сульфіту натрію. Точка (B) — після зрівноваження розчину з rO_2 атмосферного повітря, а точка (C) — після продування розчину киснем.

Необхідність виготовлення такого пристрою була зв'язана з тим, що при полярографічному визначення напруження кисню в тканинах організму в умовах великого тиску кисню абсолютні величини rO_2 більші, ніж 148—154 мм рт. ст., тобто перевищують rO_2 атмосферного повітря.

Таким чином, пристрій включає зовнішню і внутрішню камери, полярографічні комірки, контур циркуляції рідини заданої температури з ультратермостатом і змійовик для термостабілізації продувного газу. Для запобігання баగаторазового заповнення полярографічної комірки аеруванням розчином, він аерується газом безпосередньо в комірці, а для його прискореного аерування і зменшення затрати газу в дно комірки вмонтована дрібнопориста пластинка. Для одночасного калібрування кількох електродів, відносно різного за величиною rO_2 встановлено кілька, в даному випадку, чотири полярографічні комірки.

Література

- Березовский В. А.—В сб.: Фармакол. и токсикол. К., 1966, II, 260.
- Березовский В. А.—В сб.: Полярографич. определение кислорода в биол. объектах, К., 1968, 98.
- Векслер М. А., Денисов С. С.—Автоматизация химич. анализов растворов, М., «Химия», 1965, 118.
- Сиротинин Н. Н.—В сб.: Физiol. и патол. дыхания, гипоксия и оксигенотерапия, К., 1958, 82.
- Сиротинин Н. Н.—В сб.: Энтеральная оксигенотерапия, К., 1968, 6.
- Соколянський И. Ф.—В сб.: Полярографич. определение кислорода в биол. объектах, К., 1968, 199.
- Davies Ph., Brink F.—Rev. Sci. Instr., 1942, 13, 12, 524.
- Bergman N.—J. Appl. Physiol., 1968, 24, 2, 225.
- Bean J., Lignell J., Burgess D.—J. Appl. Physiol., 1972, 32, 5, 650.
- Saito Y.—J. Appl. Physiol., 1967, 23, 6, 979.

Надійшла до редакції
15.V 1973 р.

ІОНООБМІННИЙ ДЛЯ ВНУТРІКЛІТИННОГО

Лабораторія
Інституту фізіології ім.

Інтенсивний розвиток досліджень роки нових індикаторних електродів визначення активностей цілого ряду іонів активності в розчинах із значковими. Розробка таких електродів для біології безперервну реєстрацію активності іонів, а й у ряді середовищ клітинному середовищі м'язів, мозку, ганглій слімаків [7, 25, 28, 41, 42, 45].

Ці дослідження дали уявлення старі мозку при асфіксії й депресії, час і після ізометричного скорочення витоку потенціалу дії. Внутріклітинні лише в трьох лабораторіях світу: в фізіології Чехословачької АН і в Інс. 63—65, 77].

В даній статті розглядаються: будова, основні характеристики і на-

типові іонообмінні електроди, з якими вони підгрупи: електроди на основі транспортними макромолекулами. Експериментальними мембрани, селективними лентичними іонів.

Електроди на основі твердих неорганічних кристалів, які мають нікель або йх хелатні сполуки, осади

З цієї групи для фізіологів слід згадати Cl^- . Твердофазний Ca^{++} електрод фосфорної кислоти (звичайно, діоксидний) [69]. Потенціал Ca^{++} електрода відноє, проте виявляє іонні функції використаний в біохімічних дослідженнях.

Cl^- -електроди являють собою, з рид срібла, або суміш сполучені сульфатом амонію.

Боробойов і Хітров [2] виготовили повнені малорозчинними калієвими електроди можна розглядати як осад електродів з тетрафенілборатом калію ксантиномонату натрію, або потрійної. Однак, на відміну від усіх інших твердоелектродів, як показали проведені вплив мають на них і іони кальцію.

Електроди з рідкими мембраними іонообмінників. Це органічні кислоти, вагою. В полярографічних розчинниках вони добрі розчинні в розчинниках з відрізняються від твердих тим, що вони відносяться до активній фазі електрода.

На основі рідких іонообмінників 20 різних іонів. Серед них найбільш