

Редакционный совет
Голенков В.А. д-р техн. наук, проф., председатель
Радченко С.Ю. д-р техн. наук, проф., зам. председателя
Борзенков М.И. канд. техн. наук, доц., секретарь
Астафьев П.А. д-р юрид. наук, проф.
Иванова Т.Н. д-р техн. наук, проф.
Киричек А.В. д-р техн. наук, проф.
Колчунов В.И. д-р техн. наук, проф.
Константинов И.С. д-р техн. наук, проф.
Новиков А.Н. д-р техн. наук, проф.
Попова Л.В. д-р экон. наук, проф.
Степанов Ю.С. д-р техн. наук, проф.

Редколлегия
Главный редактор
Степанов Ю.С. д-р техн. наук, проф., заслуженный деятель науки Российской Федерации
Заместители главного редактора
Гордон В.А. д-р техн. наук, проф.
Киричек А.В. д-р техн. наук, проф.
Подмастерьев К.В. д-р техн. наук, проф.
Члены редколлегии
Бабичев А.П. д-р техн. наук, проф.
Вдовин С.И. д-р техн. наук, проф.
Дмитриев А.М. д-р техн. наук, проф., член-кор. РАН
Емельянов С.Г. д-р техн. наук, проф.
Зубарев Ю.М. д-р техн. наук, проф.
Зубчанинов В.Г. д-р физ.-мат. наук, проф.
Иванов Б.Р. д-р техн. наук, проф.
Колесников К.С. д-р техн. наук, проф., академик РАН
Копылов Ю.Р. д-р техн. наук, проф.
Коридорф С.Ф. д-р техн. наук, проф.
Малинин В.Г. д-р физ.-мат. наук, проф.
Мулюкин О.П. д-р техн. наук, проф.
Осадчий В.Я. д-р техн. наук, проф.
Панин В.Е. д-р техн. наук, проф., академик РАН
Распопов В.Я. д-р техн. наук, проф.
Смоленцев В.П. д-р техн. наук, проф.
Ответственный за выпуск
Григорьева О.Ю.

Адрес редакции
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
(4862) 41-98-48, 55-55-24, 41-98-03,
43-48-90
www.gu-uppk.ru
E-mail: met_lit@ostu.ru

Зарег. в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций. Свидетельство: ПИ № ФС77-35719 от 24 марта 2009 года

Подписной индекс 29504
по объединенному каталогу «Пресса России»

© Госуниверситет – УНПК, 2011

Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии

Учредитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс» (Госуниверситет-УНПК)

Содержание

Естественные науки

Фоминова О.В., Барбашова Т.А., Чернышев В.И. Виброзащитная система с управляемым динамическим гасителем.....	3
Александров М.В. Анализ влияния нестационарной тепловой конвекции расплава на интенсивность теплообмена между затвердевающей отливкой и литейной формой.....	12
Ермошенко Ю.В., Большаков Р.С., Абросимова Ю.О. Динамическое гашение колебаний в системах с сочленениями.....	17
Петрова В.Ю. Статистическое моделирование электромагнитной совместимости электроэнергетических объектов.....	25
Елисеев С.В., Хоменко А.П. Математические модели механических систем с г-образными динамическими гасителями колебаний.....	30

Моделирование технологических процессов

Грибовский А.А. Автоматизация поиска деталей-аналогов на базе трехмерных моделей...	43
---	----

Конструирование, расчеты, материалы

Игнатова А.М., Артемов А.О., Игнатов М.Н., Ханов А.М. Изучение структурных изменений симиналов при деформации и разрушении методом акустической эмиссии.....	50
Химухин С.Н., Теслина М.А., Астапов И.А., Гостищев В.В. Формирование дефектов и изменение свойств металла отливок при внешней обработке расплава АЛ9.....	61

Машиностроительные технологии и инструменты

Агеенко А.В. Методика настройки параметров УЧПУ токарных станков для обеспечения заданной точности контура детали.....	67
Бабичев А.П., Иванов В.В. Нанесение вибрационного твердосмазочного механохимического покрытия на внутреннюю поверхность гильзы гидроцилиндра из титанового сплава ВТ-20.....	73
Кудряшов Е.А., Лунин Д.Ю., Павлов Е.В. Преимущества лезвийной технологии обработки деталей инструментом из композита.....	77
Смоленцев В.П., Коровин А.А. Изготовление турбулизаторов в каналах охлаждения жидкостных ракетных двигателей.....	81

Инновации и кадры в машиностроении

Мулюкин О.П. Выбор научной карьеры. Инновационный подход.....	90
Морозова А.В., Егоров М.В. Проектирование системы конкурентных преимуществ специалистов в области технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования.....	96

Приборостроение и биотехнические системы

Тютякин А.В., Семашко Е.А., Демидов А.В., Силаев П.П. Функциональная модель исследования алгоритмов сжатия изображений в системах технической диагностики.....	102
Лобанова В.А., Воронина О.А. Электронные и виртуальные средства контроля качества нефтепродуктов.....	109
Дунаев А.В., Иножарская О.В., Шураева Е.В. Исследование возможностей лазерной допплеровской флюметрии для оценки эффективности применения ортопедических средств.....	114

Испытания, контроль, диагностика и управление качеством

Марков В.В. Методы и средства контроля, исследований и анализа смазочных материалов: результаты патентных исследований.....	121
Кобзев И.О., Подмастерьев К.В. Моделирование скорости термической деструкции смазочного материала в подшипнике качения.....	130
Коридорф С.Ф., Костин М.С. Исследование нелинейных свойств машинного масла.....	135
Анцифорова Е.В., Паходкин Е.В. Экспериментальные исследования характера изменения диагностических параметров в процессе формирования модифицированных слоев на рабочих поверхностях пар трения.....	141
Пузырев С.Г., Сычев С.Н. Способы определения адгезии на поверхностях металлов методом ВЭЖХ.....	148

А.В. ДУНАЕВ, О.В. ИНОЖАРСКАЯ, Е.В. ШУРАЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЛАЗЕРНОЙ ДОПЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

В работе исследованы возможности лазерной доплеровской флоуметрии для оценки эффективности применения ортопедических средств на основе микросфер. На основании анализа полученных результатов сделаны выводы о перспективности использования лазерной доплеровской флоуметрии для индивидуализации применения ортопедических средств по критерию достижения эффекта стимуляции системы микроциркуляции крови.

Ключевые слова: лазерная доплеровская флоуметрия; ортопедические средства; микроциркуляция крови.

Современный рынок товаров для здоровья широко представлен различными ортопедическими средствами, как бытового назначения, так и для использования в медико-профилактических и реабилитационных целях для коррекции и предупреждения патологий системы микроциркуляции крови (болезнь Рейно, вибрационная болезнь), последствий травм и переломов, нарушений венозного оттока и других патологических состояний. Однако проблема индивидуализации применяемых ортопедических средств носит по-прежнему актуальный характер.

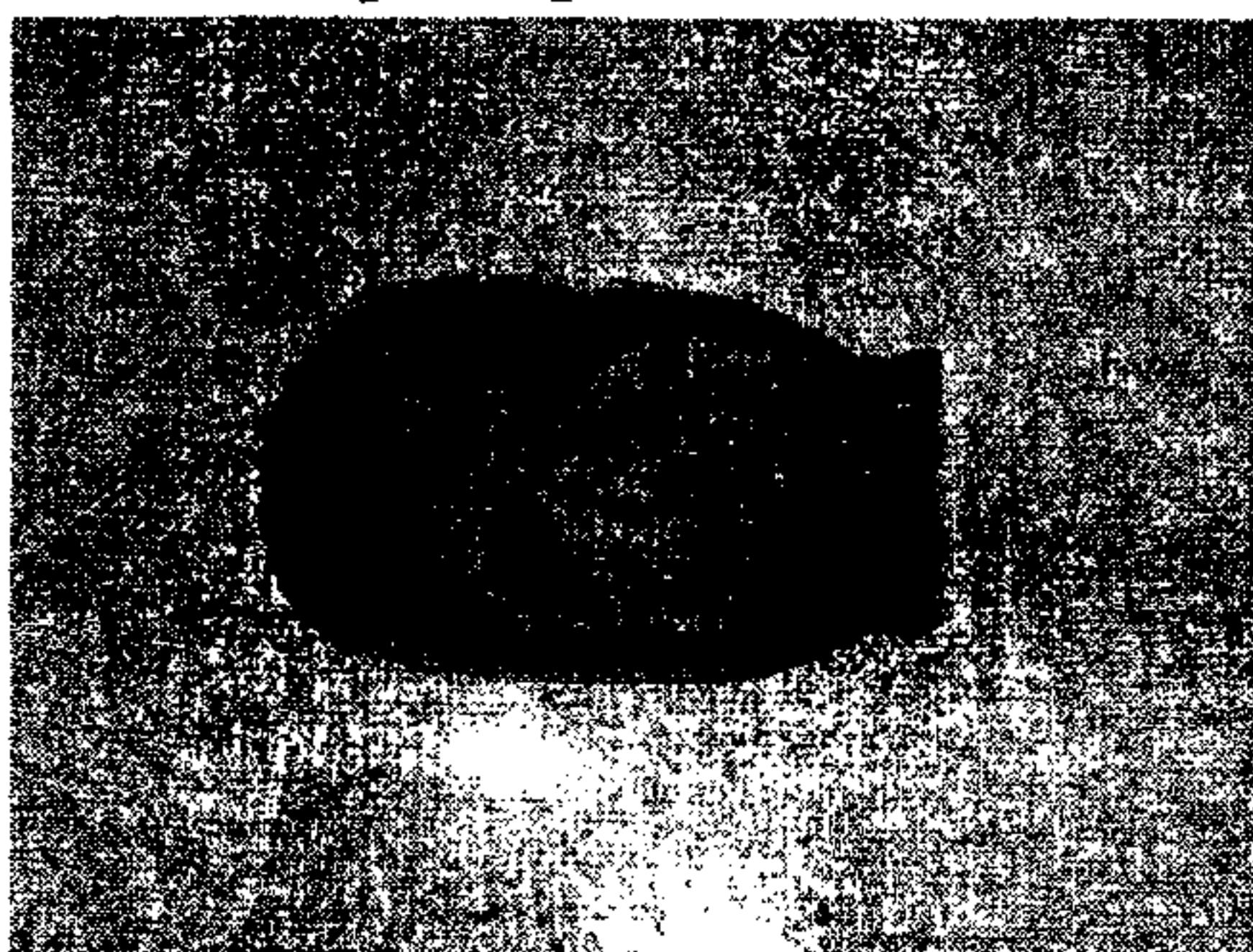


Рисунок 1 – Ортопедическое средство на основе микросфер (варежка) фирмы «Альсария»

Очевидно, что эффективность применения того или иного ортопедического средства связана с особенностями его конструкции и свойствами наполнителя. В качестве объекта исследования эффективности применения были выбраны ортопедические изделия фирмы «Альсария» с наполнителем из микросфер, обладающие рядом особенностей [1].

Ортопедическое средство в виде варежки, представленное на рисунке 1, характеризуется тем, что содержит два чехла, размещенные один в другом, и наполнитель, который является смесью из микростеклосфер (микросфер) из натриевоборосиликатного стекла размерами 15-200 мкм и микростеклосфер из калий-натриевого стекла размерами 50-160 мкм с кремнийорганическим покрытием. Структура смеси микростеклосфер во внутреннем чехле показана на рисунке 2 [2].

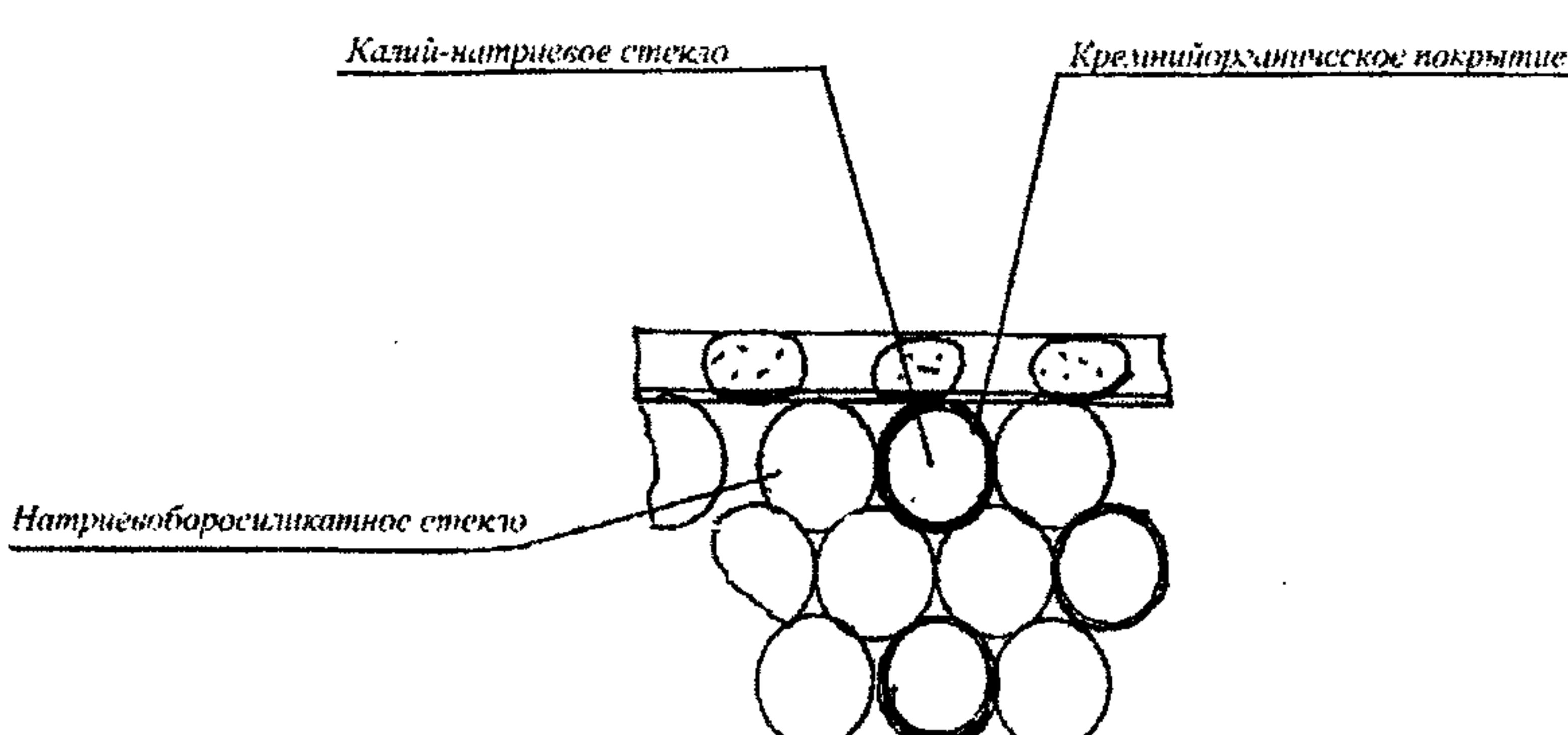


Рисунок 2 – Структура смеси микростеклосфер во внутреннем чехле

Диапазоны размеров микростеклосфер каждого вида определены технологией их производства. Среднестатистические размеры микростеклосфер разных видов приблизительно равны между собой, что обеспечивает однородность смеси при её получении и повышает эффект псевдожидкости смеси во время использования ортопедического средства. Отражающее покрытие внутренней стороны внутреннего чехла также способствует уменьшению трения микростеклосфер о поверхность ткани, что тоже повышает подвижность ортопедического изделия.

Ортопедические средства на основе микросфер обладают рядом специфических свойств, сочетание которых даёт множество положительных эффектов, в первую очередь связанных со стимуляцией системы микроциркуляции крови.

Свойство псевдожидкости, позволяющее потребителю испытывать состояние псевдоневесомости.

В замкнутой оболочке изделия (например, варежки) находится наполнитель, свойства которого очень схожи со свойствами жидкости, такими, как внутренний коэффициент трения (или вязкость) – это значит, что наполнитель не оказывает никакого сопротивления изменению формы при неизменном объёме; способность при воздействии внешнего давления передавать это давление по всем направлениям одинаково. Эти свойства приводят к эффекту псевдоплавания (псевдоневесомости), благодаря которому улучшается кровоснабжение органов и тканей, дополнительное раскрытие капилляров, то есть происходит стимуляция системы микроциркуляции крови, а улучшение трофики позволяет репаративным процессам протекать более интенсивно. Создавая состояние псевдоневесомости, ортопедическое изделие приводит к максимальному расслаблению мышц.

Способность накапливать инфракрасное тепло человеческого тела.

Поскольку тело человека излучает инфракрасную энергию в диапазоне приблизительно 3-50 мкм с пиком в 9,6 мкм, при воздействии на организм инфракрасной энергии с длиной волны 9,6 мкм имеет место явление активного поглощения телом внешней энергии (так называемое резонансное поглощение). В результате этого воздействия повышается потенциальная энергия клеток организма, и из них будет уходить несвязанная вода, повышается деятельность специфических клеточных структур, растет уровень иммуноглобулинов, увеличивается активность ферментов и эстрогенов, происходят и другие благоприятные биохимические реакции. Это характерно для всех типов клеток организма и крови. Инфракрасное излучение проникает в ткани организма глубже, чем другие виды световой энергии, что вызывает прогревание всей толщи кожи и отчасти подкожных тканей. Более глубокие структуры прямому прогреванию не подвергаются. Область терапевтического применения инфракрасного излучения довольно широка: негнойные хронические и подострые воспалительные местные процессы, в том числе внутренних органов, некоторые заболевания опорно-двигательного аппарата, центральной и периферической нервной системы, периферических сосудов, глаз, уха, кожи, остаточные явления после ожогов и отморожений.

Лечебный эффект инфракрасного облучения определяется механизмом его физиологического действия – он ускоряет обратное развитие воспалительных процессов, повышает тканевую регенерацию, местную сопротивляемость и противоинфекционную защиту. Происходящее при поглощении энергии ИК-излучения образование тепла приводит к локальному повышению температуры облучаемых кожных покровов на 1-2 °C и вызывает местные терморегуляционные реакции поверхностной сосудистой сети. Сосудистая реакция выражается в кратковременном спазме сосудов (до 30 с), а затем увеличении локального кровотока и возрастании объема циркулирующей в тканях крови. Выделяющаяся тепловая энергия ускоряет тканевой обмен веществ. Активация микроциркуляторного русла и повышение проницаемости сосудов способствует дегидратации воспалительного очага и удалению продуктов распада клеток. Активация пролиферации и дифференцировки фибробластов приводят к ускорению заживления ран и трофических язв.

Таким образом, оценка эффективности применения ортопедических средств на основе микросфер, основанная на регистрации отклика в системе микроциркуляции крови, является актуальной и важной задачей на современном этапе.

В последнее время в связи с интенсивным развитием диагностических методов, основанных на неинвазивной медицинской спектрофотометрии – фотоплазмографии (ФПГ), пульсоксиметрии (SaO_2), оптической тканевой оксиметрии (ОТО), лазерной доплеровской флюметрии (ЛДФ) и др., всё более актуальным становится вопрос о возможности их применения в качестве методов контроля эффективности различных физических воздействий в режиме реального времени [3].

Наиболее чувствительным методом регистрации динамики процессов микроциркуляции крови в биотканях является сегодня метод ЛДФ. Этот метод является наиболее доступным для оценки состояния МЦК и позволяет в клинических условиях получить объективную информацию о параметрах функционирования микроциркуляторного русла с любого участка поверхности тела в реальном масштабе времени и затем оперативно использовать ее для проведения и коррекции лечебного процесса.

Метод ЛДФ основан на измерении доплеровского сдвига частоты, возникшей после отражения излучения от ансамбля эритроцитов, движущихся с разными скоростями и по-разному количественно распределенных в артериолах, капиллярах, венулах. Результат измерений по данной методике – показатель микроциркуляции (PM), измеряемый в перфузионных единицах (пф. ед.), который определяют согласно общеизвестной формуле [4]:

$$PM = K \cdot N_{sp} \cdot V_{cp}, \quad (1)$$

где PM – показатель микроциркуляции;

K – коэффициент пропорциональности ($K=1$);

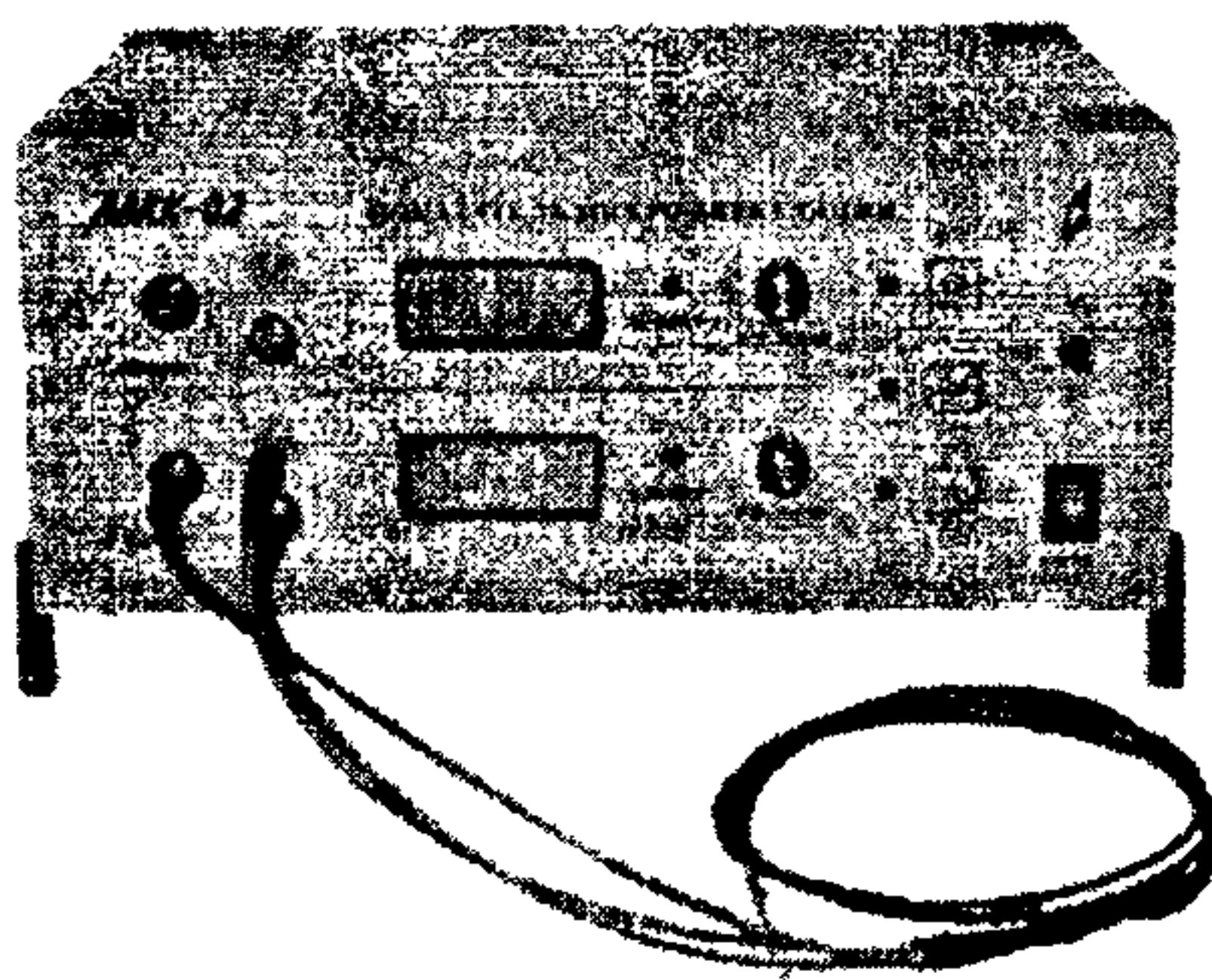
N_{sp} – количество эритроцитов;

V_{cp} – средняя скорость эритроцитов в зондируемом объеме.

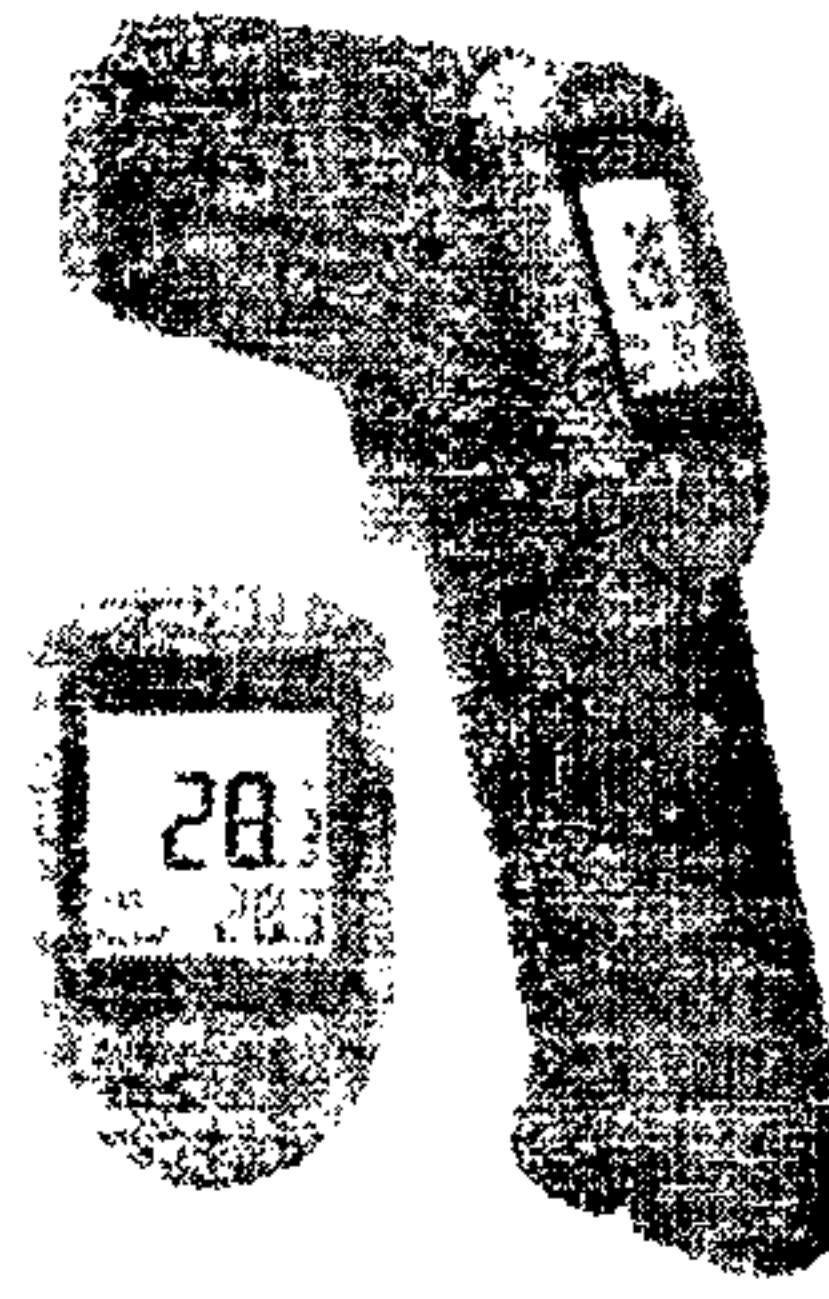
В методе ЛДФ выходной сигнал непрерывно регистрируется в течение времени исследований и диагностика состояния микроциркуляции крови основывается на анализе графической записи изменений перфузии, которая называется ЛДФ-граммой. ЛДФ-сигнал имеет постоянную и переменную от времени составляющие. Постоянная составляющая – это средняя перфузия в микроциркуляторном русле за определенный промежуток времени исследований или за выбранный временной интервал анализа. Переменная составляющая ЛДФ-сигнала обусловлена факторами, влияющими на постоянство потока крови в микроциркуляторном русле, и содержит ценную информацию о модуляции кровотока. Применение спектральных алгоритмов обработки сигналов позволяет извлекать информацию о состоянии сосудистого тонуса в терминах вклада в него разных механизмов регуляции (миогенный, эндотелиальный и пр.) микрогемодинамики.

Целью данной работы является исследование возможностей метода лазерной доплеровской флюметрии для оценки эффективности применения ортопедических средств на основе микросфер (варежки) по регистрации отклика системы микроциркуляции крови.

Для исследования влияния применения ортопедического средства (варежки) на динамику параметров системы МЦК проведены оценочные эксперименты с использованием лазерного доплеровского флюметра «ЛАКК-02» (НПП «ЛАЗМА»), представленного на рисунке 3а, и инфракрасного термометра «CASON CA380», представленного на рисунке 3б.



а



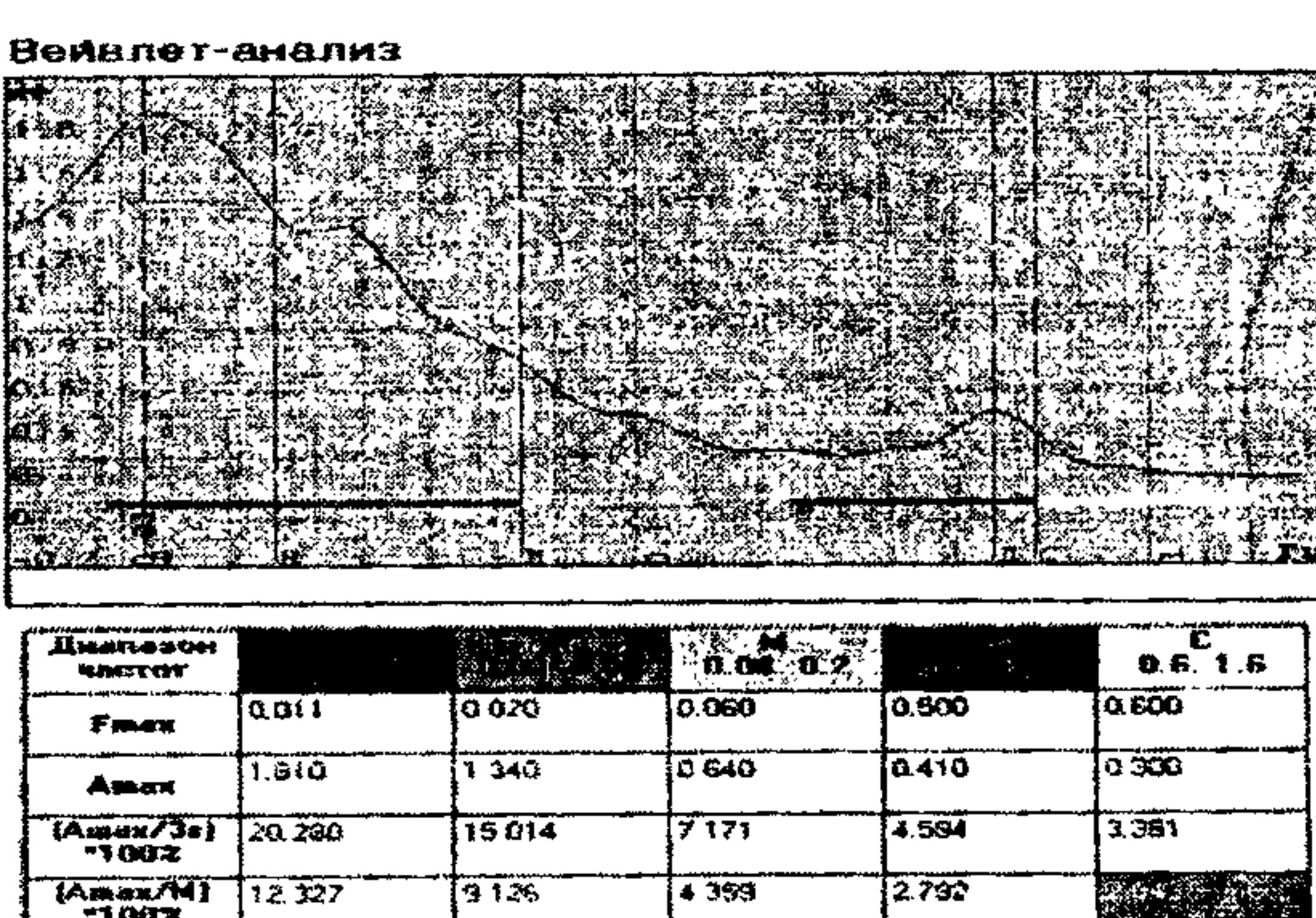
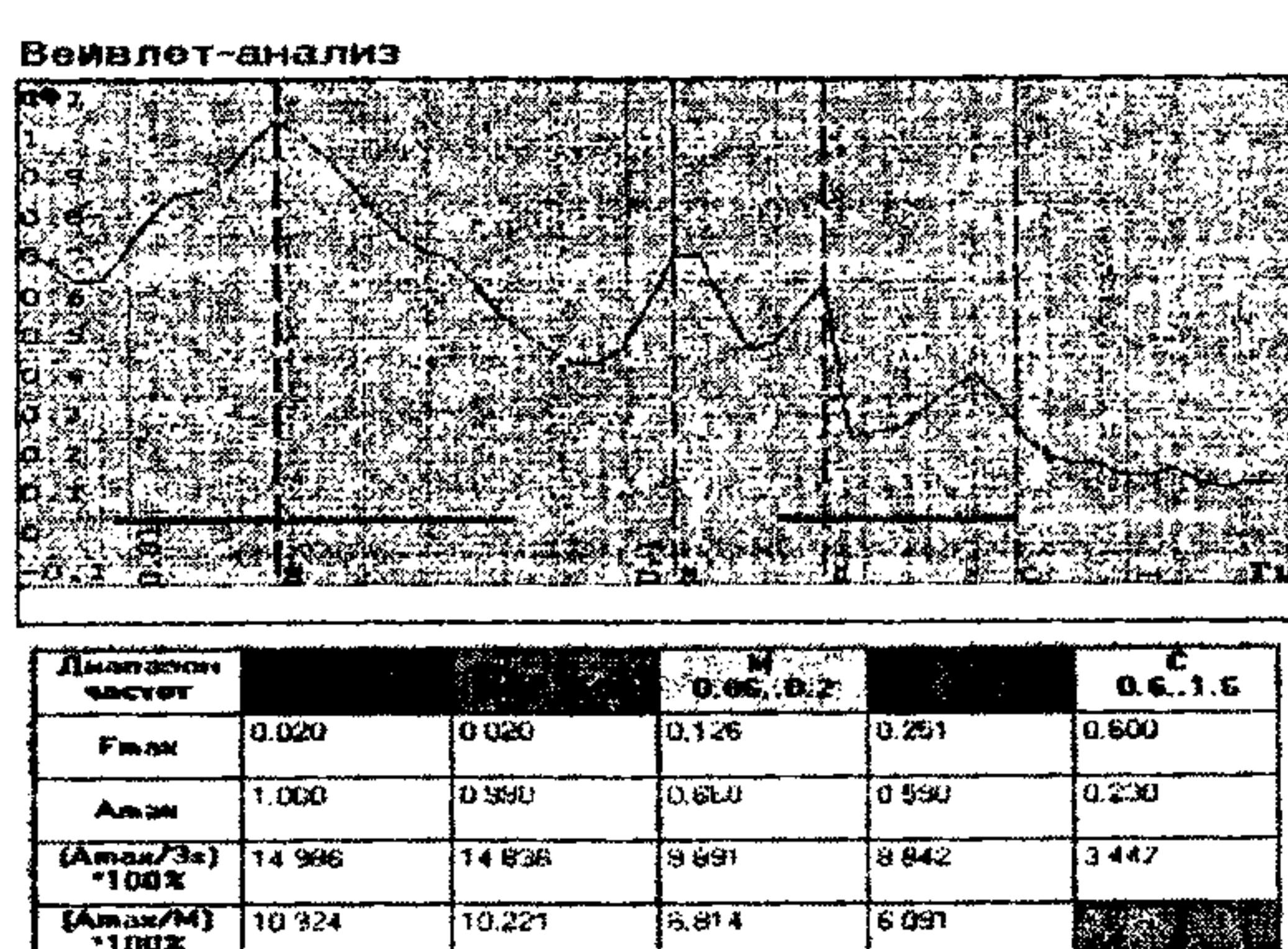
б

Рисунок 3 – Внешний вид экспериментального оборудования:
а – аппарат ЛДФ «ЛАКК-02», б – инфракрасный термометр «CASON CA380»

Эксперименты проводились на четырех условно здоровых добровольцах (19, 20, 21 и 23 лет) и состояли из нескольких этапов. На первом этапе измерялась температура безымянного пальца правой руки условно здорового добровольца с помощью инфракрасного термометра и проводилась запись ЛДФ-граммы с помощью аппарата ЛДФ. Затем на 15 минут доброволец надевал варежку на основе микросфер на правую руку. После истечения заданного времени варежка снималась с руки, производилось повторное измерение температуры и регистрация ЛДФ-граммы. Типичные ЛДФ-граммы для добровольца (21 год) и их вейвлет-анализ до и после применения ортопедического средства (варежки на основе микросфер) приведены на рисунках 4 и 5 соответственно.



**Рисунок 4 – ЛДФ-граммы условно здорового добровольца (21 год):
до (а) и после (б) применения ортопедического средства (варежки)**



**Рисунок 5 – Вейвлет-анализ ЛДФ-грамм:
до (а) и после (б) применения ортопедического средства (варежки)**

Результаты экспериментов с использованием данного ортопедического средства (варежки) фирмы «Альсария» и их анализ приведены в таблицах 1 и 2 соответственно.

В ходе проведенных исследований и анализа полученных данных прослеживается тенденция увеличения параметра ΔM , наиболее объективно свидетельствующего о стимуляции системы микроциркуляции крови, которая наблюдается в большинстве случаев (5 из 7). Однако, в эксперименте №2 нагрев биоткани при использовании варежки с микросферами произошел только на $0,6^{\circ}\text{C}$, что явно недостаточно для стимуляции микроциркуляции крови, так как ранее показано [5], что порог реакции микроциркуляционного русла составляет от $0,8$ до 1°C . В эксперименте №4 явно завышен начальный уровень ПМ, возможно наблюдался венозный застой крови, то есть, очевидно, что данный случай – это отклонение от нормы.

Таблица 1 – Результаты экспериментов с использованием ортопедического средства (варежки) фирмы «Альсария»

№ п/п	Этапы экспери- мента	t, °C	M, пф.ед.	σ , пф.ед.	Kv, %	Результаты вейвлет-анализа ЛДФ-грамм δPM , пф.ед.				
						Э	Н	М	Д	С
1	до	26,6	4,55	3,9	85,53	1,11	1,17	2,42	1,52	0,57
	после	27,9	9,57	1,15	12,02	0,65	0,57	0,38	0,26	0,19
2	до	26,3	23,18	2,33	10,03	0,94	0,87	0,71	0,4	0,24
	после	26,9	22,7	4,07	17,95	2,27	2,26	0,69	0,49	0,24
3	до	27,2	9,69	2,22	22,96	1	0,99	0,66	0,59	0,23
	после	29,4	14,68	2,97	20,26	1,81	1,34	0,64	0,41	0,3
4	до	28,5	27,97	2,52	9,03	1,76	1,38	0,96	0,34	0,24
	после	26,9	29,07	1,82	6,27	1,19	1,18	0,77	0,36	0,25
5	до	26,2	18,02	4,26	23,62	2,03	1,26	0,71	0,44	0,34
	после	28,3	11,26	1,53	13,58	1,07	0,83	0,58	0,42	0,26
6	до	24	15,37	3,76	24,49	1,99	0,74	0,35	0,36	0,15
	после	28,4	26,87	2,47	9,21	1,34	1,48	0,89	0,37	0,26
7	до	26,8	17,44	3,66	20,98	1,61	1,82	0,66	0,51	0,38
	после	31,2	19,76	2,22	11,24	0,92	1,1	0,56	0,42	0,31

Э – эндотелиальные ритмы; Н – нейрогенные ритмы; М – миогенные ритмы; Д – дыхательные ритмы; С – сердечные ритмы

Таблица 2 – Анализ результатов экспериментов с использованием ортопедического средства (варежки) фирмы «Альсария»

№ п/п	Δt^o , С	ΔM , пф.ед.	$\Delta \sigma$, пф.ед.	$\Delta Kv, %$	Результаты вейвлет-анализа ЛДФ-грамм, δPM , пф.ед.				
					ΔE	ΔH	ΔM	ΔD	ΔC
1	1,30	5,02	-2,75	-73,51	-0,46	-0,60	-2,04	-1,26	-0,38
2	0,60	-0,48	1,74	7,92	1,33	1,39	-0,02	0,09	0,00
3	2,20	4,99	0,75	-2,70	0,81	0,35	-0,02	-0,18	0,07
4	-1,60	1,10	-0,70	-2,76	-0,57	-0,20	-0,19	0,02	0,01
5	2,10	-6,76	-2,73	-10,04	-0,96	-0,43	-0,13	-0,02	-0,08
6	4,40	11,50	-1,29	-15,28	-0,65	0,74	0,54	0,01	0,11
7	4,40	2,32	-1,44	-9,74	-0,69	-0,72	-0,10	-0,09	-0,07

Таким образом, применение метода лазерной доплеровской флюметрии совместно с измерением температуры биоткани для оценки эффективности использования ортопедических средств (например, варежки на основе микросфер) является объективным, так как позволяет установить оптимальное время воздействующего фактора (время, проведенное с надетой варежкой) по критерию достижения эффекта стимуляции системы микроциркуляции крови и, следовательно, индивидуализировать медико-профилактические и реабилитационные мероприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aksiomiya.ru/>.
- Пат. 2393752 Российская Федерация, МПК А 47 G 9/10. Ортопедическое устройство [Текст] / Е.В. Шураева, Е.П. Семина ; заявители и патентообладатели Е.В. Шураева, Е.П. Семина . - 2009107363/14 ; заявл. 03.03.2009 ; опубл. 10.07.2010, бюл. № 13.

3. Дунаев, А.В. К вопросу о возможности использования методов неинвазивной спектрофотометрии для контроля эффективности низкоинтенсивной лазерной терапии [Текст] / А.В. Дунаев, Д.А. Рогаткин // Известия ОрелГТУ, серия «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии». – №3, 275(561). – 2009. – С.110-115.

4. Лазерная допплеровская флюметрия микроциркуляции крови [Текст]: Руководство для врачей. / Под. ред. А.И. Крупакина, В.В. Сидорова – М.: Медицина, 2005. – 256 с.: ил.

5. Дунаев, А.В. Динамика изменений параметров микроциркуляции крови и температуры биоткани при низкоинтенсивной лазерной терапии [Текст] / А.В. Дунаев, Е.А. Жеребцов, Д.А. Рогаткин, К.С. Литвинова, М.И. Щербаков // Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии: Доклады IX международной научно-технической конференции. – Владимир, 2010. – С. 67-70.

Дунаев Андрей Валерьевич

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс», г. Орёл
Кандидат технических наук, докторант, доцент кафедры «Приборостроение, метрология и сертификация», исполнительный директор научно-образовательного центра «Биомедицинская инженерия»
Тел. +79192619906

E-mail: dunaev@ostu.ru

Иножарская Ольга Васильевна

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс», г. Орёл
Магистрант кафедры «Приборостроение, метрология и сертификация»
Тел. +79202880725
E-mail: vasilevna87@gmail.com

Шураева Елена Владимировна

ООО «Альсария», г. Орёл
Генеральный директор, врач терапевт
Тел. +74862486320
E-mail: alsariya@mail.ru

A.V. DUNAEV, O.V. INOZHARSKAYA, E.V. SHURAEVA

INVESTIGATION OF LASER DOPPER FLOWMETRY POSSIBILITIES FOR ASSESSMENT OF EFFECTIVENESS OF APPLICATION OF ORTHOPEDIC DEVICES

We studied the possibility of laser Doppler flowmetry to assess the effectiveness of orthopedic products based on microspheres. Based on analysis of the results there were drawn conclusions on the prospects of utilizing the laser Doppler flowmetry for individualization of orthopedic aids by criterion of achievement of the effect of blood microcirculation system stimulation.

Keywords: *laser Doppler flowmetry; orthopedic devices; blood microcirculation.*

BIBLIOGRAPHY

1. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.aksiomiya.ru/>.
2. Pat. 2393752 Rossijskaja Federacija, MPK A 47 G 9/10. Ortopedicheskoe ustrojstvo [Tekst] / E.V. Shuraeva, E.P. Semina ; zjaviteli i patentoobladateli E.V. Shuraeva, E.P. Semina . - 2009107363/14 ; zjavl. 03.03.2009 ; opubl. 10.07.2010, bjul. № 13.

3. Dunaev, A.V. K voprosu o vozmozhnosti ispol'zovaniya metodov neinvazivnoj spektrofotometrii dlja kontrolya effektivnosti nizkointensivnoj lazernoj terapii [Tekst] / A.V. Dunaev, D.A. Rogatkin // Izvestija OrelGTU, serija «Fundamental'nye i prikladnye problemy tehniki i tehnologii». – №3, 275(561). – 2009. – S.110-115.

4. Lazernaja dopplerovskaja floumetrija mikrocirkulacii krovi [Tekst]: Rukovodstvo dlja vrachej. / Pod. red. A.I. Krupatkina, V.V. Sidorova – M.: Medicina, 2005. – 256 s.: il.

5. Dunaev, A.V. Dinamika izmenenij parametrov mikrocirkulacii krovi i temperatury biotkani pri nizkointensivnoj lazernoj terapii [Tekst] / A.V. Dunaev, E.A. Zherebcov, D.A. Rogatkin, K.S. Litvinova, M.I. Werbakov // Fizika i radioelektronika v medicine i jekologii: Doklady IX mezdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. – Vladimir, 2010. – S. 67-70.

Dunaev Andrey Valeryevich

State University – Education Science Production Complex, Orel

Candidate of technical science, postdoctoral student, associate professor of department “Instrument engineering, metrology and certification”, Executive Director of REC “Biomedical engineering”

Tel. +79192619906

E-mail: dunaev@ostu.ru

Inozharskaya Olga Vasilyevna

State University – Education Science Production Complex, Orel

Magistrand of department “Instrument engineering, metrology and certification”

Tel. +79202880725

E-mail: vasilevna87@gmail.com

Shuraeva Elena Vladimirovna

LLC “Alysariya”, Orel

General manager, medical man

Tel. +74862486320

E-mail: alsariya@mail.ru