

Чайковський С.Ю.

Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз
Служби безпеки України

МЕТРОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ – ГАРАНТ ВИГОТОВЛЕННЯ ЯКІСНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Будь-яке виробництво продукції починається з розробки технічної і технологічної документації, яка описує процес виробництва і якість готових виробів (технічне завдання, технологічна інструкція, технічні умови, методики контролю та ін.). В переважній більшості вищезазначених документів фігурують кількісні показники якості виготовленої продукції, які потребують проведення вимірювань з отриманням кількісного виразу певних величин. Процес будь-яких вимірювань вимагає дотримання певних умов, які забезпечують достовірні виміри та не викликають сумніву в отриманих результатах.

Якість, а відповідно і надійність та довговічність виготовленої продукції залежать від показників якості характеристик закладених в конструкторській документації. В процесі виробництва продукції ці показники забезпечуються завдяки відпрацьованій технологічній документації і контролюються згідно метрологічній документації.

Єдиний підхід до вимірювань гарантує можливість уніфікації і стандартизації методів та засобів вимірювань та взаємного визнання результатів вимірювань. Для реалізації цього, результати вимірювань повинні бути виражені в узаконених одиницях, а похибки вимірювань не повинні виходити за встановлені межі із заданою вірогідністю. Всі ці умови забезпечують єдність вимірювань, правила і норми яких встановлені Законом України від 05.06.2014 № 1314-VII «Про метрологію та метрологічну діяльність» [1].

В статті розглянуті законодавчі та рекомендовані директивні документи, які регламентують вимоги та надають рекомендації до проведення метрологічної експертизи технічної документації. Окреслені задачі метрологічної експертизи а також умови, яким повинна відповідати розроблена технічна документація. Проведена паралель між метрологічним контролем та метрологічною експертизою в умовах виробництва і розтлумачена перевага проведення метрологічної експертизи документації при розробці та виготовленні виробів для забезпечення їх ефективної експлуатації.

Ключові слова: метрологія, метрологічний контроль, метрологічна експертиза, технічна документація, єдність вимірювань.

Постановка проблеми. Якість продукції, яка виготовляється на підприємстві забезпечується рядом факторів, а саме: конструкторською документацією; технологічними процесами та матеріалами; стабільним та атестованим технологічним обладнанням; засобами та методами вимірювань та випробувань, кваліфікованим персоналом.

Метрологічна експертиза усіх видів технічної документації забезпечує високу якість продукції, яка виготовляється на підприємстві. Основною проблемою є аналіз та оцінювання технічних рішень в частині забезпечення єдності вимірювань, яка потребує конкретизації задач метрологічної експертизи шляхом удосконалення технічної документації, а саме:

– впровадження у виробництво найбільш сучасних і прогресивних методів і засобів контролю, забезпечених технічно обґрунтованою точністю;

– зниження трудомісткості і собівартості контрольних операцій;

– відповідність застосовуваних у всіх підрозділах підприємства засобів і методів вимірювання, вимог оптимальних режимів технологічних процесів і контролю якості продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання метрологічного забезпечення, (далі МЗ) та метрологічного контролю, (далі МК) постійно вивчаються і вдосконалюються. Ванін В.В., Бліок А.В., Гнітецька Г.О., Морозенко О.П., Малишко Г.В., Грибанова Р.Ю. детально розглядають правила оформлення КД відповідно до вимог стандартів (кресленники окремих деталей, складальні кресленники, текстові документи) [16, 18]. Дубова С.В. розкриває базові нормативно-правові засади функціонування науково-технічної інформації, сутність науково-технічної діяльності та науково-технічної документації та її окремих складових: технологічної, конструкторської та наукової документації [17]. Терлецький Т.В., Кайдик О.Л.,

Ткачук А.А., Речун О.Ю. надають методичні рекомендації до правил оформлення конструкторської та проектної документації відповідно до вимог діючих стандартів [19]. Але законодавчі директивні документи щодо проведення МЕТД потребують ретельного пояснення і обговорення. Даний матеріал необхідний фахівцям різних галузей знань для реалізації відповідних проектних і конструкторських рішень.

Постановка завдання. Питання підвищення надійності і довговічності продукції як показника якості продукції необхідно розглядати на ранніх стадіях життєвого циклу шляхом метрологічної експертизи технічної документації (далі МЕТД).

МЕТД дозволяє вирішувати дві задачі:

– забезпечення якості виготовлення продукції, підвищення надійності та довговічності її в експлуатації;

– скорочення строків підготовки виробництва при освоєнні нових розробок.

Якщо задачі підвищення якості, надійності та довговічності продукції шляхом удосконалення ТД зрозумілі, то шляхи реалізації цих задач, в значній мірі, для спеціалістів різних рівнів вимагають роз'яснення. Метрологія є ланкою, яка зв'язує між собою наукові дослідження, розробку перспективних виробів, виробництво та впровадження цих виробів в економіку країни. Тому метою роботи є конкретизація задач метрологічної експертизи.

Виклад основного матеріалу. Насамперед МЕТД включає метрологічний контроль ТД, тобто перевірку на відповідність стандартам та іншим нормативним документам. В першу чергу здійснюється перевірка на відповідність використаних в документації метрологічних термінів (ДСТУ 3321:2003 [6]), одиниць фізичних величин (ДСТУ 2681-94 [9]), найменувань та позначень (ДСТУ 3651.0-97 [11]). Необхідно враховувати вимоги ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 [4], ГОСТ 2.105-95 [12], ГОСТ 2.106-96 [13] в частині забезпечення вимог до виконання текстових документів на виробі приладів та машинобудування.

Основні види ТД, які підлягають МЕТД наведені в ДСТУ-Н РМГ 63:2013 [14]. Це технічні завдання, звіти по НДР, технічні умови, проекти стандартів, експлуатаційні та ремонтні документи, програми та методики випробувань, технологічні інструкції та регламенти, технологічні карти, проектна документація¹. В обов'язковому порядку метрологічній експертизі підлягає доку-

ментація, яка регламентує і містить метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки, (далі ЗВТ), які впливають на результати і похибки вимірювань, номенклатура яких регламентована ДСТУ OIML R 34:2014 [15].

ДСТУ-Н РМГ 63:2013 [14] визначає наступні основні задачі МЕТД: ідентифікацію об'єкта вимірювань та його параметрів; визначення оптимальної точності вимірювань; раціональний вибір ЗВТ та методики вимірювання; контроль метрологічних термінів, найменування вимірюваних величин і позначення їх одиниць. Окрім цього згідно ДСТУ-Н РМГ 63:2013 [14] при організації МЕ повинен бути розроблений документ який встановлює порядок проведення МЕ на конкретному підприємстві (стандарт підприємства). В цьому документі необхідно сформулювати наступні задачі МЕТД:

– визначення оптимальної номенклатури вимірюваних параметрів при контролюванні з метою забезпечення ефективності і достовірності контролю якості та визначення оптимальної номенклатури ЗВТ;

– встановлення відповідності показників точності вимірювань вимогам забезпечення оптимальних режимів технологічних процесів;

– встановлення правильності вимог до ЗВТ і методики вимірювання;

– встановлення відповідності показників точності вимірювання вимогам ефективності і достовірності контролю;

– виявлення можливості переважного застосування уніфікованих автоматизованих ЗВТ, які забезпечують отримання заданої точності вимірювання;

– оцінка вибору ЗВТ, які забезпечують мінімальну трудомісткість і собівартість контрольних операцій при заданій точності;

– встановлення правильності найменувань і позначень фізичних величин і їх одиниць;

– встановлення правильності проведення вимірювання в рамках забезпечення безпеки праці;

– оцінка забезпечення конструктивних рішень, технології виробництва, контролю необхідних параметрів в процесі виготовлення виробу, проведенні випробувань, експлуатації і ремонту (контролепридатність конструкції);

– встановлення переваг застосування стандартизованих методів вимірювання;

– визначення наявності стандартних або спеціальних програм обробки результатів вимірювання і відповідності вимог, пред'явлених до обробки результатів вимірювань а також до форми представлення результатів вимірювання, контролю, випробувань;

¹ В нормативних документах (стандартах підприємства), які встановлюють порядок проведення МЕТД на конкретних підприємствах перелік текстових документів може бути доповнений і вказаний більш конкретно.

– встановлення наявності і правильності вибору кліматичних умов проведення вимірювання;

– встановлення правильності застосування метрологічних термінів і визначень, позначень типів ЗВТ у відповідності до стандартів, технічним умовам і довідково-інформаційною документацією на них.

Слід зауважити, що основними документами щодо проведення МЕ є Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» [1], ДСТУ 2682-94 Державна система забезпечення єдності вимірювань. Метрологічне забезпечення [10].

Варто визначити і правове забезпечення МЕТД [8].

МЕТД здійснюють згідно з правилами і положеннями, регламентованими державними стандартами (ДСТУ), а саме:

– єдина система технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ);

– єдина система конструкторської документації (ЄСКД);

– єдина система технологічної документації (ЄСТД);

– галузеві стандарти (ГСТУ);

– стандарти підприємств (СТП) та іншою НТД.

Проводять МЕТД метрологічні служби підприємства (організації), а також конструкторські і технологічні підрозділи і служби стандартизації під методичним керівництвом і контролем метрологічної служби підприємства головних і базових організацій з метрології. Наукове і методичне керівництво роботою головних і базових організацій з експертизи документації покладені на Державну метрологічну службу України.

МК або МЕТД рекомендується проводити одночасно з нормоконтролем конструкторської і технологічної документації. Нормоконтроль проводить спеціальний нормоконтролер. При наявності необхідної НТД, що встановлює вимоги до метрологічного забезпечення проводять метрологічний контроль. Якщо така документація відсутня, то необхідна МЕТД.

Для розуміння розглянемо основні поняття:

Експертиза – дослідження спеціалістом (експертом) будь-яких питань, рішення яких потребує спеціальних знань в області науки і техніки.

Експертиза технічної документації – це комплекс питань, які направлені на удосконалення технічного рівня прийнятих рішень, організацій виробництва та покращення експлуатаційних властивостей продукції, що виробляється.

Стандартизаційна експертиза – таке поняття в літературних і довідкових джерелах відсутнє,

хоча проведення такої експертизи конструкторської і технологічної документації фактично є обов'язковим у відповідності зі стандартами, що регламентують нормоконтроль [2, 3].

Контроль конструкторської і технологічної документації – це ступінь оцінки відповідності трьох основних вимог: технічних, соціальних та економічних.

Метрологічний контроль конструкторської і технологічної документації – це оцінка технічних рішень щодо вибору параметрів, які підлягають вимірюванням, встановлення норм точності і забезпечення методами і засобами вимірювань процесів розробки, виготовлення, випробування, експлуатації та ремонту виробів. Цей контроль має чітко окреслену задачу і закінчується одним із висновків на альтернативному протиріччі типу «відповідає – не відповідає», «виконано – не виконано», «дотримано – порушено».

Метрологічна експертиза – це аналіз та оцінка правильності встановлення і дотримання ряду метрологічних вимог стосовно до об'єкту, що підлягає експертизі [15]. Більш повне поняття метрологічної експертизи можна сформулювати наступним чином – *метрологічна експертиза* – це аналіз і оцінка технічних рішень в частині метрологічного забезпечення, правильності вибору номенклатури вимірюваних параметрів, оптимальних норм точності, методів і засобів вимірювання та їх метрологічного обслуговування.

Метрологічна експертиза технічної документації – це аналіз і оцінка правильності прийнятих в документації технічних рішень щодо реалізації метрологічних норм і правил, іншими словами, аналіз і оцінка технічних рішень, щодо вибору параметрів, які підлягають вимірюванню, встановленню норм точності і забезпеченню методами і способами вимірювання процесів розробки, виготовлення, випробування, експлуатації та ремонту виробу.

Аудит технічної документації – це комплексна перевірка наявної документації щодо актуальності, достовірності, повноти, відповідності визначеним стилям та іншим попередньо встановленим критеріям і вимогам. Звіт про внутрішній аудит технічної документації надсилається безпосередньо керівництву та раді директорів і використовується для покращення процедур і внутрішнього контролю.

Технологічний аудит – комплексне обстеження підприємства з метою визначення його технологічного стану. Технологічний аудит проводиться відповідно до встановлених критеріїв і за певною

методикою, що гарантує комплексне і всеосяжне розкриття всіх складових процесу.

Із вищевикладеного витікає, що МК аналогічний нормоконтролю – тобто здійснює константу невідповідностей. Тоді як МЕТД крім виявлення невідповідностей дозволяє провести аналіз і, при необхідності, надати рекомендації щодо їх усунення.

Досить часто експерти підмінюють поняття метрологічного контролю метрологічною експертизою. Так, наприклад, більшість керівників вищої ланки, які відповідають за конструкторську документацію вважають, що кресленики (як складальні так і окремих деталей) не повинні піддаватися МЕТД. ДСТУ 3321:2003 [6], який визначає склад і конструкцію виробу та містить необхідні дані, згідно з якими розробляють, виробляють, контролюють, приймають, постачають, експлуатують та ремонтують виріб передбачає технологічний контроль і нормоконтроль, але не метрологічну експертизу. ДСТУ 3278-95 [7], який установлює терміни та визначення основних понять стосовно розроблення та поставлення продукції на виробництво інформує, що «експертиза технічної документації – це дослідження технічної документації щодо її відповідності встановленим вимогам».

В Законі України «Про метрологію та метрологічну діяльність» також немає чіткого положення щодо метрологічної експертизи. А саме:

Стаття 37. Метрологічна експертиза документації (технічних завдань, національних стандартів, конструкторської, проектної та технологічної документації тощо) здійснюється у порядку, встановленому національним стандартом з метрології [1]. Коментарі та зміни до Закону не вносять пояснень про порядок проведення метрологічної експертизи.

Виходячи з цього, діяльність підприємств, як приватних так і підпорядкованих державному регулюванню, при розробці технічної документації проходить МК.

Отже МЕТД на підприємстві є формою МК. Але слід зазначити, що проведення науково-технічної експертизи на виробі є набагато ширшим поняттям, ніж проведення МК, тому що під час науково-технічної експертизи оцінці підлягають: новизна досліджень, їх науково-технічний рівень та всі види забезпечення виробу, а не тільки метрологічне забезпечення. Така експертиза не проводиться на кожному етапі життєвого циклу, а, як правило, лише один раз і за участі провідних науково-дослідних установ, які здійснюють науково-технічне супроводження розроблення виробу. Так, проведення такої експертизи фактично є «важелем» Замовника для забезпечення якості та ефективності експлуатації виробів вже починаючи зі стадії задуму їх створення, розроблення та випробування. НТД на виріб є носієм

необхідної та достатньої інформації для безпосереднього використання його за призначенням на усіх стадіях життєвого циклу. Під час проведення МЕТД виявляють помилкові або недостатньо обґрунтовані рішення в частині метрологічного забезпечення виробу, відпрацьовують конкретні рекомендації щодо покращення якості МЗ. Проведення МЕТД сприяє вирішенню великої кількості техніко-економічних задач при розробленні технічної документації на виробі.

Іншими словами, проведення МЕТД на виробі є інструментом Замовника для оцінювання та покращення якості МЗ виробів на усіх стадіях їх життєвого циклу. Відмова від проведення МЕТД – часткова втрата відмінної якості виробів, що суперечить інтересам Замовника.

Відомо, що Розробник – це виконавець заходів МЗ на усіх стадіях його розроблення, а проведення МЕТД – контроль з боку Замовника за виконання Розробником усіх метрологічних вимог, які зазначені у ТТЗ (ТЗ). Адже Розробник не може водночас бути виконавцем метрологічних заходів і контролюючою стороною.

Дійсно, як зазначено вище МЕТД є формою МК, але слід розрізняти поточний метрологічний контроль (нормоконтроль), який проводить Розробник під час розроблення ТД, та МЕТД, яку проводить комісія Замовника, зазвичай, поєднуючи її з прийманням певного етапу ДКР.

Висновки. Проведення МЕТД на виробі є однією із складових науково-технічного супроводження розроблення (модернізації) виробів.

Проект технічної документації складається з трьох основних частин: конструкторської, технологічної та метрологічної документації, на підставі яких створюється, виробляється та контролюється продукція. Висока якість продукції забезпечується високою якістю проекту технічної документації. Метрологічна експертиза якості всіх трьох частин проекту продукції є гарантом високої якості продукції, що виробляється і відрізняється від МК глибиною контролю.

Таким чином перевагою проведення МЕТД є:

- виявлення доцільності застосування стандартизованих і уніфікованих засобів і методів виконання вимірювань;
- оцінювання рівня механізації і автоматизації використовуваних ЗВТ;
- необхідність розробки нових ЗВТ, контролю і випробувань, а також методів і засобів їх метрологічної перевірки;
- удосконалення методів контролю.

Отже в роботі доведено, що тільки тісний взаємозв'язок конструкторських розробок, технології і метрології є гарантом виготовлення виробів з високою якістю функціональних та експлуатаційних характеристик.

Список літератури:

1. Закон України від 05.06.2014 № 1314-VII «Про метрологію та метрологічну діяльність».
2. ДСТУ 3008-2015 Нормоконтроль. Звіти у сфері науки і техніки.
3. ДСТУ ГОСТ 3.1116:2014 Єдина система технологічної документації. Нормоконтроль .
4. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 Єдина система конструкторської документації. Загальні положення.
5. ДСТУ ГОСТ 2.052:2006 Єдина система конструкторської документації. Електронна модель виробу. Загальні положення (ГОСТ 2.052-2006, IDT) з поправкою.
6. ДСТУ 3321:2003 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять
7. ДСТУ 3278-95 Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Основні терміни та визначення
8. Метрологічна експертиза технічної документації StudFiles URL:<https://studfile.net> > preview > page:49 (дата звернення: 11.11.2024).
9. ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення.
10. ДСТУ 2682-94 Державна система забезпечення єдності вимірювань. Метрологічне забезпечення.
11. ДСТУ 3651.0-97 Основні одиниці фізичних величин міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення.
12. ГОСТ 2.105-95 ЄСКД. Загальні вимоги до текстових документів.
13. ГОСТ 2.106-96 ЄСКД Текстові документи.
14. ДСТУ-Н РМГ 63:2013 Метрологія. Забезпечення ефективності вимірювання під час керування технологічними процесами. Метрологічна експертиза технічної документації (РМГ 63-2003, IDT)
15. ДСТУ OIML R 34:2014 Метрологія Класи точності засобів вимірювальної техніки.
16. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації. Навчальний посібник. – К.: "Каравела", 2003. – 160 с.
17. Дубова С. В. Науково-технічна документація: Методичні рекомендації до вивчення дисципліни. / С. В. Дубова. – К.: «Центр учбової літератури», 2017. – 54 с.
18. Морозенко О.П., Малишко Г.В. Правила виконання та оформлення креслень: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2012. – 49 с.
19. Основи технічної документації [Текст]: Навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей / Терлецький Т.В., Кайдик О.Л., Ткачук А.А., Речун О.Ю.; під заг. ред. Терлецького Т.В. – Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2021. – 126 с.

Tchaikovskiy S.Yu. METROLOGICAL EXAMINATION OF TECHNICAL DOCUMENTATION – A GUARANTEE OF QUALITY PRODUCTS

Any production of products begins with the development of technical and technological documentation, which describes the production process and the quality of finished products (technical tasks, technological instructions, technical conditions, control methods, etc.). The vast majority of the above-mentioned documents contain quantitative indicators of the quality of manufactured products, which require measurements to obtain a quantitative expression of certain values. The process of any measurements requires compliance with certain conditions that ensure reliable measurements and do not raise doubts about the results obtained. A unified approach to measurements guarantees the possibility of unification and standardization of measurement methods and means and mutual recognition of measurement results.

The quality, reliability and durability of manufactured products depend on the quality indicators of the characteristics laid down in the design documentation. During the production process, these indicators are ensured by the proven technological documentation and controlled in accordance with the metrological documentation.

To implement this, measurement results should be expressed in legalized units, and measurement errors should not exceed the established limits with a given probability. All these conditions ensure the unity of measurements, the rules and norms of which are established by the Law of Ukraine dated 06.05.2014 No. 1314-VII "On metrology and metrological activity" [1].

The article examines legislative and recommended directive documents that regulate requirements and recommendations for metrological examination of technical documentation. The tasks of metrological examination are outlined, as well as the requirements that the developed technical documentation must meet. A comparison of metrological control and metrological examination in production conditions is given, and the advantage of conducting metrological examination of documentation during the development and manufacture of products to ensure their effective operation is explained.

Key words: metrology, metrological control, metrological examination, technical documentation, unity of measurements.