

УДК 358.31

Прокошин А.В.

начальник ВУЦ ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Россия, г. Курск

Ефременко Р.А.

доцент ВУЦ ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Россия, г. Курск

Изотов И.И.

курсант

3 курс ВУЦ ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Россия, г. Курск

Трухачёв Б.Ю.

курсант

3 курс ВУЦ ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Россия, г. Курск

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СТВОЛОВ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ ОРУДИЙ

Аннотация: В статье проведён системный анализ приборов и устройств для обеспечения автоматизированного контроля технической составляющей ствол артиллерийских орудий. Исследование направлено обзор имеющихся средств контроля с целью продвижения изобретения новых. Результаты значимы для проектирования артиллерийских систем контроля технической составляющей стволов следующего поколения.

Ключевые слова: Ствол, орудие, артиллерийский, измерение, выстрел, блок, износ, канал ствола.

***Abstract:** The article provides a systematic analysis of instruments and devices for automated control of the technical component of artillery gun tables. The study aims to review existing control tools in order to promote the development of new ones. The results are significant for the design of next-generation artillery systems for controlling the technical component of gun barrels.*

***Keywords:** Barrel, gun, artillery, measurement, shot, block, wear, barrel channel.*

Введение

Эксплуатация ракетно-артиллерийского вооружения в войсках в первую очередь направлена на технически правильное его использование, своевременное техническое обслуживание и ремонт, с целью поддержания вооружения в готовности к использованию по назначению и на максимальное продление срока службы [1, с. 8].

Тенденция к увеличению количества огневых задач артиллерии при использовании высокоэнергетичных порохов с повышенным эрозионным воздействием, ужесточение режимов стрельбы и условий эксплуатации артиллерийских установок приводят к необходимости совершенствования методов и средств контроля состояния артиллерийских стволов.

В настоящее время настрел, от которого в основном и зависят показатели, определяющие причины перевода стволов в разные категории (с 1-й по 4-ю), а также в 5-ю (браковочную), контролируется вручную и фиксируется в формуляре (паспорте) на образец. На качество такого контроля большое влияние оказывает человеческий фактор. Поэтому объективность и достоверность такого контроля во многих случаях вызывает сомнение. При этом для некоторых артиллерийских орудий при определении настрела используется не фактическое количество выстрелов, а так называемые приведенные выстрелы (например, при стрельбе подкалиберными снарядами из гладкоствольных орудий, при стрельбе из гаубицы Д-30 один выстрел на полном заряде приравнивается к трем выстрелам на остальных зарядах). У

других орудий нет даже такой «примитивной» дифференциации выстрелов по оценке их влияния на износ ствола.

Целью научной статьи является изучение уже имеющихся автоматизированных систем контроля технической составляющей стволов артиллерийских орудий и формулировка предложений по совершенствованию старых и изобретению новых систем контроля.

Для достижения цели научной статьи были поставлены и решены следующие задачи:

1. Проанализировать принцип действия, преимущества и недостатки автоматизированных систем контроля технической составляющей стволов артиллерийских орудий;

2. Сформулировать предложения для разработки новых систем.

Для достижения поставленных задач был применен комплекс методов, включающий, включающий технический анализ, сравнение и систематизацию данных.

В настоящее время износ канала ствола нарезных орудий определяют по удлинению зарядной камеры вручную с помощью прибора ПЗК [1, 2]. По измеренному удлинению зарядной камеры с помощью таблиц стрельбы или вычислительных устройств определяют поправку на стрельбу. Время на развертывание прибора ПЗК, подготовку его к работе и определение параметра для шести орудийной батареи достигает 30 мин. Определение начальной скорости снаряда из-за износа канала ствола может определяться по результатам стрельб с помощью артиллерийской баллистической станции, время определения параметра для батареи достигает 15 мин. Кроме того, для повышения эффективности стрельбы артиллерийских орудий с различным износом в дивизионе производится перекомлектование батарей орудиями, с близкими по износу канала ствола [1].

Недостатки данных способов очевидны. Они не оперативны, трудоемки, требуют дополнительных мероприятий. А использование артиллерийской баллистической станции не применимо при внезапных коротких огневых

налетах, скорострельности орудия более 5 выстрелов минуту и при стрельбе высокоточными боеприпасами.

Для обеспечения высокого качества и объективности мониторинга технического состояния артиллерийских орудий, целесообразно применение автоматизированной системы контроля их стволов. Ключевым компонентом такой системы является специализированный автоматизированный регистратор настрела, реализованный на базе микроконтроллерной техники.

Автоматизированный регистратор настрела ствола артиллерийского орудия с микроконтроллером и соответствующим программным обеспечением в автоматическом режиме подсчитывает количество выстрелов каждым снарядом со своим зарядом [3, с. 3].

Чтобы обеспечить объективный учёт настрела ствола, включая разнообразные боеприпасы и их заряды, используется специально разработанная микроконтроллерная программа [4, с. 1].

Заявляемый регистратор предназначен для подсчета количества выстрелов из 100- мм противотанковой пушки МТ-12 снарядами: бронебойно-подкалиберными индексов БМ1, БМ2, БМ24; кумулятивным индекса БК16 и БК16М; кумулятивно-осколочным индекса БК3; осколочно-фугасным индексов ОФ15 и ОФ35.

Электронный прибор заявляемого регистратора содержит: источник питания, микроконтроллер Arduino Uno на базе микропроцессора Atmega 328, двухпозиционные кнопки с цветными светодиодами на макетной плате, двухстрочный жидкокристаллический дисплей с расширением I2C.

Основной элемент, фиксирующий выстрел артиллерийского орудия, - датчик Хола, он подключен к 1 цифровому входу микроконтроллера. Датчик располагается на неподвижной части орудия, а магнит, который будет воздействовать на датчик, располагается на откатных частях. При выстреле с движением откатных частей магнит воздействует на датчик, тем самым генерируя импульс на первом логическом входе, т.е. при его срабатывании на логический вход первого цифрового пина будет подаваться «1». К 2,3,4,5

цифровым пинам (входам) будут подключены двухпозиционные кнопки, которые будут обозначать индексы выстрелов. Логика программы работы микроконтроллера построена 4-мя основными блоками, каждый из которых активен при нажатии одной из 4-х кнопок, обозначающих заряды. По команде на открытие огня определяется вид снаряда, например «бронепробивный», наводчик нажимает кнопку на регистраторе «БМ», активируется первый блок, на 2 цифровой пин (вход), так как кнопка двухпозиционная в нажатом состоянии непрерывно подается логическая «1» (электрически подается -5 В), этот сигнал принимает логический блок AND «и» к нему так же подходит сигнал от датчика Хола. На выход логического блока «и» подается «1» только в том случае, когда и датчик, и кнопка дают «1», т.е. при нажатой кнопке и срабатывании датчика (выстреле) на выход блока «и» поступает 1.

Далее происходит подсчет всех логических единиц с выхода блока «и», запись их в энергонезависимую память и вывод на соответствующее место на жидкокристаллическом дисплее. Запись происходит при каждом изменении числа в блоке суммы благодаря детектору изменения числа, то есть при изменении числа в блоке суммы проходит генерация импульса в детекторе изменения числа и происходит запись в блок памяти 1 кнопки и выводится на жидкокристаллический дисплей в соответствующем месте. Аналогично логика работает и с тремя остальными кнопками, обозначающие тип выстрела. После изменения числа в любом из 4-х хранилищ энергонезависимой памяти происходит общий подсчет настрела путем суммирования всех 4-х хранилищ и записи этого числа в 5-е (общее) энергонезависимое хранилище памяти и вывод общего числа так же на определенное место на жидкокристаллический дисплей.

Следующее изобретение относится к способам баллистической подготовки стрельбы артиллерийских орудий. Способ автоматизированного определения поправки на износ канала ствола артиллерийского орудия в начальной скорости снаряда при баллистической подготовке стрельбы заключается в следующем. На дульном срезе устанавливают экран,

отражающий зондирующие акустические сигналы. В клин затвора орудия устанавливаются два звуковода, по одному из которых вводят в зарядную камеру и ствол орудия, зондирующий акустический сигнал, частота которого изменяется, например, по пилообразному закону. По второму звуководу выводят отраженный от стенок зарядной камеры и ствола орудия акустический сигнал, определяют максимальную резонансную частоту зарядной камеры и ствола орудия, на которой сигнал хорошо различим на уровне шумов. По максимальной резонансной частоте вычисляют суммарный объем зарядной камеры и ствола орудия с учетом скорости звука в воздухе; суммарной площади отверстий и длины передающего и приемного акустических волноводов, а также номера гармоники максимальной резонансной частоты акустического сигнала. Затем досылают снаряд в канал нарезного ствола и закрывают клин затвора и по максимальной резонансной частоте зарядной камеры вычисляют ее объем. Технический результат – обеспечение автоматизированного определения поправки на износ канала ствола артиллерийского орудия, а также упрощение измерений в полевых условиях [5].

Ещё одним из представителей средств этого класса являются приборы BG10, BG20 [6]. С их использованием могут обследоваться стволы с калибрами 20-155 мм, при этом для 20-60 мм достигнута точность измерения ± 5 мкм, а для 61-155 мм ± 20 мкм. Оператор может вести измерения в двух режимах. В случае симметричного износа и раздутия ствола используется так называемый «нормальный» режим. Для асимметричного (неравномерного) износа предназначен режим «овал». При работе в нормальном режиме датчик автоматически вычисляет средний диаметр отверстия, а в режиме овала оценивается значение максимальной его полуоси. С использованием прибора BG20 нарезной ствол может контролироваться по полям или по нарезам.

Система измерения диаметра канала ствола BG10 — это электромеханическое измерительное устройство, которое изначально было введено в эксплуатацию Королевскими военно-воздушными силами для

быстрого измерения калибра авиационных пушек, чтобы обеспечить минимальное время подготовки самолёта к полёту. Измерения проводятся в 16 заранее определённых точках вдоль каждого канала ствола, после чего результаты сравниваются с заранее сохранёнными критериями предупреждения и отклонения. Фактические результаты измерений отображаются на ЖК-дисплее, а сами измерения сохраняются для дальнейшего использования. Система автоматически выдаст визуальное уведомление на портативном устройстве о том, соответствует ли ствол требованиям, близок ли он к допустимым параметрам или не соответствует — и всё это менее чем за пять минут.

Система BG20 была специально разработана для модернизации и улучшения процедур проверки стволов большого калибра. Двухточечная измерительная головка удерживается в стволе или патроннике с помощью прозрачного диска, который облегчает угловое выравнивание головки и определение местоположения предполагаемого дефекта.

Измерительный прибор может быть установлен в казенной или дульной части ствола, а измерительная головка может располагаться в любом месте по его длине. Можно провести любое количество измерений, и они будут автоматически сохранены под идентификатором ствола, введенным оператором. Процесс измерения может занять несколько минут.

Программное обеспечение измерительного прибора позволяет гибко автоматизировать существующие процедуры измерения в процессе эксплуатации или проводить специальные исследования дефектов, таких как выпуклость или овальность ствола.

Заключение

Проведенный анализ показал, что современные автоматизированные комплексы, основанные на интеграции различных методов, обеспечивают высокую степень объективности и детализации контроля. Их применение способствует значительному повышению безопасности расчетов, снижению эксплуатационных расходов за счет оптимизации графиков технического

обслуживания и ремонта, и, как следствие, продлению жизненного цикла дорогостоящих артиллерийских систем.

Таким образом, автоматизированные системы контроля технической составляющей стволов артиллерийских орудий являются не просто вспомогательным инструментом, а неотъемлемой частью современного подхода к эксплуатации и управлению ресурсом вооружения. Дальнейшее развитие в области искусственного интеллекта для анализа больших данных, миниатюризации датчиков, повышения их устойчивости к агрессивным средам и совершенствования алгоритмов прогностической аналитики будет способствовать созданию еще более совершенных, интегрированных и адаптивных систем, что позволит максимально эффективно управлять ресурсом стволов и поддерживать высокую боеготовность артиллерийских подразделений в любых условиях.

Использованные источники:

1. Правила стрельбы и управления огнем артиллерии. Дивизион, батарея, взвод, орудие. ПС и УО-96. Часть 1. - М./: Военное издательство, 1966. – 375 с.
2. Свертилов Н.И. Руководство по эксплуатации ракетно-артиллерийского вооружения – Москва: «Главное ракетно-артиллерийское управление Министерства обороны российской федерации», 2006 – 261 с.
3. Кривенев А.В. Развитие методов контроля технического состояния стволов артиллерийских орудий – Благовещенск: «Научный вестник ВВИМО», 2022 – 4 с.
4. Кривенцов А.В., Курков С. Н., Шишов В. Ф., Полухин Ю.А., Рязанцев Р. В. Государственная регистрация программы для ЭВМ – Москва: «Федеральная служба по интеллектуальной собственности», 2019 – 2 с.
5. Соловьёв В.Н., Цаплюк А.И., Филатов, Тарас Р.Б. Способ

автоматизированного определения поправки на износ канала ствола артиллерийского орудия при баллистической подготовке стрельбы – Москва: «Федеральная служба по интеллектуальной собственности», 2022 – 15 с.

6. Aeronautical & General Instruments Limited. URL:

<https://www.agiltd.co.uk/instruments-for-high-technology/instrumentation-overview/gun-barrel-bore-gauges/>