

Виготовлення ртутних датчиків для реєстрації різних рухів

М. С. Сукачов

Дослідники, які цікавляться нашою електрометричною методикою вимірювання рухової реакції, скаржаться, що важко придбати відповідні трубочки (капіляри).

Ця методика була опублікована в збірнику «Вопросы физиологии» № 8 за 1954 р. (заявка про авторство подана в 1952 р.); крім того, аналогічна методика описана в журналі «Journal of Physiology» № 1 у 1953 р.

В зв'язку з великою кількістю листів з проською повідомити, де можна придбати ртутно-гумові датчики, а також ураховуючи інтерес, проявлений до цього питання учасниками VIII Всесоюзного з'їзду фізіологів, біохіміків і фармакологів, вирішено було опублікувати детально розроблений в нашій лабораторії спосіб виготовлення таких датчиків. Спосіб цей дуже простий і цілком доступний лабораторії із звичайним обладнанням.

Принцип виготовлення цих датчиків такий: мідний емальований дріт діаметра, що відповідає внутрішньому діаметру потрібної трубочки, в кілька шарів вкривається спеціальним гумовим клеєм (маса для виготовлення гумових рукавичок) до товщини, що відповідає бажаній еластичності датчика. Одержаний провідник з гумою треба піддати вулканізації при температурі 135—140° С і тиску в 3—4 атмосфери (вулканізація відбувається тільки при наявності даної маси, тому що вона містить усі необхідні для цього компоненти). Після вулканізації гума набуває еластичних властивостей. Залишається тільки зняти готову гумову трубочку з дроту. Для цього вкритий гумою дріт на 8—10 хв. занурюють у чистий бензин (можна в авіаційний бензин або краще в бензин, який застосовують у гумовому виробництві). Гума набрякає, і трубочка збільшується в діаметрі, після чого легко знімається з дроту. Поки гума волога, вона ламка, тому необхідно дати їй просохнути протягом 20—30 хв., після чого її можна розтягувати. Одержавши трубочку, заповнюють її ртуттю, і кінці закривають контактами.

Розглянемо тепер детально спосіб одержання готового датчика.

Вкриття дроту гумою здійснюється при протягуванні його через чашку з отвором у дні, в яку наливається гумова маса. Чашка має діаметр і висоту близько 30 мм (можна використати корпус електролітичного конденсатора). Дно чашки зроблене з хлорвінілу 0,3—0,5 мм завтовшки і прикріплене до чашки, як мембрана капсули Маррея. В дні пропалюється отвір діаметром 1—2,5 мм, залежно від товщини гумового шару.

Дріт рівномірно протягується знизу вверх за допомогою тягнучої системи, для чого можна скористатись годинниковим механізмом, в якому вісь з трибом анкерного колеса насаджується на вісь маленького моторчика потужністю 3—5 вт з числом обертів 1500—1800 у хвилину. На квадрат заводної осі насаджується триступінчастий шків з діаметрами 30, 60, 120 мм і неглибокими канавками; ширина кожної сходинок — 6 —

8 мм. Годинникову пружину викидають, а вісь з барабаном закріплюють фриktionно за допомогою пружинної шайби. Регулюючи оберти моторчика і міняючи сходинки шківів, можна забезпечити швидкість протягування провідника крізь гумову масу від 1 м в 20 хв. до 1 м в 5 хв. Застосування різних швидкостей пояснено нижче. Як тягнуchoю системою можна також скористатись моторчиком Уорена.

Механізм встановлюють на кронштейні, прикріпленому до стіни на висоті 1,2—1,5 м від підлоги (рис. 1). Від тягнуchoго колеса «а» відходить стальний або ніхромовий дріт діаметром 0,2 мм, який перекидають через ролик, прикріплений на стержні так, щоб він знаходився на 1,2—1,5 м вище від механізму і був в одній площині з тягнучим колесом. До звисаючого кінця сталюго дроту підвішують вантаж «б» вагою 100 г, який має внизу крючок для підвішування дроту, що вкривається гумою. Для натягнення дроту знизу до нього також підвішують вантаж вагою 25—30 г. На рівні механізму до стіни прикріплюють по виску дроту лапку штатива, в якому встановлюють чашку «в» з гумовим клеєм. Дріт перед покриттям вирівнюють незначним його розтягуванням, крім того, на кінцях дроту робляться петельки.

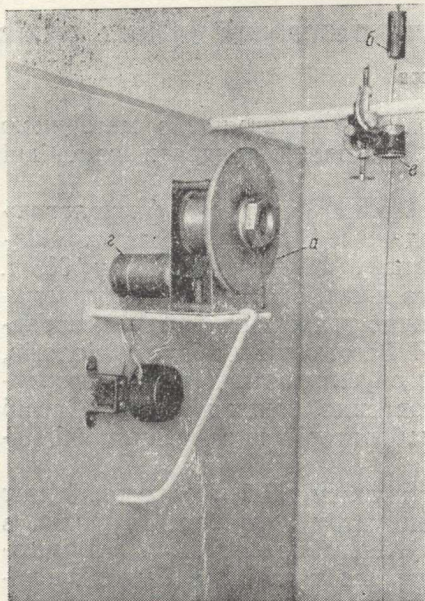


Рис. 1. Механізм для вкриття дроту гумою.

Покриття провадиться так: наливають у чашку клей шаром 3—4 мм, протягують кінець дроту з петлею знизу крізь отвір у чашці, закріплюють цей кінець на гачку тягнуchoго вантажу, а знизу до дроту підвішують натягуючий вантаж, потім вмикають мотор «г». Дріт тягнеться вгору і вкривається гумою. Коли нижній кінець дроту досягне дна чашки, знімають натягуючий вантаж, пропускають нижній кінець дроту крізь чашку і знову підвішують вантаж. Потім відводять вкритий гумою дріт за нижній кінець в бік від чашки, спускають його (обертаючи тягнуче колесо рукою) до вихідного рівня, знімають дріт з тягнуchoго гачка, і покриття гумою повторюють. В процесі протягування крізь клей на дріт нашаровується рівний шар гуми 0,03—0,05 мм завтовшки. Для одержання шару потрібної товщини покриття дроту гумою повторюють 10—15 разів. Гума висихає дуже швидко, і нема потреби робити перерви між покриттями, їх можна повторювати безперервно. Залежно від діаметра дроту регулюється швидкість його протягування, а саме: чим дріт тонший, тим швидкість цієї операції повинна бути меншою, щоб покриття проходило без утворення крапель. Якщо при покритті краплі все ж виникають, необхідно клей згустити в 1,5—2 рази випаровуванням з нього бензину (для цього треба вилити клей у плоску посудину). Звичайно середня швидкість протягування дроту така: при діаметрі 0,3—0,5 мм швидкість становить 1 м в 5 хв., при діаметрі 0,1 мм швидкість зменшується до 1 м в 20 хв.

Одержавши потрібний провідник, перед вулканізацією його обробляють для надання датчику зручної форми. Якщо користуватись як датчи-

ком одинарною трубо- тилежних боків, що п

Для зручнішого в цьому в кінці трубо- приєднують провідник собою перемичкою а

Виготовляють за дроту завдовжки при датчика плюс 30 мм жина датчика 40—50 дріт вдвоє, залишає кінці по 15 мм під ку- ля легкого здавлюва- складених кінців датч їх склеювання (рис. цього ще раз вкрити гумою; для цього його посередньо в посудині вільно витягують. Роз- леглу до них склеєну (довжиною 3 мм) нескілька разів гумою. П протягом 30 хв. опускає датчика (на дов- зин на 10 хв., потім пінцетом знімають на- щоб очистити петлю тлю дроту скручують гумою (хід скручує 0,8 мм), потім, зали- від місця скручуванн- ну дроту відскакують і (тільки скручений кі- в 2—3 рази більший

До датчика перп діаметром 0,3 мм, за- один в місці розходж- наклейки після витяг- для прикріплювання

У такому вигляді потім його підвішую- температурі 135—140- ція протягом 15—20- уточнити в тому місц

Конструкція авт- куска водопровідної- ристати також авто- вулканізації датчик- краще в бензин, вж- дроти, які до набряк- незначному їх повер- бряканні гуми кінці- виступаючу гуму до- цетом і легко витягу- вати датчик, бо він

ком одинарною трубочкою, то контактні провідники відходитимуть з протилежних боків, що незручно під час досліджень.

Для зручнішого користування датчик склеюють з двох трубочок, при цьому в кінці трубочок з одного боку вставляють контактні виводи і приєднують провідники, а кінці трубочок з другого боку скріплюють між собою перемичкою або створюють тут місце злиття ртутних капілярів.

Виготовляють зазначені датчики так: беруть кусок вкритого гумою дроту завдовжки приблизно в два рази більше від довжини потрібного датчика плюс 30 мм (оптимальна довжина датчика 40—50 мм), перегинають дріт вдвоє, залишаючи розведеними кінці по 15 мм під кутом 20—30°; після легкого здавлювання паралельно складених кінців датчика настає міцне їх склеювання (рис. 2). Краще після цього ще раз вкрити склеєний датчик гумою; для цього його опускають безпосередньо в посудину з клеєм і повільно витягують. Розведені кінці і прилеглу до них склеєну частину датчика (довжиною 3 мм) необхідно вкрити ще кілька разів гумою. Після висушування протягом 30 хв. опускають зігнутий кінець датчика (на довжину 5 мм) в бензин на 10 хв., потім виймають датчик і пінцетом знімають набряклу гуму так, щоб очистити петлю дроту. Оголену петлю дроту скручують до місця вкриття гумою (хід скручування приблизно 0,8 мм), потім, залишаючи один оберт від місця скручування, останню частину дроту відсікають ножицями. Таку заготовку датчика вмочують в клей (тільки скручений кінець), аж поки на ньому не наросте шар завтовшки в 2—3 рази більший, ніж товщина самого датчика.

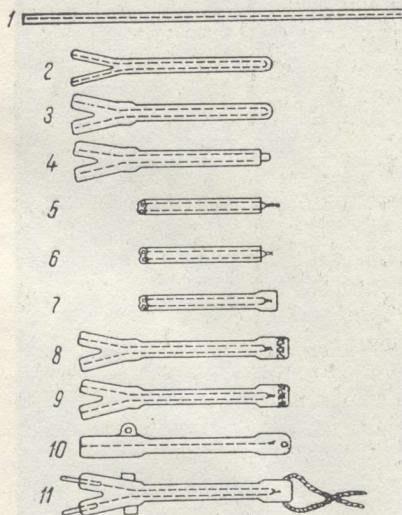


Рис. 2. Послідовність операцій при виготовленні датчика.

До датчика перпендикулярно його осі приклеюють два кусочки дроту діаметром 0,3 мм, завдовжки 4—5 мм, вкритих гумою до діаметра 2 мм: один в місці розходження кінців, другий — з торця скрученого боку. Ці наклейки після витягнення з них дрітинок в дальшому будуть потрібні для прикріплення датчика до місця його призначення.

У такому вигляді датчик сохне при кімнатній температурі 10—15 год., потім його підвішують до каркаса, який вставляють в автоклав, де при температурі 135—140°С і тиску 3—4 атмосфери відбувається вулканізація протягом 15—20 хв. Ці умови вулканізації не є сталими, і їх треба уточнити в тому місці, де буде одержаний гумовий розчин.

Конструкція автоклава не дуже складна, і його можна виготовити з куска водопровідної труби діаметром 75—100 мм (рис. 3). Можна використати також автоклав, призначений для зуботехнічних цілей. Після вулканізації датчик на 10—12 хв. занурюють в авіаційний бензин (або краще в бензин, вживаний у гумовому виробництві). Гума набрякає, і дроти, які до набрякання були посаджені щільно, легко витягуються при незначному їх повертанні (щоб роз'єднати в місці скручування). При набряканні гуми кінці дроту можуть в ній сховатись, тому треба відсікти виступаючу гуму до місця знаходження дротиків, які захоплюються пінцетом і легко витягуються. Після витягнення дротиків не слід розтягувати датчик, бо він порветься, а треба дати йому добре висохнути.

Виготовлену описаним способом трубочку датчика заповнюють очищеною і профільтрованою ртуттю за допомогою медичного шприца і дуже тонкої нержавіючої голки, у якій кінець зрізано перпендикулярно осі. Для зручності заповнення краще шприц прикріпити до дощечки і поршень переміщати за допомогою гвintя малої ходи. На кінець голки надівають датчик (на довжину 3—4 мм), і тиском поршня ртуть силою вдавлюють у капіляр датчика доти, поки з другого отвору не з'явиться крапля ртуті — цей отвір закривають (на глибину 3—4 мм) заздалегідь притупленим штифтом з заліза, сталі, ніхрому або платини. Діаметр штифта має бути в 2—3 рази більший від діаметра отвору датчика, довжина штифта — приблизно 6—7 мм. Закривши один отвір, нагнітають ще трохи ртуті в капіляр, щоб створити в трубці деякий тиск (цей момент визначають дослідами шляхом), і здавлюють трубочку в місці закінчення голки сталним затискачем (рис. 4). Наклавши затискач, виймають голку, при цьому ртуть не повинна витікати, і закривають отвір другим штифтом. До кінців штифтів припаюють гнучкі провідники, і датчик готовий до використання. Якщо при перевірці готового датчика виявиться, що в ньому немає електропровідності, треба операцію наповнювання ртуттю повторити.

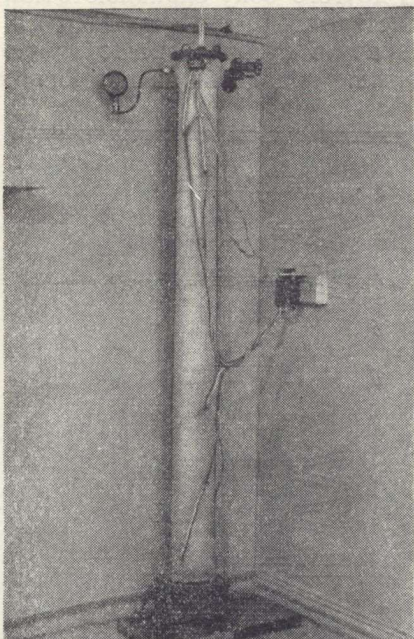


Рис. 3. Автоклав для вулканізації.

Ми навели спосіб виготовлення звичайного датчика. Проте можливі різні модифікації, а саме: склеювання кількох датчиків разом (до вулка-

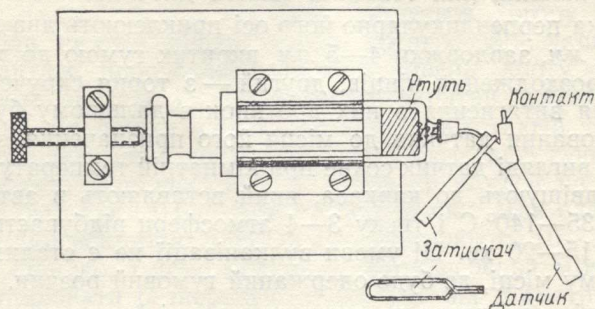


Рис. 4. Наповнення датчиків ртуттю.

нізації), виготовлення датчика у вигляді стрічки з кількох склеєних, по-спідовно з'єднаних трубочок. Це значно збільшує чутливість датчика. З дальших удосконалень слід згадати датчик з вклеєними виводами (рис. 5). Конструкція їх така: перед покриттям дроту гумою на нього надягають спіраль з ніхромового дроту діаметром 0,07—0,1 мм і довжиною 1—1,5 мм, звиту виток до витка. Один кінець спіралі обрізають, а другий залишають довжиною приблизно 10 мм. Спіралі розставляють на такій відстані, щоб при виготовленні з цього куску дроту датчика виводи

приходились у необхідні критичні кінці датчика. Наповнюванні його ртуттю в лігатури, які закривають датчик тварин.

При користуванні слід датчик стискувати з гострим ребром. В цьому разі роз'єднається, що

дження пошкодженого зон, капіляр розправлений тільки не зразу, а треба повторити наповнення.

Наприкінці треба тільки спинитись на в ньому. Ми намагались використовувати її можна було застосувати цієї роботи.

Київський медичний факультет

Изготовление

Для применения в этих движениях нужен датчик. Указанные датчики.

1. Проволока покритая резиной.
2. Вулканизированная проволока.
3. Полученную проволоку покрывают ртутью и концы соединяют в ртуть.

приходились у необхідному місці, рядом або на відстані 4—5 мм від відкритих кінців датчика. Після виготовлення такого датчика можна при наповнюванні його ртуттю не закривати кінці штифтами, а накласти шовкові лігатури, які закриють отвір трубочок. Цей тип зручніший при вживанні датчика тваринам, оскільки в ньому краща герметизація ртуті.

При користуванні датчиками треба додержувати певних правил: не слід датчик стискувати або згинати вдвоє, перекидати його через опори з гострим ребром. В цих випадках капіляр може склеїтись, ртуть у капілярі роз'єднається, що порушить його електропровідність. Для полаго-

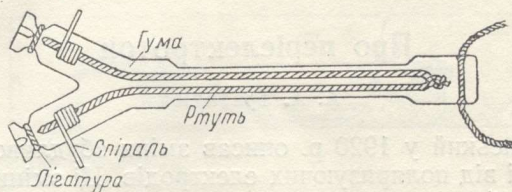


Рис. 5. Датчик з вклеєними виводами.

дження пошкодженого датчика його кладуть на 10—15 хв. у чистий бензин, капіляр розправляється, і ртуть знову зливається. Відновлюється він тільки не зразу, а після того, як висохне. Якщо це не допомагає, тоді треба повторити наповнення датчика ртуттю.

Наприкінці треба відзначити, що в невеликій статті не можна детально спинитись на всіх подробицях методики, які мають певне значення. Ми намагались викласти основні положення методики настільки, щоб її можна було застосувати, а другорядні питання кожний розв'яже в процесі роботи.

Київський медичний інститут ім. акад. О. О. Богомольця,
кафедра нормальної фізіології.

Изготовление ртутных датчиков для регистрации различных движений

Н. С. Сукачев

Резюме

Для применения предложенной нами методики регистрации различных движений нужен ртутный датчик с очень тонкими резиновыми капиллярами. Указанные капилляры изготавливаются следующим образом:

1. Проволока покрывается резиновым клеем с последующей вулканизацией.
2. Вулканизированная резина снимается с проволоки после обработки ее авиационным бензином.
3. Полученную трубочку-капилляр с помощью особого шприца наполняют ртутью и концы закрывают контактами из металла, не растворяющегося в ртути.