

В результате работы были идентифицированы параметры рассматриваемой модели, при которых достигается экспериментально наблюдаемое явление гистерезисной зависимости между воздействующей силой и материалом.

Список литературы

1. **On the Hysteretic Bouc—Wen Model** / Fayc, Al Ikhouane and Jos 'E Rodellar // *Nonlinear Dynamics*, 2005. — С. 63—78.

2. **Dynamical Model of Elastic-plastic Hysteresis in Fullerenes Film** / В.М. Darinsky, М.Е. Semenov, А.М. Semenov, Р.А. Meleshenko.

3. **Красносельский М.А., Покровский А.В.** Системы с гистерезисом. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. — С. 13—14.

ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНОГО ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЙ АМПЛИТУД КОЛЕБАНИЙ КОЖНОГО КРОВОТОКА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОККЛЮЗИОННОЙ ПРОБЫ

*The Use of Adaptive Wavelet Analysis to Assess Changes of Amplitude Oscillation
in Skin Blood Flow During Occlusion Test*

Жарких Е.В., Жеребцова А.И.

Государственный университет — учебно-научно-производственный комплекс, г. Орел
Жарких Е.В. — студентка кафедры «Приборостроение, метрология и сертификация»,
Жеребцова А.И. — стажер-исследователь научно-образовательного центра
«Биомедицинская инженерия», науч. рук. к.т.н., доцент Дунаев А.В.

Аннотация

Анализируются возможности применения адаптивного вейвлет-анализа для оценки изменений колебаний кожного кровотока при проведении окклюзионных проб. Рассматриваются основные преимущества данного подхода при исследовании кожного кровотока.

В настоящее время при исследовании системы микроциркуляции крови (МЦК) применяют различные технологии, но особенно широкое применение получили оптические неинвазивные технологии, среди которых выделяют лазерную доплеровскую флоуметрию (ЛДФ). При этом колебательный процесс, регистрируемый при функциональной диагностике этим методом, является результатом наложения колебаний, обусловленных различными активными и пассивными факторами. В настоящее время выделяют несколько частотных диапазонов колебаний кровотока: эндотелиальный (0,0095—0,02 Гц), нейрогенный (0,021—0,046 Гц), миогенный (0,047—0,145 Гц), дыхательный (0,2—0,4 Гц) и сердечный (0,8—1,6 Гц). Для вычисления амплитудно-частотного спектра (АЧС) в настоящее время используют различные алгоритмы, но для анализа нестационарных во времени ЛДФ-грамм наиболее удобен адаптивный вейвлет-анализ на основе комплекснозначного вейвлета Морле. Преимуществом данного алгоритма при исследовании МЦК является возможность обеспечения дву-

мерной развертки ЛДФ-сигнала по частоте и времени, что позволяет изучать реакции системы МЦК на различные функциональные нагрузочные тесты (окклюзионные, постуральные, тепловые, электростимуляционные и др.).

Целью данной работы явилась оценка возможности применения адаптивного вейвлет-анализа кожного кровотока при функциональной диагностике периферических сосудов с помощью окклюзионной пробы (ОП). Экспериментальные исследования были проведены при помощи канала ЛДФ лазерного анализатора микроциркуляции крови «ЛАКК-02» (ООО НПП «ЛАЗМА», Москва). Световодный зонд устанавливался на двух топографо-анатомических участках кожи, расположенных на вентральных поверхностях дистальной (точка 1) и проксимальной (точка 2) фаланг среднего пальца правой руки. В исследованиях приняли участие 28 условно здоровых добровольцев в состоянии физического и психического покоя с предварительной адаптацией испытуемых к температуре помещения 23—25 °С. Исследование включало в себя регистрацию базового

теста ЛДФ-граммы в течение 4 мин, артериальную окклюзию в течение 3 мин и регистрацию постокклюзионного периода в течение 6 мин. Таким образом, общая длительность исследования одного испытуемого составила 13 мин. После проведения экспериментов участки пред- и постокклюзионных периодов зарегистрированных ЛДФ-грамм подвергались вейвлет-анализу с использованием программы LDF 3.0.2.384.

Анализ полученных данных выявил существенные различия между амплитудами колебаний кровотока в начальном и постокклюзионном периодах. При обработке данных, собранных в точке 1, по критерию Манна—Уитни были выявлены существенные различия по уровню 0,05 между нормированными на 3σ амплитудами колебаний до и после окклюзии в миогенном, дыхательном и сердечном диапазонах. При аналогичной обработке данных, собранных в точке 2, были также выявлены существенные различия между колебаниями до и после окклюзии во всех частотных диапазонах. Причина различий в результатах может быть связана с наименьшим физиологическим разбросом параметров МЦК в точке 2 ввиду меньшего количества артериоло-венулярных

анастомозов (АВА). При нормировании амплитуд на среднее значение перфузии различий ни в одной из исследуемых точек не выявлено.

Кроме того, данный метод позволяет проанализировать процессы адаптации МЦК в динамике. Так, например, для одного из добровольцев в точке 1 на 11 с после снятия окклюзии амплитуда миогенных колебаний (A_M) составила 0,81 пф. ед., к 43 с уменьшилась до 0,01 пф. ед., а к 5 мин 42 с увеличилась до 1,25 пф. ед. В точке 2 на 14 с постокклюзионного периода A_M составила 0,78 пф. ед., к 26 с уменьшилась до 0,05 пф. ед., а к 3 мин 34 с увеличилась до 0,96 пф. ед. Данный анализ наглядно демонстрирует, что в начале постокклюзионного периода наблюдается резкое нарастание миогенных колебаний вследствие вазомоторной регуляции с последующим их спадом и дальнейшим восстановлением до исходного уровня.

Таким образом, метод адаптивного вейвлет-анализа позволяет отслеживать динамику изменений амплитуд колебаний кожного кровотока в исследуемых частотных диапазонах, что повышает информативность функциональной диагностики периферических сосудов при проведении различных провокационных тестов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССОВ В ЗОНЕ ТРЕНИЯ СФЕРИЧЕСКОЙ ОПОРЫ ОТ СОСТОЯНИЯ ЕЕ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Experimental Study of the Electrical Parameters of the Process in the Friction Zone Spherical Bearing on the State of its Working Surfaces

Жидков А.В., Жильцов М.П., Мишин В.В.

ФГБОУ ВПО «Государственный университет — УНПК», г. Орёл

Жидков А.В. — аспирант кафедры ПМиС специальности «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»; Жильцов М.П. — студент кафедры ПМиС, науч. рук. к.т.н., доцент Мишин В.В.

Аннотация

В данной работе приводятся результаты экспериментальных исследований электрических параметров процессов, полученных из зоны трения сферических деформированных и недеформированных опор.

Износ в зоне контакта взаимодействующих деталей является основной причиной понижения эффективности функционирования трибосопряжений и вызывает его разрушение. Трение как один из главных составляющих факторов существенно влияет на износ и энергетическую диссипацию трущихся поверхностей.

Наиболее эффективным способом уменьшения износа и предотвращения разрушения трибосопряжений считается уменьшение коэффициента трения путем добавления в зону контакта смазочного материала. Наряду с указанным способом комбинированно с ним также контролируют коэффициент трения на стадии