



Технология идентификации и контроля военной продукции в течение всего жизненного цикла



Отмаркированные изделия морской техники

Материальные ресурсы Российской Армии будут защищены цифровыми «отпечатками пальцев».

В ближайшее время на поставляемые в Вооруженные Силы РФ вооружение и военную технику (ВиВТ) будут наноситься с помощью лазерных технологий специальные защищенные машиносчитываемые маркирующие элементы (ММЭ), разработанные АО «Концерн «Морское подводное оружие - Гидроприбор» при участии АО «Научные приборы».

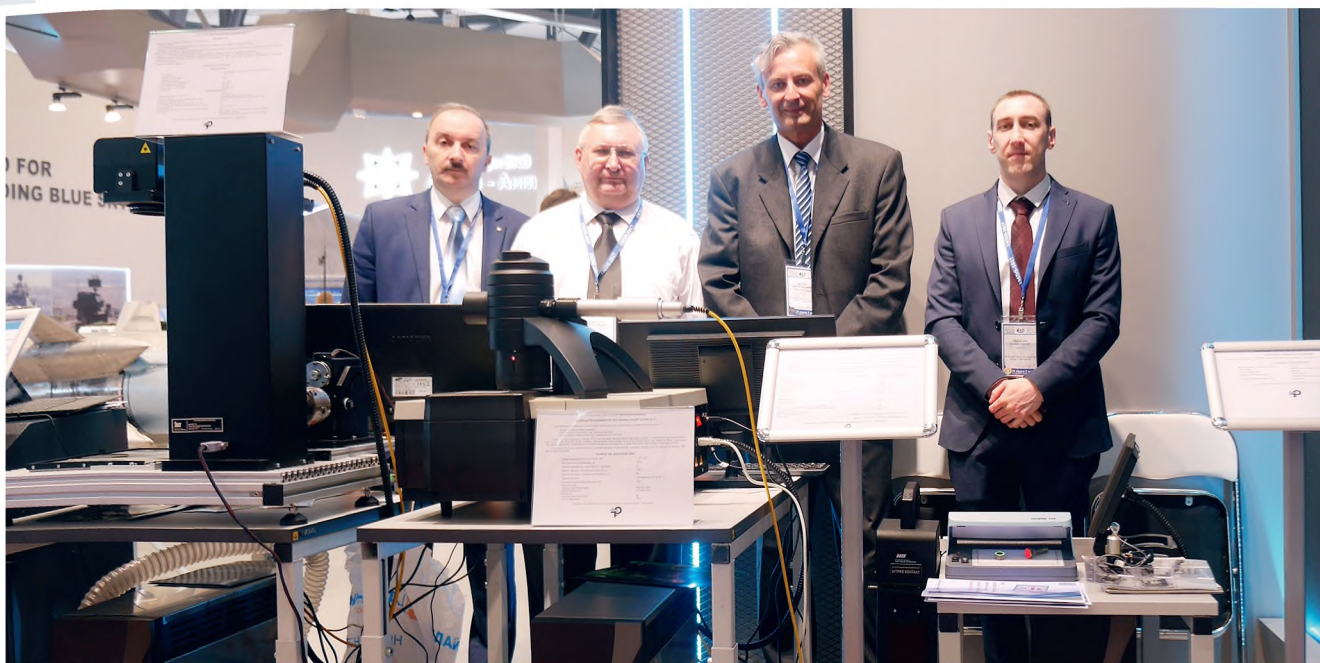
Внедрение технологии контроля военной продукции в течение всего жизненного цикла на базе ММЭ позволит не только значительно улучшить учет в вооруженных силах и ликвидировать дальнейшее накопление на складах так называемого «бесхозного имущества», но и создать надежный барьер на пути проникновения в ВС РФ фальсификата и контрафакта.

Необходимо также отметить, что наличие на продукции машиносчитываемой марки-

ровки, выполненной в соответствии с международными стандартами, позволит усилить позиции Российской Федерации и на зарубежном рынке вооружения и военной техники за счет упрощения для инозаказчиков учета приобретаемого у РФ ВиВТ в национальных информационно-управляющих системах вооруженными силами и снижения стоимости эксплуатации ВиВТ в течение всего жизненного цикла

Разработанная технология полностью совместима с внедряемой в соответствии с решением Президента Российской Федерации от 24 ноября 2014 года системой автоматизированного учета материальных ресурсов в ВС РФ с применением новых информационных технологий.

При проведении данной работы были в полной мере учтены как требования ГОСТ по указанной тематике, выпущенных в послед-



Комплекс оборудования для нанесения лазерной маркировки

нее время (ГОСТ 0099-002-2012, ГОСТ 0099-003-2012, ГОСТ 0099-004-2012, ГОСТ Р 56135-2014, ГОСТ 56136-2014), так и основные положения руководящих документов Министерства обороны РФ и Министерства промышленности и торговли РФ.

При разработке и внедрении технологии проводятся постоянные консультации с межведомственными отраслевыми рабочими группами, созданными для координации работ по внедрению системы автоматизированного учета материальных ресурсов в ВС РФ и противодействия незаконному обороту продукции с целью реализации указов Президента РФ и распоряжений правительства РФ.

В настоящее время совместным решением Минпромторга и Минобороны Концерн «МПО - Гидроприбор» включен в состав участников пилотного проекта по внедрению системы автоматизированного учета материальных ресурсов в ВС РФ.

В 2017 году на предприятии началась работа по замене отраслевого стандарта 1979 года, определяющего требования к марки-

ровке и ее нанесению на выпускаемую на предприятии продукцию, на новый документ, в полной мере учитывающий требования ГОСТ выпуска 2014 года, и тот факт, что технология нанесения машиносчитываемой маркировки была значительно улучшена уже и после 2014 года.

Важнейшей задачей при разработке технологии был выбор метода нанесения машиносчитываемой маркировки на продукцию.

Идеальный метод нанесения должен обеспечивать:

- неотъемлемость маркировки от маркируемого объекта,
- надежную защиту от фальсификации,
- работу с любыми материалами поверхности, на которую наносится маркировка,
- минимальную занимаемую площадь поверхности, при высокой надежности считывания,
- простоту считывания информации и возможность использования серийно выпускаемых устройств для считывания информации.



С этой точки зрения в ходе работ были проанализированы все основные методы машиночитываемой маркировки, известные к настоящему времени:

1. Маркировка с помощью табличек и этикеток, изготовленных с использованием лазерных технологий, в том числе с дополнительными элементами защиты.

2. Прямая лазерная маркировка изделий с использованием волоконных лазеров, лазерных диодов и СО₂-лазеров.

3. Каплевидная маркировка.

4. Ударно-точечная (иглоударная) маркировка.

5. Термотрансферная маркировка.

6. Маркировка с использованием RFID-меток, встроенных в этикетки, таблички и специальные корпуса.

7. Высокотехнологичная и скрытая маркировка, с использованием микромаркеров, люминесцентных и рентгенофлуоресцентных меток, специальных голограмм и других защитных элементов.

Новую технологию было решено разрабатывать на базе 1, 2 и 7 методов, выбранных как наиболее полно позволяющих приблизиться к перечисленным требованиям. Более подробно это будет описано чуть ниже, пока рассмотрим оставшиеся методы:

Отметим, что интересны 3 и 5 метод в качестве временной технологической маркировки. Возможные варианты использования данных решений в настоящее время прорабатываются нами с Санкт-Петербургской компанией «VA Systems», включая варианты с нанесением временных меток, поверх основных ММЭ.

Маркировка с использованием RFID-меток

К преимуществам надо отнести:

- возможность передачи информации без непосредственного контакта и прямой видимости метки относительно считывателя;
- перезаписываемость;
- большой объем хранения данных.

Наиболее значительные недостатки:

- сложность работы вблизи и на металлических поверхностях;
- снижение работоспособности вследствие влияния негативных факторов окружающей среды (включая метеосостояния);
- отсутствие в настоящее время современных отечественных RFID-меток, что в очередной раз было отмечено на коллегии ВПК РФ в начале этого года.

Особенности:

- возможность одновременного считывания нескольких меток.

Как мы видим, RFID-технология в настоящее время, в силу своей недостаточной развитости в нашей стране, обладает рядом недостатков, которые не позволяют использовать ее для массовой маркировки ВиВТ.

В ходе выполнения НИР были проведены предварительные тесты по использованию радиочастотных меток для маркировки изделий морской техники. Как показали опыты, удовлетворительных результатов на металле можно достичь только при использовании импортных RFID-меток 4 поколения, при достаточно сложной технологии нанесения.

Комбинированные метки (ММЭ + RFID) также приклеивались на отдельные блоки и паспорта изделий. Достаточно хорошие результаты были получены при маркировке жгутов, отдельных кабелей и паспортов изделий.

С целью дальнейшего задела (до момента появления отечественных RFID-меток) была проработана конструкция комбинированной метки, способной работать на металлических поверхностях.

В настоящее время продолжаются переговоры с крупнейшими российскими поставщиками RFID-меток (предприятия «Микрон» и «Ангстрем») о возможном использовании разрабатываемой ими продукции в защищенных ММЭ.

Наиболее перспективным на данный момент представляется использование RFID-меток внутри опломбированной тары и для маркирования бумажных документов.

Несколько слов про ударно-точечную (иглоударную) маркировку.

К основному достоинству надо отнести относительно низкую стоимость рабочего инструмента для нанесения маркировки, однако недостатков значительно больше:

- Во-первых, это нестандартный машиночитываемый код, получаемый при таком виде маркировки, не позволяющий, с одной стороны, использовать стандартизированное оборудование для чтения получаемой маркировки, а с другой, – читать сканерами иглоударные маркировки ММЭ, нанесенные другими методами.

- Другой недостаток – ударные воздействия на маркируемое изделие, что приводит сразу к целому ряду трудностей, отмеченных в «Рекомендациях по стандартизации Р 50.1.081-2012. Рекомендации по прямому маркированию изделий»:

- Ударные воздействия могут привести к разрушению тонких материалов;

- Изделия при использовании иглоударной маркировки должны быть надежно закреплены;

- Нельзя маркировать металлы твердостью более 54;

- Нельзя маркировать изделия, чувствительные к ударным воздействиям (боеприпасы).

Учитывая полученные в рамках предварительных работ результаты, и была выбрана лазерная технология изготовления ММЭ, что позволило обеспечить:

- Изготовление в едином технологическом цикле типоряда ММЭ с многоуровневой защитой от фальсификации с одновременным нанесением:

- текстовой и графической информации,
- защитной перфорации,

- дополнительных защитных и информационных элементов.

- Неотъемлемость защищенных ММЭ от маркируемого объекта.

- Совместимость с RFID-технологией.

- Маркировку на поверхности изделия из любого материала с гораздо лучшими характеристиками, чем позволяет ударно-точечная маркировка.

- Минимальные размеры маркировочной области от 1,5 x 1,5 мм.

Особое внимание при разработке конструкции ММЭ было уделено защите самого ММЭ. При этом необходимо решить две основных задачи:

1. Предотвращение снятия меток без разрушения при комбинированном термомеханическом воздействии для контрафактного использования. С этой целью в структуру ММЭ была введена специальная защитная перфорация. Сам процесс перфорирования происходит в момент изготовления основных элементов этикетки и занимает не более 1–1,5 секунд.

Тестирование этикеток с перфорацией показало, что такие этикетки невозможно снять с поверхности без механического разрушения этикетки, в том числе с использованием специальных технологических приемов.

2. Предотвращение подделки самих меток. Для этого используются два метода:

- Защита с помощью люминофоров.

Для обеспечения основных функций люминесцентного покрытия в защищенном ММЭ, таких, как скрытность, возможность обнаружения и идентификации в различных спектральных областях, в ходе работы были проведены исследования как отдельных классов люминофоров, включая стоксовые и антистоксовые неорганические, органические люминофоры и нанолюминофоры на основе квантовых точек, так и их композиций.





Установлено, что для решения этих задач необходимо использовать композицию люминофоров, поскольку ни один из однокомпонентных люминофоров не может обеспечить реализацию всех этих функций одновременно.

В ходе работ было создано лабораторное оборудование для получения различных композиций люминофоров, разработаны основы технологии нанесения люминесцентных меток на различные поверхности, изготовлены макеты средств маркировки и устройств для обнаружения и идентификации люминесцентных меток.

Параллельно был разработан способ маркировки прошедших входной контроль мелких однотипных элементов, которые очень трудно или невозможно отмаркировать другими способами.

■ Использование микро-ММЭ.

Микро-ММЭ представляют собой трудно обнаруживаемые обычными методами объекты круглой формы с характерными размерами: диаметр – 1–1,5 мм, толщина 0,1–0,5 мм. На микро-ММЭ нанесен элемент Data Matrix, содержащий контрольную информацию для проверки подлинности основного ММЭ.

Элемент Data Matrix с микро-ММЭ можно считать и распознать специальной системой считывания, разработанной в процессе НИР. Также элемент Data Matrix надежно распознается на макрофотографии обычным смартфоном.

Кроме того, на микро-ММЭ наносятся УФ и ИК антистоксовые люминофоры для дополнительной защиты и обнаружения мест нанесения микро-ММЭ.

Отметим, что в ряде случаев возможна идентификация изделия при уничтоженной основной

маркировке по отдельным сохранившимся микро-ММЭ.

Также хочется отметить исследованные возможности скрытой маркировки с помощью спецсоставов. В структуру ММЭ, а в отдельных случаях и прямо в защитные покрытия изделий, могут быть внедрены невидимые глазом химические соединения, флюоресцирующие под воздействием рентгеновского излучения.

Спектральные особенности рентгенофлюоресцентных меток являются средством идентификации подлинности маркировки, могут содержать цифровые данные и позволяют проводить криминалистические экспертизы. Для регистрации спектра можно использовать ручной рентгенофлюоресцентный анализатор X-SPEC производства АО «Научные приборы».

К недостаткам данного метода надо отнести сложность и дороговизну регистрирующих устройств.

В виду перспективности данного направления целесообразно проведение отдельной НИР для внедрения в производство рентгенофлюоресцентных средств идентификации и снижения стоимости используемого оборудования.

ММЭ и микро-ММЭ
на основе отечественных материалов М1 и М2

ММЭ и микро-ММЭ могут быть нанесены на любую поверхность и разрушаются при попытке переноса на контрафакт

Для проведения криминалистической экспертизы (определение подлинности ММЭ и микро-ММЭ) необходимо специальное оборудование собственного производства.

ММЭ считается обычным оборудованием (смартфон и т.д.), производство специального считывателя не требуется.

Микро-ММЭ считается специальным микроскопом с инфракрасной или ультрафиолетовой подсветкой (считыватель собственного производства).

ММЭ и микро-ММЭ прошли испытания на стойкость к воздействию климатических факторов для групп 2.5, 2.6 ГОСТ РВ 20.39.304-98

№	Размер ММЭ	Стоимость изготовления ММЭ
1	15x15мм	1-3 руб.
2	Ø1,5мм	0,1-0,3 руб.

Технико-экономические характеристики отечественных ММЭ и микро-ММЭ

Отдельно нужно остановиться на специальных плёночных материалах, необходимых для изготовления защищённых ММЭ с использованием лазерных технологий.

Пленочные материалы, которые можно использовать для изготовления этикеток методами лазерной технологии, должны обладать лазерочувствительностью, высокой стойкостью к внешним воздействиям, агрессивным средам, истиранию и обеспечивать возможность использования защитных признаков.

На начальном этапе работ для изготовления этикеток использовались лазерочувствительные материалы фирмы TESA. Пленка Tesa Laser представляет собой специализированный материал для изготовления наклеек с помощью лазерных маркеров и гравиров. Однако в дальнейшем, в связи с введенными США и странами НАТО санкциями, встал вопрос о замене материала TESA.

Во-первых, был подобран аналог материала TESA китайского производства на основе ПВХ Vouyan, имеющий приемлемые характеристики и значительно более низкую стоимость (в 10 раз дешевле Tesa Laser). Однако при дальнейших работах оказалось, что характеристики материала разных партий нестабильны, а считывание меток размером 15 x 15 мм неустойчиво.

Тогда было принято решение провести полное импортозамещение и разработать отечественные аналоги материалов TESA.

В результате выполнения НИР были разработаны два типа лазерочувствительных мате-

риалов (М1 и М2) на базе модифицированного эпоксиды, покрытого тонким слоем алюминия. Разработанные материалы предназначены для гравировки, резки лазером. Обладают высокой климатической и термостойкостью, а также устойчивостью к воздействию масел, растворителей, щелочей и других агрессивных сред. Разработанные материалы имеют лучшие характеристики, чем Tesa Laser, а стоимость их ниже, и они полностью удовлетворяют поставленным требованиям.

ММЭ и микро-ММЭ, изготовленные из отечественных материалов М1 и М2, прошли испытания на стойкость к воздействию климатических факторов для групп 2.5, 2.6 ГОСТ РВ 20.39.304-98 на макетах изделий морской техники и имеют срок службы более назначенного срока службы изделий.

Значительное внимание было уделено дизайну ММЭ. Полностью переосмыслены требования к объему и способу кодирования идентификационной информации и разработан новый дизайн меток, с учетом наличия защитных элементов и исключения устаревших элементов, так как в стандартной этикетке (ГОСТ 0099-003-2012) решается только проблема ввода данных в информационную систему ручным или полуавтоматическим способом, но полностью отсутствует защита от фальсификации как изделия, так и самой этикетки.

Разработанная в результате НИР комплексная система идентификации и контроля военной продукции в течение всего жизненного цикла на основе ММЭ включает:

1. Подсистему изготовления и установки ММЭ на изделия на основе лазерных и специальных технологий.

2. Базу данных (БД) на сетевом или локальном ресурсе, с информацией (включая при необходимости сведения, содержащие гостайну) о событиях жизненного цикла изделий (электронные паспорта).

Параметр	Tesa Laser	М-1, М-2
Лазерочувствительный слой	+	+
Устойчивость к воздействию бензина, масел, растворителей, щелочей, кислот и других агрессивных сред	+	+
Термостойкость	от -50 до +200°C	от -50 до +300°C
Стоимость 1 м ²	10 000 руб.	3000 руб.

Сравнительные характеристики разработанного материала и зарубежного аналога





3. Подсистему проверки подлинности изделия на основе сравнения защитных маркировок с эталонными данными из БД с применением специальных считывателей.

4. Подсистему криптографической защиты БД от несанкционированного доступа и обеспечение юридической значимости документов БД на основе электронной подписи.

К преимуществам наших предложений надо отнести наиболее тесную интеграцию информационной системы с технологическим оборудованием для нанесения и работы с маркировкой, а к недостаткам – ее большую ориентированность на отдельный вид вооружения – МПО.

В настоящее время наше предприятие активно взаимодействует с ОАО «НПП «Рубин» (г. Пенза) – разработчиком системы «Палас», которая должна быть внедрена Министерством обороны в этом году, и с компанией «Барс групп» – разработчиком аналогичной системы полного жизненного цикла для АО «Вертолеты России».

Несколько слов о текущей ситуации по созданию единой информационной системы ВС РФ «Палас» и информационных подсистем предприятий: к сожалению, работа в этом направлении сильно затруднена из-за отсутствия до настоящего времени стандартов и требований к единой информационной системе, планируемой к внедрению в ВС РФ и предприятиях оборонного комплекса.

В настоящее время фрагменты единой информационной системы существуют только в виде приложений отдельных разработчиков.

Достижением было уже то, что в рамках межведомственной рабочей группы удалось добиться согласования единых форматов входных (выходных) данных и понимания разработчиками системы «Палас» необходимости создания каналов обратной связи между эксплуатантами и разработчиками (производителями).

Однако до настоящего времени не решена, например, проблема создания модуля к программе 1С для нанесения машиночитаемой маркировки на накладные к поставляемому для МО РФ ВиВТ.

Внедрение данной технологии в Российской Федерации позволит:

- Включить материальные ресурсы в систему управления жизненным циклом изделия



для создания неразрывной связи электронного документооборота и материальных потоков с возможностью отслеживания изменения состояния изделия от его производства до списания в режиме, максимально приближенном к режиму реального времени.

■ Создать комплексную систему защиты потребителей от изделий неустановленного происхождения и продукции с фальсифицированными формулярами и паспортами.

Еще необходимо отметить важный аспект внедрения данной технологии — ее роль в развитии инфраструктуры цифровой экономики.

Для адаптации к современным условиям предприятия должны провести кардинальное реформирование в сфере управления жизненным циклом продукции. При этом целесообразно опираться на высокотехнологичные, положительно зарекомендовавшие себя способы организации производства на базе технологии информационной интеграции сведений об изделии (продукте), среде и процессах, выполняемых в ходе жизненного цикла продукта, — так называемые CALS-технологии.

В отличие от бумажного и простейших форм электронного документооборота, основанного на электронных образцах бумажных документов, в рамках CALS используют интегрированные информационные модели (базы данных) продукции и процессов — сущностей, которые не имеют прямых аналогов в традиционном бумажном документообороте.

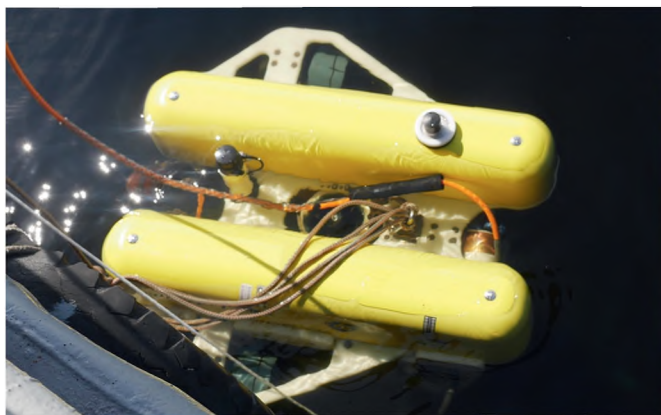
В то же время они отражают реальный объект настолько полно, что выступают в роли единого источника информации для любых выполняемых в ходе ЖЦ процессов. Это позволяет любому участнику ЖЦ продукции (пользователю информационных систем) получать для дальнейшей обработки необходимую информацию в нужное время, в нужном виде и в конкретном месте компьютерной сети.

Однако слабым местом во внедрении CALS-технологий является разрыв электронного документооборота и материальных потоков изделий. Именно на этом стыке и возможно появление контрафакта.

Разработанная технология как раз направлена на преодоление указанного недостатка и позволяет однозначно привязать материальный объект (или его составную часть до необходимого уровня декомпозиции) к его интегрированной информационной модели.

Таким образом, решается одна из важнейших проблем обеспечения функционирования системы идентификации и аутентификации в цифровой экономике, которая должна обеспечивать надежную проверку не только самих цифровых объектов, но и субъектов (физических и юридических лиц) и реальных объектов с их цифровым отображением в цифровой экономике.

Некрасов Сергей Иванович
начальник отдела АО «Концерн «МПО - Гидроприбор»



Полигонные испытания отмаркированного подводного аппарата

