

УДК 681.5.08

## ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ БЛОК НА ОСНОВЕ КОНТАКТНОГО ДАТЧИКА ДЛЯ ХРОНОГРАФИРОВАНИЯ И ЗАПУСКА РЕГИСТРИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ

© Михаил Юрьевич Захаров<sup>1,2</sup>, Сергей Иванович Герасимов<sup>2,3</sup>, Римма Валериановна Герасимова<sup>2</sup>, Алексей Викторович Зубанков<sup>2</sup>, Владимир Иванович Ерофеев<sup>3</sup>, Ирина Александровна Одзерихо<sup>2,3</sup>, Людмила Александровна Осокина<sup>1</sup>,  
Борис Александрович Яненко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Арзамасский политехнический институт – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева"

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Саровский Физико-Технический Институт (филиал НИЯУ «МИФИ»)

<sup>3</sup>Институт проблем машиностроения РАН, г. Нижний Новгород, Россия  
[s.i.gerasimov@mail.ru](mailto:s.i.gerasimov@mail.ru)

**Аннотация.** При проведении испытаний с использованием различных метательных установок возникает необходимость хронографирования полета объекта испытания в заданных сечениях траектории, и обеспечивать запуск регистрирующей аппаратуры для визуализации этого процесса. В работе представлено описание высоковольтного блока контактных датчиков, позволяющего с высокой надежностью регистрировать времена срабатывания пленочных контактных датчиков и обеспечивать запуск переносных рентгеновских аппаратов для получения силуэтного изображения метаемого объекта со сверх и гиперзвуковыми скоростями.

**Ключевые слова:** аэробаллистический эксперимент, хронография, рентгеновский аппарат, контактный датчик.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (Грант № 14-19-01637).

## HIGH-VOLTAGE UNIT ON THE BASIS OF THE CONTACT GAGE FOR CHRONOGRAPHING AND TRIGGERING RECORDING DEVICES

© M.Yu. Zacharov<sup>1,2</sup>, S.I. Gerasimov<sup>2,3</sup>, R.V. Gerasimova<sup>2</sup>, A.V. Zubankov<sup>2</sup>, V.I. Erofeev<sup>3</sup>,  
I.A. Odzerikho<sup>2,3</sup>, L.A. Osokina<sup>1</sup>, B.A. Yanenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Arzamas Politechnical Institute, Arzamas, Russia,

<sup>2</sup>Sarov Physical-Technical Institute, Sarov, Russia,

<sup>3</sup>Mechanical Engineering Research Institute of the RAS, Nizhny Novgorod, Russia

**Abstract.** During aeroballistic experiments the problem of recording the body under study is essential. It means obtaining the moments of passing the given points of its flight and visualizing the process. The paper presents high-voltage device for reliable recording the moments of the body passage through film gages and triggering the mobile x-ray apparatus for visualizing super- and hypersonic objects under study.

**Key words:** aeroballistic experiments, chronographing, x-ray apparatus, contact gage.

**Acknowledgements.** The work was supported by the Russian Science Foundation, project no. 14-19-01637.

Известна система для определения скорости движения объекта испытания при его высокоскоростном метании [1] с помощью контактных рам-мишеней, работающих на замыкание.

Недостатком данной системы является неопределенность в моменте замыкания вследствие деформации обкладок датчика. Кроме того, данная система предусматривает хронографирование процесса, но не возможность его визуализации.

В настоящей работе приведены результаты разработки и применения высоковольтного блока контактных датчиков – составной части измерительного комплекса, используемого для регистрации времен срабатывания пленочных контактных датчиков и рентгенографирования объектов испытаний, движущихся со сверх и гиперзвуковыми скоростями. Высоковольтный блок предназначен для:

- питания шести контактных пленочных датчиков
- формирования нормированных (по длительности и амплитуде) импульсов в момент срабатывания (замыкания) контактных датчиков;
- пуска портативного рентгеновского аппарата от любого (из шести) датчика;
- формирования нормированного импульса в момент срабатывания датчика рентгеновского излучения;
- подачи нормированных импульсов от датчиков (контактных и рентгеновского излучения) на общую шину.

Структурная схема прибора представлена на рисунке 1.

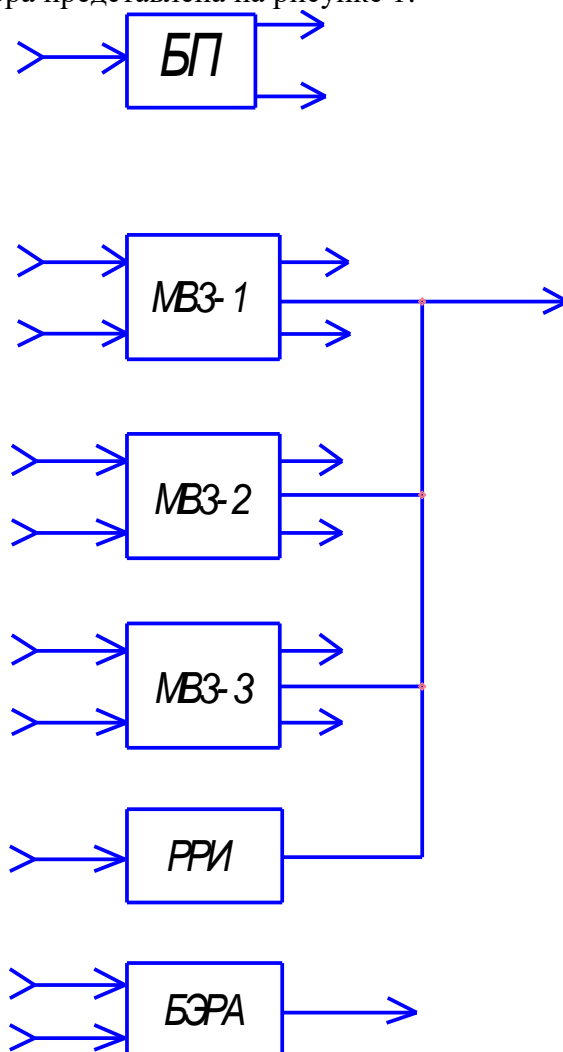


Рис. 1. Структурная схема прибора

Обозначения на рисунке: БП - блок питания на два напряжения со значениями +49В и +1000В; МВЗ-1, МВЗ-2, МВЗ-3 - блоки формирования сигналов контактных датчиков (на один блок могут поступать сигналы от двух датчиков); РРИ - регистратор рентгеновского излучения; БЗРА - блок запуска рентгеновского аппарата.

Принцип действия прибора основан на преобразовании токовых импульсов, возникающих при срабатывании (замыкании) пленочных контактных датчиков, находящихся под напряжением, от воздействия ударникаэлементов взрывного метаяющего устройства, в нормированные по амплитуде и длительности импульсы напряжения.

Конструктивно высоковольтный блок выполнен в виде переносного прибора в корпусе «кожух» типа КБЧ 1.В корпусе установлены восемь блоков, подключенных с помощью разъемов (рабочих блоков 7, один блок свободный). Каждый блок фиксируется с помощью двух винтов. На рисунке 2 изображена передняя панель прибора с указанием органов управления, индикаторов и разъемов.

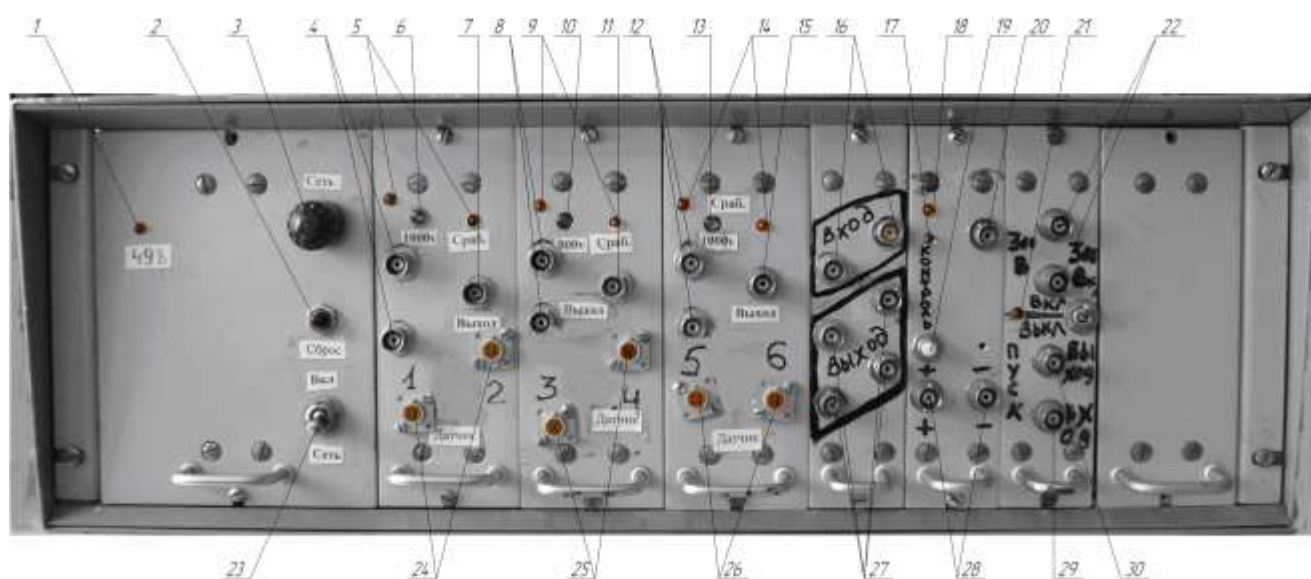


Рис. 2. Передняя панель блока.

- 1- Индикатор напряжения +49В (VD2 блока питания);
- 2- Кнопка сброса напряжения +49В (SB1 блока питания);
- 3- Индикатор напряжения 220В;
- 4- Выход с МВЗ-1 датчика 1 (X18.1, X18.2);
- 5- Индикаторы срабатывания датчиков 1,2;
- 6- Индикатор напряжения 1000В для датчиков 1,2;
- 7- Выход с МВЗ-1 датчика 2 (X19);
- 8- Выход с МВЗ-2 датчика 3 (X20.1, X20.2);
- 9- Индикаторы срабатывания датчиков 3,4;
- 10- Индикаторы напряжения 1000В для датчиков 3,4;
- 11- Выход с МВЗ-2 датчика 4 (X21);
- 12- Выход с МВЗ-3 датчика 5 (X22.1, X22.2);
- 13- Индикатор напряжения 1000В для датчиков 5,6;
- 14- Индикаторы срабатывания датчиков 5,6;
- 15- Выход с МВЗ-3 датчика 6 (X23);
- 16- Вход на общую шину блока (X24.1, X24.2);
- 17- ИК - диод блока РРИ (VD2);
- 18- Индикатор срабатывания РРИ;

- 19- Кнопка включения ИК– диода блока РРИ (SB1);
- 20- Выход с РРИ (X25);
- 21- Индикатор срабатывания БЗРА (VD4);
- 22- Внешнее питание +300В БЗРА (X10.1, X10.2);
- 23- Тумблер «сеть 220В»;
- 24- Разъемы подключения датчиков 1,2 блока МВ3 (X2,X3);
- 25- Разъемы подключения датчиков 3,4 блока МВ3 (X4,X5);
- 26- Разъемы подключения датчиков 5,6 блока МВ3 (X6,X7);
- 27- Выход с общей шины блока (X17.1, X17.2, X17.3, X17.4);
- 28- Разъемы подключения датчика рентгеновского излучения РРИ (X8., X8.2);
- 29- Разъем запуска БЗРА (X9);
- 30- Выход с БЗРА (X26).

Для примера одной из электрических схем прибора приводится принципиальная схема электрическая блока запуска рентгеновского аппарата (рис.3).

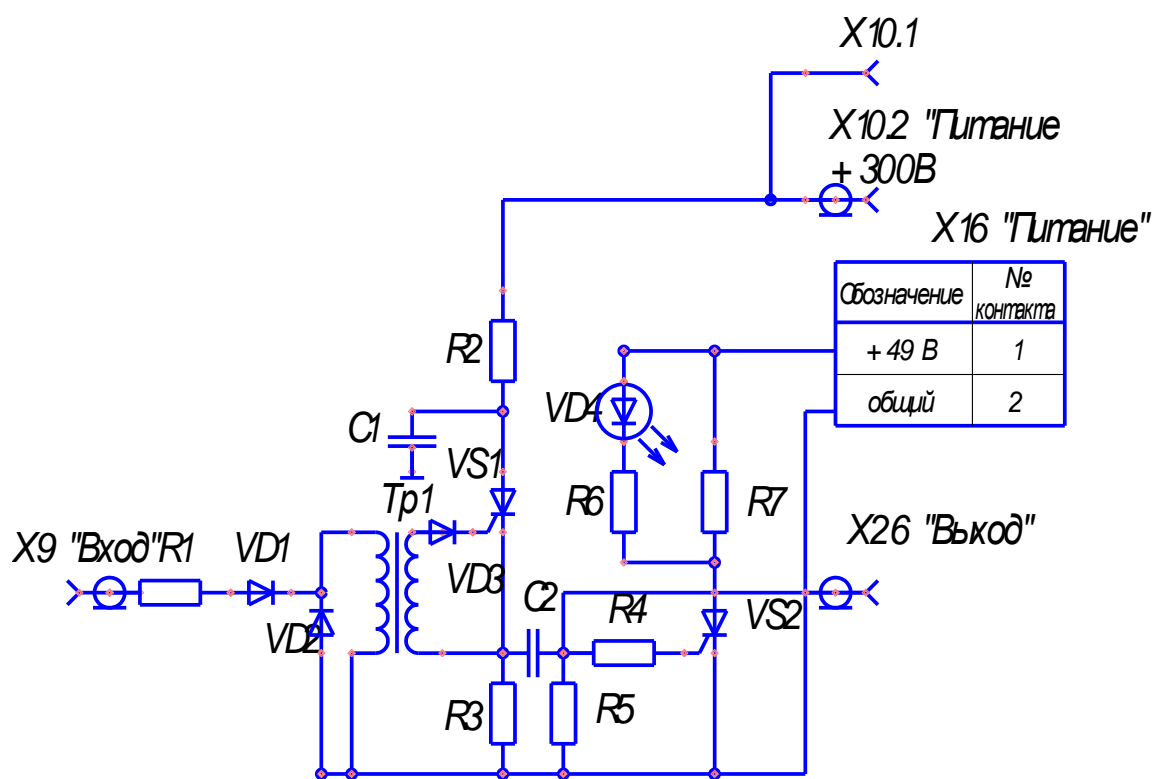
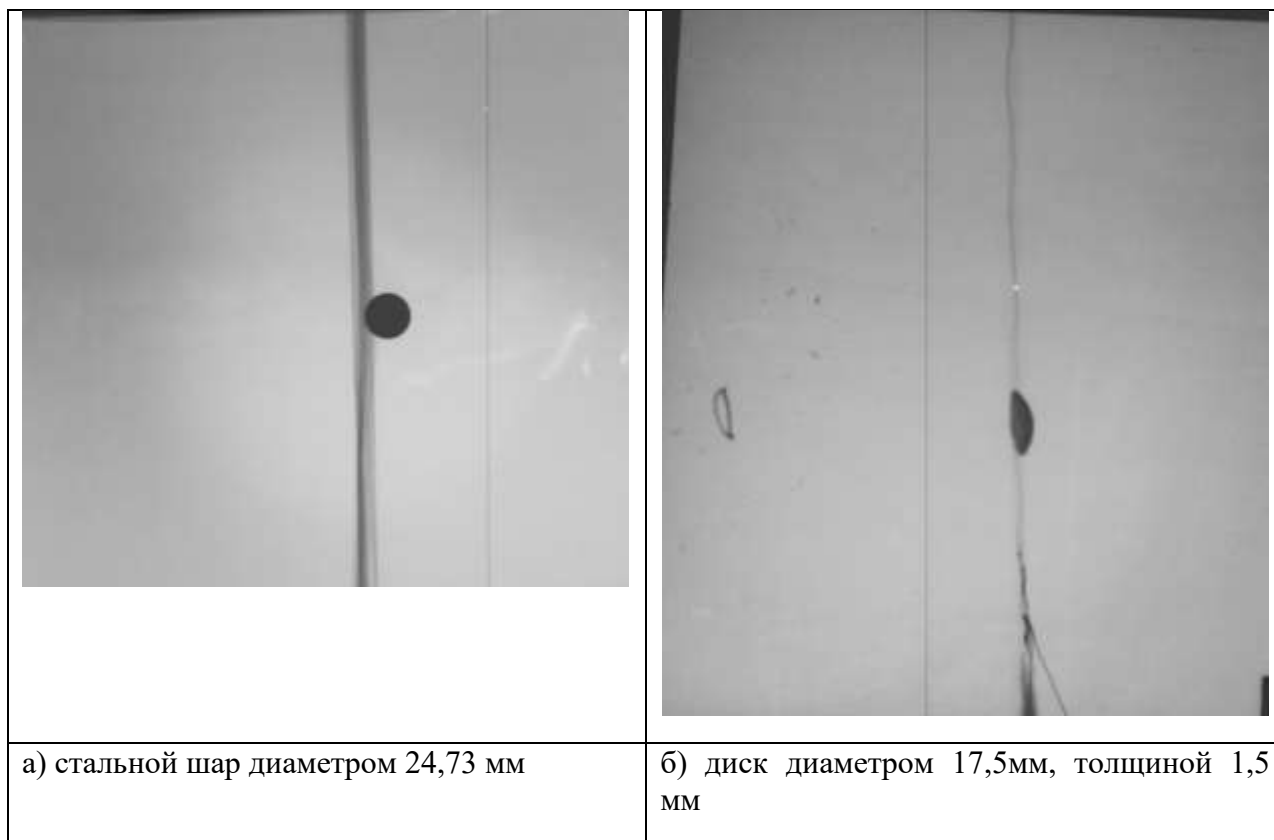


Рис. 3. Электрическая схема блока запуска рентгеновского аппарата

Запуск рентгеновского аппарата происходит от нормированного импульса любого выбранного контактного датчика блоков МВ3-1, МВ3-2, МВ3-3. Положительный импульс через разъем X9 поступает на трансформатор Tr1, импульс со вторичной обмотки открывает тиристор VS1, происходит разряд емкости C1 через VS1 и R3. Положительный импульс с R3 через C2 поступает на разъем «выход» X26 и через R4 на тиристор VS2, при этом индикатор генерации импульса запуска VD4 загорается. В исходное состояние тиристор VS2 возвращается при нажатии кнопки SB1 «сброс» в блоке питания, тиристор VS1 в исходное состояние возвращается самостоятельно, так как ток через VS1 меньше тока удержания тиристора в открытом состоянии.

На рис.4 приведены результаты рентгеновской регистрации в опытах, где запуск осуществлялся с помощью разработанного высоковольтного блока. На рис.4а объект испытания- стальной шар диаметром 24,73 мм, метаемый из пороховой баллистической установки со скоростью ≈2,3 км/с. На рис.4б приведена рентгенограмма, где контактный датчик замыкает метаемый взрывом изначально плоский диск диаметром 17,5, толщиной 1,5

мм (10-копеечная монета) со скоростью  $\approx 3$  км/с. Дополнительные вертикальные линии на снимках – линии отвесов. Рентгенографирование производится при замыкании контактного датчика. На рис. 4б за основным метаемым телом видно летящее кольцо – ободок монеты.



**Рис. 4.** Рентгенограммы метаемых объектов из баллистической а) и взрывной (б) метательных установок.

#### Список литературы

1. Златин Н.А., Красильщиков А.П., Мишин Г.И., Попов Н.Н. Баллистические установки и их применение в экспериментальных исследованиях. - М.: Наука, 1974. - 344 с.