

УДК 611.813:815

В. А. Майский, В. Я. Фридлянский

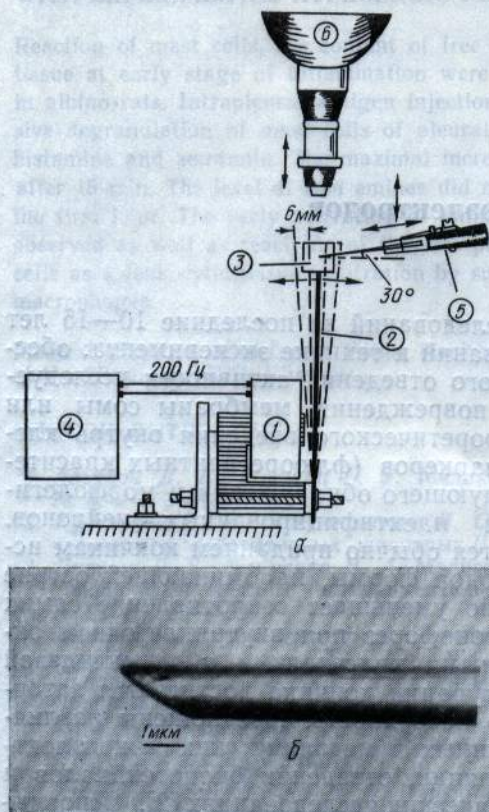
Метод быстрой заточки микроэлектродов с помощью вибрации

Развитие нейрофизиологических исследований за последние 10—15 лет характеризуется повышением требований к технике эксперимента: обеспечение длительного внутриклеточного отведения активности исследуемых нейронов без существенного повреждения мембраны сомы или дендрита, возможность микроионофоретического введения внутрь клеток фармакологических агентов и маркеров (флюоресцентных красителей, пероксидазы хрена) для последующего обнаружения и морфологического изучения физиологически идентифицированных нейронов. В наибольшей степени это достигается обычно приданием кончикам используемых в опытах микроэлектродов формы, напоминающей острие инъекционной иглы, что значительно уменьшает сопротивление самих микроэлектродов, облегчает микроионофорез при внутриклеточном окрашивании нейронов флюоресцентными красителями и пероксидазой хрена [1]. Получение такой конфигурации кончика достигается заточкой его при трении об абразивную поверхность. Предложены различные устройства для заточки стеклянных и металлических микроэлектродов, используемых при стимуляции, отведении биопотенциалов и микроионофорезе в электрофизиологических исследованиях [2]. Основными недостатками существующих устройств являются большая инерционность систем привода, радиальные и осевые биения рабочего инструмента (вращающегося диска или трубки с абразивной поверхностью). Все это затрудняет заточку микроэлектродов, диаметр кончиков которых менее 5 мкм, увеличивает брак, требует большого количества дорогого абразивного материала.

Нами было разработано устройство, не имеющее перечисленных выше недостатков. Оно состоит из жестко закрепленного электромагнита, упругого якоря возле его полюсов, прижатого одним концом к магнитопроводу, и пластины с абразивной поверхностью на другом свободном конце якоря. Устройство представляет собой электромагнитный вибратор. Для снижения потребляемой мощности и получения максимального размаха колебаний рабочего инструмента (якоря с абразивной пластиной) обмотка электромагнита питается переменным током частотой, равной частоте механического резонанса рабочего инструмента. Уменьшение потерь при перемагничивании сердечника достигается включением в цепь питания обмотки диодного выпрямителя.

На рисунке представлена схема устройства. В качестве электромагнита использовали реле типа РПТ-100 со снятыми контактами и якорем. Якорем здесь служит закрепленная на расстоянии 1—2 мм от полюсов упругая стальная пластина длиной около 60 мм, шириной 12 мм и толщиной 0,8 мм. В качестве стальной пластины можно использовать ножовочное полотно. Устройство включает генератор переменного тока, который питает вибратор. Частоту и выходное напряжение генератора можно регулировать. Микроэлектрод закрепляют в манипуляторе, который позволяет плавно подводить его под заданным углом к абразивной поверхности. Контроль за касанием кончика и за ходом заточки производят с помощью бинокулярного микроскопа при освещении абразивной поверхности сфокусированным светом.

Для заточки микроэлектродов подают напряжение на вибратор и регулируют частоту генератора до получения максимального размаха колебаний рабочего инструмента, что наблюдается при частоте его механического резонанса (200 Гц). Затем уменьшают выходное напряжение генератора до нуля. Закрепляют в манипуляторе микроэлектрод. Под контролем микроскопа подводят микроэлектрод под заданным углом к пластине и легко касаются его кончиком абразивной поверхности пластины. Затем плавно увеличивают напряжение генератора до получения выбранного размаха колебаний рабочего инструмента. Время заточки зависит от начального диаметра кончика, материала микроэлектрода, используемого абразива и скорости заточки (удвоенная частота, умноженная на размах колебаний). После окончания заточки плавно уменьшают напряжение питания вибратора, и



Устройство для заточки микроэлектродов:

а — схема устройства (1 — электромагнитный вибратор, 2 — рабочий инструмент, 3 — пластина с абразивной поверхностью, 4 — генератор переменного тока, 5 — манипулятор, 6 — микроскоп); б — микрофотография заточенного стеклянного микроэлектрода.

микроэлектрод отводят от абразивной поверхности. Визуально контролируют качество заточки микроэлектродов под оптическим микроскопом. Оптимальные экспериментально подобранные параметры: угол заточки — 30° , размах колебаний рабочего инструмента — 1–6 мм, время заточки — 5–30 с. При начальном диаметре кончика 1 мкм заточенный таким способом микроэлектрод имеет хорошую геометрическую форму (резкий скос профиля кончика), и диаметр широкой части его не превышает 1,5 мкм (см. рисунок). Однако, как правило, оптимальные значения указанных выше параметров (угла заточки, размаха колебаний пластины с абразивной поверхностью, частоты колебаний рабочего инструмента) устанавливают в каждом конкретном случае экспериментально в зависимости от начального диаметра кончика микроэлектрода и характеристики стекла. Заточку проводят на полированной алмазной пастой кварцевой пластинке или другом абразивном материале, закрепленном на платформе рабочего инструмента с помощью синтетического клея (БФ-2 и др.).

V. A. Maisky, V. Ya. Fridlyansky

A METHOD FOR RAPID BEVELLING OF MICROELECTRODES BY MEANS OF VIBRATION

The new technique is suggested for a rapid beveling of glass and metallic microelectrodes by means of ends' friction on the fine-grained surface of a quartz plate vibrating at a frequency of the mechanical resonance of the system.

A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev