

Техническое задание

выполнение опытно-конструкторских работ (ОКР)
по теме «Разработка и изготовление опытного образца быстрого затвора рентгеновского излучения»

1. Наименование, заказчик, исполнитель

1.1. Наименование: выполнение опытно-конструкторских работ по теме «Разработка и изготовление опытного образца быстрого затвора рентгеновского излучения» (далее - ОКР).

1.2. Заказчик: федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт»).

1.3. Исполнитель: определяется на основании конкурентных процедур в соответствии с Федеральным законом от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».

2. Цели и основные задачи выполнения ОКР

2.1. Целью выполнения ОКР является разработка и изготовление опытного образца быстрого затвора рентгеновского излучения (далее - затвор) с целью контроля времени экспозиции изучаемых образцов на экспериментальных станциях исследовательской установки «СИЛА». Быстрый затвор рентгеновского излучения на синхротроне и лазере на свободных электронах играет ключевую роль в проведении экспериментов, обеспечивая точный контроль над процессом облучения и защиту оборудования и образцов. Его основная задача — регулировать время экспозиции, то есть период, в течение которого образец подвергается воздействию рентгеновских лучей. Это особенно важно в исследованиях, где требуется высокая точность, например, при изучении быстропротекающих процессов или динамических изменений в материалах. Кроме того, быстрый затвор защищает чувствительные образцы от повреждения, которое может возникнуть при длительном воздействии излучения. Некоторые материалы или биологические объекты могут изменять свои свойства под действием рентгеновских лучей, поэтому ограничение времени облучения помогает сохранить их целостность. Также затвор предотвращает повреждение детекторов и других элементов экспериментальной установки, которые могут выйти из строя при избыточной нагрузке. Таким образом, быстрый затвор рентгеновского излучения является неотъемлемым элементом ускорительных установок, обеспечивая безопасность, точность и эффективность экспериментов.

2.2. Достижение поставленной цели обеспечивается решением следующих задач:

2.2.1. Разработка документации:

- рабочая конструкторская документация (РКД) на затвор;
- программа и методика приемочных испытаний затвора;
- эксплуатационная документация: паспорт и руководство по эксплуатации затвора;
- научно-технический отчет.

2.2.2. Изготовление затвора.

2.2.3. Проведение испытаний затвора.

3. Исходные данные для выполнения ОКР

Параметры рентгеновского затвора, приведенные в настоящем техническом задании, выбраны исходя из энергии используемого на экспериментальных станциях излучения (до 12кэВ), а также требуемого для эксперимента времени экспозиции менее 100 мс

4. Технические требования

Затвор представляет из себя механическое устройство, предназначенное для быстрого перекрытия или открытия пучка рентгеновских лучей, распространяющихся по вакуумной камере. Основными компонентами затвора являются: пластина затвора, система перемещения затвора, корпус затвора, электрические компоненты.

4.1. Требования к составу работ.

Состав работ ОКР должен включать в себя:

4.1.1. Разработка рабочей конструкторской документации

Разработку рабочей конструкторской документации (далее-РКД) на затвор проводят по правилам, установленным ГОСТ 2.102-2023 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов, ГОСТ 2.103-2013 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки, ГОСТ Р 2.601-2019 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

Состав РКД:

- Спецификация;
- Сборочный чертеж;
- Чертежи входящих в изделие деталей;
- Схема электрическая принципиальная;
- Ведомость покупных изделий.

4.1.2. Разработка программы и методики приемочных испытаний (предоставляются на согласование Заказчику не позднее, чем за 1 месяц до проведения испытаний).

Программа и методики приемочных испытаний разрабатывают на основе требований настоящего ТЗ с использованием, при необходимости, типовых программ, типовых (стандартизованных) методик испытаний и стандартов в части организации и проведения испытаний.

В программу и методику приемочных испытаний включают перечни конкретных проверок (решаемых задач, оценок), которые следует проводить при испытаниях для подтверждения выполнения требований ТЗ со ссылками на соответствующие методики испытаний.

Программа и методика приемочных испытаний опытного образца затвора должна, кроме того, содержать проверку комплекта рабочей конструкторской документации.

Программа и методика приёмочных испытаний разрабатывается и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 2.106-2019 (Единая система конструкторской документации. Текстовые документы).

4.1.3. Разработка эксплуатационной документации.

В целях возможности ознакомления с опытным образцом и определения правил его эксплуатации разрабатывают эксплуатационные документы (ЭД): руководство по эксплуатации и паспорт.

Руководство по эксплуатации - документ, содержащий сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках (свойствах) опытного образца, его составных частях и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования) и оценок его технического состояния при определении необходимости отправки его в ремонт, а также сведения по утилизации опытного образца и его составных частей

Паспорт - документ, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии Исполнителя (изготовителя), значения его основных параметров и характеристик (свойств), а также сведения о сертификации и утилизации опытного образца.

Сведения об изделии, помещаемые в ЭД, должны быть достаточными для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации изделия в течение установленного срока службы. При необходимости в ЭД приводят указания о требуемом уровне подготовки обслуживающего персонала.

ЭД, поставляемые с опытным образцом, должны полностью ему соответствовать.

ЭД разрабатывают на основе: рабочей конструкторской документации; опыта эксплуатации аналогичного оборудования; анализа эксплуатационной технологичности оборудования данного типа и его составных частей; результатов исследования надежности оборудования данного типа и аналогичных изделий; результатов научно-исследовательских работ, выполненных в соответствии с настоящим ТЗ.

ЭД разрабатывается в соответствии с ГОСТ Р 2.610-2019 (Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов).

4.1.4. Изготовление опытного образца.

Изготовление опытного образца осуществляется в соответствии с разработанной рабочей конструкторской документацией.

В процессе изготовления опытного образца допускается разработка, изготовление и испытания макетов (моделей) изделия.

4.1.5. Требования к научно-технической документации

Научно-технический отчет должен содержать в себе обзор с описанием реализации похожих устройств, принципы работы затвора, конструктивное устройство затвора.

Научно-технический отчет должен быть выполнен в соответствии с ГОСТ 7.32-2017 (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления).

С целью выявления охраноспособных результатов Работ Исполнитель проводит в процессе выполнения и (или) перед завершением Работ патентные исследования. Патентные исследования проводятся в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2024 (Интеллектуальная собственность. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения). Виды патентных исследований (уровень техники, патентоспособность либо патентная чистота) должны быть выбраны Исполнителем исходя из характеристик этапа и стадии жизненного цикла проекта, на котором выполняются такие патентные исследования. Итоги патентных исследований оформляются в виде раздела научно-технического отчета.

4.1.6. Требования к проведению испытаний

Для оценки и контроля соответствия параметров опытного образца требованиям технического задания, опытный образец затвора по соответствующей программе и методике испытаний подвергают приемочным испытаниям.

4.2. Требования к опытному образцу затвора

4.2.1. Основные технические характеристики затвора:

Основные технические характеристики затвора представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Основные технические характеристики затвора

Габариты корпуса	не более 1000х500х200 мм
Диаметр апертуры	От 2 до 5 мм
Время открывания/закрывания пластины затвора	От 1 до 100 мс
Материал пластины затвора	вольфрам
Толщина пластины затвора	Не менее 500 мкм
Максимальная частота открывания/закрывания	80 Гц
Позиция затвора при выключении питания	закрытый
Вакуум в области прохождения рентгеновского пучка	не более 10^{-5} мбар

4.2.2. Состав опытного образца затвора

Опытный образец затвора состоит из нескольких составных частей, которые должны быть разработаны и изготовлены и в результате выполнения ОКР:

- пластина затвора (2 шт.);
- система перемещения затвора (1 комплект);
- корпус затвора (вакуумный насос не входит в комплект поставки) (1 шт.);
- электрические компоненты (1 комплект).

4.2.3. Конструктивные требования к опытному образцу затвора.

- Габаритные размеры затвора должны соответствовать параметрам, указанным в

4.2.1. Технического задания;

- Масса затвора должна быть не более 100 кг;

Массогабаритные характеристики могут быть уточнены на этапе разработки РКД при согласовании с Заказчиком.

4.2.3.1. Требования к пластине затвора:

- Пластина затвора должна изготавливаться из вольфрама;
- Количество пластин – 2 шт;
- Толщина пластины должна быть не менее 500 мкм;
- Пластина (радиационный затвор) должна крепиться на вал системы перемещения затвора, как показано на Рисунке 1.

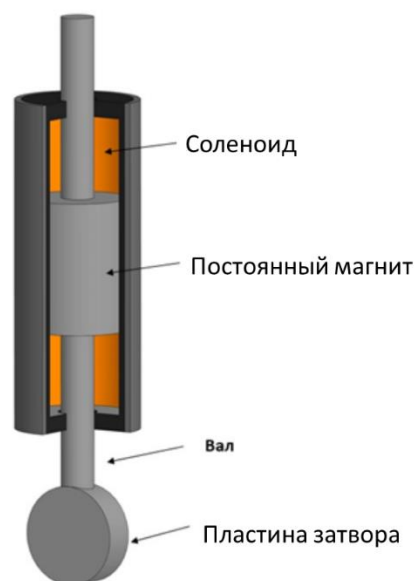


Рисунок 1. Чертеж общего вида элементов системы перемещения затвора с затвором на валу.

4.2.3.2. Требования к системе перемещения затвора:

- Система перемещения затвора должна быть реализована на принципе электродинамического перемещения. Перемещение вала реализуется за счет движения связанного с ним постоянного магнита, который находится в соленоиде, через который протекает электрический ток (эскиз системы представлен на Рисунке 1);
- Бистабильность работы затвора (открытое/закрытое положение) реализуется за счет подачи тока в соленоид в различном направлении;
- Материал соленоида - медь;
- Материал постоянного магнита – NdFeB
- Ход перемещения вала выбирается в процессе конструкторской проработки исходя из размера апертуры;
- Каждая пластина быстрого затвора приводится в движение при помощи собственной системы перемещения затвора, как указано на Рисунке 2.

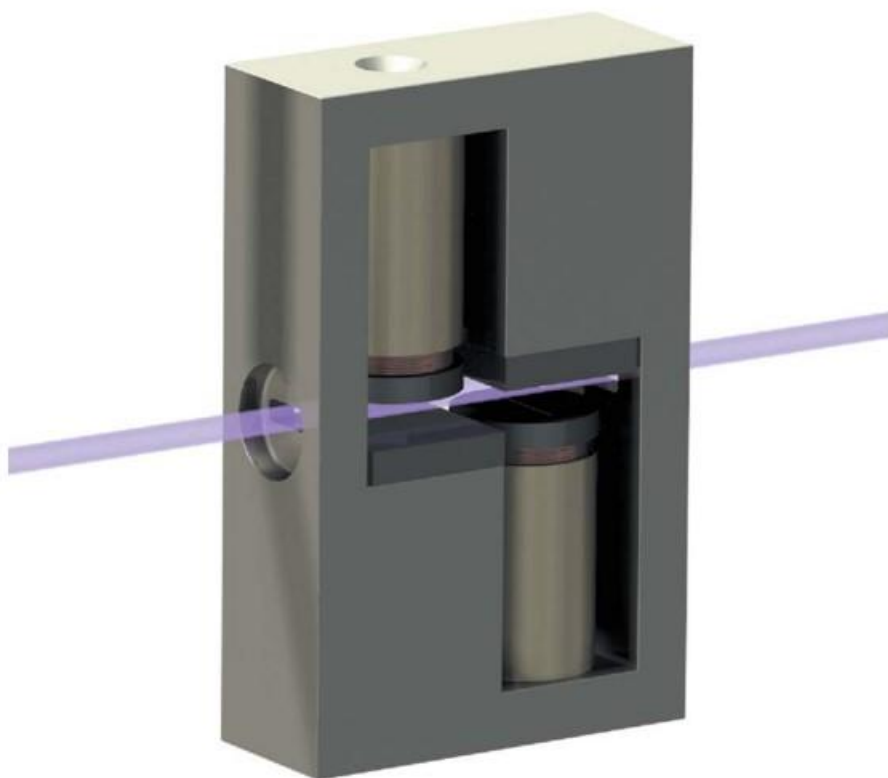


Рисунок 2. Эскизный вид расположения двух систем перемещения пластин затвора в корпусе изделия. Фиолетовым цветом изображено направление распространения рентгеновского излучения.

4.2.3.3. Требования к корпусу затвора:

- Конструкция корпуса должна быть способна к реализации вакуума в области прохождения рентгеновского пучка не более: 10^{-5} мбар.
- Корпус затвора должен иметь два присоединительных вакуумных разъема (CF16), расположенных вдоль следования рентгеновского пучка.

4.2.3.4. Требования к электрическим компонентам:

- Питание соленоида в системе перемещения затвора должно быть реализовано от блока питания;
- Блок питания выбирается исходя из хода перемещения пластины затвора;

- Смена полярности подключения блока питания к катушке реализуется за счет коммутатора;
- Коммутатор тока выбирается исходя из требований к времени открытия/закрытия затвора.

4.2.4. Требования стойкости к внешним воздействиям и надёжности:

- С учетом требований ГОСТ 21964-76. Внешние воздействующие факторы. Номенклатура и характеристики.
- Затвор должен иметь назначенный срок службы 5 лет и назначенный ресурс 3 года.

4.2.5. Требования к эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонта

- Продолжительность непрерывной работы и виды технического обслуживания затвора устанавливаются в эксплуатационной документации.
- Климатическое исполнение изготовленного затвора должно соответствовать категории УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
- Затвор должен сохранять эксплуатационные характеристики при хранении в отапливаемых складских помещениях [не менее 5 лет] при температуре в диапазоне от 15 °С до 35 °С и относительной влажности воздуха [до 70 %] (за исключением стандартных изделий и расходных материалов, срок хранения которых определяется по их паспортным данным).
- Должна быть предусмотрена возможность замены составных частей или элементов, проведение текущего ремонта затвора силами эксплуатирующего персонала.

4.2.6. Требования по транспортированию

Транспортирование затвора в таре должно допускаться всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 20 °С до плюс 40 °С, относительной влажности воздуха от 30 % до 98 % при температуре 35 °С и атмосферном давлении от 75 до 115 кПа.

4.2.7. Требования безопасности

Затвор должен удовлетворять классу электробезопасности I по ГОСТ 12.1.019-2017. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

В отношении пожаробезопасности и взрывобезопасности – в соответствии с ГОСТ 12.1.033-81 Государственный стандарт Союза ССР. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Термины и определения, ГОСТ 12.1.004-91 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования и ГОСТ 12.1.010-76 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования.

5. Технико-экономические требования

В процессе выполнения ОКР Исполнителем разрабатывается «Ведомость покупных изделий, комплектующих, материалов, спецоборудования для выполнения ОКР», содержащая полную информацию о приобретаемых изделиях, комплектующих, материалах и спецоборудовании, включая их технические характеристики, обоснование стоимости и предполагаемых поставщиков.

Данная «Ведомость покупных изделий, комплектующих, материалов, спецоборудования для выполнения ОКР» может корректироваться по согласованию Заказчика и Исполнителя.

6. Требования к видам обеспечения

6.1. Требования к конструкторской документации согласно:

ГОСТ Р 2.001-2023. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102-2023. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.103-2013. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Стадии разработки.

ГОСТ Р 2.105-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ Р 2.601-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

Требования к конструкторским документам, которые разрабатываются и применяются в электронном виде, согласно стандартам ЕСКД.

6.2. Требования к программе и методике приемочных испытаний

Программа и методика приемочных испытаний опытного образца должна быть разработана по ГОСТ Р 2.106-2019. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.

6.3. Требование к научно-техническому отчету

Научно-технический отчет должен быть оформлен по ГОСТ 7.32-2017. Система стандартов по информации, библиотечному издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

6.4. Требования к метрологическому обеспечению

Не предъявляются.

6.5. Требования к диагностическому обеспечению

Не предъявляются.

7. Требования к сырью и материалам

7.1. Номенклатура изделий межотраслевого применения, используемых в конструкции затвора, должна быть предельно унифицированной.

7.2. Изделия межотраслевого применения должны быть изготовлены, в первую очередь, на предприятиях Российской Федерации.

В конструкции затвора допускается использование изделий внешней поставки импортного производства, утвержденных по согласованию с Заказчиком.

7.3. Количество и сортамент материалов подлежит корректировке в процессе и по результатам разработки.

7.4. Покупные изделия, применяемые в составе затвора, должны сопровождаться всеми необходимыми сертификатами, разрешениями, сопроводительными документами и протоколами испытаний, которые необходимо предоставлять с данным видом оборудования и/или материалов согласно действующим нормативно-техническим документам, а также согласно технической документации завода-изготовителя.

8. Требования к консервации, упаковке и маркировке

8.1. Требования к консервации, упаковке, маркировке и транспортировке согласно ГОСТ 23216-78. Государственный стандарт Союза ССР. Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.

8.2. Упаковка должна обеспечивать транспортирование затвора без повреждений всеми видами транспорта в соответствии с п. 4.2.6. настоящего ТЗ.

9. Требования к наличию лицензии

Требования по наличию лицензий не предъявляются.

10. Требования защиты государственной тайны при выполнении ОКР

Требования защиты государственной тайны при выполнении ОКР не предъявляются.