

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



27/11-78
13 - 11105

A-655

Е.М.Андреев, В.И.Апарин, И.М.Василевский,
А.Т.Василенко, З.Женчикевич, В.А.Моисеенко,
В.Л.Рыбаков, Н.Д.Крахотин, Н.С.Толстой

977/2-78

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ ФОТОРЕГИСТРАТОРЫ
ПЯТИМЕТРОВОГО МАГНИТНОГО
ИСКРОВОГО СПЕКТРОМЕТРА

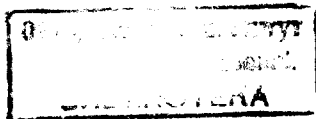
1977

13 - 11105

Е.М.Андреев, В.И.Апарин, И.М.Василевский,
А.Т.Василенко, З.Женчикевич, В.А.Моисеенко,
В.Л.Рыбаков, Н.Д.Крахотин, Н.С.Толстой

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ ФОТОРЕГИСТРАТОРЫ
ПЯТИМЕТРОВОГО МАГНИТНОГО
ИСКРОВОГО СПЕКТРОМЕТРА

Направлено в ПТЭ



Андреев Е.М. и др.

13 - 11105

Быстродействующие фоторегистраторы пятиметрового магнитного искрового спектрометра

Описывается конструкция фоторегистраторов, используемых в пятиметровом магнитном искровом спектрометре. Фоторегистраторы позволяют осуществлять в старт-стопном режиме 10 срабатываний в секунду при длине кадра 180 мм. В фоторегистраторе используется перфорированная фотопленка шириной 35 мм.

Опыт работы, накопленный за несколько лет эксплуатации фоторегистраторов, показал их высокую надежность при многосуточной непрерывной работе. К настоящему времени на этих фоторегистраторах получено около 1,6 миллионов стереофотографий МИС.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

© 1977 Объединенный институт ядерных исследований Дубна

В экспериментах, проводимых на ускорителях частиц высоких энергий с помощью оптических искровых камер, для регистрации событий используется фотографический метод. Этот метод получил широкое применение благодаря своей простоте и надежной регистрации получаемой информации. Однако большое "мертвое" время используемых фоторегистраторов часто сильно снижает эффективность экспериментальной установки.

В описанном нами ранее макете лентопротяжного механизма фоторегистратора МИС^{1/} протяжка пленки осуществлялась при помощи двух электромагнитных порошковых муфт. Протяжка на длину 200 мм с разбросом ± 5 мм производилась за 110 мс. Существенным недостатком этого варианта лентопротяжного механизма являлось большое время задержки (~ 30 мс) — от момента подачи импульса тока на обмотку порошковых электромагнитных муфт до их срабатывания, что в данной конструкции лентопротяжного механизма не позволяло значительно увеличить его быстродействие и уменьшить разброс в величине протяжки пленки.

С нашей точки зрения, одним из лучших фоторегистраторов, используемых в зарубежных лабораториях в старт-стопном режиме, является фоторегистратор на двухметровой водородной пузырьковой камере ЦЕРНа. В этом фоторегистраторе протяжка пленки осуществляется при помощи электродвигателя с печатным ротором. Малая инерционность ротора обеспечивает высокое быстродействие электродвигателя. На валу электродвигателя кроме ведущего барабана находятся проволочный потенциометр (датчик положения), тахометр и диск с

двумя щелями фотодатчика. Сигналы управления с этих устройств поступают в соответствующие электронные схемы, которые обеспечивают заданный режим движения и остановку электродвигателя. Протяжка пленки на один кадр длиной (180 ± 1) мм производится за 50 мс. Конструкция фоторегистратора позволяет получить 3 фотографии за цикл ускорителя.

Для пятиметрового магнитного искрового спектрометра Объединенного института ядерных исследований² спроектированы и изготовлены два быстродействующих фоторегистратора, позволяющих работать в старт-стопном режиме с неперфорированной фотопленкой на лавсановой или триацетатной основе шириной 35 мм. Размер кадра - 180×32 мм². Максимальное число срабатываний в рабочем режиме - 10 кадров в секунду, максимальное время протяжки кадра - 50 мс, точность остановки кадра - ± 1 мм.

При создании фоторегистраторов был выбран такой вариант конструкции, при котором на корпусе фоторегистратора монтировались в виде отдельных блоков функциональные механические узлы. Конструктивно была предусмотрена возможность быстрой замены этих блоков запасными на случай выхода их из строя в процессе работы, т.к. фоторегистраторы предназначались для многосуточной непрерывной работы. Важным требованием к конструкции было обеспечение быстрой перезарядки фоторегистраторов пленкой.

Фоторегистратор (рис. 1 и 2) состоит из корпуса 1, в верхней части которого находится питающий бункер 2, а в нижней части - приемный бункер 3, между ними крепится лентопротяжный механизм 4. Кассеты 5 и 6 емкостью 500 м лавсановой пленки (300 м триацетатной) легко укрепляются в специальных направляющих 7 и удерживаются подпружиненными защелками 8. При этом верхняя кассета 5 своим зубчатым колесом входит в зацепление с зубчатым колесом тормозной муфты 9, а нижняя - входит в зацепление с приводным электродвигателем 10 и тормозной муфтой 11.

В верхней части питающего бункера 2 находится узел подающих роликов 12, который восполняет запас

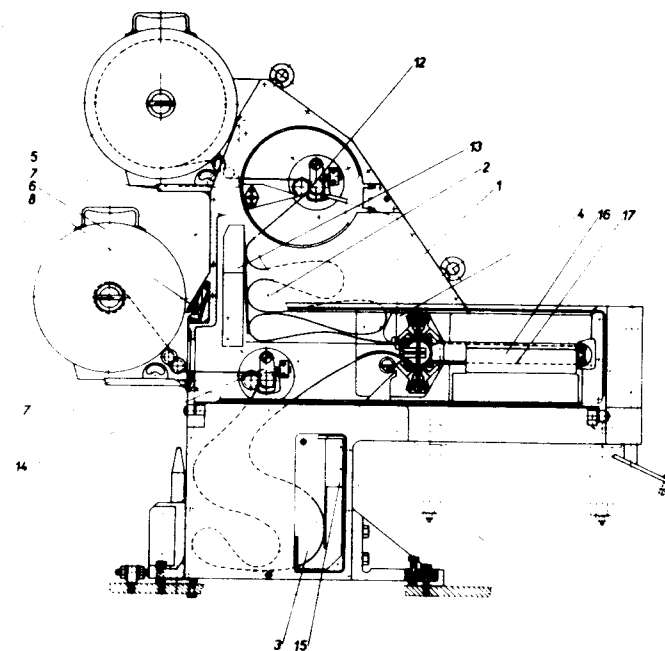


Рис. 1. Общий вид фоторегистратора. 1 - корпус, 2 - питающий бункер, 3 - приемный бункер, 4 - лентопротяжный механизм, 5-6 - кассеты, 7 - направляющая, 8 - защелка, 12 - подающие ролики, 13 - контактный датчик питающего бункера, 14 - тормозные ролики, 15 - контактный датчик приемного бункера, 16 - фильмовый канал, 17 - столик.

пленки в питающем бункере. Управление приводом подающих роликов осуществляется с помощью контактного датчика 13.

В верхней части приемного бункера находится узел тормозных роликов 14, который обеспечивает необходимую плотность намотки фотопленки в приемной кассете. Для управления приводом приемной кассеты используется контактный датчик 15, расположенный в бункере 3.

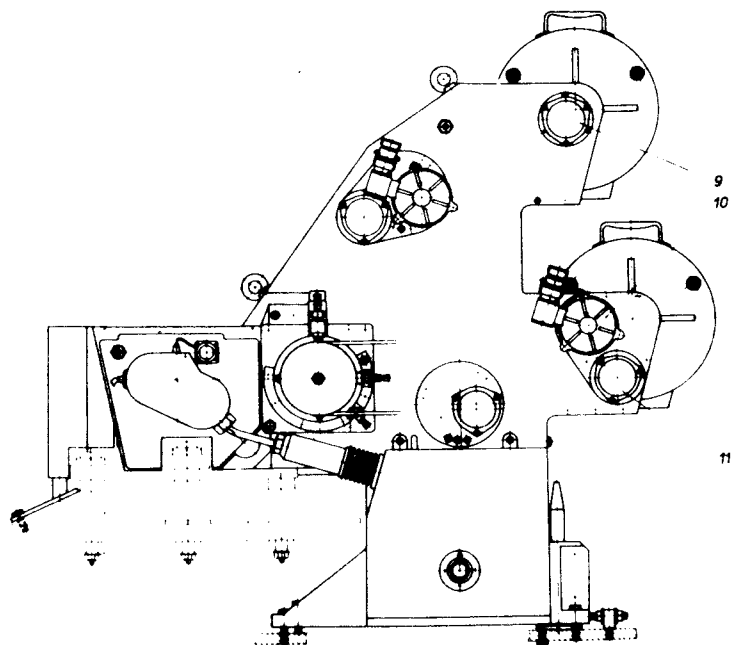


Рис.2. Общий вид фоторегистратора (вид сзади). 9 - тормозная муфта, 10 - приводной электродвигатель, 11 - тормозная муфта.

К моменту фотографирования треков в искровых камерах пленка в фильмовом канале 16 прижимается снизу к плоскости столика 17 за счет создания разрежения до 0,2 атм над плоскость столика. Перед началом движения в фильмовом канале фотопленка отбрасывается давлением воздуха от плоскости столика. Подключение рабочей полости предметного столика к вакуумной магистрали или к магистрали с воздухом под давлением около 1,5 атм осуществляется с помощью быстродействующих электромагнитных клапанов с электронным управлением.

Лентопротяжный механизм (см. рис.3 и 4) содер-

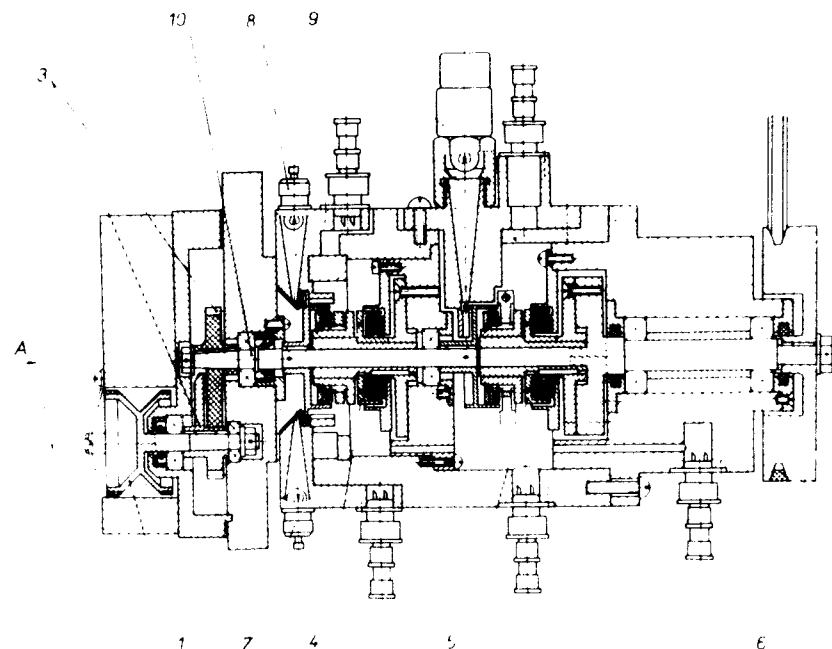


Рис.3. Лентопротяжный механизм. 1 - обрешиненный барабан, 3 - безударный однооборотный механизм с остановкой, 4 - тормозная быстродействующая электромагнитная фрикционная муфта, 5 - приводная быстродействующая электромагнитная фрикционная муфта, 6 - приводной шкив, 7-9 - фотодатчики управления и контроля рабочего цикла фоторегистратора, 10 - вал.

жит обрешиненный барабан 1, прижимные ролики 2, безударный однооборотный механизм с остановкой 3, работающий в масляной ванне, тормозную быстродей-

Вид А

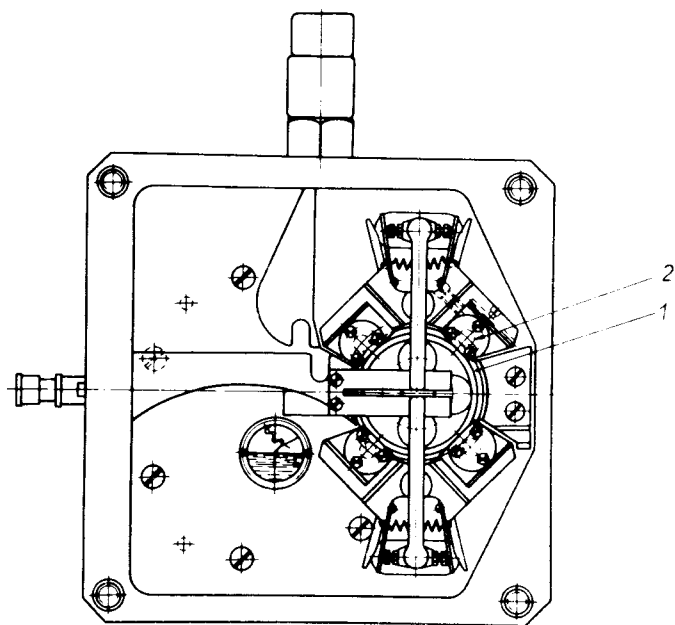


Рис. 4. Лентопротяжный механизм - Вид А. 1 - обрешиненный барабан, 2 - прижимные ролики.

ющую электромагнитную фрикционную муфту 4, такую же приводную муфту 5, приводной шкив 6, фотодатчики 7-9 для управления и контроля рабочего цикла фоторегистратора.

Конструкция подвески роликов 2 обеспечивает возможность регулировки усилия прижатия фотопленки к ободкам барабана 1 и позволяет легко устранять с помощью регулировки перекося оси роликов относительно оси барабана. В конструкции подвески прижимных роликов предусмотрены реборды, предотвращающие сход фотопленки с барабана.

Безударный однооборотный механизм 3 обеспечивает при равномерном вращении вала 10 неравномерное вращение барабана, а именно: при повороте вала на угол 60° барабан неподвижен, при дальнейшем повороте вала на угол от 60° до 120° барабан вращается с постоянным ускорением, затем в интервале $120^\circ - 300^\circ$ он вращается с постоянной угловой скоростью, а в интервале $300^\circ - 360^\circ$ происходит замедление вращения барабана с постоянным ускорением.

Применение безударного однооборотного механизма 3 с отмеченным законом изменения угловой скорости барабана позволило облегчить динамику работы механизма. При этом усилие на пленке не превышает 700 г.

Цикл быстрой протяжки пленки протекает следующим образом. Запускающий импульс включает управляющую электронную схему, которая пропускает ток через катушку электромагнитной фрикционной муфты 5 (рис. 3). После срабатывания фрикционной муфты вращающий момент от электродвигателя передается на безударный однооборотный механизм 3. При повороте барабана 1 на определенный угол (около 300°) электронная схема, связанная с фотодатчиком 8, обесточивает фрикционную муфту 5 и подает импульс напряжения на тормозную муфту 4. Обе электромагнитные муфты между циклами протяжки пленки обесточены.

Следует отметить, что неточность остановки входного вала 10 однооборотного механизма в пределах около 60° не влияет на величину протяжки пленки. В действительности разброс положения, в котором происходит остановка входного вала однооборотного механизма, не превышает 20° .

Особенностью описываемого лентопротяжного механизма является также то, что закон движения барабана, ведущего пленку, задается не электронными схемами, а механической системой. Это позволяет значительно упростить электронные схемы управления лентопротяжным механизмом. Следует отметить, что электроника фоторегистраторов МИС осуществляет контроль за правильностью работы всех узлов фоторегистраторов, в том числе и за величиной протяжки пленки.

В месте расположения фоторегистраторов^{/2/} имеется рассеянное магнитное поле от электромагнита МИС в несколько сотен эрстед. Для обеспечения нормальной работы фоторегистраторов блок быстрой протяжки пленки, а также быстродействующие газо-вакуумные электромагнитные клапаны защищены магнитными экранами из стали.

В период макетных разработок фоторегистраторов были произведены испытания безударного однооборотного механизма на выносливость. Для этого на специально изготовленном однооборотном механизме было произведено около $5 \cdot 10^6$ оборотов. В результате зазор между кинематическими парами изменился на 0,1 мм.

К настоящему времени на каждом из фоторегистраторов, обеспечивающих получение стереофотографии событий, зарегистрировано более 2 миллионов циклов лентопротяжного механизма, из них рабочих - около 1,6 миллионов. При осмотре деталей механизмов не обнаружено заметного их износа. Анализируя работу фоторегистраторов в течение ряда лет в экспериментах, проводимых с помощью МИС, можно сделать вывод, что фоторегистраторы имеют хорошую эксплуатационную надежность, позволяющую проводить многосуточную работу.

Сравнительно недавно были выполнены исследования с целью уменьшения времени рабочего цикла фоторегистраторов. В экспериментальном режиме работы на имеющихся фоторегистраторах было получено 15 кадров в секунду. Интересно отметить, что при проведении этих исследований скорость вращения фрикционных муфт была около 1500 об/мин, тогда как номинальный режим используемых фрикционных муфт - 2500 об/мин. В будущем работы по уменьшению времени рабочего цикла фоторегистраторов будут продолжены.

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность В.П.Джелепову, А.А.Тяпкину и В.Л.Карповскому за интерес к работе и постоянную помощь, Н.А.Курныкову за большую работу по повышению надежности быстродействующего лентопротяжного меха-

низма, Г.П.Зорину, Н.Н.Лебедеву, Ю.И.Ильичеву, А.И.Чернецкому и В.Н.Власову за проведение работ по сборке и наладке фоторегистраторов, а также по доведению их до эксплуатационного уровня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апарин В.И. и др. В кн.: Труды Совещания по пульт-камерам. Дубна, 1969, стр.231.
2. Анджеяк Р. и др. ОИЯИ, 13-3588, Дубна, 1967.

Рукопись поступила в издательский отдел
24 ноября 1977 года.