

# ПРО ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ОБ'ЄКТА ВИПРОБУВАНЬ У МАШИНОБУДУВАННІ ТА ДОПУСКУ ЙОГО ДО ВИКОРИСТАННЯ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

**Білоножко Максим Васильович**

Провідний фахівець з якості

*Державне підприємство "Дніпропетровський регіональний державний науково-технічний центр стандартизації, метрології та сертифікації", Україна*

**Рудько Катерина Вячеславівна**

Заступник генерального директора з питань метрології

*Державне підприємство "Дніпропетровський регіональний державний науково-технічний центр стандартизації, метрології та сертифікації", Україна*

**Мартінова Вікторія Валеріанівна**

Начальник випробувального та науково-дослідного центру

харчової та промислової продукції

*Державне підприємство "Дніпропетровський регіональний державний науково-технічний центр стандартизації, метрології та сертифікації", Україна*

**Хорольський Михайло Степанович**

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,

доцент кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна*

**Анотація.** В статті наведені алгоритми прийняття рішення про відповідність або не відповідність виробу, які дозволяють фахівцям машинобудівних підприємств обрати бінарні або небінарні правила оцінки відповідності. Бінарні правила базуються на двох принципах: «відповідає» (pass) вимогам або «не відповідає» (fail) за відповідними методиками. Небінарні правила базуються на чотирьох принципах: «відповідає» (pass), «умовно відповідає» (conditional pass), «умовно не відповідає» (conditional fail) або «не відповідає» (fail). При прийнятті рішення про оцінку відповідності об'єктів машинобудування доцільно використовувати настанови ILAC G8:09/2019.

На поточний момент Україна є членом Світової організації торгівлі, виготовляє і поставляє свою різноманітну продукцію багатьом країнам світу на основі міжнародних договорів, яка повинна відповідати вимогам технічних регламентів та нормативним документам зі стандартизації. Процедури оцінки відповідності продукції, застосування яких передбачене технічними регламентами, розробляються, приймаються та застосовуються на основі принципів, установлених Угодою Світової організації торгівлі (СОТ) про технічні бар'єри у торгівлі та актами законодавства України і Європейського Союзу [1], а також настанов або рекомендацій міжнародних та регіональних організацій стандартизації. При цьому звертається увага на захист життя чи здоров'я людей, тварин або рослин, охорону довкілля та природних ресурсів, забезпечення енергоефективності, захист майна,

забезпечення національної безпеки, запобігання підприємницькій практиці, що вводить споживача (користувача) в оману, впливу на суттєві кліматичні чи екологічні чинники, значні технологічні або інфраструктурні проблеми тощо. Значною мірою на вказані чинники впливає промислове виробництво об'єктів машинобудування. В даній статті головна увага якраз і присвячена особливостям оцінки відповідності об'єктів машинобудування та допуску їх до використання.

Сучасною тенденцією перспективних об'єктів машинобудування стає нарощування обсягів та серійності випуску продукції, а це спонукає до переходу від технологічних процесів одиничного та дрібносерійного виробництва до технологічних процесів багатосерійного та масового. Поряд з можливою зміною конструкції виробів одного призначення повинні змінитися і правила визначення придатності їх до використання, відповідно до вимог конструкторської документації та своєму призначенню. В умовах одиничного та дрібносерійного виробництва є можливим встановлювати дуже жорсткі вимоги до точності форми та розмірів поверхонь деталей, їх фізико-механічних властивостей, точності складання тощо. В разі багатосерійного та масового виробництва для цього потрібно здійснити відпрацювання конструкції і технології виробництва кінцевого виробу за відповідними програмами, яке повинне закінчитися позитивними випробуваннями і оформленням відповідної документації. Після відпрацювання потрібно забезпечити підготовку виробництва з проєктуванням і виготовленням відповідного технологічного оснащення для підвищення продуктивності праці на високому рівні надійності, забезпечення максимальної роботоздатності і безпечних умов праці. В обох випадках розробникам об'єкта доводиться приймати рішення щодо оцінки його відповідності своєму призначенню та допуску його до використання з організацією серійного виробництва з урахуванням вищезазначених вимог.

Чим більш наукоємним і багатофункціональним є об'єкт машинобудування з доступною ціною, тим він більш привабливий, але всі задекларовані виробником його характеристики потрібно підтвердити відповідними випробуваннями, тобто, здійснити оцінку відповідності [1]. В протилежному разі споживач ризикує великими економічними втратами.

Основним з аспектів діяльності будь-якого органу з оцінки відповідності саме є процедура прийняття рішень про відповідність, яка базується на ймовірнісних та ризикових факторах, пов'язаних з вимірюваннями та випробуваннями. До органів з оцінки відповідності, у вимогах до яких встановлено прийняття рішення про відповідність на базі числових даних, відносяться, зокрема, випробувальні та калібрувальні лабораторії. За цим напрямком на випробувальні та калібрувальні лабораторії поширюються вимоги міжнародного стандарту ISO/IEC 17025:2017 [2]. Для випробувальних та калібрувальних лабораторій при прийнятті рішення порівняння результатів вимірювань здійснюється з границями поля допуску, заданих у конструкторській (нормативній) документації.

Якщо за результатами випробувань або досліджень робиться висновок про відповідність нормі, специфікації, стандарту, референтному інтервалу, тощо, лабораторія має задокументувати правило прийняття рішення з урахуванням рівня ризику, враховуючи хибно-позитивне або хибно-негативне рішення у сфері статистичних припущень, які пов'язані цим з правилом прийняття рішення [2].

При прийнятті рішення про відповідність використовують невизначеність вимірювань, розраховану за встановленою методикою досліджень, методикою виконання вимірювань або методикою калібрування відповідно до конкретного нормативного документа у певній галузі. Лабораторія попередньо має оцінити свою

невизначеність вимірювань за конкретним показником у сукупності з об'єктом дослідження відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO/IEC Guide 98-3:2008 [3], а також вимог Європейської кооперації органів з акредитації EA-4/02 M:2022 [4].

Виходячи з того, що зазначені документи використовують просте правило прийняття рішення про відповідність та правило прийняття рішення із захисною смугою, в деяких випадках виникають певні складнощі із застосуванням цих правил, зокрема з виникненням моментів, коли прийняття рішення у близькості із границею поля допуску або ускладнено, або взагалі неможливе без проведення додаткових досліджень або вимірювань.

Враховуючи певні різночитання у міжнародних документах щодо прийняття рішення про відповідність, міжнародна організація органів з акредитації видала свій документ ILAC G8:09/2019 [5], що узагальнює та уточнює вимоги до прийняття рішень лабораторіями, які є підписантами угоди про взаємне визнання ILAC-MRA. Крім того, ILAC підтримує цитування своїх публікацій організаціями і установами, які бажають використовувати вказані матеріали у сферах діяльності, пов'язаними з освітою, стандартизацією, акредитацією або іншими цілями, що відносяться до сфери компетенції або діяльності ILAC, про що зазначено в самому документі. До того ж, Національне агентство з акредитації України (далі НААУ) є підписантом угоди ILAC-MRA, тому вимоги настанови ILAC G8:09/2019 [5] майже автоматично висуваються лабораторіям, які акредитовані НААУ.

Виходячи з цього, надалі ми будемо розглядати використання вимог саме ILAC G8:09/2019 [5] у процесах прийняття лабораторіями рішення про відповідність встановленим вимогам, тому що вони позбавлені неоднозначності та крім простого (бінарного) правила прийняття рішення та простого (бінарного) правила прийняття рішення із захисними смугами встановлюють також рекомендації щодо використання небінарного правила припинення рішення про відповідність.

Відповідно до вимог ILAC-G8:09/2019 [5] правила прийняття рішень про відповідність поділяють на правила бінарні та небінарні та на правила, що базуються або не базуються на захисних смугах.

Бінарні правила прийняття рішень про відповідність (binary decision rule) базуються на двох визначеннях щодо відповідності, а саме: «відповідає» (pass) або «не відповідає» (fail). Щодо приймання рішення застосовують також визначення «проходить» або «не проходить». Стосовно машинобудування використання бінарних правил виражається у застосуванні методу повної взаємозамінності деталей, виготовлених з заданою точністю, для складання машин відповідно до вимог конструкторської документації. Це означає, що при виготовленні нових об'єктів машинобудування або їх ремонті складання здійснюється без припасовування за всіма параметрами якості. Повна взаємозамінність можлива лише тоді, коли розміри, форма, механічні, хімічні, електричні і інші кількісні та якісні характеристики деталей і складальних одиниць після виготовлення знаходяться в межах допусків, а складені об'єкти задовольняють технічним вимогам на об'єкт [6].

Небінарні правила (non-binary decision rule) прийняття рішень про відповідність базуються на чотирьох визначеннях, а саме: «відповідає» (pass), «умовно відповідає» (conditional pass), «умовно не відповідає» (conditional fail) або «не відповідає» (fail). Щодо приймання рішень про відповідність застосовують також визначення «проходить», «умовно проходить», «умовно не проходить» або «не проходить». Стосовно машинобудування використання небінарних правил виражається у застосуванні методів неповної взаємозамінності, селективного складання або припасовування і регулювання деталей при складанні машин.

Заготовки, які «умовно проходять», можуть бути використані методом приганяння. При цьому потрібно забезпечити сумісність, яка означає властивість складальних одиниць або деталей займати своє місце в складному кінцевому виробі і виконувати задані функції без зауважень при сумісній або послідовній роботі агрегатів наукоємного об'єкта в заданих експлуатаційних умовах [6]. Складальні одиниці або вироби, які «умовно не проходять» і не можуть бути припасованими або доробленими мають бути забраковані. В окремих випадках, в разі можливості, вони можуть бути використані для проведення макетування за зміненими технологічними процесами, в тому числі для підготовки майбутніх фахівців з експлуатації. Це особливо важливо в разі використання заготовок або виробів з дефіцитних матеріалів, або, коли виріб виготовляється за спеціальними високо витратними технологіями.

Для прийняття рішення про відповідність використовують приймальні границі  $AL$  (acceptance limit), якими є задані верхній і нижній граничні розміри для допустимих вимірних значень величини, які, у свою чергу, базуються на границях поля допуску  $TL$ , (tolerance limit, specification limit), що встановлюють задані верхнє та нижнє граничні значення об'єкта досліджень. Співвідношення результатів вимірювань з урахуванням точності використовуваних засобів вимірювальної техніки та його невизначеності із прийнятною границею визначає, який саме висновок про відповідність доцільно застосувати.

Двосторонні нормативи зазвичай використовують номінальне значення величини (nominal quantity value), яке означає базу відліку нижніх та верхніх значень відхилень. Слід також зазначити, що при випробуваннях параметрів навколишнього середовища, оцінки якості поверхонь виробів машинобудування та у безпековій сфері використовують односторонні значення відповідних параметрів, які можуть визначатися фразами «не більше» або «не менше» з указуванням значення номіналу вимірюваного параметра, наприклад, «шорсткість вала турбонасосного агрегату в місці установлення гумового ущільнювача повинна бути не більше  $Ra=0,32$  мкм» або «температура в робочому приміщенні для випробування дослідних зразків повинна бути не менше  $18^{\circ}\text{C}$ » тощо.

Для прийняття рішення при небінарному правилі, яке для об'єктів машинобудування в Україні не набуло значного поширення, потрібно здійснювати розрахунки ймовірностей відповідності з використанням статистичних параметрів, які детально описані в роботі [7]. В документі ILAC-G8:09/2019 [5] при прийнятті рішення посилаються на захисні смуги шириною  $w$ , які застосовують для того, щоб знизити ймовірність прийняття неправильного рішення про відповідність. Фактично це захисний фактор, вбудований в процес прийняття рішення по результатам вимірювання, що полягає у звуженні граничних розмірів, що виходять за межі поля допуску ( $TL$ ), зменшуючи його ширину до приймальної границі ( $AL$ ). Таким чином,  $w = TL - AL$ . Це означає, що якщо результат вимірювання лежить всередині приймальних границь  $AL$ , тоді результат вимірювання вважається відповідним (pass) специфікації.

В Україні більш поширеними є використання у якості захисних смуг проведення випробувань об'єктів за відповідними програмами з відповідними коефіцієнтами запасу, наприклад, випробування міцності при більш високому навантаженні, або проведення ресурсних випробувань зі збільшенням кількості циклів або тривалості випробувань. В кожному випадку приймається відповідне задокументоване рішення з обґрунтуванням.

Документ ILAC-G8:09/2019 пропонує певний алгоритм вибору правила прийняття рішення. Коли доступний вибір правил, то лабораторія і замовники повинні обговорити рівні ризику, пов'язані з ймовірністю помилкового прийняття і

помилкових відмов, зумовленими обраними правилами прийняття рішень. Не існує єдиного правила прийняття рішень, здатного охопити всілякі галузі випробувань і калібрування, що охоплюються ISO/IEC 17025 [2]. Деякі дисципліни, галузі або регулятори самі визначають правила прийняття рішень, придатними для їх застосування, та публікують їх у специфікаціях, стандартах або регламентах.

Відповідно до вимог ISO/IEC 17025, якщо Замовник у запиті на калібрування або випробування вимагає від лабораторії надати заяву про відповідність специфікації чи стандарту щодо калібрування або випробування, лабораторія проводить оцінювання відповідності об'єкту калібрування встановленим вимогам. На базі цього оцінювання у звіті про калібрування або калібрування наводять відповідну заяву про відповідність.

#### Висновок:

Наведені алгоритми прийняття рішення про відповідність або не відповідність виробу дозволяють фахівцям машинобудівних підприємств обрати бінарні або небінарні правила.

В разі використання небінарних правил щодо відповідності або не відповідності заготовок з'являється можливість застосувати для виготовлення з них деталей певним чином змінені технологічні процеси.

Використання захисних смуг дозволяє звести до мінімуму ймовірність виготовлення неякісної продукції, яка не відповідає задекларованим вимогам.

#### Список використаних джерел:

1. Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» № 124-VIII від 15 січня 2015 року, (Відомості Верховної ради, 2015, № 14, ст. 96);
2. ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
3. ISO/IEC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).
4. EA-4/02 M:2022 Evaluation of the Uncertainty of Measurement in calibration.
5. ILAC G8:09/2019 Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity.
6. А.И. Якушев и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для вузов / А.И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов. – 6-е изд., перераб. и дополн. – М.: Машиностроение, 1987. - 352 с.
7. Rimar M., Fedak M., Kulikov A., Bilonozhko M. V. et al. Calculation of the probability of test object compliance with the specified requirements and non-binary decision-making rules /Розрахунок ймовірності відповідності об'єкта тестування заданим вимогам і небінарним правилам прийняття рішень// MM Science journal, 2024, March, pp 7250-7255