

4. Optical spectroscopy and efficient continuous-wave operation near 2 μm for a Tm,Ho:KYW laser crystal / A.A. Lagatsky, F. Fusari, S.V. Kurilchik, V.E. Kisel, A.S. Yasukevich, N.V. Kuleshov, A.A. Pavlyuk, C.T.A. Brown, W. Sibbett // Appl. Phys. B. 2009. – Vol. 97, №2. – P. 321-326.
5. Femtosecond pulse operation of a Tm,Ho-codoped crystalline laser near 2 μm / A. A. Lagatsky, F. Fusari, S. Calvez, S. V. Kurilchik, V. E. Kisel, N. V. Kuleshov, M. D. Dawson, C. T. A. Brown, and W. Sibbett // Optics Letters. – 2010. Vol. 35, №2. – P. 172 – 174.
6. Thermal lensing and microchip laser performance of Ng-cut Tm³⁺:KY(WO₄)₂ crystal / M.S. Gaponenko, P.A. Loiko, N.V. Gusakova, K.V. Yumashev, N.V. Kuleshov, A.A. Pavlyuk // Appl Phys B. – 2012. Vol. 108. – P. 603–607.

УДК 612.424.4/615.82

ПРИМЕНЕНИЕ ВИБРАЦИИ ЭЛЕКТРОДА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ХАРАКТЕРОМ МОДУЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИОННЫХ ТОКОВ

Лабунь Е.И., Киселев М.Г.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

С целью повышения эффективности выполнения процедуры электростимуляции авторами [1] предложено осуществлять ее с использованием массажера ударно – фрикционного действия. В этом случае массажер подключается к персональному компьютеру с программным обеспечением для генерации и регистрации импульсных токов SpectraPro и блоку питания; для усиления импульсных токов применяется усилитель. На вращающемся валу массажера неподвижно посажена насадка, в которой консольно закреплены кожаные лопасти. На их свободных концах предусмотрены электроды, выполненные в виде легких металлических заклепок, питание которых обеспечивается с помощью токосъемного устройства. Второй электрод неподвижно закрепляется на теле пациента. При вращении лопасти прерывисто механически воздействуют на поверхность тела пациента, обеспечивая, с одной стороны, их массажное влияние, а с другой – изменяют режим протекания процесса электростимуляции за счет периодического прерывания электрической цепи между электродами.

На рисунке 1 показан экспериментальный комплекс, примененный в исследованиях. На станине 8 располагаются регулируемые подставки 9, на которые волонтер помещает руку 1 на которой жгутом фиксируется первый электрод 10 в области головки мышцы. К мышце с помощью магнитной стойки 3 подводится электромагнит со вторым электродом 2. Частота колебаний электромагнита регулируется при помощи генератора 5. Генерация электростимуляционных импульсных токов на электродах и их регистрация обеспечивается при помощи ПК 7 и специализированного ПО, а также звуковой карты 4 и усилителя 6. Благодаря оригинальной конструкции электромагнита, обеспечивается сообщать электрод колебательные смещения как в верти-

кальной, так и горизонтальной плоскостях, что, соответственно, воспроизводит ударное и фрикционное виды взаимодействия с поверхностью кожи человека.

Методика проведения экспериментов включала в себя последовательное выполнение следующих действий. Рука волонтера располагалась на регулируемых подставках в определенном положении, удобном для осуществлении процедуры, при этом тыльная сторона руки была направлена вверх, кисть расслаблена. В области головки мышцы локтевого сгибателя кисти фиксировался первый электрод. Второй электрод, смонтированный на электромагните, с помощью магнитной стойки подводился к зоне иннервации локтевого нерва таким образом, чтобы обеспечивался электрический контакт через тело волонтера между электродами в свободном положении электромагнита. Далее на электроды подавался импульсный ток синусоидальной формы с частотой 1 кГц. Согласно [2] электроды смачивались 10% раствором хлорида натрия для обеспечения наилучшего режима электроконтакта. Напряжение доводилось до уровня, соответствующего пороговому уровню мышечного сокращения (15-30В в зависимости от субъективных параметров волонтеров). После этого включался генератор колебаний электромагнита, генерирующий колебания с частотой 22-30 Гц для режима фрикционного воздействия, а затем и для ударного соответственно.

На рисунке 2 приведены импульсы, формы которых были получены при фрикционном воздействии (рисунок 3 – А), ударном (рисунок 5 – Б) и при использовании массажера ударно-фрикционного действия (рисунок 5 – В) с частотой вращения насадки $N=200 \text{ мин}^{-1}$, расстояние от поверхности тела до оси вращения насадки составляло 65 мм.

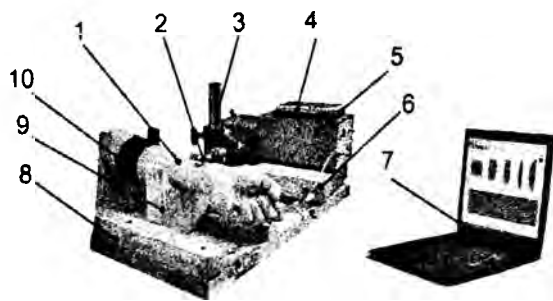
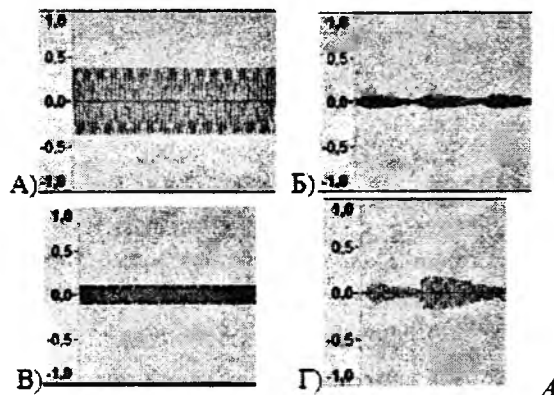


Рисунок 1 - Блок-схема примененного в исследованиях экспериментального комплекса



– исходный сигнал, Б – ударное воздействие, В – фрикционное воздействие, Г – ударно-фрикционное воздействие

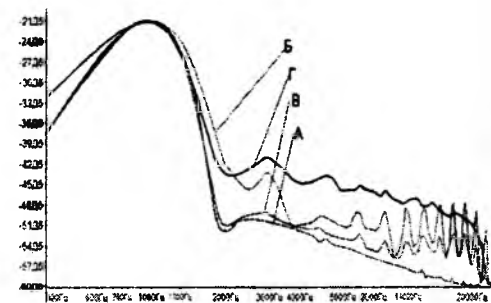
Рисунок 2 – Форма импульсов при различных условиях механической модуляции

В результате обработки полученных экспериментальных данных и их последующего анализа установлено, что фрикционное воздействие вносит незначительный вклад в модуляцию импульса, изменение амплитуды в отдельных случаях составляет не более 10%, что может быть вызвано изменением расстояния от области наилучшего контакта электрода до места расположения. В целом, фрикционное воздействие, с точки зрения эффективности проведения процедуры электростимуляции и субъективных ощущений волонтеров, не отличается от традиционной процедуры со статичными электродами.

Ударное воздействие имеет значительно более сложную форму модулируемого импульса, имеются области нарастания амплитуды, области стабильного максимального значения и её угасания. Таким образом имеются области переходных процессов. Субъективные ощущения волонтеров значительно отличаются от статического режима: чувствуются прерывания в подаче импульсного тока. Однако выраженный анальгетический эффект отсутствует. Применение массажера ударно-фрикционного

действия позволяет получить импульсы более сложной, по сравнению с ударным воздействием, формы импульсов: не выражена продолжительная область с постоянным значением амплитуды импульсного тока, на всей продолжительности импульса имеются области переходных процессов.

Спектральные характеристики импульсных токов, которые показаны на рисунке 3, также значительно отличаются. Спектр частот при ударно-фрикционном воздействии имеет равномерное заполнение в области частот свыше 1кГц. Это свидетельствует о наличии более широких возможностей по модуляции импульсных токов данным видом механического воздействия, относительно ударного или фрикционного.



А – исходный сигнал, Б – ударное воздействие, В – фрикционное воздействие, Г – ударно-фрикционное воздействие

Рисунок 3 – Спектральные характеристики импульсных токов

Таким образом, применение массажера ударно-фрикционного действия при проведении процедуры электростимуляции помимо механического воздействия на тело человека, создает сложную по виду модуляцию формы импульсного электростимуляционного тока, что вызывает её периодическое деформирование при котором поверхностный слой находится в напряженном состоянии и наличие постоянных переходных процессов при осуществлении электростимуляции. При этом формой модулированного тока можно целенаправленно управлять за счет изменения частоты вращения лопастей, их количества и натяга.

1. Осипов, А.Н. Экспериментальная оценка анальгетического эффекта при сочетанном воздействии электростимуляции и ударно-фрикционного массажа/ А.Н. Осипов, М.Г. Киселев, Е.И. Лабунь//Научный журнал «Доклады БГУИР», Мн.: БГУИР, 2012. – №5. Стр. 5-8.
2. Бабаянц Р. С. Справочник фельдшера / Р. С. Бабаянц, Н. Н. Бажанов, К. В. Бунин и др / М.: Медицина, 1983 г.