

Технология Technology

Научная статья
УДК 662.47
DOI: 10.14529/engin250103

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ВЗРЫВАТЕЛЕЙ

A.В. Кондратьев, kondratev_av@kurganpribor.ru
АО «НПО «Курганприбор», Курган, Россия

Аннотация. В статье описывается процесс ремонта взрывателей, разработка ремонтной документации и испытания, подтверждающие работу изделия. Определены основные элементы, определяющие гарантийный срок хранения взрывателей. Установлены основные виды работ по ремонту, по продлению гарантийных и эксплуатационных сроков, по анализу состояния взрывателей, по установлению назначенных сроков службы. Описаны выполняемые работы и исследования АО «НПО «Курганприбор» по установлению и продлению назначенного срока службы изделия МРВ-У.

Поскольку разработка ремонтной документации для изделия МРВ-У проводится по Техническому заданию (ТЗ), утвержденному руководителем департамента МО РФ, в соответствии с ТЗ выделены основные цели разработки ремонтной документации: проведение исследований взрывателей МРВ-У, подтверждение технического состояния пружин, подтверждение технического состояния замедлителей, замена сборок с взрывчатыми веществами, не обеспечивающими их повторное использование, на новые. Установлена концепция разработки ремонтной документации. Разработан алгоритм ремонтных работ изделия МРВ-У. Приведено описание разработанных документов по ремонту: руководство по капитальному ремонту взрывателей МРВ-У, программа и методика испытаний взрывателей МРВ-У после ремонта, нормы расхода запасных частей на ремонт, методика испытаний на функционирование, а также ведомость документов для ремонта. Проведены и описаны результаты испытаний изделия на прочность, на проверку качества покрытий, испытания на функционирование, на безопасность бросанием, на полноту детонации, на время действия замедлителей, проведены ускоренные климатические испытания и проведено обследование пружин изделий. По результатам испытаний партии главного конструктора составлен акт заводских испытаний изделий МРВ-У.

Ключевые слова: взрыватель, ремонт взрывателей, испытания взрывателей

Для цитирования: Кондратьев А.В. Исследование возможности проведения капитального ремонта взрывателей // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». 2025. Т. 25, № 1. С. 25–33.
DOI: 10.14529/ engin250103

Original article
DOI: 10.14529/engin250103

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF MAJOR REPAIRS OF FUSES

A.V. Kondratiev, kondratev_av@kurganpribor.ru
JSC "Scientific and Production Association "Kurganpribor", Kurgan, Russia

Abstract. This publication describes the process of fuse repair, the development of repair documentation and tests that confirming the operation of the product. The main elements determining the warranty period of storage of fuses are defined. The main types of work have been established: on repair, an extension of warranty and operational periods, an analysis of the condition of fuses, on establishment of

assigned service life. The work and research carried out by JSC “Scientific and Production Association “Kurganpribor” to establish and extend the designated service life of the MPB-Y product is described.

Since the development of repair documentation for the MPB-Y product is carried out according to the Technical assignment (TA) approved by the Head of the Department of the Ministry of Defense of the Russian Federation, the main objectives of the development of repair documentation are highlighted in accordance with the TA. The concept of repair documentation has been established: conducting a study of the MPB-Y fuses, confirming the technical condition of the springs, confirming the technical condition of the retarders, replacing with new assemblies with explosives that do not ensure their reuse. The algorithm of repair work of the MPB-Y product has been developed. The description of the 0 developed repair documents is given: guidelines for major repairs of MPB-Y fuses, a program and methodology for testing the MPB-Y fuses after repairs, standards for the consumption of spare parts for repairs, a test procedure for functioning, as well as a list of documents for repairs. The test results are presented and described on the product for strength, for checking the quality of coatings, tests for functioning, for safety by throwing, for completeness of detonation, for the duration of the action of retarders, accelerated climatic tests were carried out and the survey of the springs of the products was carried out. According to the results of the tests of the batch of the chief designer, an Act of factory testing of the MPB-Y product was drawn up.

Keywords: fuse, fuse repair, fuse testing

For citation: Kondratiev A.V. Investigation of the possibility of major repairs of fuses. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Mechanical Engineering Industry*, 2025:25(1):25–33. (In Russ.) DOI: 10.14529/engin250103

Введение

В настоящее время в соответствии с требованиями ГОСТ В 26040 партии боеприпасов, хранящиеся в арсеналах, при обнаружении определенного количества боеприпасов со средней и сильной коррозией партию назначают в ремонт.

Согласно руководству по ремонту боеприпасов [1–4], ремонт взрывателей в общем случае включает в себя следующие виды работ:

- очистку от загрязнений и продуктов коррозии;
- удаление наплывов металла в местах кернения.

Данные работы не обеспечивают полного восстановления взрывателей с характеристиками, заданными в техническом задании [5].

Проведение капитального ремонта взрывателей в настоящее время не предусмотрено ни одним нормативно-техническим документом, кроме этого, в технических заданиях на разработку взрывателей отсутствуют требования по разработке ремонтной документации, взрыватели после истечения гарантийных сроков хранения подлежат утилизации или проводятся работы по продлению гарантийных и эксплуатационных сроков хранения.

Порядок продления гарантийных и эксплуатационных сроков взрывателей определен требованиями [6] и ОСТ В 84–582. В общем случае продление гарантийных и эксплуатационных сроков включает в себя следующие этапы проведения работ:

- 1) сбор и анализ сведений об условиях хранения взрывателей;
- 2) отбор взрывателей в войсковых частях;
- 3) анализ состояния взрывателей, отобранных в войсковых частях, и результатов эксплуатации;
- 4) обобщение результатов испытаний взрывателей после длительного опытного хранения;
- 5) анализ гарантий на комплектующие элементы и материалы;
- 6) проведение ускоренных испытаний на сохраняемость;
- 7) выпуск отчета о работах и решения об увеличении гарантийных или эксплуатационных сроков.

При анализе состояния взрывателей в обязательном порядке должны быть проведены следующие виды испытаний взрывателей:

- испытания на герметичность;
- определение состояния сборочных единиц, деталей и покрытий после разборки изделий без проверки функционирования;

- испытания на безопасность;
- испытания на работоспособность (функционирование).

При анализе гарантит на элементы огневой цепи (капсиоли-воспламенители, капсиоли-детонаторы и т. п.) для комплектующих с гарантитными сроками, меньше требуемых, как правило, должны быть предусмотрены специальные дополнительные испытания взрывателей для подтверждения работоспособности и безопасности элементов огневой цепи в новые сроки.

При проведении работ по продлению назначенные показателей в соответствии с требованиями [7] положительный результат по увеличению назначенных показателей не гарантирован.

Для восстановления начальных назначенных показателей на взрыватели с истекшими гарантитными сроками хранения необходимо произвести анализ их технического состояния и выделить дефектные узлы и детали, требующие замены, для этого необходима разборка взрывателей. Технология разборки взрывателей как для единичного вида производства на предприятии-изготовителе, как правило, имеется, так как при проведении предъявительских и приемосдаточных испытаний одним из пунктов испытания является контроль деталей и сборочных единиц на соответствие требованиям конструкторской документации.

В соответствии с [8] ремонтная документация на капитальный и средний ремонт для изделий военной техники разрабатывается отдельно. По [9] средний ремонт изделия военной техники – это ремонт, выполняемый для восстановления исправного состояния и частичного восстановления ресурса, а капитальный ремонт изделия военной техники – это ремонт, выполняемый для восстановления исправного состояния и полного или близкого к полному восстановлению ресурса. Проведение среднего ремонта для взрывателей является нецелесообразным, так как при этом будет выполнено частичное восстановление гарантитных сроков хранения взрывателей.

Основными элементами, определяющими гарантитный срок хранения взрывателей, являются элементы огневой цепи, при этом также необходимо учитывать сохранность гальванических покрытий, механических свойств пружин, физических свойств герметизирующих и смазывающих веществ [10–18].

Таким образом, при проведении капитального ремонта взрывателей в общем случае необходимо провести следующие работы:

- дефектация изделий;
- разборка изделий на составные части;
- техническое обследование составных частей;
- комплектование составных частей и изделий по результатам обследования для дальнейшей сборки;
- ремонт составных частей и изделий;
- проведение испытаний отремонтированных изделий.

В 2010 году на АО «НПО «Курганприбор» в соответствии с Государственным контрактом № 10СТ-136/7050607/14 проводились работы по продлению назначенного срока службы взрывателя МРВ-У.

В 2016 году АО «НПО «Курганприбор» оформлено и утверждено руководителем департамента МО РФ по обеспечению ГОЗ техническое задание № 235/3/3/204 [5] на разработку ремонтной документации для взрывателя МРВ-У.

1. Результаты работ по продлению назначенного срока службы взрывателя МРВ-У

Исследованиям подвергались взрыватели МРВ-У партии 3–90 1990 года изготовления. В процессе работы по установлению назначенных сроков службы были проведены следующие работы:

- проверка упаковки по внешнему виду (наличие и четкость нанесения маркировки, наличие пломб);
- проверка герметичности коробок;
- проверка внешнего вида изделий и маркировки;
- проверка правильности установки взрывателей;
- проверка присоединительных размеров;
- проверка герметичности изделий;
- проверка прочности изделий при транспортировании;

- испытание на герметичность изделий после тряски;
- разборка и проверка качества покрытия и механических свойств пружин;
- испытание на функционирование;
- испытание на время горения замедлителей;
- испытание на безопасность бросанием;
- испытание на полноту детонации;
- ускоренные климатические испытания;
- испытания изделий на соответствие требованиям конструкторской документации в объеме приемо-сдаточных испытаний с разборкой изделий для оценки состояния покрытий и механических свойств пружин.

При испытании взрывателей партии 3–90 на время горения замедлителей установлено, что большинство изделий показали завышенное время горения, на установке «М» завышение времени до 10 мс, на установке «Б» – до 16 мс. При проверке качества покрытий выявлено нарушение защитных свойств покрытия пружин. После проведения ускоренных климатических испытаний, имитирующих 10 лет хранения, на партии взрывателей 3–90 все взрыватели показали завышенное время горения, на установке «М» завышение времени до 13 мс, на установке «Б» – до 18 мс, также при испытании на функционирование, с последующей разборкой взрывателей, получено 3 отказа из 20 опытов. Верхняя граница вероятности отказа для взрывателя МРВ-У, согласно требованиям конструкторской документации, составляет 0,06, фактическая верхняя граница вероятности отказа взрывателей МРВ-У партии 3–90 получилась 0,076, что не соответствует требованиям конструкторской документации.

На основании проведенных работ был сделан вывод, что продление назначенного срока службы свыше 20 лет для партии 3–90 невозможно ввиду значительного снижения надежности и значительного увеличения времени срабатывания.

2. Разработка ремонтной документации на взрыватель МРВ-У

2.1. Ввиду наличия в запасах Минобороны России значительного количества взрывателей МРВ-У с истекшими гарантийными сроками хранения и с учетом результатов ранее проведенных работ по продлению назначенного срока службы взрывателей МРВ-У в рамках Государственного контракта № 10СТ–136/7050607/14 Минобороны России было утверждено Решение № 235/3/3/5342 от 25.05.2015 г. о разработке АО «НПО «Курганприбор» ремонтной документации на взрыватель МРВ-У.

Разработка ремонтной документации для взрывателя МРВ-У проводится по Техническому заданию № 235/3/3/204, утвержденному руководителем департамента МО РФ по обеспечению ГОЗ 13.01.2016 г.

Для выполнения работ предприятие АО «НПО «Курганприбор» получило взрыватели МРВ-У партии 58–80, изготовленные заводом «ЗиМ» в количестве 280 шт. Для проведения работ также использовались взрыватели партии 03–90, изготовленные заводом «ЗиМ», и партия 01–15, изготовленная АО «НПО «Курганприбор», имевшиеся на предприятии.

2.2. Концепция разработки

Проведение обследования после хранения технического состояния взрывателей МРВ-У разных лет выпуска (1980, 1990, 2015 г.) показало, что корпусные детали, сборки предохранительно-взводящего механизма, корпус с краном находятся в хорошем состоянии и пригодны для дальнейшего использования.

Для подтверждения технического состояния пружин дет. 5, 16, 17, 19 проводится 100 %-ное измерение силовых характеристик. Годные пружины направляются на сборку, негодные заменяются новыми. Пружина дет. 37, находящаяся в ненапряженном состоянии, обследуется выборочно. При соответствии силовых характеристик требованиям конструкторской документации пружины 37 в партии не заменяются, при несоответствии они заменяются новыми на всей партии.

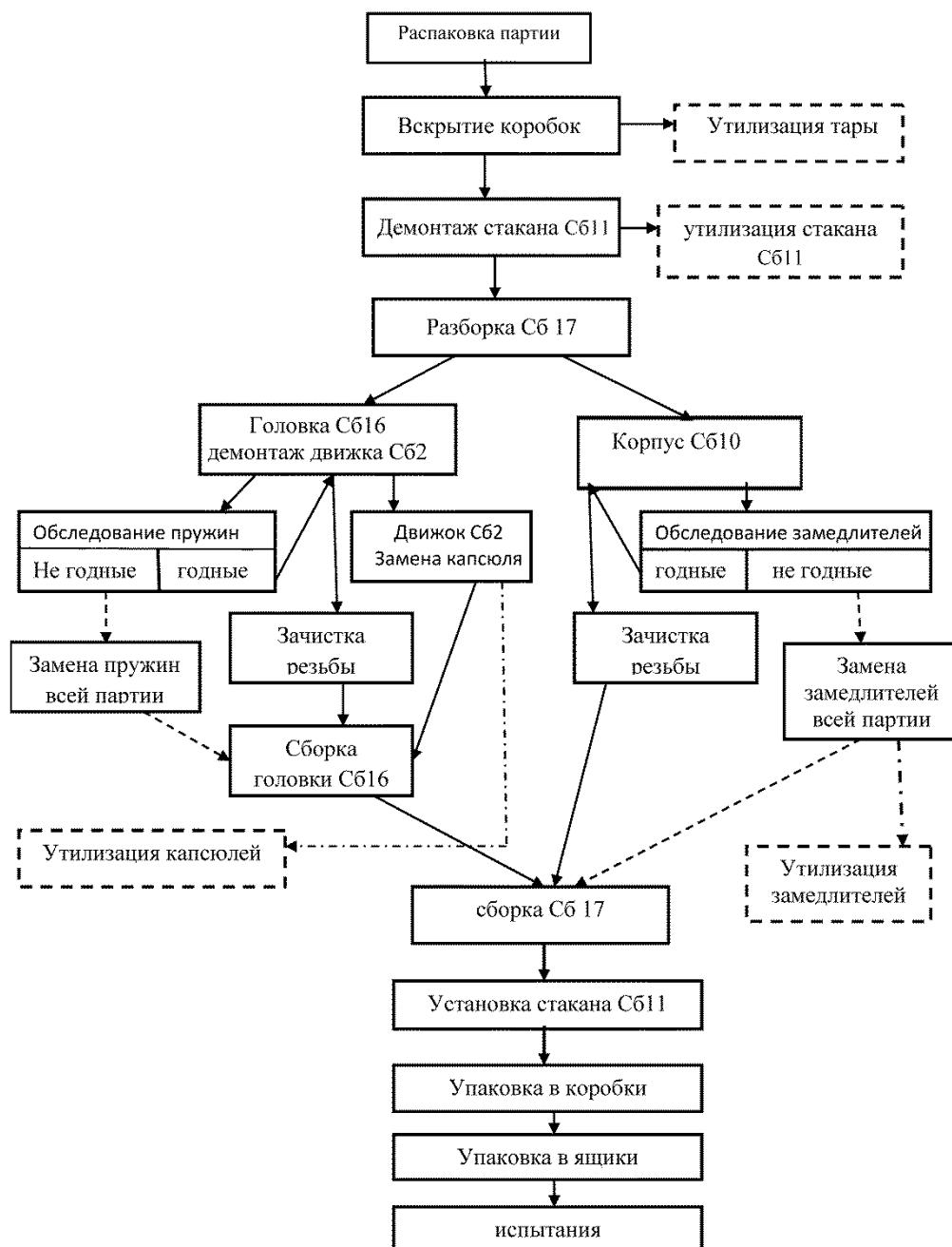
Для подтверждения технического состояния замедлителей на выборке проводится измерение времени функционирования замедлителей при проверке на стенде бросания без разборки изделия. При соответствии времени действия замедлителей требованиям конструкторской документации замедлители в партии не заменяются, при несоответствии они заменяются на новые на всей партии.

Все сборки с взрывчатыми веществами имеют гарантийный срок хранения, не обеспечивающий их повторное использование на новый гарантийный срок хранения 15 лет. В связи с этим они подлежат замене на новые.

Гарантийный срок хранения комплектующих входящих в состав взрывателя МРВ-У:

- капсюль Т-5 53-КВ-052 – 20 лет,
- капсюль КД-Л-23 ДИШВ.773941.011ТУ – 25 лет.

В связи с изложенным ремонт взрывателей МРВ-У состоит из разборки на составные части Сб11 (снаряженный стакан), Сб16 (головка с предохранительно-взводящим механизмом), Сб10 (корпус с замедлителями). Затем проводится обследование пружин и замедлителей для принятия решения по их замене, замена капсюля Т-5 в движке и сборка изделия по существующей технологии. Алгоритм ремонта изделия представлен на рисунке. Ход ремонта в случае замены пружин и замедлителей показан на рисунке пунктирной линией.



Алгоритм ремонта изделия МРВ-У
Algorithm for repairing the MPB-U product

Программа и методика испытаний после ремонта содержит все испытания, предусмотренные в действующей конструкторской документации. Кроме того, введена проверка функционирования всей огневой цепи на стенде бросания, что обеспечивает полный контроль работы всех узлов взрывателя МРВ-У. Программа и методика испытаний после ремонта состоит из двух частей: первой, содержащей заводские испытания, и второй, содержащей полигонные испытания. В заводских испытаниях предусмотрены испытания каждой партии при климатических воздействиях вместо периодических испытаний.

Для проверки возможности повторного использования замедлителей после хранения проведены ускоренные-климатические испытания взрывателей МРВ-У партии 03–90.

Замедлители взрывателя МРВ-У (Сб6 и Сб9) должны обеспечивать функционирование с установленным в конструкторской документации временем замедления срабатывания. В замедлителях время задержки передачи огневого импульса обеспечивается составом СЦ-1 ОСТ В 84–1133. Основой состава СЦ-1 по ОСТ В 84–1133 является цирконий, практически не подверженный изменениям при длительном хранении. В исследовании «Физико-химические процессы, протекающие при длительном хранении пиротехнических изделий» (А.С. Никитина, Е.С. Нахиджанов, Н.И. Семенова; 1976 г. ЦНИИ НТИ и ТЭИ) отмечено: «Высокая коррозионная стойкость циркония и титана способствует использованию их в сочетании с самыми различными окислителями и органическими веществами. Не происходит окисления циркония и в смесях его с окислителями хрома, железа (состав ХЦ-30), свинца (состав СЦ-1). Следовательно, составы с применением порошка циркония или титана в сочетании с любыми окислителями отличаются наиболее высокой химической стойкостью». После длительного хранения гигроскопичность состава СЦ-1 увеличивается на 0,5 % и химическая активность снижается на 0,5 %.

Кроме того, надо учитывать, что хранение замедлителей происходит в составе герметичного изделия, находящегося в герметичной укупорке. Это дает основание полагать, что замедлители изделия могут сохранять свои характеристики.

Использование при проверке времени замедления методики испытаний непосредственно в составе изделия с применением цифрового осциллографа для повышения точности измерений позволяет более объективно, чем предыдущие исследования, оценить результаты испытаний.

2.3. Описание разработанных документов

Разработано руководство по капитальному ремонту взрывателей МРВ-У ИЮКТ.770368.001 РК.

Руководство по ремонту содержит описание и требования по выполнению всех операций ремонта взрывателей МРВ-У от поступления изделий на ремонтное предприятие до испытаний и упаковки. Укомплектовано технологическими картами на операции, отсутствующие в технологии изготовления новых взрывателей. Технология сборки соответствует технологии сборки новых взрывателей.

Вновь разработанные технологии:

- выпрессовка капсюля из сборки движка Сб2;
- демонтаж замедлителей из корпуса Сб16;
- удаление остатков герметика с резьбы головки Сб10 и корпуса Сб16;
- проверка функционирования на стенде бросания ИЮКТ.770367.000ПМ;
- механизированное вскрытие коробок;

Для всех новых технологий разработана и изготовлена технологическая оснастка.

Программа и методика испытаний взрывателей МРВ-У после ремонта (Сб ПМР) предусматривает полную проверку взрывателей на лабораторно-стендовом оборудовании, позволяющую сделать заключение о качестве партии. С учетом проведения на каждой партии испытаний при климатических воздействиях и обеспечения расчета показателей надежности увеличено количество изделий для испытаний до 40 шт.

В Сб ПМР установлено время функционирования ремонтных взрывателей на 3 мс больше, чем время горения замедлителей, установленное в конструкторской документации. Увеличение на 2 мс объясняется методикой измерения на стенде бросания (Отчет № 1–16 по результатам опытной работы «Разработка программы и методики испытаний изделия 9Э244»); за счет старения замедлителей время горения увеличивается на 1 мс, что допустимо согласно результатам стрельбовых испытаний взрывателей МРВ-У партии 3–90 (сводный отчет № 119 заключение

№ 118 от 22.11.2010 г. по результатам проведенных работ по продлению назначенных сроков службы взрывателя МРВ-У(9Э244) из состава выстрелов М-21ОФ.

Нормы расхода запасных частей на ремонт (Сб ЗК) содержат детали, сборки и комплектующие для ремонта, подлежащие обязательной замене и заменяемые по результатам обследования. Включены также расходные взрыватели, узлы и детали для проведения испытаний.

В нормы расхода материалов на ремонт (Сб МК) включены материалы для изготовления заменяемых при ремонте частей и расходуемые при повторной сборке и по результатам обследования.

Разработана методика испытаний на функционирование ИЮКТ.770367.000ПМ, содержащая описание оборудования, метод испытаний и правила работы при контроле функционирования изделия на стенде бросания.

Разработана Ведомость документов для ремонта Сб ВРК, в которую включены все документы, необходимые для выполнения ремонта. Для выполнения сборки ремонтируемых изделий используется существующая технология и оборудование, новые документы не разрабатывались.

3. Результаты испытаний отремонтированных взрывателей МРВ-У

Для проведения испытаний произведен ремонт партии 58-80 взрывателей МРВ-У, изготовлена отремонтированная партия Р01-16.

В соответствие с руководством по ремонту ИЮКТ.770368.001РК проведено обследование 20 взрывателей МРВ-У ремонтируемой партии 58-80 по времени действия замедлителей Сб6, Сб9 по методике ИЮКТ.770367.000ПМ. Измеренное время действия замедлителей Сб6, Сб9 соответствует заданным нормам. Ремонт партии 58-80 производился без замены замедлителей Сб6, Сб9.

В соответствии с руководством по ремонту ИЮКТ.770368.001РК проведено обследование пружин взрывателей МРВ-У ремонтируемой партии 58-80. Все пружины после 36 лет хранения взрывателей по силовой характеристике соответствуют требованиям конструкторской документации.

Ранее проведенное обследование пружин партии 3-90 взрывателей МРВ-У, хранившейся 26 лет, показало соответствие силовых характеристик пружин требованиям конструкторской документации. После проведения ускоренных климатических испытаний на срок 15 лет обследование пружин этой же партии также подтвердило сохранность их силовых характеристик.

Кроме того, при хранении пружины во взрывателе МРВ-У находятся в малонагруженном состоянии, что способствует сохранению их характеристик.

Ремонт партии взрывателей МРВ-У 58-80 производился без замены пружин.

Взрыватели партии Р01-16 испытаны на прочность при транспортировании.

После испытаний все взрыватели герметичны и не имеют механических повреждений. Взрыватели испытания выдержали.

Взрыватели партии Р01-16 испытаны на функционирование. Все взрыватели взвелись, время срабатывания на установках «Б» и «М» соответствует заданным требованиям. Взрыватели испытания выдержали.

Взрыватели партии Р01-16 испытаны на безопасность бросанием в составе объекта. После бросания отсутствует срабатывание элементов огневой цепи, взрыватели остаются безопасными при транспортировке к месту уничтожения. Взрыватели испытания выдержали.

Взрыватели партии Р01-16 испытаны на полноту детонации. Взрыватели испытания выдержали.

По результатам испытаний составлен акт заводских испытаний взрывателей МРВ-У опытной ремонтной партии Р01-16, изготовленной предприятием АО «НПО Курганприбор». Партия Р01-16 заводские испытания выдержала.

Список литературы

1. Сергеев С.Г. Руководство по ремонту боеприпасов. М.: Воениздат МО СССР, 1986. 224 с.
2. Вавилов А.Д. Общее руководство по ремонту ракетно-артиллерийского вооружения. М.: Воениздат МО СССР, 1982. Ч. 1. 744 с.

3. Халимон Ф.Л. Инструкция по техническому осмотру и ремонту боевых припасов в войсках. М.: Воениздат МО СССР, 1965. 64 с.
4. Мурашов Н.С. Эксплуатация и войсковой ремонт боеприпасов. Военный. Красное Знамя. Академия бронетанковых войск имени Маршала Советского Союза Малиновского Р.Я. М., 1971. 96 с.
5. Техническое задание № 235/3/3/204 от 13.01.2016. Курган, 2016.
6. ГОСТ РВ 0015–702–2019 Система разработки и поставки на производство военной техники. Порядок установки и продления назначенных ресурсов, срок службы, срок хранения. М.: Стандартинформ, 2021. 26 с.
7. Комплект конструкторской документации 3–025831 на взрыватель МРВ-У индекса 9JE244. Курган.
8. ГОСТ РВ 0015–601–2008 СРПП ВТ. Порядок разработки ремонтной документации. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2009. 68 с.
9. ГОСТ РВ 0101-001–2007 Эксплуатация и ремонт изделий военной техники. М.: Стандартинформ, 2007. 19 с.
10. Лапшин А.В., Морозов Н.И., Трикоз И.И. [и др.] Инженерное обеспечение боевых действий: учебное пособие. Ростов н/Д.: ДГТУ, 2020. 370 с.
11. Соколов А.Г. Зенитное ракетное оружие мира. М.: ИНТИРОСП, 2006. 287 с.
12. Хайруллина Н.С., Базотов В.Я., Александров В.Н. Промышленная конверсия и утилизация боеприпасов. Казань: КГТУ, 2008. 107 с.
13. Жук А.В. Арсенал Первой мировой войны. Оборонная промышленность Урала в 1914–1918 гг. М.: НИЯУ МИФИ, 2014. 219 с.
14. Акиньшин Р.Н. [и др.]. История создания и тенденции развития современных боеприпасов и взрывателей. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. 204 с.
15. Третьяков Г.М. Боеприпасы артиллерии. М.: Воениздат, 1947. 536 с.
16. Запорожец В.И., Афанасенко Ф.П. Теоретические основы испытаний и контроля качества боеприпасов: учебное пособие. СПб.: БГТУ, 2008. 314 с.
17. Трифонов В.В., Углов В.И., Кравченко Е.Н., Говорун И.В. Конструктор боеприпасов и взрывателей: монография. СПб: Изд-во БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 2024. 110 с.
18. О'Мэлли Т.Дж. Современная артиллерия, РСЗО, минометы М.: ЭКСМО-Пресс, 2000. 160 с.

References

1. Sergeev S.G. *Rukovodstvo po remontu boyepripasov* [Manual for repair of ammunition]. Moscow, 1986. 224 p.
2. Vavilov A.D. *Obshcheye rukovodstvo po remontu raketno-artilleriyskogo vooruzheniya. Chast' 1* [General manual for repair of missile and artillery weapons. Part 1] Moscow, 1982. 744 p.
3. Khalimon F. L. *Instruktsiya po tekhnicheskому osmotru i remontu boyevykh pripasov v voyskakh* [Instructions for technical inspection and repair of ammunition in the troops]. Moscow, 1965. 64 p.
4. Murashov N.S. *Ekspluatatsiya i voyskovoy remont boyepripasov*. [Operation and military repair of ammunition]. Military. Red Banner. Academy of armored forces named after Marshal of the Soviet Union Malinovsky R.Ya. Moscow, 1971. 96 p.
5. *Technical assignment No. 235/3/3/204 dated 13.01.2016*. Kurgan, 2016.
6. *GOST RV 0015–702–2019 Sistema razrabotki i postavki na proizvodstvo voyennoy tekhniki. Poryadok ustanovki i prodleniya naznachennykh resursov, srok sluzhby, srok khraneniya* [State Standard RV 0015–702–2019 System for development and supply of military equipment for production. Procedure for installation and extension of assigned resources, service life, shelf life]. Moscow, 2021. 26 p.
7. *Komplekt konstruktorskoy dokumentatsii 3–025831 na vzryvatel' MRV-U indeksa 9JE244* [Set of design documentation 3–025831 for the MRV-U detonator, index 9JE244]. Kurgan.
8. *GOST RV 0015–601–2008 SRPP VT. Poryadok razrabotki remontnoy dokumentatsii. Osnovnyye polozheniya* [State Standard RV 0015–601–2008 SRPP VT Procedure for development of repair documentation. Basic provisions]. Moscow, 2009. 68 p.
9. *GOST RV 0101-001-2007 Ekspluatatsiya i remont izdeliy voyennoy tekhniki*. [State Standard RV 0101-001-2007 Operation and repair of military equipment]. Moscow, 2007. 19 p.

10. Lapshin A.V., Morozov N.I., Trikoz I.I. [et al.] *Inzhenernoye obespecheniye boyevykh deystviy: uchebnoye posobiye* [Engineering support of combat operations: a tutorial]. Rostov-on-Don, 2020. 370 p.
11. Sokolov A.G. *Zenitnoye raketnoye oruzhiye mira* [Anti-aircraft missile weapons of the world]. Moscow, 2006. 287 p.
12. Khairullina N.S., Bazotov V.Y., Aleksandrov V.N. *Promyshlennaya konversiya i utilizatsiya boyepripasov* [Industrial conversion and disposal of ammunition]. Kazan, 2008. 107 p.
13. Zhuk A.V. *Arsenal Pervoy mirovoy voyny. Oboronnaya promyshlennost' Urala v 1914–1918 gg.* [Arsenal of the First World War. The Urals Defense Industry in 1914–1918]. Moscow, 2014. 219 p.
14. Akinshin R.N. [et al.]. *Istoriya sozdaniya i tendentsii razvitiya sovremennykh boyepripasov i vzryvateley* [History of Creation and Development Trends of Modern Ammunition and Detonators]. Moscow, 2013. 204 p.
15. Tretyakov G.M. *Boyepripasy artillerii*. [Artillery Ammunition]. Moscow: Voenizdat, 1947. 536 p.
16. Zaporozhets V.I., Afanasenko F.P. *Teoreticheskiye osnovy ispytaniy i kontrolya kachestva boyepripasov* [Theoretical Foundations of Ammunition Testing and Quality Control]. St. Petersburg, 2008. 314 p.
17. Trifonov V.V., Uglov V.I., Kravchenko E.N., Govorun I.V. *Konstruktor boyepripasov i vzryvateley: monografiya*. [Designer of ammunition and fuses: monograph]. St. Petersburg, 2024. 110 p.
18. O'Malley T.J. *Sovremennaya artilleriya, RSZO, minometry* [Modern artillery, MLRS, mortars] Moscow, 2000. 160 p.

Информация об авторе

Кондратьев Андрей Викторович, заместитель генерального директора – главный конструктор, АО «НПО «Курганприбор», Курган, Россия; kondratev_av@kurganpribor.ru

Information about the author

Andrey V. Kondratiev, Deputy General Director – Chief Designer, JSC “Scientific and Production Association “Kurganpribor”, Kurgan, Russia; kondratev_av@kurganpribor.ru

Статья поступила в редакцию 11.12.2024; принята к публикации 13.01.2025.

The article was submitted 11.12.2024; accepted for publication 13.01.2025.