

Качество изделий машиностроения и метрологическое обеспечение оценки соответствия продукции в производстве

В. И. Пронякин, А. С. Комшин

Рассмотрены вопросы обеспечения качества продукции в отечественном машиностроении, связанные с метрологическим обеспечением оценки соответствия продукции в производстве. Показаны сферы деятельности метрологии. Проведен анализ реализации метрологического обеспечения производства в ЕСТПП, ЕСТД. Анализируется производственная структура предприятия. Предложен подход к решению изложенных проблем метрологического обеспечения технологических процессов.

Ключевые слова:

метрология, метрологическое обеспечение, оценка соответствия, технологический процесс, оценка соответствия продукции в производстве, технология контроля, измерение, структура предприятия

УДК 005.6,006.91 | ВАК 2.2.10

DOI: 10.22184/2499-9407.2024.37.4.68.76

Введение

Машиностроение является базовой отраслью и определяет эффективное функционирование и развитие других отраслей промышленности, и повышение качества продукции является актуальной задачей. При реализации технологических процессов в машиностроении метрологическое обеспечение оценки соответствия в процессе производства является неотъемлемой частью технологии изготовления.

В настоящее время существует проблема организации, разработки и реализации метрологического обеспечения (МО) технологических процессов машиностроительных производств. Совершенствование организации МО на производстве должно быть направлено на обеспечение качества продукции. МО является неотъемлемой частью технологического процесса производства продукции и должно иметь техническую, методическую и организационную составляющие. В материальном виде качество продукции реализуется в производственном процессе, в котором

суммируются все факторы, формирующие его. На данном этапе главным для метрологического обеспечения является получение достоверных результатов измерений, особенно для функциональных размеров и параметров, определяющих работоспособность изделия, для подтверждения соответствия продукции требованиям конструкторской, технологической и нормативной документации. Следует также учитывать, что в развитых странах темпы развития машиностроительной отрасли превышают темпы роста в промышленности, что необходимо при непрерывном росте экономики.

Сферы деятельности метрологии

На каждом этапе жизненного цикла изделия решаются разные задачи метрологического обеспечения. Для определения места метрологии и метрологического обеспечения в экономике и промышленности, необходимо определить сферы ее деятельности и решаемые задачи (рис. 1).

Основными для метрологии являются нижеперечисленные сферы деятельности.

Обеспечение единства измерений (ОЕИ)

Обеспечение единства измерений (ОЕИ) обеспечивается федеральным законом и соответствующими федеральными органами надзора, реализации и др. (рис. 2). Единство измерений в стране достигается в результате функционирования системы, которая представляет собой комплекс государственных организаций, нормативных, правовых, технических и методических документов, материально-техническую базу, основу которой составляют эталоны единиц физических величин и стандартные образцы.

В законе Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» термин «метрологическое обеспечение» отсутствует, и поэтому имеются разные понимание и трактовка. В настоящее время МО реализуется в рамках ОЕИ, вследствие чего в промышленности отсутствует методологический подход к понятию и организации метрологического обеспечения в производстве, так как в нормативных документах предъявлены требования к задачам на отдельных направлениях по обеспечению единства измерений.

Основными задачами ОЕИ (рис. 3) являются:

- обеспечение единства измерений;
- установление единиц физических величин;
- создание эталонов единиц физических величин и стандартных образцов;
- разработка теории, методов и средств измерений и контроля;
- разработка методов оценки погрешностей, состояния средств измерения и контроля и др. [2].

Выпуск высококачественной продукции

Одной из основных сфер деятельности метрологии является промышленность. Главной задачей промышленного

1



Обеспечение единства измерений

2



Промышленность

3



Этап эксплуатации

Рис. 1.
Сферы
деятельности
метрологии

производства и его метрологического обеспечения является выпуск высококачественной продукции.

Этап эксплуатации

Задачами метрологии и метрологического обеспечения на этом этапе жизненного цикла машиностроительной продукции являются реализация ОЕИ и получение измерительной информации о текущем техническом состоянии объекта.

Метрологическое обеспечение в промышленности

Главная задача промышленного производства – выпуск продукции высокого качества. Высокое качество выпускаемой продукции является в настоящее время обязательным условием ее конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках. В машиностроении качество продукции в производстве реализуется в технологическом процессе с выполнением оценки соответствия готовой продукции установленным требованиям. Оценка соответствия (conformity assessment) – это прямое или косвенное соблюдение требований, предъявляемых к объекту. В соответствии с ГОСТ ISO / IEC 17000-2012 (ISO / IEC 17000 : 2004) термин «оценка соответствия» определен как «доказательство того, что заданные требования к продукции, процессу, системе, лицу или органу выполнены».

В настоящее время разработанный комплекс стандартов оценки соответствия в основном относится к готовому изделию, где основными инструментами оценки качества являются сертификация, испытания и инспекционный контроль, а метрологическое обеспечение (МО) направлено на

Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений»



Минпромторг России

Департамент государственной политики
в области технического регулирования
и обеспечения единства измерений



Росстандарт

Система институтов Росстандарта



Подготовка кадров

Рис. 2. Система обеспечения единства измерений

реализацию ОЕИ и требования к измерениям. Разработка и реализация метрологического обеспечения оценки соответствия продукции в производстве, целью которого является подтверждение качества продукции, не обеспечено нормативными и методическими документами [1].



Эталоны. Стандартные образцы

Государственный реестр средств измерений

Поверка. Калибровка.

Метрологическая экспертиза

Виды работ:

- ▶ Хранение и поддержание в рабочем состоянии рабочих эталонов единиц величин, средств поверки (калибровки), средств измерений и стандартных образцов;
- ▶ поверка и калибровка средств измерений, поверка средств измерений, применяемых в качестве эталонов единиц величин;
- ▶ организация и проведение работ по метрологической экспертизе технической документации и проектов нормативных правовых актов;
- ▶ организация и проведение работ по обновлению эталонной базы и средств измерительной техники;
- ▶ разработка нормативно-технической документации в области обеспечения единства измерений;
- ▶ проведение анализа состояния метрологического обеспечения подразделений организаций и разработка предложений по его улучшению;
- ▶ организация работ по подготовке организации к прохождению процедур аккредитации, подтверждения компетентности выполнения работ в области обеспечения единства измерений, расширения области аккредитации;
- ▶ организация работ по обновлению эталонной базы, средств измерительной техники;
- ▶ планирование деятельности метрологической службы организации;
- ▶ организация и осуществление научно-методического сопровождения деятельности в области обеспечения единства измерений;
- ▶ планирование проведения метрологического надзора в организации, контроль устранения выявленных нарушений;
- ▶ организация рабочих мест в подразделениях, выполняющих работы в области обеспечения единства измерений и др.

Обеспечение высокого качества продукции – это процесс, состоящий из следующих основных этапов:

- проведение маркетинга рынка, учет требований заказчика, определение тенденции развития данного направления техники и технологии для разработки требований и технического задания;
- разработка технологичной и метрологичной конструкции изделия с учетом вида производства (единичное, серийное, массовое);
- производство изделия – этап реализации качества изделия с применением оценки соответствия продукции в производстве.

Следует отметить, что качество реализуется не при сертификации, испытаниях и инспекционном контроле, а в производственном процессе. Реализуют его технологические процессы, которые должны иметь соответствующее МО оценки соответствия продукции ее нормативной документации.

В связи с вышеизложенным возникает необходимость определить место метрологического обеспечения в промышленности в следующем алгоритме:

1. Главная задача промышленного производства – выпуск продукции высокого качества.
2. В процессе производства выполняется оценка соответствия продукции ее нормативной документации (конструкторской, технологической, метрологической, нормативной и др.).
3. Инструментом оценки соответствия является метрологическое обеспечение оценки соответствия продукции в процессе производства.

Таким образом, метрологическое обеспечение оценки соответствия в процессе производства является важнейшей составляющей качества и конкурентоспособности продукции, так как доказать высокое качество и соответствие продукции ее документации можно только при наличии профессионального метрологического обеспечения оценки соответствия (МООС) в производстве (рис. 4).

Следует отметить, что в настоящее время нормативная документация (ГОСТы и др.) направлена на обеспечение качества продукции в рамках обеспечения единства измерений, поэтому в промышленности считается, что в основном метрологическое обеспечение производства – это поверка, калибровка, метрологическая экспертиза и методики измерений.

К началу производства поверка, калибровка, метрологическая экспертиза и методики измерений выполнены, и возникает вопрос в определении задач, решаемых при разработке метрологического обеспечения оценки соответствия в процессе производства. Данные задачи не входят в состав ОЕИ, так как средства измерений обеспечивают реализацию технологического процесса и минимизацию риска потребителя, например, не превышение пределов

Рис. 3. Задачи ОЕИ

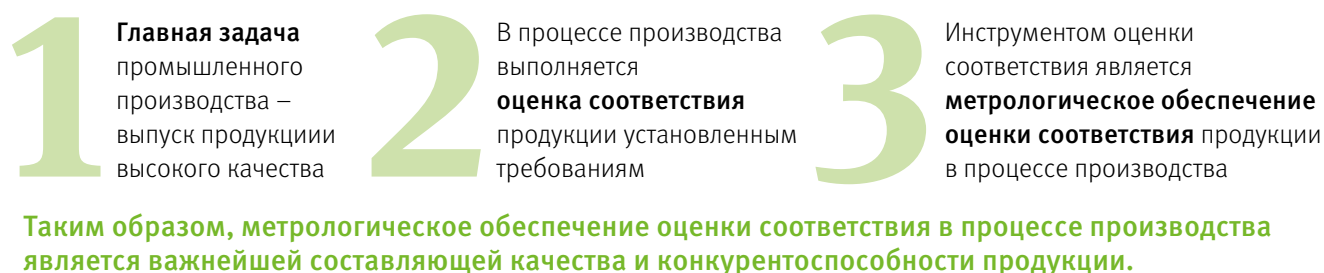


Рис. 4. Метрологическое обеспечение оценки соответствия в процессе производства

ошибок 2-го рода, установленных заказчиком в условиях конкретного производства.

Метрологическое обеспечение производства в нормативной документации

В законе Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» термин «метрологическое обеспечение» (МО) отсутствует, поэтому имеются различные его толкования. В связи с этим определение метрологического обеспечения должно соответствовать сфере деятельности метрологии, что должно быть учтено при подготовке метрологов.

Действующие нормативные документы (ГОСТ, МИ и др.) в основном разработаны в рамках ОЕИ.

В основных положениях МО [2] указано, что предметом и целью МО являются измерения, выполняемые в различных сферах деятельности метрологии, а к элементам метрологического обеспечения относятся:

- эталоны, единицы величин и шкалы измерений;
- поверочные и калибровочные установочки;
- средства измерений, стандартные образцы;
- вспомогательное оборудование и соответствующие ему методики.

Следовательно, основной целью МО является ОЕИ. В [3, 4, 5] объектами анализа являются методики измерений и средства измерений. Разработка МО оценки соответствия продукции в процессе производства как комплекс мероприятий по обеспечению качества продукции с получением и подтверждением достоверных результатов измерений не рассматривается. При испытаниях продукции для целей подтверждения соответствия основным является реализация ОЕИ.

При анализе производства [6, 7] объектами являются средства и процессы измерений. Анализ и разработка МО как комплекс мероприятий по получению достоверных результатов измерений в процессе производства отсутствуют.

Целью МО является обеспечение качества продукции. Процессы измерений являются результатом разработки

метрологического обеспечения оценки соответствия продукции ее нормативной документации в технологическом процессе при реализации качества продукции в производстве.

В основном в нормативной документации рассматриваются задачи, которые должны быть решены до начала производства изделия. Указаны требования, как правило, в рамках ОЕИ, а не технология получения результата в процессе производства, то есть обеспечения качества продукции в соответствии с требованиями. Отсутствуют методические указания по разработке метрологического обеспечения для обеспечения оценки соответствия изделия в производстве. Не рассматривается организация технологии контроля с позиций экономической эффективности выпуска продукции и вида производства.

МО оценки соответствия продукции в производстве – это комплекс мероприятий, обеспечивающих получение и подтверждение достоверных результатов измерений в процессе производства для принятия решения о качестве продукции в составе:

- обеспечение единства измерений;
- МООС изготовления продукции в производстве на базе измерений, контроля и испытаний как единой системы.

Осуществлять разработку МООС и руководить ее реализацией должен метрологический отдел. Достоверность измерительной информации можно обеспечить только повседневной профессиональной работой и руководством метрологов.

Следует отметить, что требования ОЕИ (поверка, калибровка СИ и метрологическая экспертиза) должны быть выполнены до начала производства, а метрологическое обеспечение оценки соответствия участвует в реализации качества продукции в производстве, то есть в реализации задач, которые не входят в ОЕИ. В связи с этим существует неоднозначное понимание целей и задач МО, особенно в отношении процесса производства. В настоящее время в соответствии с нормативной документацией МО процесса производства реализуется в рамках ОЕИ. Однако

обеспечение единства измерений – это необходимое, но не достаточное условие для обеспечения высокого качества продукции.

Особенностью разработки и содержания стандартов является наличие перечня работ, которые должны быть выполнены, и отсутствие методических указаний для выполнения указанных работ. Основная проблема нормативной документации в том, что она указывает, что делать при отсутствии методических указаний с ответом на вопрос как делать.

В нормативных документах требования к разработке МООС продукции в производстве отсутствуют. В основном рассматриваются требования к наличию поверки, калибровки средств измерений, метрологической экспертизе, наличию методик измерений. Это связано с тем, что метрологические задачи производства решаются в рамках обеспечения единства измерений, являющегося фундаментом метрологии, но в промышленности метрологическое обеспечение входит в комплекс задач достижения высокого качества продукции в составе технологического процесса.

В техническом задании системы разработки и постановки продукции на производство [8] представлены обоснованные требования к содержанию и оформлению МО. Однако в дальнейшем разрабатываемые элементы МО относятся в основном к ОЕИ.

В настоящее время основное внимание в нормативной документации направлено на оценку соответствия готовой продукции с применением сертификации, испытаний и инспекционного контроля. В нормативной документации по оценке соответствия в порядке проведения инспекционного контроля в процедурах сертификации [9] отсутствует необходимость разработки и анализа МООС в производстве. В методических указаниях по оценке соответствия [10] необходимость разработки МООС в производстве отсутствует. В методических указаниях в системе сертификации продукции третьей стороной [11] при оценке производственного процесса и системы качества анализ ОЕИ и МООС в процессе производства отсутствует.

В системе разработки и постановки продукции на производство [12, 13, 14, 15, 16] также отсутствуют требования необходимости разработки и оценки МООС при подготовке производства.

В основных положениях об испытаниях и приемке выпускаемой продукции [17] основные требования относятся к ОЕИ.

В терминах и определениях основных понятий единой системы технологической документации (ЕСТД) [18, 19, 20] необходимость ОЕИ и МООС как неотъемлемой части технологического процесса в нормативной документации не указана. В основных положениях, структуре и организации работ технологического обеспечения производства

продукции [21, 22] необходимость обеспечения ОЕИ и разработки МООС в процессе производства отсутствует.

МО технологической подготовки производства осуществляется в соответствии с требованиями и правилами государственной системы обеспечения единства измерений, а не требованиями обеспечения качества продукции [22, 23]. Требования выполнения ОЕИ являются обязательными, но в производстве основной целью является обеспечение качества продукции, и поэтому также выполняются работы по МО, не входящие в ОЕИ.

В ЕСТД [22, 24, 25, 26] в общих положениях стадий разработки и видов документов необходимость ОЕИ и МООС в производстве как неотъемлемой части технологического процесса не указано. В нормативно-технической информации общего назначения [27] указание о МООС в производстве отсутствует. При разработке технологического процесса в состав этапов не включена разработка МООС продукции в производстве.

В основных положениях и порядке технологической подготовки производства продукции, проводимой при разработке технологических процессов изготовления продукции нет необходимого внимания разработке МООС в процессе производства с целью необходимости получения и подтверждения достоверных результатов измерения для принятия решения о качестве продукции.

В общих требованиях комплексной системы контроля качества [29, 30] объектом контроля являются «методики контроля» и «средства измерения (контроля)», а не оценка МООС в производстве, учитывающая весь комплекс исходных данных, не входящих в ОЕИ и связанных с производством продукции.

Целью МООС в процессе производства является обеспечение качества продукции. Процессы измерений являются результатом разработки метрологического обеспечения оценки соответствия продукции ее нормативной документации в технологическом процессе при реализации качества продукции в производстве.

В настоящее время в нормативной документации метрологического обеспечения измерения рассматриваются как основной элемент, а не конечный результат разработки МООС в производстве и оптимальной технологии контроля с учетом воздействующих факторов на достоверность результатов измерений для обеспечения требований заказчика и нормативной документации на изделие, то есть качества продукции.

Анализ показал, что важнейшая составляющая в реализации качества и конкурентоспособности продукции, а именно – МООС при реализации в производстве, не представлена в нормативной документации в требуемом объеме в соответствии с ее значимостью для качества продукции. Основная задача МООС на этапе производства – оценка соответствия продукции нормативной документации.

Однако МООС в производстве не имеет нормативной, методической, технической, организационной и кадровой поддержки. Для получения достоверных результатов измерений в условиях производства необходим, например, учет следующих факторов:

- требования заказчика, ошибки 1-го и 2-го рода;
- вид производства (единичное, серийное и массовое);
- условия эксплуатации СИ;
- необходимость автоматизации;
- выполнение метрологического анализа процессов производства для подготовки исходных данных и выбора вида контроля;
- выбор стратегии контроля;
- проведение точностного анализа измерительных технологий;
- разработка норм точности для экономически оптимальной минимизации риска потребителя;
- оценка точностного состояния технологического оборудования;
- оценка точности и стабильности технологического процесса и др.

Только после выполнения анализа и оценок может быть выполнен выбор средства измерения из ряда возможных вариантов. Выбор средства измерения и процесс измерений являются результатом разработки МООС. Необходима система обеспечения качества продукции, а не только поиск дефектов. Это другая направленность отношения к МООС и его реализации. Должна быть система предупреждения брака и обеспечения стабильности технологических процессов.

Структурная организация производства продукции

Метрологическое обеспечение в процессе производства – это комплекс мероприятий, обеспечивающих получение и подтверждение достоверных результатов измерений в составе обеспечения единства измерений и МООС продукции в производстве на базе измерений, контроля и испытаний как единой системы.

Достоверность измерительной информации можно обеспечить только повседневной непрерывной работой под руководством метрологов.

Реализация процесса производства изделия имеет две составляющие:

1. Техническая составляющая, в рамках которой техническими специалистами (разработчики, конструкторы, технологи, метрологи, испытатели и технические



Рис. 5. Организационная структура метрологического обеспечения оценки соответствия продукции в производстве и подтверждения качества изделия

специалисты других направлений) реализуется производство изделия на соответствие его технической и нормативной документации.

2. Организационная составляющая.

Производство продукции в настоящее время реализуется организационной структурой, формируемой менеджментом качества. За качество выпускаемой продукции в рамках организационной структуры производства отвечает отдел технического контроля (ОТК), подчиняющийся, как правило, заместителю директора по качеству.

Пооперационный, входной контроль материалов и комплектующих изделий, а также выходной контроль продукции требуют полного объема метрологических компетенций для разработки метрологического обеспечения оценки соответствия продукции в производстве и подтверждения качества изделия. Этими компетенциями обладают технические специалисты-метрологи. Сейчас, например, даже выбор средств измерений часто выполняют технологи, не обладающие метрологическими компетенциями. ОТК также выполняет много функций, не относящихся к оценке качества продукции. Следовательно, при такой организации необоснованно заявлять о высоком качестве продукции (рис. 5).

Отделы главного метролога, в основном, занимаются обеспечением единства измерений и к элементам метрологического обеспечения относят:

- эталоны, единицы величин и шкалы измерений;
- поверочные и калибровочные установки;
- средства измерений, стандартные образцы;
- вспомогательное оборудование;

- методики (измерений, поверки, калибровки, испытаний, контроля, аттестации, метрологической экспертизы),

Фактически отдел главного метролога не отвечает за качество продукции. За качество продукции отвечает ОТК, сотрудники которого не обладают в полном объеме метрологическими компетенциями для разработки МООС в производстве. Утверждения о высоком качестве продукции без полноценного профессионального метрологического обеспечения не обоснованы.

Службы испытаний, как правило, подчиняются главному инженеру. Цель испытаний – это получение и подтверждение достоверных результатов измерений и передачи их специалистам для принятия решений.

Таким образом, в настоящее время отсутствует единая система обеспечения качества продукции, в том числе реализации метрологического обеспечения оценки соответствия продукции в производстве с использованием измерений, контроля и испытаний как единой системы, обеспечивающей качество и минимизацию риска выпуска некачественной продукции, то есть организационная структура не соответствует решению задачи и не обеспечивает требуемое качество продукции.

Одной из определяющих причин возникновения проблем с качеством продукции в машиностроении является отсутствие специалистов-метрологов необходимых для обеспечения единства измерений, а для метрологического обеспечения оценки соответствия продукции наличие целенаправленной подготовки специалистов в системе среднего и высшего технического образования отсутствует [30]. В настоящее время по выборке 100 высших учебных заведений подготовка специалистов по профилю метрологии и метрологического обеспечения только 14% из них готовят бакалавров и 13% – магистров. Следует отметить, что кафедры, заявляющие профиль «Метрология и метрологическое обеспечение», фактически готовят выпускников по профилю «Управление качеством» 17% бакалавров 13% магистров (рис. 6). Соответственно по профилю «Управление качеством» ведут подготовку бакалавров 43% кафедр и 40% – магистров.

Заключение

1. Важнейшей задачей промышленности является создание и выпуск конкурентоспособной продукции мирового уровня. Инструментом подтверждения качества продукции на соответствие установленным требованиям в процессе производства является оценка соответствия продукции в процессе производства. Соответствие

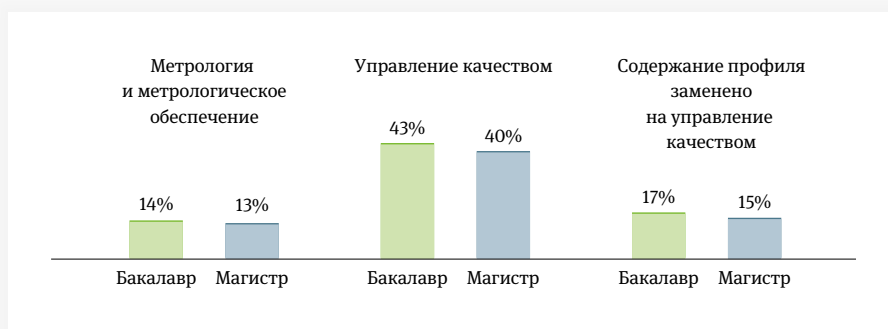


Рис. 6. Структура подготовки специалистов по профилю метрологии и метрологического обеспечения (анализ выборки из 100 вузов)

продукции установленным требованиям подтверждается метрологическим обеспечением (применением измерений, контроля и испытаний).

2. Доказать соответствие продукции требуемому качеству можно только при наличии полноценного профессионального метрологического обеспечения оценки соответствия продукции в производстве, в том числе метрологического обеспечения испытаний, так как информацию о любом изделии в основном получают на базе результатов измерений. Тем более, что ошибки второго рода, то есть вероятность заказчика получить бракованное изделие как годное, на испытаниях как правило не проявляются. Проявляются они в эксплуатации, а рассчитывает их метролог, и они могут не соответствовать требованиям заказчика.
3. В промышленности отсутствует целостный методологический подход к понятию и организации метрологического обеспечения, так как в нормативных документах предъявлены в основном требования к обеспечению ОЕИ. На каждом этапе жизненного цикла изделия решаются разные задачи метрологического обеспечения и его определение должно соответствовать сфере деятельности метрологии и ее задачам.
4. Отсутствуют нормативные требования необходимости разработки метрологического обеспечения оценки соответствия при подготовке производства. Сейчас основной объект – методики измерений и средства измерений. Разработка метрологического обеспечения оценки соответствия продукции в производстве как комплекс мероприятий по получению и подтверждению достоверных результатов измерений в нормативной документации не рассматривается.
5. Основное внимание в нормативной документации направлено на подтверждение пригодности элементов метрологического обеспечения измерений для ОЕИ, то есть на средства измерений и методики измерений, поверки, калибровки, испытаний, контроля, аттестации, метрологической экспертизы, то есть ОЕИ.

6. Типовая структура производства промышленного предприятия (организации, фирмы) не соответствует разработке и реализации профессионального метрологического обеспечения оценки соответствия продукции в производстве и обеспечению выпуска высококачественной продукции.
7. В настоящее время в промышленности явный недостаток специалистов-метрологов для обеспечения единства измерений и отсутствует целенаправленная подготовка метрологов для разработки метрологического обеспечения оценки соответствия продукции в производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Профессиональный стандарт «Специалист по метрологии» 2022. <https://profstandart.rosmintrud.ru/>.
2. ГОСТ Р 8.820-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2014. 8 с.
3. ГОСТ Р 59160-2020. Ракетно-космическая техника. Метрологическое обеспечение производства. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2021. 9 с.
4. ГОСТ Р 8.892-2015. Метрологическое обеспечение. Анализ состояния на предприятии, в организации, объединении. М.: Стандартинформ, 2015. 31 с.
5. ГОСТ Р 51672-2000. Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения. М.: Издательство стандартов, 2004. 16 с.
6. ГОСТ Р 54293-2020. Анализ состояния производства при подтверждении соответствия. М.: Стандартинформ, 2020. 13 с.
7. ГОСТ Р ИСО 10012-2008. Менеджмент организации. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию. М.: Стандартинформ, 2009. 20 с.
8. ГОСТ 15.016-2016. Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. М.: Стандартинформ, 2017. 26 с.
9. ГОСТ Р 58984-2020. Оценка соответствия. Порядок проведения инспекционного контроля в процедурах сертификации. М.: Стандартинформ. 2020. 14 с.
10. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17007-2011. Оценка соответствия. Методические указания по разработке нормативных документов, предназначенных для применения при оценке соответствия. М.: Стандартинформ, 2012. 14 с.
11. ГОСТ Р 55368-2012/ISO/IEC. Оценка соответствия. Методические указания по системе сертификации продукции третьей стороной. Стандартинформ, 2020. 20 с.
12. ГОСТ Р 15.000-2016. Система разработки и постановки продукции на производство. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2019 15 с.
13. ГОСТ Р 15.301-2016. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство. М.: Стандартинформ, 2016. 12 с.
14. ГОСТ 15.005-86. Система разработки и постановки продукции на производство. Создание изделий единичного и мелкосерийного производства, собираемых на месте эксплуатации.
15. ГОСТ 15.311-90. Система разработки и постановки продукции на производство. Постановка на производство продукции по технической документации иностранных фирм. М.: ИПК. издательство стандартов. 5 с.
16. ГОСТ 15.009-91. Система разработки и постановки продукции на производство. Непродовольственные товары народного потребления. М.: ИПК издательство стандартов, 2002. 6 с.
17. ГОСТ 15.309-98. Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения. Минск. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. 13 с.
18. ГОСТ 14.004-83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий. М.: Стандартинформ, 2008. 7 с.
19. ГОСТ 3.1109-82. Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий. М.: Стандартинформ, 2012. 14 с.
20. ГОСТ Р 50995.0.1-96. Технологическое обеспечение создания продукции. Основные положения. М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. 11 с.
21. ГОСТ 3.1102-2011. Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2011. 7 с.
22. ГОСТ Р 50995.3.1-96. Технологическое обеспечение создания продукции. Технологическая подготовка производства. М.: Издательство стандартов, 1997. 16 с.
23. ГОСТ Р 58274-2018. Системы космические. Метрологическое обеспечение технологической подготовки производства. Основные положения. Стандартинформ, 2018. 8 с.
24. ГОСТ 3.1119-83. Единая система технологической документации. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы. М.: Стандартинформ, 2012. 15 с.
25. ГОСТ 3.1121-84. Единая система технологической документации. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции). Издательство стандартов, 1984; Стандартинформ, 2012. 45 с.
26. ГОСТ 3.1502-85. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технический контроль. Издательство стандартов, 2003. 14 с.
27. ГОСТ 3.1901-74. Единая система технологической документации. Нормативно-техническая информация общего назначения.

- чения, включаемая в формы технологических документов. М.: Издательство стандартов, 2003. 5с.
28. ГОСТ Р 52745-2021. Комплексная система контроля качества. Оценка соответствия материалов, полуфабрикатов и иной продукции, используемых при изготовлении изделий авиационной и иной техники гражданского, оборонного и двойного применения, на предприятиях-поставщиках. Общие требования. М.: Российский институт стандартизации, 2021. 18 с.
29. ГОСТ Р 55753-2013. Изделия электронной техники. Требования к обеспечению и контролю качества. М.: Стандартинформ, 2014. 9 с.

30. **Пронякин В. И.** О некоторых проблемах метрологического обеспечения в промышленности // Законодательная и прикладная метрология. 2021. № 4 (172). С. 17–22.

Авторы

Пронякин Владимир Ильич – доктор технических наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана

Комшин Александр Сергеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Метрология и метрологическое обеспечение», декан факультета «Машиностроительные технологии» МГТУ им. Н.Э. Баумана



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНОСФЕРА» ПРЕДСТАВЛЯЕТ КНИГУ:



Формат 60х90/8

Пронякин В.И.

Технологичность и метрологичность простановки размеров на чертежах. Практическое пособие

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2024. – 276 с.

ISBN 978-5-94836-646-3

Рецензент
Кафедра «Теория механизмов и машин»
факультета «Робототехника и комплексная
автоматизация» МГТУ им. Н.Э. Баумана

Цена 2600 руб.

В книге представлены основы конструирования в машиностроении и приборостроении в части обеспечения технологичности и метрологичности простановки размеров на чертежах.

Сформулированы основные правила простановки размеров при конструировании цилиндрических и призматических деталей. В практической части особое внимание уделено технологичности и метрологичности простановки размеров, системам простановки размеров линейных и криволинейных поверхностей, а также взаимосвязанных требований к выбору баз, назначению шероховатости и отклонений формы и расположения поверхностей деталей.

Представлен способ проверки наличия всех размеров на чертеже. Представлены исторические справки. В книге даны многочисленные примеры с объяснениями.

Книга предназначена студентам средних и высших учебных заведений по направлениям подготовки 15.00.00 «Машиностроение», 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии», 16.00.00 «Физико-технические науки и технологии», а также конструкторам, технологам, метрологам, преподавателям, специалистам, работающим с конструкторской документацией.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

125319, Москва, а/я 91; тел.: +7 495 234-0110; e-mail: knigi@technosphera.ru; sales@technosphera.ru

Промышленно-энергетический форум
и специализированная выставка предприятий

ПРОМ-ЭНЕРГО VOLGA

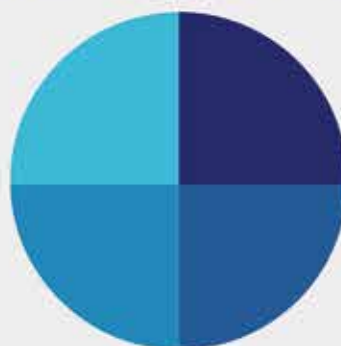
20-22 ноября
Волгоград Арена



- более 20 мероприятий деловой программы
- 5000 кв.м выставочной площади
- 4 ключевых трека Форума

Внутренняя и
межрегиональная
кооперация

Энергосбережение и
энергоэффективность



Импортозамещение
(технологический
суверенитет)

Подготовка кадров.
Стимулирование молодежи
к работе на предприятиях

www.promenergovolga.ru

ВЦ ЦАРИЦЫНСКАЯ ЯРМАРКА (8442) 26-50-34