

Для цитирования

Толстов Г.С. Актуальные вопросы стандартизации в сфере организации прослеживаемости продукции машиностроения / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства. 2025. № 6(87). С. 95–101.

УДК 006.85

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В СФЕРЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Толстов Г.С., канд. техн. наук, НТЦ «Информтехника» – филиал ФГУП «ВНИИ «Центр», заместитель председателя ТК 124, г. Москва

Существующие стандарты на прослеживаемость продукции машиностроения на стадиях жизненного цикла не обеспечивают в полном объеме стандартизацию информационных, технологических и организационных процессов, реализующих прослеживаемость продукции на стадии производства и на последующих стадиях жизненного цикла продукции. Актуальность стандартизации таких процессов особенно важна для организации прослеживаемости продукции, относящейся к оборонной, ракетно-космической, авиационной технике, оборудованию атомной энергетики.

Ключевые слова: прослеживаемость продукции машиностроения, качество, машиносчитываемая маркировка, производство, эксплуатация, ремонт.

CURRENT STANDARDIZATION ISSUES IN THE SPHERE OF ENGINEERING PRODUCTS TRACEABILITY

Tolstov G.S., Candidate of Technical Sciences, Scientific and Technical Center "Informtekhnik" – branch of the Federal State Unitary Enterprise "All-Russian Research Institute "Center", Deputy Chairman of TK 124, Russia, Moscow

Existing standards for the traceability of engineering products throughout their lifecycles do not fully standardize the information, technological, and organizational processes that implement product traceability during production and subsequent stages of the product lifecycle. Standardizing such processes is particularly important for the traceability of products in the defense, rocket and space, aviation, and nuclear power industries

Keywords: traceability of engineering products, quality, machine-readable marking, production, operation, repair.

Одним из важнейших элементов системы управления качеством и организации производства продукции машиностроения, во многом определяющим их эффективность, является прослеживаемость продукции в производственном процессе и на последующих стадиях жизненного цикла. Обеспечение прослеживаемости осуществляется за счет идентификации продукции [1–3], то есть присвоения продукции уникального обозначения. В соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001 изготовитель или поставщик продукции должен устанавливать и поддерживать в рабочем состоянии методы идентификации продукции на всех этапах производства и поставки продукции. Для автоматизации прослеживаемости применяют машиносчитываемую маркировку, электронные документы с описанием происхождения, характеристик и качества продукции, а также информационные системы предприятий, отраслевые и государственные информационные системы для хранения и предоставления данных о прослеживаемости.

Наибольшую остроту задача обеспечения прослеживаемости продукции приобретает для областей промышленности, связанных с национальной и общественной безопасностью, в первую очередь для продукции оборонной, авиационной, ракетно-космической, атомной, электронной отраслей промышленности, средств связи и телекоммуникаций, наземного и морского транспорта.

Целями применения систем прослеживаемости являются обеспечение качества продукции, исключение применения дефектной, находящейся в незаконном обороте, фальсифицированной и контрафактной продукции, мониторинг наличия характеристик и показателей качества изделий и материалов по всему их жизненному циклу, сокращение производственных и информационных затрат за счет применения автоматизации информационных операций при производстве, эксплуатации и ремонте.

Для обеспечения прослеживаемости единиц и групп продукции, упаковок, грузовых единиц должны быть использованы уникальные кодовые обозначения. До недавнего времени в РФ не существовало систем уникальной идентификации продукции на основе кодовых обозначений, присвоенных национальными организациями со статусом международного агентства выдачи кодовых обозначений по ИСО/МЭК 15459. Это было особенно критично для военной и авиационной гражданской техники. Порядка 800 российских предприятий кодировали свою продукцию с применением кодов предприятий NCAGE, выдаваемых США и НАТО. После введения санкций против России доступ к указанной системе кодирования был закрыт. Для создания независимой национальной системы идентификации продукции были сформированы два международных агентства выдачи кодовых обозначений продукции по ИСО/МЭК 15459 на основе отечественных организаций. Такими организациями стали ГосНИИ авиационных систем – ФАУ «ГосНИИ АС», которое кодирует предприятия и продукцию гражданского авиастроения и другие отрасли машиностроения, а также ФГБУ «46 ЦНИИ» МО РФ с полномочиями кодирования оборонных предприятий и продукции, поставляемой по государственному оборонному заказу. Российские агентства выдачи включены в международный реестр агентств выдачи ISO «Register of Issuing Agency Codes for ISO/IEC 15459» и в международный аэрокосмический стандарт по идентификации и прослеживаемости продукции ISO 15459. Указанные два отечественных агентства выдачи формируют единую систему кодирования промышленной продукции с согласованными правилами, в которой в настоящее время кодируется продукция оборонных предприятий и гражданская авиационная техника по проектам MC-21 и SJ-100 (Сухой Суперджет Новый).

В настоящее время разработана группа национальных и военных стандартов, регламентирующих:

- общие требования к уникальной идентификации и машиночитываемой маркировке промышленной продукции, детально регламентированы вопросы, относящиеся к гражданской авиации, военной технике, металлопродукции, включая кодирование характеристик этой продукции, представление и передачу в электронной форме документов о качестве;

- общие требования к прослеживаемости оборота продукции от изготовления до утилизации.

Таблица 1

Национальные стандарты, регламентирующие прослеживаемость продукции машиностроения и материалов для ее изготовления

Обозначение	Наименование национального стандарта	Содержание требований
ГОСТ Р 58636–2019	Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Прослеживаемость оборота продукции. Общие требования	Организация прослеживаемости на стадиях жизненного цикла

Обозначение	Наименование национального стандарта	Содержание требований
ГОСТ Р ISO 21849: 2022	Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Данные о промышленной продукции. Уникальная идентификация и прослеживаемость продукции	Уникальная идентификация компонентов авиационной техники и иной продукции, в том числе с применением кодов российских агентств выдачи
ГОСТ Р 59002–2024	Идентификация и прослеживаемость изделий авиационной техники. Основные положения	Уникальная идентификация, общие требования к прослеживаемости компонентов авиационной техники
ГОСТ Р 59003–2025	Символы штрихового кода на изделиях авиационной техники. Состав и формат данных	Состав данных машиночитаемой маркировки компонентов и эксплуатационной документации авиационной техники
ГОСТ Р 59004–2020	Радиочастотные метки на изделиях авиационной техники. Состав и формат данных	Радиочастотные метки для уникальной идентификации и маркирования компонентов авиационной техники
ГОСТ Р 70742–2023	Системы защиты от фальсификаций и контрафакта. Идентификация и машиносчитываемая маркировка материалов. Общие положения	Идентификация, состав данных машиночитаемой маркировки металлопродукции, документ о качестве в электронной форме
ГОСТ Р 70740–2023	Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Автоматизированные информационные системы прослеживаемости оборота материалов. Общие положения	Автоматизированные системы прослеживаемости предприятий отрасли. Общие требования
ГОСТ Р XXXX–20XX (проект)	Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Прослеживаемость продукции на стадии производства. Общие требования	Автоматизация прослеживаемости материалов, заготовок, деталей, сборочных единиц, инструмента, оборудования, исполнителей, документации на стадии производства

Для обеспечения прослеживаемости продукции на протяжении жизненного цикла ключевыми являются мероприятия на стадии производства, связанные с формированием показателей качества, нанесением машиночитаемой маркировки с уникальными идентификаторами на заготовки, детали, сборочные единицы, инструмент, оборудование, упаковку, грузовые единицы. Для организации прослеживаемости продукции на стадии производства должны применяться автоматизированные системы управления ресурсами и управления конструкторскими и технологическими данными организации. Сбор и ввод данных о прослеживаемости в производственные информационные системы организации должны в максимальной степени исключать визуальные и ручные операции, а полнота и качество данных должны контролироваться в рамках плановых проверок.

Прослеживаемость продукции на этапе производства заключается в обеспечении возможности для участников производственного процесса установить историю происхождения и характеристики получаемых материалов и покупных (комплектующих) изделий, документировать, хранить, предоставлять пользователям данные о прохождении технологического маршрута детали, сборочной единицы в части выполненных операций,

рабочих местах, оборудовании, исполнителях, контролерах, данные измерений и испытаний от входного контроля до получения готовой продукции.

Работы по обеспечению прослеживаемости продукции на стадии производства следует осуществлять в целях повышения качества продукции, сокращения затрат и времени на организацию производственного процесса, улучшения послепроизводственного технического обслуживания и ремонта продукции.

Для оборонной, ракетно-космической, авиационной техники, оборудования атомной энергетики применение машиночитаемой маркировки с применением лазерного и иглоударного оборудования связано с оказанием воздействия на элементы конструкции, работающие в условиях интенсивного механического, теплового, химического, абразивного, аэро- и гидродинамического воздействия. Нанесение маркировки может снизить коррозионную стойкость, запас прочности таких элементов до недопустимых значений. Ввиду этого, введение в конструкторскую и технологическую документацию требований к нанесению машиночитаемой маркировки требует от конструктора и технолога индивидуального учета видов материалов и покрытий, геометрии и условий нагружения изделий, внешних воздействующих факторов при производстве и эксплуатации. Должны быть разработаны типовые технологические процессы маркирования и типовые методики испытаний маркированных изделий. Для большинства видов изделий и материалов из перечисленных областей техники разработка типовых технологий нанесения машиночитаемой маркировки не проведена. Так, для военной и гражданской авиационной техники в абсолютном большинстве случаев присвоенные уникальные идентификаторы наносятся в виде символов штриховых кодов на таблички, упаковку, документы, но не наносятся на сами детали и сборочные единицы, что ограничивает возможности прослеживаемости этих элементов в производстве, эксплуатации и ремонте. Не проведена соответственно и стандартизация указанных технологий.

Для изменения указанной ситуации Московским авиационным институтом, Технологическим университетом и авиационным предприятием «Комсомольский-на-Амуре авиационный завод имени Ю.А. Гагарина» проводятся исследовательские работы по созданию пилотного проекта системы прослеживаемости авиационных компонентов на стадии производства – от материала и заготовки до готовой продукции по всему конструкторскому составу самолета, что составляет более 20 тысяч деталей и сборочных единиц для одной модели самолета. В большинстве случаев будет наноситься технологическая маркировка, потребность в которой сохраняется только на этапах производства, применяемая для обеспечения прослеживаемости материалов, заготовок, незавершенных предметов производства, деталей и сборочных единиц при выполнении технологических операций и контроле качества в процессе производства.

По результатам отработки планируется разработка стандартов предприятия и национального стандарта, устанавливающего общие требования к прослеживаемости продукции на стадии производства, а также национального стандарта с требованиями к типовым технологиям маркирования и оценки качества маркировки для заготовок, деталей и сборочных единиц на стадии производства.

На уровне предприятия должны быть стандартизованы: применяемые составы данных маркировки, технологии маркирования, контроля качества маркировки, формы электронных или машиночитаемых технологических паспортов, карт измерений, технологических карт и других документов, схемы информационных потоков и точек регистрации (записи), считывания, хранения, использования информации, правила взаимодействия системы прослеживаемости с системами управления ресурсами, управления конструкторской и технологической документацией, управления качеством продукции предприятия. Существующие нормативные документы в области маркирования и контроля качества маркировки продукции машиностроения приведены ниже.

Таблица 2

Национальные стандарты и рекомендации по стандартизации, регламентирующие маркирование и контроль качества маркировки

Обозначение	Наименование национального стандарта	Содержание требований
ГОСТ Р 59736–2021	Оптика и фотоника. Лазерная маркировка металлических изделий. Технологический процесс	Без привязки к видам материалов и покрытий
ГОСТ Р 51839.1–2001	Защитные технологии. Средства защиты. Маркировка лазерная. Классификация. Общие технические требования	Общая классификация методов лазерного маркирования
ГОСТ Р 59886–2021	Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Рекомендации по прямому маркированию изделий с применением флуоресцентной композиции и контролю качества маркировки	Иглоударная маркировка с флуоресцентным составом
Р 50.1.081–2012	Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Рекомендации по прямому маркированию изделий (ПМИ)	Выбор методов прямого маркирования, подготовка поверхности, маркирование, контроль качества
ГОСТ Р 57302–2016	Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Прямое маркирование изделий. Требования к качеству символов Data Matrix, полученных интрузивным маркированием (аутентичен SAE AS9132-2005)	Требования к технологиям лазерного и иглоударного маркирования, контроль качества маркировки
Р 50.1.085–2013	Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Рекомендации по контролю качества при прямом маркировании изделий (ПМИ)	Отличия в методе оценки качества маркировки, нанесенной прямым маркированием, от метода по ИСО/МЭК 15415
ГОСТ Р ИСО/МЭК 29158–2022	Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Рекомендации по контролю качества маркировки при прямом маркировании изделий (ПМИ)	Проведение измерений и оценивание по классам качества маркировки, нанесенной методами прямого маркирования, отчеты о результатах оценивания по классам качества

Обеспечение прослеживаемости продукции на стадии эксплуатации, капитального ремонта и утилизации продукции требует документирования истории всех значимых событий с продукцией, влияющих на характеристики качества, и значимых внешних условий при выполнении стадий жизненного цикла. При этом в качестве уникальных идентификаторов продукции должны использоваться идентификаторы, присвоенные изготовителем продукции.

Данные о прослеживаемости продукции предприятия должны быть загружены в адаптированные автоматизированные информационные системы учета ресурсов предприятия, которые должны обеспечивать процесс прослеживаемости продукции в циклах производства и поставок данного предприятия.

Для обеспечения интеграции данных по прослеживаемости, находящихся в территориально распределенных информационных ресурсах организаций-изготовителей, эксплуатирующих и ремонтных организаций, должны быть сформированы централизованные (корпоративная, отраслевая, ведомственная, государственная) автоматизированные

информационные системы прослеживаемости оборота продукции. В настоящее время требования к автоматизированным системам прослеживаемости на уровнях предприятий, отраслей промышленности и государства установлены только в ГОСТ Р 70740 для оборота материалов, для иного вида продукции аналогичный национальный стандарт не разработан. Обмен данными по прослеживаемости между организациями должен осуществляться участниками производственной кооперации, эксплуатации и ремонта в рамках договорных отношений и административного подчинения.

Кроме централизованной базы данных для построения системы прослеживаемости возможно применение системы мониторинга оборота продукции на основе распределенного реестра (промышленного блокчейна) [4]. Такая система является децентрализованной, участники системы криптографически авторизованы по ключам, достижение консенсуса осуществляется без использования майнинга, данные хранятся в узлах сети, новые участники принимаются централизованно. Сделка купли-продажи, согласованная двумя участниками, проводится в сети с контролем правильности параметров сделки программными средствами. Попытка проведения транзакции с нарушениями (подделка, подмена и проч.) фиксируется и становится известной всем участникам цепи поставок, контролирующим органам. Имеется возможность осуществлять гибкую настройку прав доступа к сети, создавать частные системы с закрытыми для чтения блоками, в которых посторонние не могут получить данные, если не имеют права доступа. Просмотр транзакций в такой системе осуществляется только с ключами шифрования. Система может включать документы, такие как договор, счет-фактура, коносамент, сертификат изготовителя, упаковочные листы, документ о качестве и др. Контролирующий орган и конечный потребитель могут видеть в режиме реального времени необходимые и точные данные (продавец, покупатель, цена, количество, перевозчик, финансы, страхование и т.д.). Применение систем прослеживаемости на основе блокчейна сокращает затраты на систему, обеспечивает повышение безопасности приобретения продукции, минимизирует возможности оборота фальсификатов и контрафакта, сокращает сроки документооборота, проверки достоверности данных, за счет чего ускоряются заключение соглашений, отгрузка и получение продукции. Отработка и стандартизация систем прослеживаемости на основе блокчейна позволят существенно сократить стоимость системы и повысить ее оперативность и надежность.

В зарубежной практике применение государственных систем прослеживаемости продукции предусмотрено на уровне законодательства. Так, федеральным законом США 41 USC «Общественные контракты» предусмотрено, что при поставках военной продукции, техники авиационно-космического агентства, атомной промышленности вся продукция, соответствующая установленным критериям, должна получать уникальные идентификаторы, машиночитаемую маркировку и прослеживаться в государственных базах данных. Законом США 106–181 от 5 апреля 2000 г. «О финансировании и реформировании авиации в 21 веке» (Закон Венделла Х. Форда) предусмотрены уникальная идентификация, маркирование, контроль за оборотом изделий авиационной и космической техники, финансирование работы национального центра по ведению данных о транспорте, который является центральным репозиторием данных министерства транспорта, обязательность представления данных в систему. Указанные системы действуют на основе правил идентификации и маркирования международных стандартов ИСО/МЭК 15459, ИСО/МЭК 15434, ИСО 21849. Аналогов указанных федеральных законов и систем прослеживаемости в Российской Федерации до настоящего времени не существует.

Заключение

Прослеживаемость продукции машиностроения на стадиях производства, эксплуатации и ремонта является ключевым условием управления качеством, сокращения затрат на процессы производства, предотвращения оборота некачественной и незаконной продукции. В настоящее время разработаны национальные стандарты, обеспечивающие уникальную идентификацию продукции машиностроения и содержащие общие требования к нанесению и

контролю качества машиночитываемой маркировки, формированию электронных документов о качестве и организации автоматизированных систем прослеживаемости материалов. Однако отсутствуют стандарты на типовые технологические процессы нанесения машиночитываемой маркировки на изделия с учетом их специфики, методы испытаний изделий и контроля качества маркировки, не стандартизованы производственные процессы предприятия, связанные с применением электронных или машиночитаемых технологических паспортов, карт измерений, технологических карт и других производственных документов, схем информационных потоков и точек регистрации (записи), считывания, хранения, использования информации по прослеживаемости на предприятии. Отсутствуют документы по стандартизации, определяющие требования к информационным системам прослеживаемости изделий машиностроения на уровне предприятий, отраслей и государства. Целесообразно проведение научных и аналитических исследований в области стандартизации технологий прослеживаемости продукции, а также разработка образовательных программ.

Список литературы

1. Воробьев П.С., Лежнев А.В., Толстов Г.С. Актуальность и пути формирования государственной информационной системы прослеживаемости вооружения и военной техники // Вооружение и экономика. 2019. №3(49). С. 55–61.
2. Астафьев А.В. Провоторов А.В. Системный анализ технологий идентификации продукции в условиях промышленного производства // Системный анализ в науке и образовании. 1 (сен. 2021), С. 85–91.
3. Леони М. Автоматическая идентификация – основа развития индустрии 4.0 // Фотоника том 12 № 7 (75) 2018. С. 652–660.
4. Воробьев П.С., Миргалеев А.Т., Толстов Г.С., Шамаев С.М. Применение технологии распределенного реестра (блокчейн) для создания автоматизированных систем управления материальными ресурсами на этапах производства и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники // Вооружение и экономика. 2021. № 2(56). С. 69–80.

References

1. Vorobyov P.S., Lezhnev A.V., Tolstov G.S. Relevance and Ways of Forming a State Information System for the Traceability of Weapons and Military Equipment // *Voorusenie I Ekonomika* [Armament and Economy] 2019. No. 3 (49) pp. 55–61 (in Russian).
2. Astafyev A.V., Provotorov A.V. Systems Analysis of Product Identification Technologies in Industrial Production Conditions // *Sistemnyy analiz v nauke i obrazovanii* [Systems Analysis in Science and Education] 1 (September 2021), pp. 85–91 (in Russian).
3. Leoni M. Automatic Identification – the Basis for the Development of Industry 4.0 // *Fotonika* [Photonics] Vol. 12 No. 7 (75) 2018 pp. 652–660 (in Russian).
4. Vorobyov P.S., Mirgaleev A.T., Tolstov G.S., Shamaev S.M. Using distributed ledger technology (blockchain) to create automated material resource management systems during the production and operation of weapons, military, and special equipment // *Voorusenie I Ekonomika* [Armament and Economics] 2021. No. 2(56), pp. 69–80 (in Russian).