

ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ТА ОЗНАКИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

@ Микола Микийчук, Петро Столярчук, Тетяна Бубела 2013

Національний університет "Львівська політехніка", кафедра "Метрологія, стандартизація та сертифікація",
вул.С.Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Визначено основні завдання метрологічного забезпечення якості продукції та виділено ознаки метрологічної діяльності на підприємстві

Определенно основные задания метрологического обеспечения качества продукции и выделены признаки метрологической деятельности на предприятии

Certainly basic tasks of the metrology providing quality of products and the signs of metrology activity are selected on an enterprise

Актуальність. Сучасні зміни в підходах до забезпечення якості продукції в значній мірі підвищують вимоги до організації метрологічної діяльності на підприємстві [1, 2]. Впровадження ефективних науково-методичних і організаційно-технічних заходів адаптації метрологічної діяльності стосовно сучасних вимог управління якістю повинні сприяти підвищенню якості процесів вимірювань у промисловості.

Для забезпечення необхідної якості вимірювальних процесів здійснюється їх метрологічне забезпечення (МЗ). Формування нових підходів до організації виробництва, широкомасштабне впровадження систем управління якістю (СУЯ) значною мірою підвищують вимоги до забезпечення метрологічної діяльності на виробництві [1-3]. Це зумовлює пошук шляхів підвищення якості та ефективності процесів вимірювань на етапі виготовлення продукції та інтегрування їх в процеси забезпечення якості продукції.

Мета роботи – визначення основних завдань та ознак метрологічної діяльності на етапі виготовлення продукції з метою підвищення ефективності процесів МЗ якості продукції.

Аналіз існуючого стану метрологічного забезпечення якості продукції

Для створення сучасного конкурентоздатного виробництва виконання вимог забезпечення єдності та потрібної точності вимірювань вже є недостатніми умовами мінімізації втрат від неточності вимірювань. Надзвичайно важливим для виробничих процесів є забезпечення оперативного контролю за якістю виробництва з метою забезпечення необхідної якості та конкурентоздатності продукції. Рациональним шляхом підвищення якості продукції на рівні окремого підприємства є впровадження системи управління якістю (СУЯ) відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 9001 [4]. Вимірювальні процеси є важливим елементом забезпечення якості продукції на етапі її виготовлення. Для підвищення ефективності метрологічної діяльності на підприємстві важливо інтегрувати метрологічне забезпечення в процеси управління якістю [1, 2].

Сучасні технологічні процеси є складними організаційно-технічними системами [6, 7], для забезпечення ефективного управління якими необхідно контролювати велику кількість параметрів. Тому рівень розвитку МЗ на підприємстві в значній мірі визначає стан керованості технологічним процесом, а отже і ступінь відповідності продукції встановленим вимогам. При організації сучасних виробничих процесів помітнішими стають недоліки традиційної системи МЗ. Ці недоліки зумовлені наступними факторами:

- відсутність системного підходу при організації МЗ якості продукції на етапі виготовлення [6-9];
- існуючі процедури метрологічного контролю (метрологічна перевірка згідно ДСТУ 2708, калібрування – ДСТУ 3989) засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), як правило потребують його демонтажу та проводяться в умовах, відмінних від умов експлуатації, що збільшує непевність результатів вимірювань [6, 10, 11];
- не враховується специфіка промислових ЗВТ, яка полягає у вимірюванні в обмеженій частині його діапазону вимірювання (допустима область зміни технологічного параметру) [2, 6];

- не враховується метрологічна автономність локальної сукупності ЗВТ, які використовуються в конкретному виробництві [12, 13];
- значні, часто невинуваті, витрати на процедури підтвердження метрологічної відповідності ЗВТ та методик виконання вимірювань.

В умовах реформування системи технічного регулювання економіки визріває потреба у вдосконаленні МЗ якості продукції на етапі виготовлення. Однак на шляху вдосконалення системи МЗ якості продукції існує ряд невирішених проблем, найбільшю з яких є проблема «суб'єктивно-методичного» фактору [2]. Її можна вирішувати шляхом впровадження елементів СУЯ в системі МЗ, більш чіткого формулювання вимог до персоналу, організацією та проведення різноманітних заходів із підвищення кваліфікації. Однак на шляху інтегрування МЗ в СУЯ виникає ряд непогоджень. В даний час при впровадженні СУЯ у виробництво керуються вимогами ДСТУ ISO 9001:2008, в якому вимоги до МЗЯП встановлюються в розділі 7.6 «Управління пристроями для моніторингу і вимірювань». При цьому необхідно відзначити, що зміст вимог даного розділу виходить за рамки питань, що знаходяться у компетенції метрологічної служби підприємства [14].

Також в ДСТУ ISO 9001:2008 говориться про «перевірку або калібрування вимірювального устаткування», що створює метрологам труднощі при визначенні ЗВТ, що підлягають метрологічній перевірці. Тим часом Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» та інші нормативні документи стосовно забезпечення єдності вимірювань вказують, що необхідно чітко розділяти ЗВТ, що підлягають метрологічній перевірці чи калібруванню. Зі змісту ДСТУ ISO 9001:2008 зникли введені попередніми версіями стандартів (ДСТУ ISO 9001 (9002, 9003) - 96) терміни «контрольне устаткування» і «випробувальне устаткування», а також вимоги по управлінню ними. Розділ 7.6 називається «Управління пристроями для моніторингу і вимірювань», тоді як вимоги пред'явлені тільки до «вимірювального устаткування». При цьому різниця між «пристроями для моніторингу і вимірювань» і «вимірювальним устаткуванням» ніяк не визначене.

В ситуації, що склалася, розуміння і виконання вимог ДСТУ ISO 9001:2008 в частині метрологічного забезпечення стає досить проблематичним, а за змістом вимог - суттєво неповним. Тому слід виділити проблематику, яку необхідно вирішувати при формулюванні вимог до МЗ якості продукції на етапі її виготовлення:

- кожному вимогу розділу 7.6 ДСТУ ISO 9001:2008 інтерпретувати мовою понять та вимог, що встановлені чинними нормативно-правовими актами і нормативними документами з метрології;
- створити можливості чіткої ідентифікації об'єктів, до яких пред'являються метрологічні вимоги (засоби вимірювальної техніки, контрольне і випробувальне устаткування, методики виконання вимірювань);
- встановити, що основною метою метрологічної діяльності на виробництві є забезпечення необхідного рівня якості продукції;
- визначити узагальнений показник якості МЗ, який об'єднував би нормування допусків на розкид технологічних параметрів та точність їх вимірювання, що створить умови ефективного управління метрологічними ризиками якості продукції.

Для вирішення вказаних проблем доцільно визначити основні завдання та ознаки МЗ, що сприятиме підвищенню ефективності метрологічної діяльності оперативності ідентифікації елементів МЗ на етапі виготовлення продукції.

Визначення основних завдань та ознак метрологічного забезпечення якості продукції.

Проблема підвищення ефективності процесів вимірювань на етапі виготовлення продукції не нова, однак сьогодні не знайшла ще однозначного вирішення. Це зумовлено, в основному, складністю процесів здійснення МЗ якості продукції, які містять значну кількість нормативно-правових, організаційно-технічних та науково-методичних факторів, що визначають умови досягнення єдності та необхідної точності вимірювань на етапі виготовлення продукції. Традиційно ефективність вимірювань в процесі виготовлення продукції визначається співвідношенням витрат на забезпечення необхідної точності вимірювань та втрат від неточності вимірювань [5, 6]. Оскільки ефективність промислових вимірювань значною мірою визначається ефективністю їх МЗ, то виникає необхідність використання сучасних інструментів мінімізації втрат підприємства від невірності контролю якості процесів виготовлення продукції.

Основною тенденцією в розвитку МЗ є перехід від того, що існувало раніше порівняно вузького завдання забезпечення єдності і необхідної точності вимірювань до принципово нового завдання забезпечення якості вимірювань [6, 15]. Якість вимірювань поняття ширше, ніж точність вимірювань. Якість вимірювань характеризує сукупність властивостей, що забезпечують отримання у встановлений термін результатів вимірювань з потрібними точністю, вірогідністю, правильністю, прецизійністю, повторюваністю і відтворюваністю.

З точки зору системного аналізу, якість — це показник внутрішніх властивостей системи, визначених метою стосовно зовнішньої системи, а ефективність — це показник реалізації її якості у відповідності до вимог зовнішньої системи [15]. Вважаючи, що система управління якістю продукції є зовнішньою системою, по відношенню до системи МЗ, то ефективність системи МЗ буде визначатися співвідношенням ефекту від її застосування до затрат на її створення та функціонування.

Якість системи МЗ, як її внутрішня характеристика, буде визначатися ступенем її відповідності завданням із забезпечення якості процесів вимірювань на етапі виготовлення продукції. Основні завдання МЗ якості продукції на етапі виготовлення, як правило, формують в узагальненому вигляді з певною деталізацією реалізації окремих завдань. Такий підхід до узагальнення основних завдань МЗ не сприяє врахуванню всіх аспектів метрологічної діяльності із забезпечення якості продукції та не дозволяє сформулювати основну ціль МЗ на етапі виготовлення продукції.

Для більш чіткого розуміння процесів МЗ якості продукції на етапі виготовлення доцільно структуру його завдань представити у наступному виді (Рис. 1).



Рис 1. Основні завдання МЗ якості продукції на етапі виготовлення.

Для забезпечення стану єдності вимірювань необхідно відображати результати вимірювань в одиницях системи SI. Однак в процесі виготовлення продукції часто вимірюються не самі значення фізичних величин, а пов'язані з ними характеристики: співвідношення між величинами, характерна зміна величини і т.і. Як правило, ці характеристики є індивідуальною особливістю конкретного технологічного процесу, а тому не використовуються у законодавчо затверджених схемах відтворення та передачі одиниць. Забезпечення простежуваності таких характеристик до одиниць системи SI є недоцільно в першу чергу з економічної точки зору. Тому для забезпечення єдності вимірювань, з точки зору МЗ якості продукції, необхідно для конкретного технологічного процесу створювати методики оцінювання оптимальних значень цих характеристик, .

Важливим елементом забезпечення єдності вимірювань є створення умов правильної експлуатації ЗВТ, які визначаються відповідними нормативними документами. Контроль за додержанням правил і умов зберігання та застосування ЗВТ промислового застосування здійснюється уповноваженими державними органами. Однак, така метрологічна практика, в умовах зростання конкурентної боротьби, вимагає додаткових витрат на забезпечення єдності вимірювань на стадії виготовлення продукції. Ці витрати виникають внаслідок виконання процедур метрологічного контролю – демонтаж та транспортування ЗВТ в калібрувальну лабораторію, транспортування та

монтаж ЗВТ на місці експлуатації. Причому, як показують дослідження [10, 11, 16, 17], виконання традиційних процедур метрологічного контролю не дає високої гарантії якісної роботи ЗВТ на місці експлуатації. Це зумовлено в першу чергу неврахуванням умов експлуатації та специфіки виконання вимірювань у виробничих умовах.

Як показують дослідження [10, 17-21], цю проблему доцільно вирішувати такими шляхами:

- врахуванням властивості метрологічної автономності реальних систем вимірювань, які склалися у конкретному технологічному процесі;
- створенням спеціалізованих багатофункціональних калібраторів промислового застосування.

Необхідність використання властивості автономності ґрунтується на тому факті, що в умовах виробництва часто утворюються сукупності ЗВТ, які налагоджуються на використовуються тільки в цьому технологічному процесі. Ці сукупності ЗВТ володіють властивостями локальності та автономності, що створює умови врахування їх індивідуальних метрологічних властивостей з метою підвищення якості вимірювань.

При цьому важливо забезпечити можливість оперативного визначення, запам'ятовування та врахування індивідуальних метрологічних характеристик при вимірюванні режимів технологічних процесів та показників якості продукції.

Аналіз [10, 21-23] показав, що практичну реалізацію процесу передачі розмірів величин на етапі виготовлення продукції доцільно здійснювати з використанням спеціалізованих калібраторів, метрологічні характеристики та функціональні можливості яких раціонально погоджені із метрологічними вимогами виробничих процесів.

Необхідно враховувати, що передача розмірів фізичних величин на етапі виготовлення продукції має такі особливості:

- передачу розміру величини доцільно здійснювати на місці експлуатації ЗВТ;
- необхідно забезпечити контроль та врахування дії впливних факторів на результати передачі розміру фізичної величини;
- передачу розміру доцільно здійснювати в точці діапазону вимірювання, яка відповідає номінальному значенню контрольованого технологічного параметру, що ставить відповідні вимоги до дискретності відтворення еталону.

Важливим завданням МЗ якості продукції є забезпечення необхідної точності вимірювань і контролю. Дослідження показують, що в умовах жорсткої конкуренції при забезпеченні якості продукції питання необхідної точності вирішується наступним чином: забезпечення достатньої точності при мінімальних витратах. Оскільки, основною вимогою при забезпеченні якості продукції є вимога врахування зацікавлень споживача, то вибір необхідної точності вирішується на основі мінімізації ризиків споживача, при законодавчо регламентованій вірогідності контролю.

Як показано в [2] для виконання завдання забезпечення необхідної точності вимірювань в процесі МЗ якості продукції на етапі виготовлення потрібно вирішити питання:

- вдосконалення методів оперативного бездемонтажного контролю метрологічних характеристик ЗВТ, що дозволить більш оперативно та обґрунтовано коригувати міжкалібрувальні інтервали;
- розробити алгоритм оцінювання індивідуальної метрологічної надійності ЗВТ;
- розробити методи комбінованого оцінювання якості продукції за результатами вимірювань параметрів технологічного процесу та показників якості продукції.

Вирішення вказаних питань дозволить забезпечити оперативний моніторинг процесів вимірювань і контролю та підвищить ефективність і результативність метрологічної діяльності на підприємстві.

Ефективність вимірювань в процесі виготовлення продукції визначається співвідношенням витрат на забезпечення необхідної точності вимірювань та втрат від неточності вимірювань. Результати досліджень зв'язку співвідношенням витрат на забезпечення необхідної точності вимірювань та втрат від неточності вимірювань [24, 25] дозволяють стверджувати, що ефективність промислових вимірювань в значній мірі визначається ефективністю їх МЗ.

Однак на шляху підвищення ефективності промислових вимірювань існує ряд невирішених проблем. Дослідження [5] показали, що негативний вплив МЗ на якість продукції в основному визначається низьким рівнем організаційної та нормативної складових, тобто містить значну суб'єктивну складову: низька кваліфікація

персоналу та відсутність методик виконання вимірювань (46 %), низький рівень метрологічної експертизи (22 %) та невідповідний стан вимірювань на підприємстві (21 %). Це спонукає до висновку, що сьогодні занадто мало уваги приділяється питанням нормативно-методичного вдосконалення МЗ та питанню підвищення кваліфікації персоналу, а вирішення питання забезпечення метрологічної досконалості промислових ЗВТ та процесів контролю параметрів технологічних процесів ще не досягнули необхідного рівня.

Тому для забезпечення ефективності вимірювань в процесі виготовлення продукції необхідно вирішити наступні науково-методичні завдання:

- систематизувати вимоги до МЗ як складної організаційно-технічної системи, основною метою, якої є забезпечення необхідної якості продукції;
- розробити систему показників якості функціонування системи МЗ та методики оцінювання її відповідності за показниками результативності та ефективності;
- розвинути теорію метрологічного ризику як основного елементу оцінювання ризиків виробника та споживача від невірогідності контролю.

Аналіз, наведених вище, основних завдань дозволяє визначити основну мету МЗ якості продукції як - забезпечення якості та ефективності вимірювань на етапі виготовлення продукції. Такий підхід до організації метрологічної діяльності на підприємстві дозволяє:

по-перше, встановити раціональний зв'язок системи МЗ на підприємстві з вимогами державної системи забезпечення єдності вимірювань;

по-друге, ефективно інтегрувати елементи МЗ в систему управління якістю підприємства.

Для ефективного управління МЗ важливо створити умови ідентифікації його елементів при організації метрологічної діяльності на етапі виготовлення продукції. Для створення умов ідентифікації елементів МЗ доцільно виділити його основні ознаки. Виходячи із визначення МЗ, яке наведене на рис.1, його основні ознаки можна представити у наступному вигляді (див. Рис. 2).



Рис. 2 Структура ознак метрологічного забезпечення якості продукції на етапі виготовлення.

Перша ознака «метрологічна діяльність» – організаційна складова взаємодії метрологічної служби із виробництвом з метою його метрологічного забезпечення – характеризує важливість МЗ в забезпеченні якості продукції та ступінь інтегрування метрологічних елементів в нормативне забезпечення СУЯ підприємства.

Друга ознака «забезпечення» – регулярний процес встановлення та дотримання метрологічних вимог та правил під час виготовлення продукції – визначає наявність у МЗ постійних та циклічних процесів забезпечення метрологічної діяльності та дозволяє здійснювати оперативне оцінювання якості вимірювань.

Третя ознака «необхідна якість та ефективність вимірювань» – оптимальне поєднання якості та ефективності вимірювань, що зумовлене потребами виробництва – характеризує поточний стан єдності, точності та ефективності вимірювань, та є важливим елементом впровадження коригувальних дій в процесі здійснення МЗ.

Оскільки система МЗ виробничих процесів містить значну кількість метрологічних елементів (ЗВТ, методики виконання вимірювань, діяльність із забезпечення кваліфікації персоналу, база нормативних документів), то ідентифікація елементів МЗ за запропонованими ознаками дозволить створити систему формалізації метрологічної діяльності на етапі виготовлення продукції та раціонально її інтегрувати в нормативне забезпечення СУЯ підприємства.

Висновки. Проведені дослідження дають підстави стверджувати, що в сучасних умовах раціональним шляхом покращення метрологічної діяльності на етапі виготовлення продукції є вдосконалення процесів забезпечення якості та ефективності вимірювань. Для реалізації такого підходу важливо скеровувати МЗ якості продукції на вирішення трьох основних завдань: забезпечення єдності вимірювань, точності вимірювань та ефективності вимірювань.

Ідентифікацію елементів МЗ доцільно здійснювати на основі запропонованих ознак, що сприятиме систематизації планування та здійснення метрологічної діяльності на підприємстві, а також раціональному інтегруванню метрологічної діяльності в СУЯ.

Реалізація запропонованого підходу до визначення основних завдань та ознак МЗ якості продукції дозволить забезпечити оперативний моніторинг процесів вимірювань і контролю, підвищить ефективність і результативність метрологічної діяльності на підприємстві та сприятиме впровадженню положень перспективних систем ризик-менеджменту для мінімізації втрат якості продукції на етапі виготовлення.

1. Храменков А.В. *Метод оценки соответствия метрологического обеспечения предприятия при сертификации его системы менеджмента качества* / А.В. Храменков // Дис. канд. техн. наук. - М., 2010 - 135 с.
2. Микийчук М.М. *Метрологічне забезпечення якості продукції на стадії виготовлення* / М.М.Микийчук // Дис. докт. техн. наук. - Львів., 2012 – 292 с.
3. Марков Б.Ф. *Основные направления развития государственной метрологической системы.* / Б.Ф.Марков, Г.С.Сидоренко // *Український метрологічний журнал.* – 2008 р. - №3 – С. 7-11.
4. *ДСТУ ISO 9001:2008 Системи управління якістю. Вимоги.* – Введ. в дію 2009-04-01. К.: Держстандарт. 2009 - 39 с.
5. *Бесфамильная Л.В. Экономика стандартизации, метрологии и качества продукции* / Л.В. Бесфамильная, В.И. Резчиков, Л.Г. Соколова, В.А. Швандар // М.: Издательство стандартов. - 1988-312 с.
6. *Фридман А.Э. Теория метрологической надежности средств измерений и других технических средств, имеющих точностные характеристики* / А.Э. Фридман // Дис. докт. техн. наук. - М., 1994 – 423 с.
7. Камінський В.Ю. *Методологія синтезу автономної системи метрологічного забезпечення атомних електростанцій* / В.Ю. Камінський, К.М. Маловик // *Збірник наукових праць СНУЯЕтаП.: Загальнонаукові і спеціальні дослідження.* - 2010 - С.161-168.
8. Микийчук М.М. *Систематизація вимог до метрологічного забезпечення виробництва* / М.М. Микийчук, П.Г. Столярчук // *"Восточно-Европейский журнал передовых технологий"* № 2/10 (50), 2011.С. 49-52.
9. Микийчук М.М. *Узагальнена математична модель ефективності системи метрологічного забезпечення виробництва* / М.М. Микийчук, П.Г. Столярчук // *Український метрологічний журнал.* – 2011. - №4. – С. 3-7.
10. Микийчук М.М. *Прогнозування похибок промислових засобів вимірювання температури. Автоматика, вимірювання та керування* / М.М. Микийчук, Р.М. Огірко, Т.Г. Бойко // *Вісник НУ "Львівська політехніка".* - 2004. - №500 - с. 36-40.
11. Огірко Р.М. *Принципи побудови універсальних вимірювальних засобів автоматизації технологічних процесів.* / Р.М. Огірко, М.М. Микийчук // *Вимірювальна техніка і метрологія* № 59, Львів, 2002. С.145-156.
12. Микийчук М.М. *Підвищення метрологічної автономності промислових вимірювань* / М.М. Микийчук , П.Г. Столярчук // *Метрологія та прилади* – Харків - №3 – 2011. - С.43-47.

13. Микийчук М.М. Підвищення метрологічної автономності локальних систем вимірювань / М.М. Микийчук, П.Г. Столярчук // Збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил. Випуск 1 (27) – 2011. – С.222-225.
14. Типове положення про метрологічні служби органів виконавчої влади, органів управління об'єднань підприємств, підприємств та організацій. Наказ Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики №53 від 28 лютого 2005 р.
15. Балалаев В.А. . Теория систем воспроизведения единиц и передачи их размеров / В.А. Балалаев, В.А. Слаев, А.И. Сняк / Науч. издание — Учеб. пособие / Под ред. В.А. Слаева. — СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. — 160 с.: ил.
16. Огірко Р.М. Бездемонтажний контроль метрологічних характеристик промислових засобів вимірювання. / Р.М. Огірко // Вимірювальна техніка та метрологія - №60. – 2002. – с.73-86.
17. Микийчук М.М. Актуальні питання метрологічної надійності промислових ЗВТ / М.М. Микийчук // Методи та прилади контролю якості. Науково-технічний журнал Івано-Франківського національного технічного університету нафти та газу. - 2009. - №23 - С. 126-129.
18. Микийчук М.М. Підвищення метрологічної автономності локальних систем вимірювань / М.М. Микийчук, П.Г. Столярчук // Збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил. Випуск 1 (27) – 2011. – С.222-225.
19. Конюхов А.Г. Автоматизация поверки: старые подходы и перспективные принципы / А.Г. Конюхов // Измерительная техника. – 1987.- №11.-С.14-15.
20. Микийчук М.М. Дослідження структур активних імітаторів опору як основи промислових калібраторів / М.М. Микийчук // Вимірювальна техніка і метрологія – Львів. - 2010. - № 71. - С.33-38.
21. Микийчук М.М. Оптимізація метрологічних характеристик активних імітаторів опор / М.М. Микийчук // Методи та прилади контролю якості. Науково-технічний журнал Івано-Франківського національного технічного університету нафти та газу. - 2010. - №24 - С. 120-123.
22. Микийчук М.М. Шляхи побудови багатозначних мір опору для перевірки теплотехнічних засобів вимірювань / М.М. Микийчук, Р.М. Огірко // Автоматика, вимірювання та керування. Вісник Державного університету "Львівська політехніка". - 1998. - №348. - С. 42- 48.
23. Микийчук М.М. Особливості побудови калібраторів для перевірки засобів вимірювання і контролю параметрів технологічних процесів / М.М. Микийчук, Р.М. Огірко // Автоматика, вимірювання та керування. Вісник Державного університету "Львівська політехніка". - 1998. - №348. - С. 23- 29.
24. Крюков О.М. Основи метрологічного забезпечення/ О.М. Крюков, О.П.Флорін // навчальний посібник. – Харків: ХНАДУ, - 2010 р. - С. 208
25. Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Основные положения: МИ 2233-2000. – М.: Изд-во стандартов – 2000. – 19 с.