

Полученные результаты лечения уникальными природными факторами санатория «Радон» позволяют объективно доказать мощный эффект радонотерапии и грязелечения при различной патологии. Сочетанные методики применения уникальных природных факторов и других физических методов показывают высокие клинические результаты, с минимальным количеством побочных реакций. Огромный клинический опыт применения природных факторов в лечении различных заболеваний показывает более высокий терапевтический эффект, чем от применения дорогостоящих фармакологических препаратов, что также имеет огромное значение со стороны экономической обоснованности их применения.

Литература

1. Гусаров И. И. Радонотерапия // Медицина//2000// Библиотека практикующего врача .
2. Карпухин М.В., Ли А.А., Гусев М.Е. «Радонотерапия» .М.:Медицина.
3. Епифанов В.А., Ролик И.С., Епифанов А.В. «Остеохондроз позвоночника (диагностика, лечение, профилактика)», Минск, 2000.
4. Жарков П.П. «Остеохондроз и другие дистрофические изменения у взрослых и детей». Минск, 1994.
5. Кузнецов В.Ф. «Вертеброневрология», Минск, 2004.
6. Алексеев В.В. Лечение люмбосимпатического синдрома. Рига.2003.
7. Кузин А.М. Идеи радиационного гормезиса в атомном веке. М.: Наука, 1995. 198 с.
8. Жуков И.М. Остеохондроз позвоночника. Руководство для врачей, 2001.
9. Кель А.А., Баучидзе, О.М., Волошин В.П., Евсеев С.А., Секирин А.Б. Вытяжение при дискогенной патологии. М.:Медицина.
10. Попелянский Я.Ю. Болезни периферической нервной системы. М.: Медицина 1985.
11. Ярмоненко С.П. Низкие уровни излучения и здоровье: радиобиологические аспекты // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2000. Т. 45. № 3. С. 5-32.
12. Бекман И.Н. «Курс лекций» Ядерная медицина. Радонотерапия.
13. Матюхин В.А., Разумов А.Н. «Экологическая физиология человека и восстановительная медицина», М.:Медицина, 2009.
14. В.С. Улащик, Отчет о научно-исследовательской работе «Паспортно-аналитические данные питьевой минеральной воды филиала «Санаторий «Радон» ОАО «Белаягроздравица» (скважина №1-р)», Минск, 2015.

КАВИТАЦИЯ В СУСПЕНЗИЯХ И ГЕЛЕВЫХ ИМИТАТАХ БИОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Н.В. Дежкунов¹, А. В. Котухов¹, Ф. Каллигарис², А.Л. Николаев³

¹*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки 6, 220013, Минск, Беларусь, dny@bsuir.by*

²*Триестский университет, 34127, Триест, Италия*

³*Московский государственный университет им. М. Ломоносова, г. Москва, РФ*

Cavitation noise spectra and sonoluminescence generated by high intensity focused ultrasound (HIFU) have been recorded at different stages of the cavitation zone development. It has been shown that the onset of the sonoluminescence (SL) emission is accompanied normally by the onset of the second and higher harmonics. From the results obtained it is concluded that the different stages of the HIFU cavitation zone development in suspensions of cancer cells could be identified by means of spectral analysis of the acoustic emission from the cavitation zone.

В последние годы интенсивно расширяются исследования воздействия мощного и, в частности, фокусированного ультразвука на процессы в биологических структурах в докавитационном и кавитационном режимах озвучивания.

В литературе имеются сведения о широком спектре биологических эффектов в акустических полях в кавитационном и режиме [1,2]: 1) повышение скорости роста клеток

и размножения бактерий, 2) повышение проницаемости мембран клеток (сонопорация) без существенного воздействия на жизнедеятельность клетки, 3) подавление роста и размножения клеток, 4) разрушение клеток без возможности восстановления их функций.

Противоречивость результатов в значительной мере затрудняет разработку соответствующих методов терапии. Другим сдерживающим фактором является отсутствие надежных методов детектирования кавитации в биологических тканях, что не позволяет однозначно установить связь кавитации с биологическими эффектами ультразвука и выявить особенности воздействия различных типов кавитации.

В данной работе впервые выделено четыре стадии развития кавитационной области, отличающиеся характеристиками кавитационных эффектов – звуколюминесценции, кавитационного шума и поглощения ультразвука в кавитационной области.

Детальное описание использовавшейся установки и методики приведено в работах [3]. Рабочая емкость представляет собой цилиндр из нержавеющей стали диаметром 100 мм и высотой 160 мм. Пьезокерамический фокусирующий излучатель вмонтирован в днище емкости. Резонансная частота пьезоэлемента $f_0 = 720$ кГц. На уровне фокального пятна излучателя в боковой поверхности емкости выполнено окно, в котором установлен фотоумножитель PhillipsXP1110 со световодом диаметром 20 мм. Гидрофон помещен за фокальным пятном на расстоянии 2,5 см.

Выходные сигналы фотоумножителя L и гидрофона Н (после предварительного усиления) подавались на многоканальный цифровой осциллограф Hewlett Packard 54601A. Для записи спектров акустического сигнала, принимаемого гидрофоном, использовался анализатор спектра Hewlett Packard E4411B.

Одновременно регистрировались выходной сигнал фотоумножителя L и сигнал, снимаемый с гидрофона Н от времени t при плавном увеличении напряжения U на излучателе. Анализ полученных данных позволил выделить следующие основные стадии развития кавитационной области. На первом этапе выходной сигнал гидрофона увеличивается линейно со временем и синхронно с увеличением напряжения на излучателе. При возникновении звуколюминесценции (вторая стадия) меняется характер кривой Н(t), а именно: появляется значительный разброс сигнала, записываемого осциллографом. При некотором критическом значении напряжения U наклон зависимости L(t) изменяется скачком, т.е. скорость роста интенсивности ЗЛ резко увеличивается – третья стадия. Быстрый рост интенсивности ЗЛ сопровождается соответствующим быстрым падением выходного сигнала гидрофона Н, что обусловлено увеличением поглощения ультразвука.

Увеличение поглощения ультразвука в этом режиме связано, по-видимому, с началом размножения кавитационных пузырьков по механизму цепной реакции, описанному в работе [4]. После быстрого роста интенсивность ЗЛ стремится к некоторому предельному значению и затем начинает уменьшаться. В последнем режиме визуально наблюдается образование больших стабильных пузырьков.

Таким образом можно выделить 4 стадии развития кавитационной области в поле фокусирующего излучателя: 1 - возникновение пузырьков и их пульсации без генерирования звуколюминесценции; 2 - возникновение свечения и медленный рост интенсивности ЗЛ при слабом увеличении поглощения ультразвука; 3 - быстрый (часто скачкообразный) рост интенсивности ЗЛ, сопровождающийся быстрым ростом увеличения поглощения ультразвука в кавитационной области; 4 - состояние насыщения кавитационной области, в котором интенсивность ЗЛ уменьшается с ростом интенсивности ультразвука.

На рисунке 1 приведены спектры кавитационного шума для различных интенсивностей ультразвука, соответствующих описанным выше стадиям развития кавитационной области.

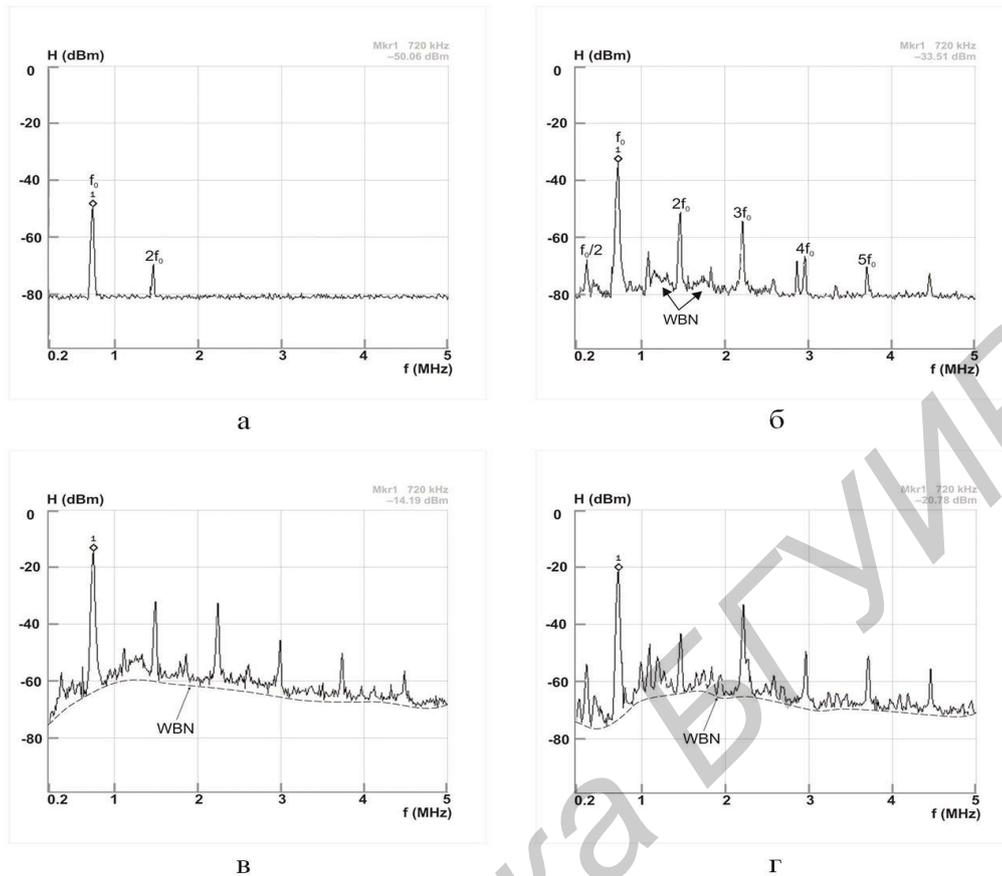


Рисунок 1 – спектры акустического сигнала для различных стадий развития кавитационной области: а - 1я, б - вторая, в - третья, г – четвертая стадии развития кавитационной области. Период следования импульсов ультразвука $T=100\text{ms}$, длительность импульсов ультразвука $\tau = 3\text{ms}$. Температура жидкости при регистрации спектров - $21\pm 2^\circ\text{C}$. Маркером отмечена основная частота - $f = 720\text{ кГц}$, штриховой линией показан уровень широкополосного шума – WBN (wide band noise).

При интенсивности ультразвука ниже порога кавитации в спектре представлена только основная частота f_0 (на рисунке не показано). Гармоника $2f_0$ появляется до возникновения ЗЛ (рис. 1а). Соответствующий звуковой сигнал генерируется, вероятно, в результате нелинейных пульсаций кавитационных полостей с относительно небольшой амплитудой.

Появление в спектре акустического сигнала гармоник $3f_0$, $4f_0$ и более высоких (рис. 1б) связано, по-видимому, с возникновением нелинейно пульсирующих полостей и существенным увеличением их объемной концентрации. Одновременно появляется и субгармоника $f_0/2$, а также частоты $nf_0/2$, где $n=2, 3, 4$ и т.д. Увеличение интенсивности ультразвука приводит к дальнейшему расширению спектра в сторону высокочастотных составляющих и возникновению широкополосного шума (WBN).

Третья стадия характеризуется быстрым ростом интенсивности высокочастотных гармоник и широкополосной составляющей (рис. 1в). На четвертой стадии существенно увеличивается интенсивность субгармоники $f_0/2$ (рис. 1г), а вблизи субгармоники и частот $nf_0/2$ слева и справа появляются дополнительные частоты. Важной особенностью эволюции кавитационной области при переходе от стадии 3 к стадии 4 является уменьшение интенсивности сигнала на частоте f_0 , несмотря на увеличение излучаемой мощности.

Последнее указывает на значительное увеличение поглощения ультразвука в кавитационной области.

Увеличение объемной концентрации пузырьков в кавитационной области выше некоторой оптимальной и образование больших полостей – два фактора, способствующих снижению эффективности преобразования и концентрации энергии ультразвука при их захлопывании [5], что и приводит к уменьшению интенсивности ЗЛ на 4-й стадии развития кавитационной области. Из представленных выше данных следует, что спектральные характеристики кавитационного шума кардинально различаются для каждой из упомянутых выше стадий развития кавитационной области. Последнее обстоятельство позволяет надежно идентифицировать упомянутые выше стадии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Триестского университета (Италия), Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и Российского фонда фундаментальных исследований.

Литература

- 1 F. Ahmadi et.al. Bio-effects and safety of low-intensity, low-frequency ultrasonic exposure. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. V.108, 2012, 119-138;
2. T.J. Mason. Therapeutic ultrasound: an overview. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2011, p. 847-852.
3. Н.В. Дежкунов, А.В. Котухов, В.А. Столер, В.А. Колтович, А.Л. Николаев. Влияние импульсного модулирования ультразвукового поля на динамику развития кавитационной области и активность кавитации // Доклады БГУИР. 2012. №2 .-С. 92-98.
4. Сиротюк М. Г. Акустическая кавитация. М.: Наука, 2008. 271С.
5. N.V. Dezhkunov, A. Francescutto, F. Calligaris, A.L. Nikolaev. The Evolution of a Cavitation Zone in a Focused Ultrasonic Field. *Technical Physics Letters*, 2014, Vol. 40, No. 8, pp. 712–715.

СПОСОБ ТРЕНИНГОВОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПСИХОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

О.В. Павловская, А.Г. Давыдовский

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул.П.Бровки,6, БГУИР, каф. ИПиЭ, 220013, тел. +375296635527, e-mail: pavlovolga@mail.ru,
+375291753819, e-mail: agd2011@list.ru.*

Abstract. New research results of psycho-physiological state of autotransport drivers were presents in this article. The reliability of drivers is damaded by stress factors in professional causes. The conceptual model of informational system for driver reliability assesment at informational stress was proposed. This conceptual model consist ten complex modules. Possible informational system may be usefull as well for monitoring of functional state of autotransport driver, as for correction it at stress in professional causes.

Целью работы является обоснование способа тренинговой оптимизации функциональной надежности водителей автотранспортных средств на основе информационных психодиагностических технологий.

Объекты и методы экспериментального исследования. Объектами исследования были 20 мужчин и женщин в возрасте от 18 до 57 лет. Все участники были заранее проинформированы о цели и содержании исследования. Для исследования динамики показателей психофизиологических характеристик был использован аппаратно-программный комплекс (универсальный психодиагностический комплекс (АПК УПДК-МК), производства ЗАО «Нейроком») (РФ). В настоящее время УПДК-МК широко применяется для психофизиологического тестирования курсантов автошкол, а также оценки