

НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ НАУЧНОЙ И МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ НА КРАСНОГОРСКОМ ЗАВОДЕ им. С. А. ЗВЕРЕВА

© 2009 г. А. Б. Бельский, канд. техн. наук; И. И. Кожухов, канд. техн. наук

ОАО “Красногорский завод им. С.А. Зверева”, г. Красногорск, Московская обл.

E-mail: ikozh@zenit.istra.ru

Научно-аналитическая аппаратура разработки и производства ФНПЦ ОАО “Красногорский завод им. С.А. Зверева” предназначена для проведения исследований в различных областях науки, техники, промышленности. Это электронные микроскопы, рентгеновские микроанализаторы, аппаратура для регистрации быстротекущих процессов, лазерные анализаторы элементного состава вещества. Предприятием разрабатываются и производятся также различные оптические изделия медицинского назначения: напольные бинокулярные кольпоскопы, комплекты медицинских приборов для проктологии и ректоскопии, комплекты для гинекологии детского возраста, лазерные твердотельные бесконтактные перфораторы. Ведутся разработки приборов для офтальмологии, щелевых ламп с цифровой регистрацией, бинокулярных луп для микрохирургии и другая продукция медицинского назначения.

Ключевые слова: лазерный анализатор, высокоскоростная камера, субмикронный, кольпоскоп.

Коды OCIS: 110.5200, 120.3890, 140.3390, 220.4880, 300.2140

Поступила в редакцию 11.02.2009

Научное приборостроение

Научное приборостроение на предприятии начало развиваться еще в 1946 году, когда заводу было поручено изготовление проекционных аппаратов для библиотеки им. В.И. Ленина, а позднее – оптического оборудования для оснащения лабораторной базы нового здания МГУ им. М.В. Ломоносова. В это же время совместно с ГОИ им. С.И. Вавилова начались разработки электронных микроскопов просвечивающего типа с разрешающей способностью до 150 \AA , а также рентгеновских анализаторов элементного состава вещества, растровых (сканирующих) микроскопов, аппаратуры для регистрации быстротекущих процессов, лазерных резольвометров и др.

Одной из последних разработок является лазерный анализатор элементного состава вещества ЛАФА-1 - для определения элементов и примесей в твердых, рыхлых, жидких природных и синтезированных веществах на основе метода анализа эмиссионных спектров плазмы, создаваемой лазерным пучком на поверхности исследуемого образца.

Принцип работы ЛАФА поясняет рис. 1.

Зеркальный объектив 3 фокусирует пучок излучения твердотельного лазера 7 на поверхности образца. Спектр плазмы, образуемой при взаи-

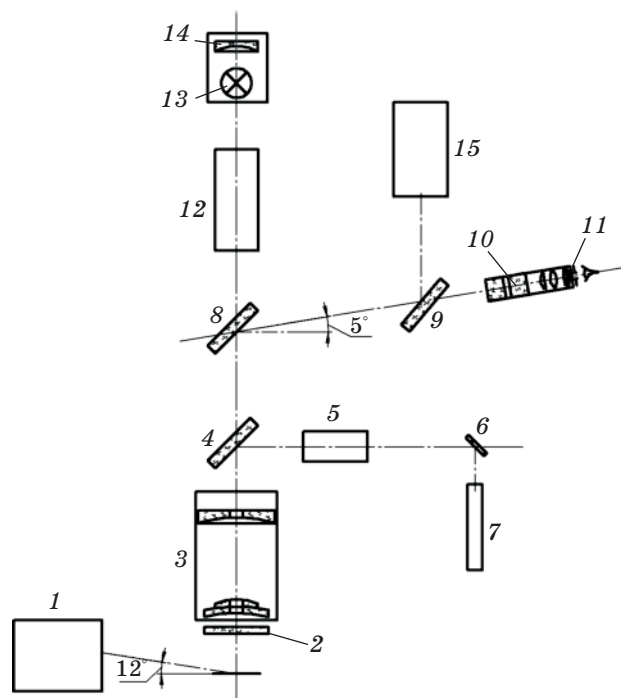


Рис. 1. Лазерный анализатор элементного состава вещества ЛАФА-1. 1 – полихроматор с цифровой регистрацией оптических спектров, 2 – защитное стекло, 3 – зеркальный микрообъектив, 4 – зеркало, 5 – телескопическая система, 6 – зеркало, 7 – твердотельный Nd: YAG-лазер, 8 – полупрозрачное зеркало, 9 – зеркало, 10 – бинокулярная система призм, 11 – окуляры, 12 – проекционная система, 13, 14 – осветитель; 15 – система цифровой регистрации.

модействии лазерного излучения с веществом, регистрируется цифровым полихроматором 1, а с помощью компьютерной программы осуществляются обработка и анализ полученных спектров. Зеркальный микрообъектив 3 выполняет функции объектива системы фокусировки лазерного излучения на поверхность образца, объектива осветительной системы, состоящей из элементов 12, 13 и 14; микрообъектива бинокулярной визуальной системы 10, 11, которая обеспечивает увеличение $200\times$, а также системы цифровой регистрации 15 поверхности образца. Основные характеристики лазерного анализатора:

- диапазон анализируемых элементов – H(№ 1) – Cf (№ 98),
- спектральное разрешение – 10.000,
- относительная чувствительность определения элементов – 10^{-3} – $10^{-5}\%$,
- количество одновременно определяемых элементов – до 90,
- размер анализируемой области на образце – 20–500 мкм.

Лазерный анализатор элементного состава может использоваться для контроля окружающей среды, в чрезвычайных ситуациях, при таможенном контроле, в лабораториях институтов и производственных предприятий.

Другим направлением в разработке приборов для научных исследований является создание оптической аппаратуры для регистрации быстропротекающих процессов: высокоскоростной камеры с электроприводом и камеры с газовым турбинным приводом, которые предназначены для регистрации быстропротекающих процессов в ядерной энергетике, в лазерной технике, для испытаний быстродействующих машин, взрывчатых веществ, траекторных измерений при пуске ракет и т. п. На рис. 2 приведен снимок высокоскоростной фотографической установки ВСК-8.

Камеры построены по принципу коммутации изображения с зеркальной разверткой [1]. Турбинный привод камер обеспечивает скорость вращения зеркала до 3×10^5 об/мин. В конструкции камеры использован вакуумный прижим пленки, а электродинамические затворы обеспечивают время срабатывания 15–20 мкс.

Характеристики высокоскоростной камеры ВСК-8:

- максимальная частота съемки – до 2×10^6 кадр/с,
- скорость развертки изображения 15 000 м/с,
- временное разрешение в режиме фотохронографа – 3×10^{-9} с,

– фотографическая разрешающая способность – 45 мм^{-1} .

В последние годы проведены работы по созданию цифровых систем регистрации быстропротекающих процессов, работающих на принципе зеркальной развертки изображения, которые обеспечивают частоту съемки до 1×10^6 кадр/с.

Третьим направлением является разработка и создание устройств, предназначенных для применения в промышленных технологиях микро- и наноуровней. Разработаны и исследованы универсальные субмикронные винты, работа которых основана на эффекте гигантской магнитострикции [2].

Рисунок 3 поясняет принцип работы универсального субмикронного винта.

Винт позволяет осуществлять перемещение с чувствительностью $(4\text{--}6)\times 10^{-3}$ мм (грубая подвижка) за счет вращения корпуса 1 по резьбе 6, а

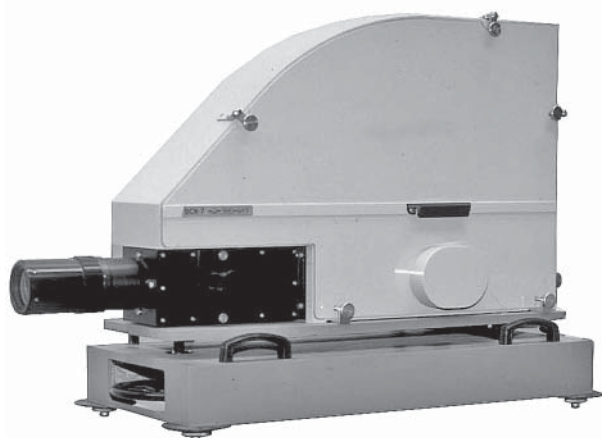


Рис. 2. Высокоскоростная фотографическая установка ВСК-8.

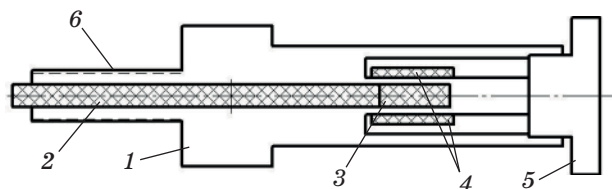


Рис. 3. Универсальный субмикронный винт. 1 – несущий корпус винта, 2 – толкатель, 3 – кристалл с гигантской магнитострикцией, 4 – постоянные магниты, 5 – механизм перемещения магнитов, 6 – резьба грубого перемещения.

также осуществлять точную подвижку с чувствительностью $(4-6) \times 10^{-6}$ мм за счет перемещения постоянных магнитов 4 механизмом 5. Перемещение магнитов 4 вызывает магнитострикцию кристалла 3 с гигантской магнитострикцией, которая передается на толкатель 2. Диапазон перемещения толкателя находится в пределах 0,004 мм.

Субмикронные винты предназначены для установки в существующие или вновь разрабатываемые устройства точной механики и оптики, для высокоточных систем в прецизионном приборостроении – для юстировки и суперпрецизионной подвижки исполнительных элементов изделий.

Оптическая медицинская техника

В последние годы на предприятии большое внимание уделяется разработкам оптических приборов медицинского назначения. Для оснащения кабинетов врачей-гинекологов и онкологов современным диагностическим оборудованием разработаны и выпускаются три модели напольных бинокулярных кольпоскопов, которые предназначены для визуального исследования и диагностирования заболеваний. Одна из моделей кольпоскопа приведена на рис. 4.

Приборы обладают преимуществами перед аналогами за счет ярко выраженного стереоэффекта, а также большим рабочим расстоянием, удобным диапазоном увеличений и возможностью проводить с большой точностью измерения размеров включений и областей патологий. Приборы оснащены устройствами для цифровой регистрации изображения при проведении медицинских манипуляций. Оптические схемы приборов построены по схеме Грену, что позволяет добиться высокой разрешающей способности при большом поле изображения.

Характеристики кольпоскопов:

- рабочее расстояние 300 мм,
- увеличение от $7\times$ до $32\times$ при поле от 12 до 50 мм,
- точность измерения $\pm 0,1$ мм,
- разрешающая способность в пространстве предметов до 80 мм^{-1} .

Для диагностических исследований и проведения лечебных процедур разработаны и производятся комплекты медицинских приборов для проктологии и ректоскопии, комплекты приборов для гинекологии детского и юношеского возраста. Комплекты приборов оснащены осветительными приборами с волоконными

световодами, которые позволяют проводить длительное обследование в “холодном” свете, эндоскопическими устройствами диаметром до 4 мм, визуальными системами наблюдения с увеличением до $4\times$ для обследования внутренних органов.

Разработан и создан лазерный твердотельный перфоратор (рис. 5) для бесконтактной перфорации при взятии проб крови для клинического анализа.

Перфорация кожи осуществляется сфокусированным излучением импульсного инфракрасного твердотельного лазера 6 на длине волны 2,94 мкм. Положению сфокусированного излучения лазера на объекте 14 (поверхности кожи) соответствует изображение марки, которое формируется с помощью кольцевой диафрагмы 11, зеленым светодиодом 10, объективом 12, зеркалами 8 и 13 и линзой 9. С помощью цилиндрической линзы 7 и линзы 9 излучение фокусируется на пальце в виде пятна размером $0,2 \times 2$ мм. Имеется три режима работы перфоратора с энергией излучения в импульсе: 0,25 Дж – для тонкой кожи, 0,5 Дж – для обычной кожи, 1,0 Дж – для грубой кожи.

Перфоратор исключает вероятность инфицирования пациента, обеспечивает полное отсутствие контакта в зоне перфорации и возможность



Рис. 4. Напольный бинокулярный кольпоскоп КНб – 01 – “Зенит”

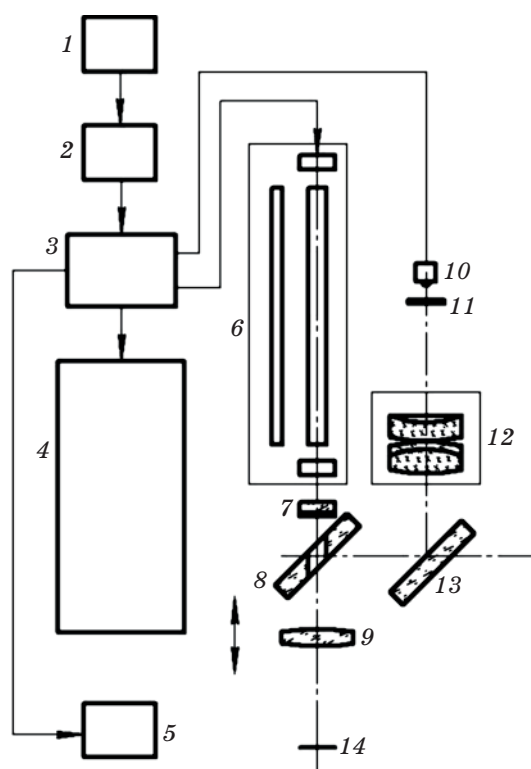


Рис. 5. Лазерный твердотельный бесконтактный перфоратор. 1 – электронный замок с ключом, 2 – сетевой фильтр, 3 – блок питания и управления, 4 – панель управления, 5 – педаль, 6 – лазер, 7 – цилиндрическая линза, 8 – зеркало, 9 – линза, 10 – светодиод, 11 – диафрагма, 12 – объектив, 13 – зеркало, 14 – объект (поверхность кожи).

визуального контроля фокусировки излучения лазера на поверхности кожи.

В заключение следует отметить, что для задач микрохирургии на предприятии разработана и выпускается широкая гамма бинокулярных луп, предназначенных для стереоскопического

наблюдения с увеличением предмета или его фрагмента, а также ведется разработка нового класса офтальмологических приборов. В частности, создана щелевая лампа, которая предназначена для микроскопических исследований и диагностики глазных болезней и травм, вызывающих изменения в глазном яблоке. Конструктивно эта щелевая лампа включает цифровую телекамеру, встроенную в оптическую систему стереомикроскопа, что позволяет одновременно с визуальным наблюдением объекта проводить цифровую регистрацию изображения и вести наблюдение на мониторе.

Отметим, что новые разрабатываемые и выпускаемые ОАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева» высокоточные оптические, оптико-механические и оптико-электронные изделия научного и медицинского назначения базируются на опыте создания высокотехнологичной и конкурентоспособной техники, обладают научной новизной и оптимальным конструкторским и функциональным построением, ориентированы на различные задачи потребителей указанной техники. Предприятие заинтересовано в партнерском взаимодействии с ведущими научными, учебными и производственными организациями, в совместном создании перспективных изделий научного и медицинского назначения, в том числе на базе современных достижений в области нанотехнологий и новых физических принципов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубовик А.С. Фотографическая регистрация быстротекающих процессов. М.: Наука. 1984. 380 с.
2. Белов К.П. Магнитострикционные явления и их технические приложения. М.: Наука, 1987. 160 с.