

вий катастроф, аварий, несчастных случаев на производстве.

1. Подготовка к соревнованиям. Бодибилдинг. Опубликовано admin Мар 6, 2011: <http://www.allbest.ru/>
2. Валеев, Н. М. Дифференцирование методики восстановления работоспособности травмированных легкоатлетов на этапе спортивной реабилитации / Н. М. Валеев, Н. В. Швыгина // Теория и практика физической культуры. – 2007. – №1. – С. 49–54.
3. Гаткин, Е.Я. Методы быстрого восстановления спортсмена между стартами в день соревнований / Е.Я. Гаткин [и др.] // I Всероссийский конгресс с международным участием «МЕДИЦИНА ДЛЯ СПОРТА–2011»: материалы конгресса. – Москва, 19–20 сентября 2011. М., 2011. – С.127–129.
4. Потемкин, Л.А. Медико-биологическое обеспечение и квантовая медицина спорта высших достижений / Л.А. Потемкин. – М., 2001. – 135 с.
5. Москвин С.В., Пономаренко Г.Н. Лазерная терапия аппаратами серии «Матрикс» и «Лазмик». – М.–Тверь, 2015. – 208 с.
6. Усольцев А.В. Оптимизация финансовых затрат на тренировочный процесс при подготовке спортсмена к соревнованиям / Молодые ученые – ускорению научно- технического прогресса в XXI веке: материалы IV Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием (20 – 21 апреля 2016 года),- Ижевск: Издательство ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2016 С. 507 -511.
7. Усольцев А.В. Система контроля усталости спортсмена в процессе тренировки / Новые направления развития приборостроения: материалы 9-й Международной научно- технической конференции молодых ученых и студентов (20 – 22 апреля 2016 года Минск, Республика Беларусь). – Минск: БНТУ, 2016. – С. 158.

УДК 681.2

ВИРТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАЗЕРОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ БИОМАТЕРИАЛОВ

Усольцева А.В.

*Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова
Ижевск, Российская Федерация*

Трудно переоценить роль лазера в нашей жизни. На практике насчитывается более десятка сотен областей использования лазеров, от медицины до космических полётов и термоядерного синтеза. Наиболее массовой областью использования лазерной техники является лазерная обработка материалов, в которой в большинстве случаев используется тепловое воздействие лазерного излучения. Хотя список применения лазера очень длинный, он продолжает увеличиваться. Исключительно широкое использование лазеров объясняется их уникальными свойствами [1,2].

Применение лазеров в биологии и медицине основано на использовании широкого круга явлений, связанных с разнообразными проявлениями взаимодействия света с биологическими объектами.

Состояние поверхности при лазерной абляции определяют основные характеристики лазерного воздействия, от которых зависит эффективность восстановления и внешний вид полосей, разрезов, отверстий и т.д. Наличие различных включений или пустот на поверхности биоматериала приводит к кардинальному улучшению биосовместимости, ускорению адаптации организма к инородному телу, позволяет значительно снизить вероятность его отторже-

ния, позволяет предотвратить воспалительные процессы [3].

Постоянно возрастающие объёмы лазерных технологий, увеличивающееся количество видов биоматериалов существенно осложняют решение вопросов минимизации рисков и осложнений, автоматизации управления в крупных медицинских центрах. Вопросы совершенствования структуры системы управления автоматизированными технологическими процессами лазерной обработки биоматериалов требуют дальнейшего изучения и обобщения. Первостепенное значение имеет разработка теоретических и методических основ технологического использования лазеров для обработки биоматериалов с учетом состояния поверхности при лазерной абляции [4].

Существование корреляционных связей между параметрами лазерного излучения и другими параметрами, характеризующими технологию лазерной обработки, является предпосылкой получения поверхности биоматериала с заданными характеристиками. Предлагаемый подход достаточно перспективен, так как, в этом случае состояние поверхности будет функционально связано с параметрами лазерной обработки.

Для проблемно – ориентированного автома-

тизированного управления параметрами поверхности система физических процессов при лазерной обработке представлена в виде системы внутренних моделей из последовательной цепи модельных блоков, предназначенных соответственно для идентификации вида биологического материала, длины волны, мощности лазерного излучения, скорости движения лазерного луча, разрешающей способности, частоты импульсов, диаметра сфокусированного лазерного излучения на материале, угла падения лазерного луча. Каждый блок снабжается моделью (информационным процессором), входными данными и возможностями адекватного представления результатов на выходе. Входными данными каждого модельного блока могут служить: либо измерительные и статистические данные (из баз данных и знаний, экспертных систем), либо результаты модельных расчетов, поступающие с выхода предыдущего блока, либо те и другие одновременно, причем с весовыми вкладами, учитывающими уровень неопределенности в каждом из них.

Для построения математической модели использованы известные методы математического представления реальности.

Внутренняя модель организована иерархически и содержит несколько уровней пространственной, временной организации, специализированных, соответствующих конкретному материалу, или универсальных, охватывающие все возможные случаи практической реализации. Параллельно предусмотрено несколько уровней иерархии параметров модели, отвечающих разной степени детальности модельного представления процессов, например, может детализироваться как модель реакции определенной аппаратуры управления на появление неоднородностей биоматериала. Если модель функционирует правильно, то чем выше уровень, тем более надежная информация в нем накапливается. В модели постоянно будет происходить фоновый процесс, отвечающий за согласование разных уровней представления информации.

На основании разработанных моделей с учетом ранее приведенных исходных данных сформированы требования к аппаратуре адаптивного контроля, выделены информативные параметры, заданы начальные условия, диапазон изменения рабочих характеристик, установлены научно обоснованные требования к конструкторско – технологическим решениям, контрольно – измерительной аппаратуре, лазерной установке, определен алгоритм работы, разработаны структурная, функциональная и принципиальная схемы системы.

Используя практический опыт управления лазерными технологическими установками обработки биоматериалов в реальном масштабе вре-

мени [5,6,7], для оперативного управления технологическими процессами, получения точных исходных данных, проверки адекватности математической модели, разработана виртуальная система.

Функционирование системы управления лазерным технологическим процессом обработки биоматериалов осуществляется следующим образом. На начальном этапе формируется архив на основании базы данных изменения состояние поверхности биологических материалов при лазерной абляции, наличия функционально-корреляционных связей между характеристиками поверхности и параметрами лазерного излучения. Далее, на основании полученных статистических материалов, задаются рабочие режимы лазерной обработки, контролируются характеристики поверхности, при отклонении результатов от заданных производится коррекция.

Учитывая микроструктуру, химический состав и физико-механические характеристики биоматериалов для проведения исследований выбрана лазерная установка на углекислом газе CO₂. Анализ изменений состояния поверхности проводился при изменении мощности лазерного излучения от 2 до 12 Вт, скорости движения лазерного луча от 10 до 180 см/сек., разрешающей способности от 100 до 1000 dpi., частоты импульсов излучения от 500 до 1000 Гц, диаметра сфокусированного лазерного луча на материале от 0,05 до 1,0 мм, угла падения лазерного луча от 0° до 45°, и комбинации этих режимов.

Проведенные исследования показали, что, для достижения заданного состояния поверхности биологических материалов при разработке основ технологического использования лазеров для обработки биоматериалов с помощью разработанных теоретических и методических основ перспективно использование виртуальной системы, учитывающей существование функционально-корреляционных связей между параметрами, характеризующими технологию лазерной обработки и состояние поверхности.

1. Emmelmann C. / Introduction to Industrial.Laser Materials Processing, Rofin-Sinar. Hamburg. 1998, p. 180.
2. Laser materials processing: User's Handbook Manual. / Sc. Edit. Panchenko V.Ya. //Bulgaria, Plovdiv, 2001.
3. Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение. М.: Техносфера, 2006. -224 с.
4. Kozlovskaya N.A., Krokhin O.N., Zvestovskaya I.N. Ultrashort laser pulses ablation of the transparent materials // Proc. Of 4th Int. Conf. FPPT, April 2009. Kathmandu, 2000.
5. Черных М.М., Усольцева А.В., Усольцев В.П. Методика определения режимов работы ла-

- зерной установки при гравировании изделий из кожи. // XVII Всероссийская научно-практическая конференция и смотр-конкурс творческих работ по направлению подготовки «Технология художественной обработки материалов»: сборник научных трудов. - Иркутск: ИрГТУ, 2015.- С 400-407
6. Усольцева А.В., Черных М.М., Усольцев В.П. Исследование лазерного гравирования изделий из кости // «Молодые ученые – ускорению научно – технического прогресса в XXI веке. Сборник материалов II Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием (Ижевск, 22 – 23 апреля 2015 г.), – Ижевск: Издательство ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2015. – С 713 – 721.
7. Усольцева А.В., Усольцев В.П. Особенности лазерного гравирования изделий из кожи // «Приборостроение в XXI веке – 2014. Интеграция науки, образования и производства: Сборник материалов X Всероссийской научно-технической конференции с международным участием (Ижевск, 12 – 14 ноября 2014 г.), – Ижевск: Издательство ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2015. – С 522 – 524.

УДК 620.179.14

ВЛИЯНИЕ ВАРИАЦИЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВЕРХНЕГО СЛОЯ ДВУХСЛОЙНОГО ОБРАЗЦА НА ФАЗУ ВНОСИМОЙ ЭДС НАКЛАДНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Чернышев А.В.

*Институт прикладной физики НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь*

При контроле вихретоковым толщиномером толщины верхнего слоя двухслойной структуры, состоящей из проводящего немагнитного покрытия, расположенного на проводящем основании (подложке), наиболее эффективным является контроль, основанный на измерениях фазы φ вносимой ЭДС накладного преобразователя [1]. Фаза зависит от параметров преобразователя, частоты тока возбуждения и от удельных электрических проводимостей покрытия σ_1 и основания σ_2 , а также относительной магнитной проницаемости основания μ_2 , если оно магнитное. На практике обычно наблюдаются вариации величин σ_1 , σ_2 , μ_2 при перемещении от точки к точке на поверхности контролируемого объекта или при переходе от одного объекта контроля к другому. Это приводит к вариациям величины φ при неизменном значении толщины покрытия d , то есть вызывает определенную погрешность при измерениях толщины покрытия вихретоковым методом.

В докладе приведены результаты численных расчетов зависимости фазы вносимой ЭДС измерительной катушки преобразователя от d , полученные при различных значениях σ_1 и при фиксированных величинах σ_2 и μ_2 . Расчет проведен по аналитическим выражениям работы [2]. Схема расположения катушек поля возбуждения и измерительной накладного вихретокового преобразователя, находящегося над двухслойным объектом контроля, показана на рисунке 1.

Сначала расчет проведен при значении $\sigma_1 =$

$= 5,291 \text{ МСм/м}$ (что примерно соответствует электропроводности хрома, обозначим это значение как σ_{10}), $\sigma_2 = 11,5 \text{ МСм/м}$ и $\mu_2 = 100$, что примерно соответствует электропроводности и относительной магнитной проницаемости никеля. Амплитудное значение тока возбуждения принято равным 1А, радиусы обоих витков равны 0,002 м, расстояние h от витка поля возбуждения до поверхности объекта контроля составляет 0,001 м, измерительный виток расположен на середине этого расстояния. Расчеты проведены при двух различных частотах F тока возбуждения преобразователя. Следует отметить, что расчетные данные находятся в соответствии с экспериментальными.

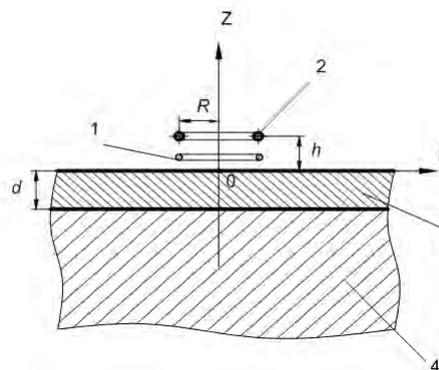


Рисунок 1 – Витки над проводящей двухслойной средой:

1 – измерительный виток, 2 – виток поля возбуждения, 3 – проводящее покрытие, 4 – проводящая магнитная подложка

Рассмотрим результаты расчетов, полученные