

УДК 621.7:623.4

DOI: 10.22213/2413-1172-2019-3-42-47

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ И ИСПЫТАНИЯ МОДУЛЬНОГО ОРУЖИЯ

С. А. Писарев, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

Р. В. Минибаев, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

Д. С. Романов, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

И. В. Токарев, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

*Статья посвящена актуальной на сегодняшний день теме развития модульного оружия как закономерному процессу развития технических систем общего машиностроения. Рассматриваются технологические особенности сборки стрелкового оружия в целом и относящиеся к модульному оружию в частности. Приведены требования и определены задачи технической подготовки производства. Оценена степень важности этапа сборки.*

*Модульное оружие состоит из деталей и сборок. В свою очередь, детали и сборки имеют определенные размеры и размерные цепи. Анализируются методы решения размерных цепей на предмет применимости в модульном оружии, в частности, подробно рассматривается применимость метода абсолютной взаимозаменяемости и конструктивной компенсации.*

*Определены документы, необходимые для рациональной разработки технологии сборки, к основным из которых относятся конструкторская документация и ТУ на изделие. Более детально рассмотрен процесс сборки ствола и ствольной коробки как наиболее сложный и важный момент изготовления модульного оружия. Описаны решения проблемы взаимозаменяемости стволов и определены наиболее проблемные места крепления ствола к ствольной коробке, требующие более детального анализа.*

*Значительное внимание уделено проверкам модульного оружия после сборки. Приведены примеры оборудования и материалы, необходимые для контроля готовой продукции. Определены основные виды приемочно-контрольных испытаний: двумя выстрелами с усиленным зарядом; на меткость; на взаимодействие механизмов и др.*

**Ключевые слова:** модульное оружие, технология сборки, методы контроля, подготовка производства, качество сборки, размерная цепь.

### Введение

В ходе исследования принципиальной возможности применения модульного оружия и перспективных боеприпасов с повышенной мощностью для поражения бронезащищенных целей были предложены варианты решения поставленных задач и разработаны конструкторские решения [1].

Цель данной статьи – обзор технологического процесса сборки модульного оружия, определение параметров контроля и испытаний готовой продукции модульного оружия и боеприпасов увеличенной мощности. Главная задача исследования – выявить основные особенности технологического процесса производства данных изделий.

### Технологические особенности сборки

Каждый вид оружия и его тип характеризуется тактико-техническими требованиями [2]. Общими для всех типов и видов оружия являются следующие тактико-технические требования:

- боевые – могущество, живучесть, маневренность;
- эксплуатационные – безотказность, безопасность, удобство;
- экономические – простота конструкции и технологии, взаимозаменяемость, стандартизация и унификация деталей и узлов, не дефицитность сырья и материалов, постоянное совершенствование технологии на всех стадиях производственного процесса.

В соответствии с тактико-техническими требованиями техническая подготовка производства новых изделий требует следующих подходов.

1. Применение методов конструирования с широким использованием стандартных, заимствованных и унифицированных деталей, узлов и сборочных единиц.

2. Качественная проверка разрабатываемой конструкторской документации на технологичность на всех этапах подготовки производства. При этом конструкция технологична, если при соблюдении основных требований служебного

назначения (тактико-технических характеристик) будут обеспечены минимальные трудоемкость, материалоемкость и себестоимость. Таким образом, технологичность является одним из основных показателей совершенства изделия.

На данном этапе важно выделить следующие задачи, которые встречаются в тематике данного исследования:

- определение уровня взаимозаменяемости (частичная, групповая, полная, пригонка и регулировка, соответствующие методу сборки);
- членение изделия на сборочные единицы и определение их количества;
- выбор материалов;
- выбор рациональных методов и средств сборки, контроля и испытаний;
- обеспечение надежности и живучести изделия, простоты его ремонта и обслуживания.

3. Тщательная разработка технологической схемы сборки, позволяющая обеспечить качественное выполнение всех операций, связанных со сборкой, монтажом и испытаниями как отдельных конструктивных элементов и сборок, так и изделия в целом.

Отметим, что технологический процесс сборки оружия или его узла – это заключительный и важный этап производственного процесса [3]; именно на этом этапе обеспечивается выполнение многих тактико-технических требований, предъявляемых к конкретному оружию. Для рациональной разработки технологии сборки необходим большой объем исходных данных: чертежи изделия и его сборочных единиц, рабочие чертежи деталей, общие и частные ТУ на сборочно-монтажные и контрольно-испытательные процессы и другие данные [4].

Рассмотрим некоторые моменты технологического процесса производства модульного оружия более подробно.

Вид сборки определяется принятым методом решения размерной цепи для собираемого узла. Нормальная работа узла, механизма и оружия в целом зависит от соответствия действительных значений узловых размеров их заданным величинам. Примерами таких узловых размеров могут служить: зазор между чашечкой затвора и пеньком ствола, зацепление боевых упоров затворов с соответствующими элементами вкладыша ствольной коробки, выход бойка ударника, зазор между зацепом выбрасывателя и чашкой затвора, зацепление деталей спускового механизма и др. (рис. 1).

Перечисленные примеры показывают, что работа оружия зависит от большого количества узловых размеров, для каждого из которых су-

ществует своя размерная цепь. Поэтому необходимо определить, какой метод решения размерных цепей принять за основной. Это может быть:

- 1) метод абсолютной взаимозаменяемости;
- 2) метод, основанный на законах теории вероятности;
- 3) метод технологической компенсации [5]:
  - посредством подбора деталей [6];
  - посредством индивидуальной подгонки;
- 4) метод конструктивной компенсации.

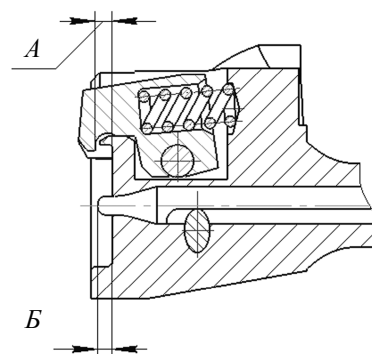


Рис. 1. Зазор между зацепом выбрасывателя и чашкой затвора (размер  $A$ ), выход бойка ударника (размер  $B$ )

Fig. 1. The gap between the ejector hook and the stopper cup (size  $A$ ), the output of the striker (size  $B$ )

Так как модульное оружие рассматривается в узком смысле как смена стволов (мультикалиберность), в более широком смысле модульность предполагает оружие как сборку крупных модулей, обладающих некоторым функционалом, и в связи с этим быструю разработку, усовершенствование и замену определенных частей оружия – самостоятельных модулей. В любом случае перед конструктором и технологом стоит задача обеспечения полной взаимозаменяемости сменных частей, поэтому ключевыми методами решения размерных цепей примем метод абсолютной взаимозаменяемости и метод конструктивной компенсации.

При проектном расчете размерных цепей предельные отклонения составляющих звеньев назначались по методу единого качества, то есть с одинаковой относительной точностью. В единичных случаях при расчете сборок с рядом близких номинальных значений звеньев и сборках, где присутствует большое количество заимствованных деталей с установленными на них отклонениями, применялся метод равных допусков. Отметим, что в некоторых случаях применялся вероятностный метод для увеличения допусков на ответственные узлы и детали изделия.

Одним из проблемных мест технологического производства модульного оружия можно от-

нести сборку ствола со ствольной коробкой (рис. 2).

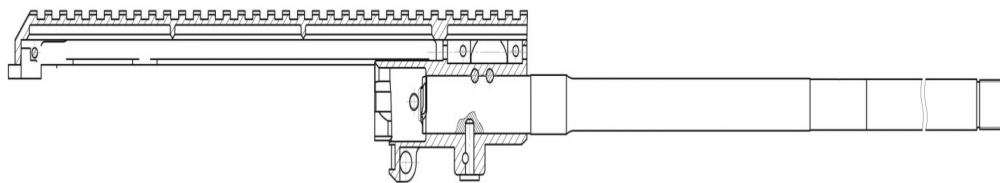


Рис. 2. Ствольная коробка со стволом в сборе

Fig. 2. Barrel box with barrel assembly

Сборка ствола со ствольной коробкой определяется характером их соединения. В данном случае это разъемное соединение, осуществляемое за счет объединения сухарного и клинового соединений. Основное требование к технологии сборки состоит в необходимой точности взаимного расположения ствола и ствольной коробки, при этом нужно обеспечить минимальный объем слесарно-пригоночных работ, а также удовлетворение всем требованиям чертежей и ТУ. Главное требование к стволам – полная взаимозаменяемость со ствольной коробкой с сохранением нормальной без задержек поставки и его фиксации, бесперебойной работы узла запираения, взаимодействия деталей газоотводной системы, а также меткость. Наибольшие трудности представляет удовлетворение требования по меткости. Разработанная конструкция крепления ствола за счет клинового сухаря позволяет компенсировать зазоры, образующиеся при сборке, что увеличивает границы предельных отклонений основных звеньев при расчетах размерных цепей и положительно сказывается на общей технологичности изделия.

Решение проблемы взаимозаменяемости ствола с сохранением меткости стрельбы является ключевой задачей исследования и требует более детальной проработки и анализа. Дополнительно необходимо учесть широкое применение резьбового разъемного соединения ствола со ствольной коробкой как действующую альтернативу новому разработанному соединению.

При изготовлении и сборке в условиях серийного и массового производства точность изготовления деталей достигается за счет предварительной настройки станков с применением специальных приспособлений, то есть с использованием метода автоматического получения размеров деталей. Все детали и сборки должны проходить контроль качества. На современном производстве ключевым моментом становится

изготовление деталей на станках с ЧПУ с последующим контролем изготавливаемых деталей на измерительных машинах, что существенно повышает качество последующих сборок. В нашем случае всё производство будем ориентировать именно на современное производство и современные технологии, что существенно повышает качество при достаточно умеренном повышении затрат на производство.

При рассмотрении общей сборки оружия основным видом работ является присоединение друг к другу узлов и отладка механизмов оружия. И если конструктивно обеспечена модульность оружия и грамотно проработана технология, данный этап будет занимать намного меньше времени по сравнению со сборкой существующего оружия за счет снижения трудоемкости сборки, подгонки и отладки каждого узла и детали при общей сборке.

При общей сборке модульного оружия остается открытым вопрос подгонки боевых упоров по калибру-шашке. Данный процесс необходимо контролировать или альтернативным решением вынести узел запираения в определенный модуль.

#### Особенности испытания модульного оружия

Испытания являются заключительным этапом в производстве оружия. Для повышения эффективности производства необходим постоянный контроль качества продукции на всех стадиях жизненного цикла [7]. Собранное оружие наряду с приемочно-контрольными испытаниями предварительно подвергают также испытаниям с целью отладки. Характер испытаний разнообразный и зависит от условий работы и эксплуатации.

Отметим, что в соответствии с законодательством РФ потребитель должен быть защищен от недоброкачественной продукции, т. е. продукции, качество которой не соответствует обяза-

тельным требованиям к ней и (или) качеству, заявленному в информации о товаре, нормативной документации, контрактах. Контроль качества – это проверка соответствия количественных или качественных характеристик продукции или процесса, от которого зависит качество продукции, установленным техническим требованиям. Модульное оружие, как любой вид продукции, нуждается в производственном контроле и в проведении ряда проверок. Так как модульное стрелковое оружие – это новое направление в мире оружия, то встает вопрос, какими техническими методами и какие виды проверок стоит проводить при производственном контроле изделий на предприятии.

Проверка модульного оружия, сборочных единиц, деталей к нему осуществляется в соответствии с разработанными на изделие техническими условиями (далее ТУ), конструкторской документации и комплектов калибров, контрольно-измерительным инструментам и визуально в сравнении с контрольным образцом.

К примеру, некоторое оборудование и материалы, необходимые для контроля сборки изделий, могут быть следующие.

1. Испытательные патроны. Прочность ствола и деталей механизмов запираения модульного карабина должны сохраниться после стрельбы испытательными патронами, обеспечивающими высокое давление в канале ствола.

2. Калибры, калибры-шашки. Проходные и непроходные калибры-шашки для проверки канала ствола до стрельбы, после стрельбы, при достижении определенного настрела и т. д.

3. Инструменты. Широко применяемые в машиностроении инструменты для контроля изготовления деталей и сборочных единиц: штангенрейсмас, угольники, рулетка, отстрелочный станок с амортизирующим упором, термометр, барометр, камеры климатические, весы, велосиметр и др.

Все инструменты и приборы должны быть поверенными.

В связи с тем, что стрелковое оружие является изделием длительного хранения [8], в процессе изготовления и контроля готовой продукции стоит обращать внимание на внешний вид (однородность нанесения покрытия деталей и сборок в целом). Также стоит отметить, что собранное изделие и модули по отдельности сравнивают с утвержденными контрольными образцами. Проверку осуществляют по соответствию маркировок карабина и модулей контрольным образцам. Проверяют и магазины, и комплектующие, входящие в состав изделия.

К примеру, магазин проверяют на вместимость, изделие проверяют на соответствие конструкторской документации путем обмеров по длине (габаритные размеры) и массе с погрешностью 0,01 кг. В отличие от изделий, выполненных по классической схеме, допускается применение комплексного калибра для контроля различных модулей по местам крепления (рис. 3).

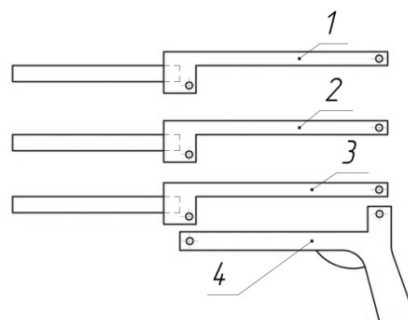


Рис. 3. Применение комплексного калибра для контроля: 1, 2, 3 – модули стрелкового орудия; 4 – комплексный калибр

Fig. 3. The use of integrated caliber for control: 1, 2, 3 - modules of a small gun; 4 - complex caliber

Основными приемочно-контрольными испытаниями собранного модульного оружия являются:

- двумя выстрелами с усиленным зарядом;
- на меткость;
- на взаимодействие механизмов;
- на взаимозаменяемость;
- на живучесть.

На предприятии должен проводиться окончательный контроль в соответствии с программой испытаний или иной нормативной документацией с целью доказательства готовой продукции установленным требованиям [9]. Методика проведения испытаний подробно описывается в ТУ, программах испытаний или иной нормативной документации.

На следующем этапе будет проведен более детальный анализ технологии сборки определенных узлов с последующим составлением методики производства модульного оружия и боеприпасов к нему.

### Заключение

В заключение отметим, что, так как данное оружие и боеприпас являются новыми перспективными изделиями, необходимо на этапе проектирования закладывать высокую технологичность изделия и при правильном выборе технологии производства снижать себестоимость изделий при сохранении или улучшении такти-

ко-технических характеристик по сравнению с ближайшими аналогами. В сегодняшней экономической ситуации становления и развития рыночной экономики улучшение качества продукции является важнейшим направлением интенсивного развития экономики, источником экономического роста, условием повышения эффективности общественного производства [10]. Соединение технологичной конструкции с прогрессивными методами производства позволяет создать конкурентоспособный продукт и выйти на лидирующее место мирового рынка с одной стороны, с другой – повысить военный потенциал страны в целом.

#### Библиографические ссылки

1. К вопросу возможности применения модульной конструкции оружия с перспективным патроном / С. А. Писарев, Р. В. Минибаев, Д. С. Романов, И. В. Токарев, Л. А. Фитилев // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2017. Т. 22, № 2. С. 33–38.
2. Черный В. Г. Перспективы развития автоматического стрелкового оружия // Известия Саратовского ун-та. Новая серия. Серия «Экономика. Управление. Право». 2012. Т. 12, № 3. С. 89–91.
3. Коришонков С. Н. Особенности разработки технологических процессов сборки // Вестник науки и образования. 2019. № 4 (58). Ч. 2. С. 26–28.
4. Непомилуев В. В., Семенов А. Н. Перспективные направления совершенствования качества сборки изделий машиностроения // Известия ТулГУ. Технические науки. 2016. № 8. Ч. 2. С. 71–78.
5. Семенов А. Н. Сборка высокотехнологичных изделий с использованием компенсирующих воздействий // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2006. № 3. С. 3–7.
6. Непомилуев В. В. Исследование возможностей повышения качества сборки путем использования индивидуального подбора деталей // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2006. № 10. С. 34–38.
7. Волкова Г. Д., Журнова Е. А. Коэффициент качества как способ оценки качества готовой продукции на ОАО «КЗХ «Бирюса» // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2011. № 7. С. 269–270.
8. Островский С. Н., Кищенко Е. В., Коротаев Д. В. Техническое обслуживание стволов стрелкового

оружия // Инновационная наука. 2015. № 1-2. С. 81–83.

9. Габдуллина М. Р., Мирзоева М. А., Захарова Н. В. Актуальность разработки программы итоговых испытаний готовой продукции на ООО «Деревообработка» // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. № 9. С. 289–291.

10. Калыгина Д. М. Управление качеством выпускаемой продукции // Молодой ученый. 2016. № 14. С. 338–341.

#### References

1. Pisarev S.A., Minibaev R.V., Romanov D.S., Tokarev I.V., Fitilev L.A. [On the Question of Possibility to Use a Modular Weapon's Design with a Promising Cartridge]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, 2017, vol. 22, no. 2, pp. 33-38 (in Russ.).
2. Chernyj V.G. [Prospects of development of automatic small arms]. *Izvestija Saratovskogo universiteta*, 2012, no. 3, pp. 89-91 (in Russ.).
3. Korishonkov S.N. [Features of development of technological processes of Assembly]. *Vestnik nauki i obrazovaniya*, 2019, no. 4, pp. 26-28 (in Russ.).
4. Nepomiluev V.V., Semenov A.N. [Promising directions of improving the quality of Assembly of machinery]. *Izvestija TulGU. Tehnicheskie nauki*, 2016, no. 8, pp. 71-78 (in Russ.).
5. Semenov A.N. [Assembly of high-tech products using compensating effects]. *Sborka v mashinostroenii, priborostroenii*, 2006, no. 3, pp. 3-7 (in Russ.).
6. Nepomiluev V.V. [The study of possibilities of improving the quality of Assembly by use of individual selection features]. *Sborka v mashinostroenii, priborostroenii*, 2006, no. 10, pp. 34-38 (in Russ.).
7. Volkova G.D., Zhirnova E.A. [Factor as a method of assessing the quality of finished products at JSC "KZH "Biryusa"]. *Aktual'nye problemy aviacii i kosmonavtiki*, 2011, no. 7, pp. 269-270 (in Russ.).
8. Ostrovskij S.N., Kishhenko E.V., Korotaev D.V. [Maintenance of small arms barrels]. *Innovacionnaja nauka*, 2015, no. 1-2, pp. 81-83 (in Russ.).
9. Gabdullina M.R., Mirzoeva M.A., Zaharova N.V. [The importance of the program, the final testing of finished products at ООО "Woodworking"]. *Aktual'nye problemy aviacii i kosmonavtiki*, 2013, no. 9, pp. 289-291 (in Russ.).
10. Kalygina D.M. [Quality management of products]. *Molodoj uchenyj*, 2016, no.14, pp. 338-341 (in Russ.).

#### Technological Features of Assembly and Testing of Modular Weapons

S.A. Pisarev, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia  
 R.V. Minibaev, Post-graduate, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia  
 D.S. Romanov, Post-graduate, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia  
 I.V. Tokarev, Post-graduate, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia

*The paper is devoted to the current topic of the development of modular weapons as a natural process of development of technical systems of general mechanical engineering. The technological features of the assembly of small arms in general and related to modular weapons in particular are considered. Requirements are given and tasks of technical preparation of production are defined. The degree of importance of the assembly stage is estimated.*

*Modular weapons consist of parts and assemblies. In turn, parts and assemblies have certain dimensions and dimensional chains. The methods of solving dimensional chains for applicability in modular weapons are analyzed, in particular, the applicability of the method of absolute interchangeability and constructive compensation is considered in detail.*

*The documents necessary for the rational development of the assembly technology are defined. The main ones include the design documentation and specifications for the product. The process of the barrel and receiver assembly is considered in more detail as the most difficult and important moment of modular weapon manufacturing. Solutions to the problem of interchangeability of trunks are described and the most problematic places of attachment of the trunk to the receiver requiring a more detailed analysis are determined.*

*Much attention is paid to the tests of modular weapons after the assembly. Examples of the equipment and materials necessary for control of finished goods are given. The main types of acceptance and control tests are defined: two shots with a strengthened charge; on accuracy; on interaction of mechanisms, etc.*

**Keywords:** modular weapons, assembly technology, methods of control, preparation of production, quality of assembly, dimensional chain.

Получено 12.08.2019

#### Образец цитирования

Технологические особенности сборки и испытания модульного оружия / С. А. Писарев, Р. В. Минибаяв, Д. С. Романов, И. В. Токарев // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2019. Т. 22, № 3. С. 42–47. DOI: 10.22213/2413-1172-2019-3-42-47.

#### For Citation

Pisarev S.A., Minibaev R.V., Romanov D.S., Tokarev I.V. [Technological features of assembly and testing of modular weapons]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, 2019, vol. 22, no. 3, pp. 42-47 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2019-3-42-47.