

В Перечне критических технологий России, утверждённых Указом Президента России от 7 июля 2011 г. № 899, указаны базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники под номером 1.

Одной из основных отраслей, определяющих обороноспособность страны, является производство боеприпасов, особенно взрывателей (В) и взрывательных устройств (ВУ). В связи с проведением специальной военной операции и обострения международной обстановки актуальность проблемы обеспечения армии России боеприпасами значительно возросла.

Для увеличения объёмов производства без потери качества продукции требуется повышение производительности труда. Основными путями повышения производительности труда и качества его результатов является разработка новых прогрессивных технологических процессов, создание высокопроизводительных средств производства, автоматизация производственных процессов. Поэтому актуально создание прогрессивных технологии для автоматизации производства: сборки, прессования и контроля В и ВУ. Спецификой производства В и ВУ является их серийность, а для ряда типов – и массовость, наличие опасных и вредных операций, высокие требования по надёжности срабатывания и безопасности в обращении. Трудоемкость ручных сборочных, прессовых и контрольных операций при производстве В и ВУ была высока и составляла в некоторых случаях более 50% общей технологической трудоемкости.

Цель работы - создание современной отечественной технологической базы для производства В и ВУ для значительного увеличения объёма выпуска боеприпасов в рамках обеспечения Гособоронзаказа.

Представлены научные и практические результаты многолетнего (с 2003 г. по 2022 г.) цикла работ авторского коллектива, который охватывает решение проблем теории, экспериментальные исследования, разработку технологий, проектирование, изготовление и освоение в промышленном

производстве автоматизированного и автоматического высокопроизводительного безопасного оборудования для сборки узлов, прессования составов и контроля геометрических параметров деталей и узлов В и ВУ.

Финансирование работ осуществлялось за счёт средств Госбюджета (6 ОКР), средств предприятий-заказчиков и собственных средств организации. В ходе работ решены научно-технические и социально-экономические задачи: повышение производительности труда, качества выпускаемой продукции, исключение влияния субъективного фактора на качество производимой продукции, высвобождение и вывод людей из опасных зон, повышение безопасности работы персонала, снижение вредного воздействия продуктов, используемых при производстве В и ВУ, на персонал, снижение себестоимости продукции. Ниже представлены типовые примеры созданного оборудования, реализующего разработанные технологические процессы.



Рис. 1 Автоматическая линия сборки изделий КВГ-3 и изделие

Производительность, шт./час	1000
Количество собираемых деталей	3
Количество операций	11



Рис. 2 Линия автоматическая сборки и контроля узла СБ7 и узел.

Производительность, шт./час	1000
Количество собираемых деталей, шт.	5
Количество позиций, шт.	18



Рис. 3 Автоматическая линия запрессовки и контроля изделия «Стакан» и изделие

Производительность, шт./час	450
Количество позиций дозирования	5

Количество позиций прессования	2
Количество собираемых деталей, шт.	4
Количество операций	21



Рис. 4 Полуавтомат контроля герметичности

Производительность, шт./час	500-700
Габариты контролируемых изделий, мм, не более	Ø55x100
Внутренний свободный объём изделия, см ³	1,5-10
Величина контрольного давления, МПа	0,08±0,004

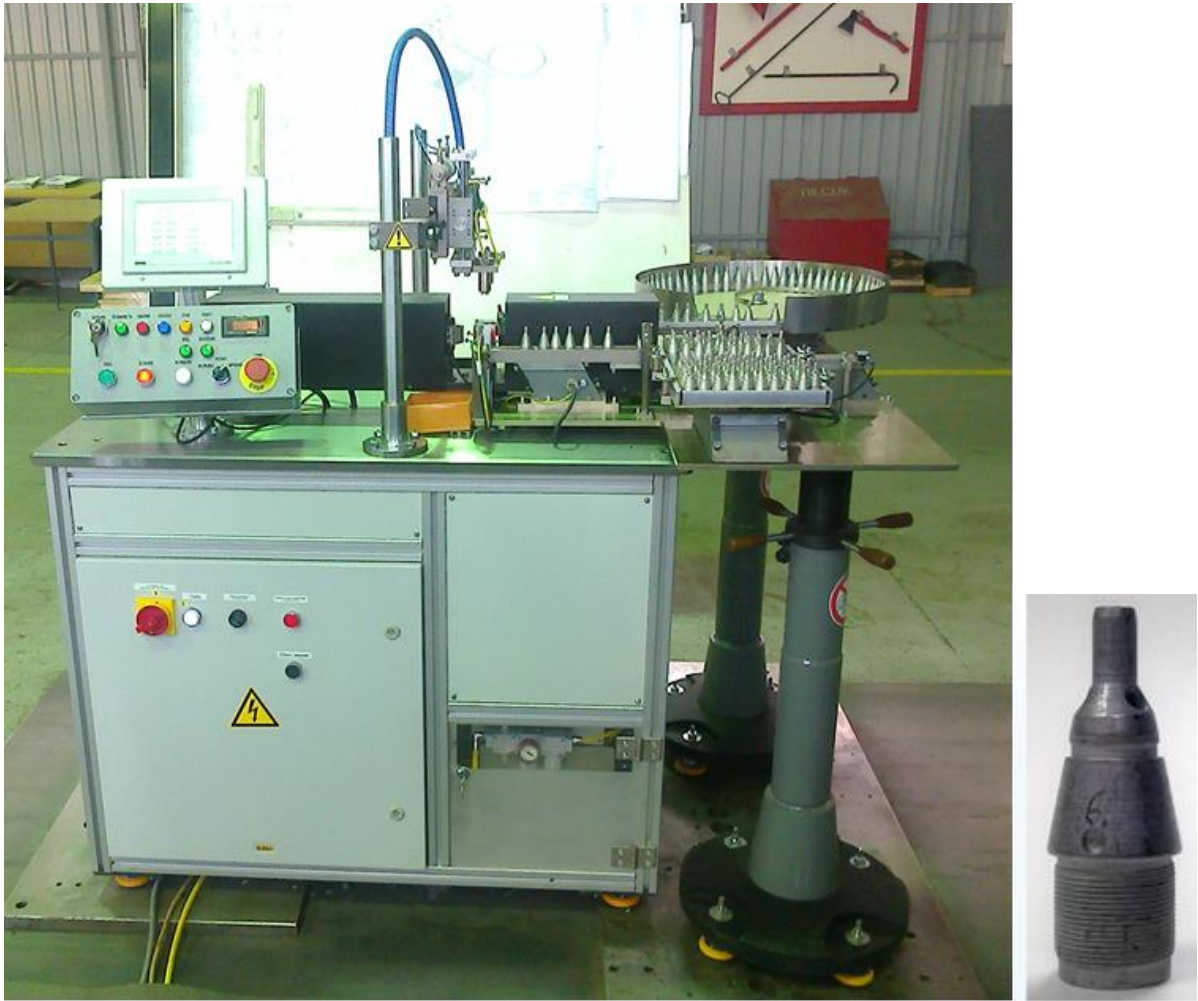


Рис. 5 Автоматическая линия бесконтактного контроля резьбы и деталь

Работа линии основана на методе оптической пространственной фильтрации. Контролирует все диаметры наружной резьбы с покрытием.

Производительность линии -900 шт./час.

Проведены теоретические и экспериментальные исследования по автоматизации сборки, прессованию составов в узлы В и ВУ, контроля геометрических параметров деталей В и ВУ, решен ряд важных научно-технических задач и впервые в стране получены следующие научно-практические результаты:

- разработаны классификаторы для сборки и прессования составов для всех существующих узлов В и ВУ, на основе которых разработаны типовые узлы и компоновки линий сборки и контроля;

- разработаны типовые технологические процессы автоматического прессования составов, сборки и контроля узлов взрывателей и взрывательных устройств широкой номенклатуры;

-разработаны технологии дозирования лаков, клеев, компаундов и герметиков, точного весового дозирования пиротехнических составов и порохов, регулируемого объёмного приготовления и выдачи промышленных пенополиуретанов для заливки В и ВУ;

- разработана концепция создания комплекса унифицированных узлов и модулей для компоновки автоматического оборудования прессования составов и сборки наиболее перспективных В и ВУ и методики расчета кассет загрузочных устройств для элементов огневой цепи и собираемости узлов В и ВУ при автоматической и автоматизированной сборке, обеспечивающие безопасность работы;

- разработана методология обеспечения безопасности работы, отражённая в стандарте предприятия, технологическом регламенте, РТМ;

- проведены натурные испытания основных узлов линий, обеспечивающих безопасность работы персонала;

- разработаны теоретические основы технологий бесконтактного контроля микрогеометрии поверхности, обосновано применение рефлектометрических методов для контроля шероховатости поверхности деталей;

-обосновано использование метода оптической пространственной фильтрации для бесконтактного комплексного контроля наружной резьбы;

-разработано новое научное направление группового контроля партий изделий,

- создана система контроля качества продукции, включающая 44 стандарта организации;

Созданы и внедрены прогрессивные технологии и 41 единица высокопроизводительного оборудования сборки, прессования составов и контроля узлов В и ВУ, в результате чего:

- транспортно-технологические системы (приводные столы) и около 100 типов унифицированных узлов для выполнения операций сборки и прессования позволили повысить уровень унификации и ускорить процесс разработки нового оборудования;

- автоматическое оборудование для сборки, прессования составов и контроля узлов В и ВУ массового и серийного производства (на основе унифицированных узлов и модулей) повысило производительность труда и безопасность работы персонала;

- устройства дозирования, комплекс средств для приготовления и заливки пенополиуретаном позволили значительно повысить качество В и ВУ, снизить брак по их герметичности, снизить вредное воздействие используемых компонентов на персонал;

- созданная на основе исследованных бесконтактных оптических методов получения информации и оригинального метода обработки сигнала технология и переналаживаемые средства бесконтактного контроля шероховатости позволили достичь высокой оперативности контроля и переналадки, контролировать детали с мягким покрытием и сложной формы, устранить субъективную составляющую погрешности при контроле;

- разработанная технология бесконтактного контроля резьбы деталей позволила автоматически проводить комплексный контроль резьбы деталей В и ВУ с мягким покрытием;

- разработанные нормативные документы по безопасности сборочного оборудования и созданные системы противоаварийной защиты позволили значительно повысить безопасность работы персонала и надёжность работы оборудования в производственных условиях.

- созданное новое научное направление группового контроля изделий открыло принципиально новые возможности повышения производительности труда при контроле партий изделий.

Созданная система контроля качества продукции при производстве В и ВУ позволила значительно снизить уровень брака выпускаемой продукции.

Оборудование построено на основе современной отечественной элементной базы электроники и пневматики с использованием оригинального прикладного программного обеспечения, из отечественных материалов, соответствует современному техническому уровню, отличается высокой производительностью, надежностью, безопасностью, удобством в эксплуатации.

По техническим характеристикам оборудование находится на уровне лучших мировых образцов, а по ряду параметров превосходит их. Многие технические решения оригинальны и сделаны на мировом уровне, что подтверждено 20 патентами России на изобретения и полезные модели.

Три прибора бесконтактного контроля шероховатости поверхности сертифицированы в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии России.

Результаты работы опубликованы в монографии и 23 статьях в ведущих отечественных научно-технических изданиях, получили международное признание - 7 статей переведены и опубликованы в США (журнал Measurement Techniques), разработчики награждены отечественными (4) и иностранными (2) дипломами и медалями (3 медали), премией Союза машиностроителей России имени В.А. Ревунова 2019 г, премией Госкорпорации Ростех имени Н.А. Макаровца 2023 г.

Результаты работы внедрены на четырёх предприятиях ГК «Ростех».

За счет внедрения прогрессивных технологий достигнуты следующие результаты:

- в 3-5 раз повышены производительность труда и качество продукции, в 2-5 раз снижен уровень брака, в 1,3-1,5 раза снижена себестоимость продукции, годовая экономия от внедрения в 2022 г. составила 84 млн. руб.

- высвобождено и выведено из опасных зон 80 человек, обеспечена безопасность изготовления В и ВУ, полностью исключены смертельные случаи и травмы при работе на созданном оборудовании, снижено вредное воздействие продуктов производства на персонал;

-значительно увеличен объём выпуска В и ВУ, для изготовления которых используется созданное оборудование, и, соответственно, боеприпасов, в которых используются эти В и ВУ (в 2022 г. по сравнению с 2021 г. в 3-8 раз в зависимости от типа).

Большинство созданных технологий являются технологиями двойного назначения и могут быть использованы в гражданском секторе.

В результате заложены научные основы прогрессивных технологий сборки, прессования составов и контроля В и ВУ и создана современная отечественная технологическая база их производства, что позволило значительно увеличить объём выпуска боеприпасов в рамках обеспечения Гособоронзаказа.

Представленная работа внесла значительный вклад в развитие отечественной и мировой прикладной науки и техники, а также в возрождение и развитие боеприпасной отрасли и повышение обороноспособности страны.