

электродов — 7 см, между всеми последующими как вертикальными, так и горизонтальными электродами — 4 см. Применяемые нами электроды могут быть изготовлены из латуни, бронзы, меди, анодированной серебром. Для обеспечения надежного контакта корпус электрода подвижный и отжимается от прижима спиральной пружиной. Контактная поверхность электрода смещается вдоль продольной оси, в результате чего обеспечивается постоянный надежный контакт. Диаметр электрода 10 мм, высота штока 25 мм. Пояс подключается к регистрирующему прибору с помощью коммутатора с клавишным переключателем. К четырем гнездам коммутатора подключаются вводные гнезда регистрирующего прибора той же маркировки.

Съемка ЭКГ производится последовательным нажатием клавиш от 1 до 9.

Опыт показал, что метод ЭКГ заслуживает внимания, а предлагаемое устройство крайне просто в изготовлении, обслуживании и надежно в работе.

Отдел клинической реабилитации
Украинского института кардиологии

Поступила в редакцию
15.V 1981 г.

УДК 612.821

И. А. Назарук, Л. П. Литовченко, И. Р. Евдокимов

УСТАНОВКА ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРЕПАРАТОВ ТЕПЛОКРОВНЫХ

При подготовке к проведению электрофизиологических экспериментов на изолированных препаратах тканей животных исследователю приходится решать ряд проблем методического характера. К ним относятся, в первую очередь, снижение электрических помех до уровня, обеспечивающего выделение минимального биоэлект-

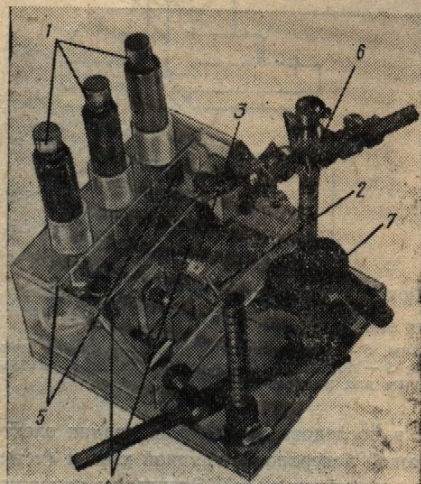


Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки.

1 — емкости для различных растворов; 2 — ванночка с препаратом; 3 — датчик температуры; 4 — регулируемые нагревательные элементы; 5 — опорные нагревательные элементы; 6 — манипулятор для подачи микроэлектрода; 7 — стереоскопический микроскоп МБС-2.

рического сигнала, создание условий для постоянного визуального контроля за положением кончика микроэлектрода и объекта, непрерывное измерение температуры объекта и омывающих его растворов (или их термостабилизация), насыщение растворов газовыми смесями, установка объекта в положение, удобное для введения микроэлектрода и подключения механоэлектрического преобразователя в случае иссле-

Установка для микроэлектродных

дований сократимых тканей [3] ройства, удовлетворяющие поста

Предлагаемая установка ных исследователей и дополняет собой универсальную кон- зиологических исследований, к при изучении биологических объ

В установке применен спо омывающих растворов и газов жания заданного температурог ранее разработанной в нашем гладких мышц [1]. Внутри кам проточная ванночка с объектом электрический преобразователь чик температуры (3), регулир элементы опорного теплового ре

Снаружи термостатируемой гидравлическим манипулятором стереоскопический микроскоп М установлены воронки Либиха с вода газовых смесей на задней под небольшим давлением чере газовой смеси. Благодаря пали статируемого объема, довольно давлений газов вне и в растворо того типа.

Наиболее удачным распо- как с точки зрения введения м полного покрытия объекта перф не всегда просто осуществить. трону с помощью нити приходит ной оси, или пропускать нить неизбежно вызывает постоянное нических помех, передаваемых н запрессована втулка из гидрофо втулке продета нить, одним кон троне. Таким образом, объект и причем нить движется во втулк и гидрофобные свойства материа- няемым в исследованиях раство

Микроэлектрод подводится н ном стекле, расположенном в н Размер отверстия выбран так, время не нарушать теплового ре ческими свойствами дает возмо- электрода через микроскоп МБС допускает оперативную смену к проводить исследования самых раз

Исходя из требуемой для э- держания температуры, равной з- окружающей среды от 18 до 30 создана специальная система те- низкий уровень электрических и м от контактных и тиристорных с- выбрана автоматическая система

льными, так и горизонтальными, могут быть изготовлены из эластичной пружины. Контакт, в результате чего обеспечивается надежный контакт с объектом, высота штока 25 мм. Коммутатор с клавишным управлением вводит в работу

клавишей от 1 до 9.

а предлагаемое устройство работает.

Поступила в редакцию
15.V 1981 г.

Евдокимов

ИССЛЕДОВАНИИ ПОКРОВНЫХ

их экспериментов на изоляции приходится решать ряд задач, в первую очередь, снижение потерь на минимального биоэлект-

ий вид экспериментальной установки.

1 — различные растворы; 2 — коммутатор; 3 — датчик температуры; 4 — нагревательные элементы; 5 — нагревательные элементы; 6 — манипулятор для подачи микроэлектродов; 7 — стереоскопический микроскоп МБС-2.

ального контроля за положением и измерение температуры (излучение), насыщение раствора для введения микроэлектродов в случае исследу-

ований сократимых тканей [3]. Это заставляет экспериментаторов создавать устройства, удовлетворяющие поставленным требованиям.

Предлагаемая установка сохранила преимущества многих разработок различных исследователей и дополнена нашими оригинальными решениями. Она представляет собой универсальную конструкцию, пригодную для разноплановых электрофизиологических исследований, которая может иметь широкую область применения при изучении биологических объектов.

В установке применен способ закрытого термостатирования кюветы с объектом, омывающих растворов и газовой среды, обеспечивающий высокую точность поддержания заданного температурного режима. Прозрачная плексигласовая камера подобна ранее разработанной в нашем институте для изучения сократительной активности гладких мышц [1]. Внутри камеры помещены три емкости для растворов (рис. 1, 1), проточная ванночка с объектом (2), емкость для отработанных растворов, механоэлектрический преобразователь с системой градулированного натяжения объекта, датчик температуры (3), регулируемые нагревательные элементы (4), нагревательные элементы опорного теплового режима (5).

Снаружи термостатируемой камеры находятся: штанга с укрепленным на ней гидравлическим манипулятором подачи микроэлектрода (6), катодный повторитель, стереоскопический микроскоп МБС-2 с осветителем (7), электротермометр. На камере установлены воронки Либиха с растворами, герметически закрытые сверху. Для подвода газовых смесей на задней стенке камеры имеется штуцер, с помощью которого под небольшим давлением через водяной затвор возможна подача соответствующей газовой смеси. Благодаря наличию больших поверхностей растворов внутри термостатируемого объема, довольно быстро происходит уравнивание парциальных давлений газов вне и в растворах, что довольно трудно достигнуть в камерах открытого типа.

Наиболее удачным расположением объекта в кювете является горизонтальное, как с точки зрения введения микроэлектрода в вертикальной плоскости, так и для полного покрытия объекта перфузирующим раствором. Однако такое расположение не всегда просто осуществить. В частности, при присоединении объекта к механотрону с помощью нити приходится располагать его под углом 20—30° к горизонтальной оси, или пропускать нить через сделанную в стенке кюветы прорезь, которая неизбежно вызывает постоянное подтекание растворов и является источником механических помех, передаваемых на механотрон. В данном устройстве в стенку кюветы запрессована втулка из гидрофобного материала (фторопласта). Через отверстие во втулке продета нить, одним концом закрепленная на объекте, а другим на механотроне. Таким образом, объект и нить оказываются расположенными горизонтально, причем нить движется во втулке совершенно свободно. Подбор размера отверстия и гидрофобные свойства материала внутри не дают возможность вытекать применяемым в исследованиях растворам, хотя препарат полностью погружен в раствор.

Микроэлектрод подводится к объекту извне через небольшое отверстие в покровном стекле, расположенном в непосредственной близости над кюветой с объектом. Размер отверстия выбран так, чтобы свободно пропускать электрод и в то же время не нарушать теплового режима камеры. Покровное стекло с высокими оптическими свойствами дает возможность хорошего обзора объекта и кончика микроэлектрода через микроскоп МБС-2. Взаимное расположение элементов в установке допускает оперативную смену кювет без конструктивных изменений, что позволяет проводить исследования самых различных объектов.

Исходя из требуемой для электрофизиологических исследований точности поддержания температуры, равной $\pm 0,1^\circ\text{C}$ в диапазоне 35—37°C [2] при температуре окружающей среды от 18 до 30°C и среднего рабочего объема камеры 12 л была создана специальная система терморегулирования, обеспечивающая исключительно низкий уровень электрических и механических помех. Для этого пришлось отказаться от контактных и тиристорных систем управления мощностями нагревателей. Была выбрана автоматическая система с плавным терморегулированием. В качестве нагре-

вательных элементов применены лампы накаливания, закрытые алюминиевыми радиаторами с прорезями для теплообмена.

Электрическая принципиальная схема устройства (рис. 2) состоит из мостовой измерительной схемы, усилителя, регулируемого источника питания нагревателей, нагревателей опорного теплового режима, нагревателей форсированного нагрева и блока питания. В измерительную схему входят: датчик температуры, стрелочный прибор, проградуированный в градусах Цельсия, элементы моста. Датчиком температуры является терморезистор кожного датчика, используемого в медицинских электротермометрах.

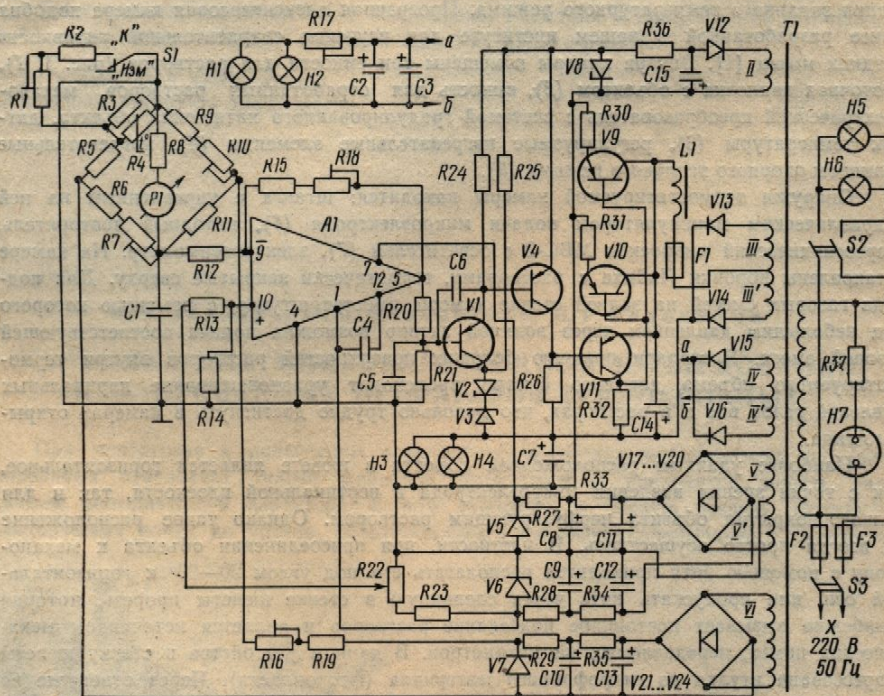


Рис. 2. Электрическая принципиальная схема установки.

Резисторы R (2, 3, 5, 6, 8, 9, 11—15, 19—21, 23—29, 32—35, 37) типа МЛТ 0,5 соответственно в кОм: 1,6; 15; 0,68; 0,12; 2; 0,12; 30; 120; 30; 2200; 0,68; 0,2; 3,3; 7,5; 2,7; 2; 0,22 0,33 0,22; 1,2; 0,39; 0,39; 0,39; 680; резистор R36 типа МЛТ-2 1,5 кОм; резисторы R30, 31 типа УЛИ 0,5 Ом; 1 Ом; резисторы R (1, 7, 10, 16, 22) — потенциометры типа ППЗ 220 Ом; 22 Ом; 220 Ом; 1 кОм; 1 кОм; резистор R18 — потенциометр типа СП1 МОм; резистор R17 — потенциометр типа ПП25 51 Ом; резистор R4 — терморезистор кожного датчика 0,815.5.182.002 медицинского термометра типа ТПМ-1. Конденсаторы С (1, 5, 6) — типа МБМ 1 мкФ (2 штуки параллельно); 0,1 мкФ; 0,05 мкФ; конденсатор С4 типа КМ 0,022 мкФ; конденсаторы С (2—3, 7, 8—13, 14, 15) типа К50-12 2000 мкФ, 25 В; 1000 мкФ, 25 В; 100 мкФ, 25 В; 200 мкФ, 50 В; 20 мкФ, 50 В. Диоды V (12, 13—16, 17—24) — типов КД105Б; Д242; Д226. Стабилитроны V (2—3, 5—6, 7, 8) — типа Д814А; Д814Б; Д818Е; Д814А. Транзисторы V (1, 4, 9—10, 11) — типа МП14; МП14; П216Б; П213Б. Микросхема А1 типа 1УТ401Б. Лампы накаливания Н (1—2; 3—4; 5—6) — 8 В, 15 Вт; 12 В, 15 Вт; 220 В, 15—25 Вт. Лампа неоновая ТН-02-Р10. Предохранители F (1, 2—3) типа ПМ-3 и ПМ-1. Дроссель L1 типа Д34-0,08-1,4. Переключатели S (1, 2—3) типа ПП1-2.

На одну диагональ моста подается стабилизированное напряжение питания со стабилизатора Д818Е, имеющего малый температурный коэффициент. С другой диагонали снимается напряжение разбалансировки моста, которое подается на усилитель, представляющий интегральную схему операционного усилителя. Переменным резистором R18, включенным в цепь обратной связи усилителя, устанавливают его коэффициент усиления, определяющий в конечном счете точность поддержания температуры. Источник питания нагревателей НЗ, Н4 представляет собой электронный стабилизатор напряжения компенсационного типа с последовательным включением

с нагрузкой регулируемых цепи обратной связи. Регулируемый усилитель поступает на вход опорным, полученным от пара

Источник обеспечивает нациях, не превышающих единичных элементов обладают тепловой мощностью к высокой температур

В систему терморегулирования теплоты, необходимой для нагрева. Остальное включены в систему регулирования условий теплообмена и теплового режима улучшенного теплообмена, подводимых к регулированию для модернизации температуры. Для ускоренного нагрева форсированного тока через двойной тумблер отключения подводящие не создают.

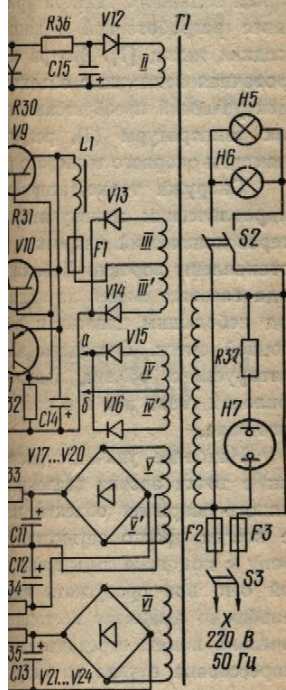
Блок питания устройства и фильтрации. Полученного стабилизатора, нагревателя и измерительного мостом S3, индикатором включения управления и регулирования переключатель S1 «калибровка» и служащие для градуировки устанавливают заданный температурный резистор R17, необходимый для имеет шкалу с отметками, что позволяет более оперативно температура достигается в течение 3

Опыт работы с предлагаемой установкой обладает высокими эксплуатационными значениями.

1. Нацук В. И., Кузнецов В. И. Исследования в физиологии животных объектов. — Физиол.
2. Углышев Р. И. Радиоэлектронные процессы. М.: Энергия, 1966.
3. Bonkowski I., Rution H. A. logy. — Experientia, 1976, 32.

Отдел физиологии кровообращения
Института физиологии им. А.
АН УССР, Киев

рис. 2) состоит из мостовой цепи питания нагревателей, форсированного нагрева и датчика температуры, стрелочный индикатор температуры моста. Датчиком температуры являются в медицинских электротер-



на МЛТ 0,5 соответственно в КОМ:
2; 2,7 0,22 0,33 0,22 1,2; 0,39;
K30, 31 типа УДН 0,5; Ом: 1 Ом;
М: 22 мкФ; 220 Ом; 1 КОМ; 1 Ом;
потенциометр типа ПП25 51 Ом;
медицинского термометра типа
параллельно; 0,1 мкФ; 0,05 мкФ
—13, 14, 15) типа К50-12 2200 мкФ.
0 В Дюды В (12, 13—16, 17—24)
— типа Д814А, Д814Б; Д818Б; Д814А.
13Б. Микросхема А1 типа 1УТ401Б.
В: 220 В 15—25 Вт. Лампа неоновая
—россель Л1 типа Д34-0,08-1,4. Пере-
2.

Поступила в редакцию
18. X 1979 г.