

Кучик Владимир Юрьевич,
курсант 2 курса
Научный руководитель Токарь О. В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ВОЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ: ОТ ТРЕБОВАНИЙ К ЖИВУЧЕСТИ ДО БОЕВОЙ НАДЕЖНОСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы нормирования точности и организации технических измерений в контексте военного машиностроения и оборонной промышленности. Показано, что корректное установление допусков размеров, формы, взаимного расположения поверхностей и параметров шероховатости, а также выбор адекватных средств и методик измерений определяют не только функциональность и взаимозаменяемость деталей, но и боевую надежность, живучесть и безопасность применения военной техники.

Ключевые слова: Нормирование точности; технические измерения; военное машиностроение; допуски и посадки; размерные цепи; геометрическая точность; шероховатость поверхности; метрологическое обеспечение; средства измерений; статистический контроль качества; жесткие эксплуатационные условия; боевая надежность.

Нормирование точности и технические измерения занимают центральное место в системе обеспечения качества продукции и технологических процессов, особенно в военном машиностроении и оборонной промышленности. От корректного установления допусков, правильного выбора и применения средств измерений зависят не только функциональность изделия, его взаимозаменяемость и надежность, но и боевая готовность техники, живучесть вооружения, безопасность личного состава.

Современное машиностроение, приборостроение и военная техника предъявляют жесткие требования к точности размеров, формы, взаимного расположения поверхностей и их параметров качества, что требует развитой системы стандартизации, метрологического обеспечения и методов контроля, согласованных как с гражданскими, так и с военными нормативами.

Шероховатость поверхности как параметр качества также нормируется в зависимости от функции детали (уплотнение, трение, посадка, усталостная прочность, адгезия покрытий). Для военных изделий это, к примеру, поверхности уплотнений в гидросистемах стабилизаторов, направляющие оружейных стабилизированных платформ, сопряжения подшипников в опорах роторов авиационных и ракетных двигателей. Параметры шероховатости (R_a , R_z , R_{max} и др.) одновременно задают требования к технологическому процессу (выбор метода обработки, инструмента, режимов резания) и к методам

контроля. Связь между точностью размеров, отклонениями формы и шероховатостью носит взаимный характер: чрезмерное ужесточение одного параметра при «слабых» требованиях к другим зачастую не дает реального прироста ресурса, но приводит к росту стоимости. Поэтому нормирование точности в современной военной технике рассматривается комплексно, в рамках единой конструкторско-технологической документации и системы обеспечения военного качества.

Технические измерения являются материальной основой реализации нормирования точности. Любой допуск или техническое требование имеет практический смысл лишь при наличии возможности его достоверного контроля. Технические измерения в машиностроении, приборостроении и военной технике охватывают линейные и угловые размеры, параметры формы и расположения, шероховатость, механические и физические характеристики материалов и покрытий (твердость броневых сталей, толщина защитных и маскирующих покрытий, параметры термообработки ответственных деталей). Система технических измерений базируется на метрологических принципах: единство измерений, прослеживаемость к государственным и международным эталонам, нормированная погрешность измерений, сопоставимость результатов. Для военной сферы дополнительно важна устойчивость измерительных систем к внешним воздействиям и возможность проведения контроля в полевых и ремонтных условиях.

Классификация средств измерений включает: мерительные инструменты (штангенинструменты, микрометры, индикаторы), калибры (проходные и непроходные, предельные), универсальные и специальные измерительные приборы (оптические, пневматические, координатно-измерительные машины), а также автоматизированные и встроенные системы контроля. В военном производстве к этому перечню добавляются интегрированные системы неразрушающего контроля (ультразвуковые, радиографические, вихретоковые), встроенные в технологическую оснастку, и полевые средства контроля для войскового ремонта. Выбор средства измерения определяется требуемой точностью (соотношением допуска и погрешности измерения), серийностью производства, трудоемкостью контроля и экономическими факторами.

В инженерной практике применяется правило: погрешность средства измерения должна быть существенно меньше допуска контролируемого параметра (обычно не более $1/3$ – $1/10$ от величины допуска), что обеспечивает надежность приемочного контроля, особенно актуальную для критически важных деталей вооружения.

Погрешность измерений представляет собой совокупность систематических и случайных составляющих, обусловленных несовершенством средств измерений, методики, условий проведения измерения и свойств объекта. Нормирование точности измерений реализуется через метрологические характеристики средств измерений (класс точности, пределы допускаемой основной и дополнительной погрешности, чувствительность, разрешающая способность) и требования к условиям эксплуатации (температура, вибрации,

влажность). В военной практике к этому добавляется учет работы в экстремальных условиях: широких температурных диапазонах, повышенной запыленности, вибрациях и ударах. Стандарты и методики поверки устанавливают допустимые значения погрешностей, порядок калибровки и поверки приборов, обеспечивая их соответствие требуемому уровню точности и требованиям военных приемок.

Методики измерений и контроля являются важнейшим звеном связи между конструкторским нормированием и производственной практикой. Для каждого контролируемого параметра должна быть определена рациональная методика, включающая: способ измерения (прямой, косвенный, сравнительный, комплексный), схему установки детали, выбор базы, последовательность операций, обработку результатов и критерии принятия решения о годности. В военном производстве, особенно при выпуске боеприпасов, средств поражения и элементов систем управления, особую роль играют методы неполного и выборочного контроля, допускающие снижение трудоемкости при сохранении требуемой вероятности безотказной работы. Статистические методы контроля качества (контроль по альтернативному или количественному признаку, карты Шухарта, приемочные планы) дополняют традиционный размерный контроль и позволяют оценивать стабильность процесса, своевременно выявлять «дрейф» точности и предотвращать выпуск бракованных партий, критичных в условиях боевого применения. Метрологическое обеспечение производства формирует инфраструктуру, необходимую для реализации нормирования точности и проведения технических измерений на требуемом уровне. Оно включает: эталонную базу, систему поверки и калибровки измерительных средств, нормативно-методические документы, подготовку персонала, процедуры аккредитации лабораторий и сертификации продукции. Важнейшим принципом является обеспечение прослеживаемости измерений – возможности связать результат любого производственного измерения с государственными или международными эталонами через непрерывную цепочку калибровок с известными погрешностями.

Для оборонной продукции это создает основу не только для соответствия национальным и международным стандартам, но и для гарантированной совместимости, взаимозаменяемости и надежности вооружения в многонациональных операциях и при кооперации различных предприятий оборонно-промышленного комплекса.

Таким образом, нормирование точности и технические измерения в военном машиностроении перестают быть «вспомогательной» функцией и превращаются в стратегический инструмент обеспечения боеспособности и живучести техники. Грамотно установленные допуски, правильно организованные измерения и выстроенная метрологическая инфраструктура позволяют создавать конструкции, которые не просто соответствуют чертежам, но и надежно выполняют свои задачи в самых жестких условиях эксплуатации.

Список использованных источников

1. Об изменении Закона Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 11 нояб. 2019 г., № 254-З. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=Н11900254>. – Дата доступа: 16.03.2026.
2. Мещеряков, Р. К. Нормирование точности и технические измерения в машиностроении / Р. К. Мещеряков, В. М. Пашин. – М. : Машиностроение, 2010.
3. Орлов, П. И. Основы конструирования машин / П. И. Орлов. – Т. 1 : Взаимозаменяемость, допуски и посадки. – М. : Машиностроение, 2002.