



# **СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЇ У МАШИНОБУДУВАННІ**

**МАТЕРІАЛИ VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ УЧЕНИХ І  
ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**



**Миколаїв - 2018**



Міністерство освіти і науки України  
Миколаївська обласна державна адміністрація  
Національний університет біоресурсів і  
природокористування України  
Центральноукраїнський національний технічний  
університет  
Миколаївський національний аграрний університет

---

---

# **СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЇ У МАШИНОБУДУВАННІ**

## **МАТЕРІАЛИ**

**VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ УЧЕНИХ І  
ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

**м. Миколаїв, 12-13 квітня 2018 року**

**MODERN PROBLEMS INTERCHANGEABILITY  
AND STANDARDIZATION IN ENGINEERING**

## **MATERIALS**

**VI THE NATIONAL YOUNG SCIENTISTS AND BREAD-WINNERS OF  
HIGHER EDUCATION SCIENTIFIC-RESEARCH CONFERENCE**

**Mykolaiv, 12-13 April 2018**

---

---

**2018, Mykolaiv national agrarian university. Faculty of mechanization.**

**Миколаїв  
2018**

УДК 62-1:621:006.4  
ББК 34.4+30ц+34.5  
С-91

Зареєстровано в УкрІНТЕІ, №816 від 21.12.2017 р.

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету.

Протокол № 7 від ” 10 ” квітня 2018 р.

Редакційна колегія:

Головний редактор: Г.О. Іванов, кандидат технічних наук, професор.

Заступники головного редактора: Д.В. Бабенко, кандидат технічних наук, професор;  
В.І. Гавриш, доктор економічних наук, професор;  
І.П. Атаманюк, доктор технічних наук, професор;  
К.М. Горбунова, кандидат педагогічних наук, доцент;  
Л.В. Вахоніна, кандидат фізико-математичних наук, доцент;  
О.А. Горбенко, кандидат технічних наук, доцент;  
Д.Д. Марченко, кандидат технічних наук, доцент.

Відповідальний секретар: П.М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент.

С-91 Сучасні проблеми взаємозамінності та стандартизації у машинобудуванні: матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і здобувачів вищої освіти, 12-13 квітня 2018 р., м. Миколаїв / Міністерство освіти і науки України; Миколаївський національний аграрний університет. – Миколаїв: МНАУ, 2018. – 106 с.

УДК 62-1:621:006.4  
ББК 34.4+30ц+34.5

© Миколаївський національний аграрний університет, 2018

## ОРГКОМІТЕТ

### *Президія оргкомітету*

#### **Голова:**

- **В.С. Шебанін** – ректор Миколаївського національного аграрного університету, доктор технічних наук, професор.

#### **Співголови:**

- **О.Є. Новіков** – проректор з наукової роботи Миколаївського національного аграрного університету, доктор економічних наук, професор;
- **К.М. Горбунова** – в.о. декана інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету, кандидат педагогічних наук, доцент;

### *Склад організаційного комітету*

#### **Члени організаційного комітету:**

- **М.І. Чорновол** – доктор технічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України, ректор Кіровоградського національного технічного університету;
- **О.В. Нанка** – кандидат технічних наук, доцент, ректор Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка;
- **Д.Д. Марченко** – кандидат технічних наук, доцент, заступник декана з наукової роботи інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету;
- **Г.О. Іванов** – кандидат технічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін Миколаївського національного аграрного університету.

#### **Відповідальний секретар організаційного комітету:**

- **П.М. Полянський** – кандидат економічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри загальнотехнічних дисциплін Миколаївського національного аграрного університету.

## ORGANIZATION COMMITTEE

### *The Presidium of the Organization Committee*

#### **The Head of the Committee:**

- **V.S. Shebanin** – Rector of Mykolayiv National Agrarian University, Ph.D (Engineering), Professor.

#### **Subheads of the Committee:**

- **A.E. Novikov** – Vice-rector of scientific work Mykolayiv National Agrarian University, Ph. D (Economic), professor.
- **K.M. Gorbunova** – Acting Dean of the Faculty of Engineering and Energy at Mykolayiv National Agrarian University, Ph. D (Pedagogical), Associate Professor;

### *The Staff of the Organization Committee*

#### **The Members of the Organization Committee:**

- **M.I. Chornovol** – Corresponding member of the Academy of Agrarian Sciences, Rector of Kirovograd National Technical University, Ph. D (Engineering), Professor;
- **O.V. Nanka** – is candidate of engineering sciences, associate professor, rector of the Kharkov national technical university of agriculture of the name of Peter Vasulenko;
- **L.V. Marchenko** – Assistant Dean in Academic Affairs at the Faculty of Engineering and Energy at Mykolayiv National Agrarian University, Kandidat of Sciences (Engineering), assistant;
- **G.O. Ivanov** – Associate Professor of General Technics Disciplines Mykolayiv National Agrarian University, Kandidat of Sciences (Engineering), Associate Professor.

#### **The Executive Secretary of the Organization Committee:**

- **P.M. Polyansky** - Acting Head of the Department General Technics Disciplines Mykolayiv National Agrarian University, Kandidat of Sciences (Economic), Associate Professor.

## ***ПЕРЕДМОВА***

В умовах науково-технічного прогресу стандартизація є однією з галузей, що синтезує наукові, технічні, господарські й економічні аспекти. Розвиток народного господарства, підвищення рівня виробництва, поліпшення якості продукції, зростання життєвого рівня тісно пов'язані з широким використанням принципів стандартизації.

Про важливість системи стандартизації свідчить те, що Кабінетом Міністрів України затверджено такі Декрети: про державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил та відповідальність за їх порушення (8 квітня 1993 р.); про стандартизацію і сертифікацію (10 травня 1993 р.); про забезпечення єдності вимірювань (26 квітня 1993 р.), а також Закон України про стандартизацію (17 травня 2001 р.).

Стандартизація допусків, посадок і технічних вимірювань тісно пов'язана із взаємозамінністю і фактично є основою, за допомогою якої її принципи здійснюються на практиці. Саме стандартизація передбачає можливість взаємозамінності, уніфікації та агрегування машинобудівної продукції.

Питання стандартизації, взаємозамінності і технічних вимірювань безпосередньо пов'язані з якістю машин, їх надійністю і довговічністю. Тому спеціалістам, які працюють у машинобудівних галузях, ремонтних підприємствах, що експлуатують сучасну складну і енергоємну техніку, потрібно добре знати систему допусків і посадок, уміти кваліфіковано її застосовувати та проводити контроль розмірів деталей сучасними вимірювальними засобами.

Для збільшення міжремонтних термінів експлуатації машин необхідно, щоб принципи взаємозамінності на ремонтних підприємствах були на рівні основного (машинобудівного) виробництва.

При ремонті машин потрібно вміти правильно призначати допуски на розміри деталей з урахуванням наявних вимірювальних засобів, оскільки не

повинно бути допусків і посадок перевірка яких метрологічно не забезпечена. Тому на ремонтних підприємствах сільського господарства потрібно постійно підвищувати їх технічний рівень, удосконалювати метрологічне забезпечення з метою досягнення точності вимірювань, оскільки точність розмірів значною мірою є гарантією якості виробів.

Розвиток і вдосконалення техніки, впровадження нових технологічних процесів у сільське будівне і ремонтне виробництво, підвищення якості продукції й продуктивності праці тісно пов'язане з упровадженням нових засобів і методів вимірювання.

Потрібно більше уваги приділяти технічному контролю, що має бути невід'ємною складовою частиною технологічного процесу ремонту машин, на ефективність якого впливає і кваліфікація контролерів.

З урахуванням вище викладеного в галузі сільськогосподарського машинобудування необхідно здійснити ряд відповідних організаційних і структурних перетворень, спрямованих на удосконалення технологічних процесів проектування й виготовлення сільськогосподарської техніки.

Вирішенню зазначених питань присвячена VI Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів "Сучасні проблеми взаємозамінності та стандартизації у машинобудуванні", що проводиться на базі інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету (12-13 квітня 2018 року).

Організатори конференції і автори статей - вчені, здобувачі, спеціалісти, аспіранти, здобувачі вищої освіти закладів вищої освіти, академічних і галузевих науково-дослідних установ, проектно-технологічних центрів, організацій, відомств та підприємств сподіваються, що публікація даних наукових праць сприятиме розвитку теорії та практики використання досягнень науково-технічного прогресу в аграрному виробництві.

**СЕКЦІЯ «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ І СТАНДАРТИЗАЦІЇ»**

**УДК 006.01**

**ПРАВОВІ ОСНОВИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ І МЕТРОЛОГІЇ В УКРАЇНІ**

*Д. І. Осипчук, В. С. Білих, здобувачі вищої освіти*

*І. І. Махмудов, кандидат технічних наук,*

*І. В. Галич, старший викладач*

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

*Розглянуто історіографію становлення питання стандартизації в світі та в Україні, поняття стандартизації в науковій літературі та законодавчо правовій сфері та зроблено аналіз законодавства в галузі стандартизації. Визначено, що уніфікація законодавства України у сфері стандартизації, якості продукції, метрології і сертифікації до законодавства ЄС сприятиме розвитку торгівлі між Україною та ЄС, а також припливу іноземних інвестицій.*

**Постановка проблеми.** Сьогодні проблемам управління якістю продукції, виконання робіт зі стандартизації, метрології і сертифікації, на жаль, не приділяється достатньої уваги. Це, у свою чергу, суттєво впливає на соціально-економічні результати розвитку України.

Натомість розвиток в Україні ринкових відносин, вступ нашої держави у Світову організацію торгівлі, а також розширення торгівельних зв'язків з європейськими країнами вимагає високоякісної, конкурентоспроможної продукції, що відповідає міжнародним стандартам. Вирішити це питання можливо при використанні новітніх технологій, а також при наявності відповідного рівня знань у спеціалістів, які повинні не лише мати професійну підготовку, але й ґрунтовні знання нормативно-правової, технічної та документації з питань якості продукції, стандартизації, метрології та



сертифікації.

Слід зазначити, що адміністративно-правове регулювання в галузі стандартизації, якості продукції, метрології і сертифікації, яке здійснюється в державі покликане подолати випадки випуску неякісної, а в окремих випадках і небезпечної продукції, що виготовляється з порушенням правил, норм і стандартів, прийнятих в Україні та світі. Однак, недостатній рівень фахової підготовки спеціалістів, відсутність бажання виробників дотримуватися встановлених правил, норм та стандартів, призводить до вчинення правопорушень у зазначеній сфері, кількість яких щороку збільшується.

**Аналіз актуальних досліджень.** Одним із завдань, які стоять перед Україною є розширення міжнародної торгівлі на основі підвищення якості та конкурентоспроможності вітчизняної продукції. Невід'ємною умовою всіх цих процесів є впровадження в національне законодавство у сфері якості продукції вимог міжнародних стандартів. Вагомий внесок у розвиток стандартизації, якості продукції, метрології і сертифікації своїми працями здійснили такі науковці, як С. Безверхий, В. Бойцов, А. Глічев, Ю. Дімов, Ю. Койфман, М. Круглов, В. Павлов, Г. Саранча, В. Ткаченко, С. Цюцюра, М. Шаповал та ін. Слід також відзначити, що окремим правовим аспектам стандартизації, якості продукції, метрології і сертифікації присвятили свої дослідження М. Кузьміна, Л. Лосюк, С. Орехов, О. Остапенко, М. Пархоменко, Л. Сопільник.

Одним з найбільш результативних шляхів удосконалювання виробничих і торгівельних відносин, зниження витрат, підвищення якості та конкурентоспроможності продукції є стандартизація [1, 2].

**Мета статті.** Обґрунтувати доцільність дотримання національних та міжнародних вимог щодо якості продукції, стандартизації, метрології і сертифікації.

**Виклад основного матеріалу.** Стандартизацією людина займається з найдавніших часів. Наприклад, письменність налічує, щонайменше, 6000 років і виникла згідно останніх знахідок в Шумері чи Єгипті. Знаки, піктограми та інші форми листа можна розглядати як ранні приклади стандартизації [2].

Розвиток стандартизації нерозривно пов'язаний з удосконаленням управління якістю виробництва, зокрема, з впровадженням систем керування якістю, систем екологічного керування та інтегрованих систем [1].

Поняття стандартизація охоплює надзвичайно широку сферу суспільної діяльності, що включає наукові, технічні, господарські, економічні, юридичні, естетичні, політичні аспекти тощо [3, 4]. Стандартизація – це діяльність, що полягає у встановленні положень для загального й багаторазового застосування щодо наявних чи можливих завдань з метою досягнення оптимального ступеня впорядкування у певній сфері, результатом якої є підвищення ступеня відповідності продукції, процесів та послуг їх функціональному призначенню, усунення бар'єрів у торгівлі й сприяння науково-технічному співробітництву [5].

В науковій літературі, під стандартизацією розуміють встановлення та запровадження стандартів (тобто нормативно технічних документів, які встановлюють єдині обов'язкові вимоги щодо типів, розмірів, якості, норм й інших особливостей продукції та послуг) з метою впорядкування діяльності в певній галузі економічного використання ресурсів, підтримки техніки безпеки, підвищення якості продукції (процесів, робіт, послуг) [1].

Лінгвістично-юридичне тлумачення стандартизації за своїм змістом є досить широким і містить у собі: діяльність щодо встановлення норм, правил та характеристик (вимог) з метою забезпечення безпеки продукції, робіт і послуг для оточуючого середовища, життя, здоров'я та майна; технічної та інформаційно- сумісної, а також взаємозамінної продукції; якості продукції, робіт, послуг, їх відповідності до рівня розвитку науки, техніки і технологій; єдності вимірів; економії всіх видів ресурсів; безпеки господарських об'єктів з урахуванням ризику виникнення природних і техногенних катастроф та інших надзвичайних ситуацій; обороноздатності та мобілізації готовності країни [6].

У довідково-енциклопедичній літературі стандартизація (англ. standardization – нормалізація, еталонування) розглядається як діяльність компетентних державних та інших органів і організацій, пов'язана з

розробленням, схваленням, прийняттям, впровадженням, переглядом, зміною та припиненням дії стандартів [6].

Стандартизація як частина системи управління здійснюється на основі державної системи стандартизації, яка спирається на комплекс основних стандартів в галузі технічної політики і управління якістю продукції. Стандартизація як наука виявляє, узагальнює й аналізує закономірності в галузі стандартизації, у теорії систематизації, класифікації і кодуванні об'єктів, у розвитку наукових методів, у науковому обґрунтуванні норм і вимог до об'єктів стандартизації [5-6]. Відповідно, метою стандартизації є створення умов для раціонального використання всіх видів національних ресурсів та відповідності продукції, процесів та послуг їх функціональному призначенню, сприяння науково-технічному прогресу та міжнародному співробітництву, а також створення умов для усунення невиправданих технічних перешкод у міжнародній торгівлі [7].

Немає такої сфери діяльності людини, до якої б не була причетна стандартизація. Адже з поширенням і поглибленням пізнання, розвитком науки і техніки, удосконаленням виробництва масштаби робіт значно зростають і розширюється сфера використання принципів стандартизації. Стандартизація відіграє важливу роль в управлінні якістю продукції шляхом врахування інтересів різних суб'єктів ринку. Вона полягає у встановленні норм та вимог щодо якості, її показників, методів, засобів та контролю. За визначенням Міжнародної організації з стандартизації (ISO), стандартизація – це встановлення і застосування правил для упорядкування діяльності у певних галузях на користь і за участі всіх заінтересованих сторін, зокрема для досягнення загальної оптимальної економії при дотриманні функціональних умов і вимог техніки безпеки [8].

Відповідно до Закону України «Про стандартизацію» від 17 травня 2001 року, який втратив чинність стандартизація – діяльність, що полягає у встановленні положень для загального і багаторазового застосування щодо наявних чи можливих завдань з метою досягнення оптимального ступеня

впорядкування у певній сфері, результатом якої є підвищення ступеня 19 відповідності продукції, процесів та послуг їх функціональному призначенню, усуненню бар'єрів у торгівлі і сприянню науково-технічному співробітництву [9]. Слід зауважити, що у Законі України «Про стандартизацію» від 5 червня 2014 року пропонується дещо спрощене визначення поняття стандартизації. Згідно з яким, стандартизація – діяльність, що полягає в установленні положень для загального та неодноразового використання стосовно наявних чи потенційних завдань і спрямована на досягнення оптимального ступеня впорядкованості в певній сфері [10].

На нашу думку, під стандартизацією, слід розуміти діяльність з метою досягнення оптимального ступеня впорядкування у певній сфері шляхом встановлення правил і положень для загального і багаторазового їх застосування. Пояснення цього визначення полягає у наступному. Стандартизація – це галузь сумісної діяльності вчених, інженерів, економістів, яка полягає перш за все у відборі із численних видів продукції (процесів, робіт, послуг) з найкращими якісними показниками і властивостями, які відповідають сучасним досягненням науки і техніки, практичному досвіду і задовольняти потреби людини та суспільства. Вона встановлює єдині, найбільш раціональні для народного господарства норми, параметри, розміри продукції (процесів, робіт, послуг), вимоги до якості та технології виготовлення, методи контролю та випробувань, правила пакування, маркування, транспортування та зберігання.

Важливе місце в системі стандартизації, якості продукції, метрології і сертифікації посідає правове забезпечення. За допомогою правових засобів здійснюється вплив на суспільні відносини, які пов'язані зі стандартизацією, якістю продукції, метрологією і сертифікацією товарів, робіт та послуг. Правове забезпечення у вказаній галузі є однією із функцій державної системи управління якістю товарів, робіт та послуг. Як відомо, правове забезпечення включає такі види діяльності: правове регулювання; правозастосовну діяльність; правоохоронну діяльність. Правове регулювання – це здійснюваний

державою за допомогою всіх юридичних засобів владний вплив на суспільні відносини з метою їх упорядкування, закріплення, охорони й розвитку, а також вплив на поведінку та свідомість громадян шляхом проголошення їх прав та обов'язків, затвердження певних правових актів тощо [11].

Головним елементом адміністративно-правової основи стандартизації, якості продукції, метрології і сертифікації є національне законодавство про стандартизацію, якість продукції, метрологія і сертифікація.

Основними завданнями законодавства в галузі стандартизації є:

- регулювання діяльності державних органів, підприємств, організацій різних форм власності та громадян з розробки, виробництва, реалізації і використання продукції;

- установлення прав, обов'язків і відповідальності усіх учасників суспільного виробництва з метою найбільш повного задоволення потреб людей, трудових колективів і всього суспільства в продукції високої якості, яка відповідає вимогам безпеки життя і здоров'я людей та збереженню навколишнього середовища. Нормативні акти про стандартизацію визначають загальні принципи стандартизації в Україні; систему нормативних документів по стандартизації у нашій державі, систему органів, які здійснюють стандартизацію, їх компетенцію, порядок розроблення, погодження, затвердження, оформлення, реєстрації, обліку, зберігання і прийняття стандартів, а також відповідальність за їх порушення. Відповідно до частини другої ст. 92 Конституції України порядок встановлення державних стандартів визначається виключно законами України [12].

На сьогодні, законодавство в галузі стандартизації поділено на дві групи:

1) нормативні акти, спеціально видані з питань стандартизації, які визначають політику держави в галузі управління якістю;

2) правові норми щодо якості продукції, які містяться в нормативних актах з широкого кола питань.

До першої групи належать нормативні акти, які є правовою базою проведення робіт зі стандартизації в Україні, а саме:

Господарський кодекс 42 України;

- Закон України «Про стандартизацію» від 5 червня 2014 року;

- Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» від 15 січня 2015 року;

- Закон України «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» від 17 травня 2001 року;

- Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 5 червня 2014 року;

- Закон України «Про державний ринковий нагляд і контроль нехарчової продукції» від 2 грудня 2010 року;

- Декрет Кабінету Міністрів України «Про стандартизацію і сертифікацію» від 10 травня 1993 року та ін.

До нормативних актів другої групи належать правові норми і нормативні акти, що регулюють відносини щодо якості товарів та послуг, а саме:

- Закон України «Про захист прав споживачів» від 15 грудня 1993 року;

- Закон України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення» від 24 лютого 1994 року;

- Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» від 23 грудня 1997 року;

- Закон України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» від 31 травня 2007 року;

- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 року;

- Закон України «Про ветеринарну медицину» від 25 червня 1992 року;

- Закон України «Про екологічну експертизу» від 9 лютого 1995 року та ін.

Порушення чинного законодавства цих законів може бути встановлено шляхом проведення екологічної експертизи згідно із законом України «Про екологічну експертизу».

Адміністративно-правові норми Закону України «Про стандартизацію» від 5 червня 2014 року встановлюють правові та організаційні засади стандартизації в Україні, що спрямовані на забезпечення формування та реалізації державної політики у регулюванні відносин, пов'язаних з діяльністю у сфері стандартизації та застосуванням її результатів відповідній сфері [10]. Ще одним нормативно-правовим актом, який займає провідне місце у регулюванні відносин стандартизації є Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» від 15 січня 2015 року. Цей Закон визначає правові та організаційні засади розроблення, прийняття та застосування технічних 43 регламентів і передбачених ними процедур оцінки відповідності, а також здійснення добровільної оцінки відповідності [13].

Закріплені у цих законах принципи державної політики у сфері стандартизації передбачають:

- 1) забезпечення участі фізичних і юридичних осіб у розробленні національних стандартів та кодексів усталеної практики;
- 2) відкритість та прозорість процедур розроблення і прийняття національних стандартів та кодексів усталеної практики з урахуванням інтересів усіх заінтересованих сторін;
- 3) неупереджене прийняття національних стандартів та кодексів усталеної практики на засадах консенсусу;
- 4) добровільне застосування національних стандартів та кодексів усталеної практики, якщо інше не передбачено нормативно-правовими актами;
- 5) відповідність національних стандартів та кодексів усталеної практики законодавству;
- 6) адаптацію до сучасних досягнень науки і техніки, сприяння впровадженню інновацій та підвищення конкурентоспроможності продукції вітчизняних виробників;
- 7) доступність національних стандартів та кодексів усталеної практики, а також інформації про них для користувачів;
- 8) пріоритетність прийняття в Україні міжнародних і регіональних

стандартів та кодексів усталеної практики як національних;

9) дотримання міжнародних та регіональних правил і процедур стандартизації;

10) участь в міжнародній та регіональній стандартизації.

### **Висновки і перспективи подальших досліджень.**

1. Під стандартизацією, слід розуміти діяльність з метою досягнення оптимального ступеня впорядкування у певній сфері шляхом встановлення правил і положень для загального і багаторазового їх застосування.

2. Національне законодавство у сфері стандартизації, якості продукції, метрології і сертифікації регулює відносини, пов'язані з розробленням, прийняттям, застосуванням та виконанням вимог (обов'язкових і на добровільній основі) до продукції, процесів виробництва, робіт, послуг тощо, зі здійсненням процедур оцінювання відповідності та метрологічною діяльністю, відіграє важливу роль у здійсненні економічної політики держави з метою підтримки вітчизняного товаровиробника, захисту прав споживачів, забезпечення населення якісними безпечними товарами, охорони навколишнього природного середовища тощо.

3. Враховуючи проєвропейський вектор України, питання гармонізації українських та європейських технічних стандартів постає одним із пріоритетних завдань національної системи стандартизації України.

4. Уніфікація законодавства України у сфері стандартизації, якості продукції, метрології і сертифікації до законодавства ЄС сприятиме розвитку торгівлі між Україною та ЄС, а також припливу іноземних інвестицій.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Салухіна Н. Г., Язвінська О. М. Стандартизація та сертифікація товарів і послуг: підручник. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
2. Standardization of Uveitis Nomenclature (SUN) Working Group et al. Standardization of uveitis nomenclature for reporting clinical data. Results of the First International Workshop // American journal of ophthalmology. –



2005. – Т. 140. – №. 3. – С. 509-516.

3. Орехов С. М. Стандартизація: поняття, принципи, адміністративноправове регулювання / С. М. Орехов // Митна справа. – 2011. – С. 334–344.
4. Hallstrom K. T. Organizing international standardization: ISO and the IASC in quest of authority. – 2004.
5. Болотніков А. О. Стандартизація та сертифікація товарів і послуг : навч. посіб. / А. О. Болотніков. – К.: МАУП, 2005. – 144 с.
6. Великий енциклопедичний юридичний словник / за ред. акад. НАН України Ю. С. Шемшученка. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – К. : Вид-во «Юридична думка», 2012. – 1020 с.
7. Добровольська В. В. Правові засади стандартизації та сертифікації в Україні / В. В. Добровольська // Актуальні проблеми держави і права. – 2008. – Вип. 38. – С. 278–282.
8. Михасюк І. Р. Державне регулювання економіки: підруч. / І. Р. Михасюк, Л. А. Швайка. – Львів: Магнолія плюс, 2006. – 216 с
9. Про стандартизацію: Закон України від 17 травня 2001 року // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – № 31. – Ст. 145. (втратив чинність)
10. Про стандартизацію: Закон України від 5 червня 2014 року // Відомості Верховної Ради України. – 2014. – № 31. – Ст. 1058.
11. Сучасна правова енциклопедія / О. В. Зайчук, О. Л. Копиленко, Н. М. Оніщенко [та ін.]; за заг. ред. О. В. Зайчука; Ін-т законодавства Верхов. Ради України. – К. : Юрінком Інтер, 2010. – 384 с.
12. Конституція України від 28 червня 1996 року // Відомості Верховної Ради України. – 1996. – № 30. – Ст. 141.
13. Про технічні регламенти та оцінку відповідності: Закон України від 15 січня 2015 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2015. – № 14. – Ст. 96.

**Аннотация**

**ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ В УКРАИНЕ**

Галич И. В., Осыпчук Д. И., Бельх В. С.

*Рассмотрено историографию становления вопроса стандартизации в мире и в Украине, понятие стандартизации в научной литературе и законодательно-правовой сфере, сделан анализ законодательства в области стандартизации. Определено, что унификация законодательства Украины в сфере стандартизации, качества продукции, метрологии и сертификации с законодательством ЕС будет способствовать развитию торговли между Украиной и ЕС, а также притока иностранных инвестиций.*

**Abstract**

**LEGAL FRAMEWORK OF STANDARDIZATION AND METROLOGY IN UKRAINE**

I. Galych, D. Osypchuk, V. Bilykh

The historiography of the question of standardization in the world and in Ukraine, the notion of standardization in the scientific literature and the legislative-legal sphere is considered, the analysis of legislation in the field of standardization is made. National legislation in the field of standardization, product quality, metrology and certification regulates the relations related to the development, adoption, application and fulfillment of requirements (mandatory and on a voluntary basis) for products, production processes, works, and services. Taking into account the pro-European vector of Ukraine, questions of harmonization of Ukrainian and European technical standards arise as one of the priorities of the national system of standardization of Ukraine. The unification of Ukraine's legislation in the sphere of standardization, quality of products, metrology and certification with EU legislation will contribute to the development of trade between Ukraine and the EU, as well as the inflow of foreign investment.

**References**

1. Salukhina N. H., Yazvins'ka O. M. Standartyzatsiya ta sertyfikatsiyatovariviposluh: pidruchnyk. – K. :Tsentruchbovoyiliteratury, 2010. – 336 s.
2. Standardization of Uveitis Nomenclature (SUN) Working Group et al. Standardization of uveitis nomenclature for reporting clinical data. Results of the First International Workshop //American journal of ophthalmology. – 2005. – Т. 140. – №. 3. – S. 509-516.

3. Oryekhov S. M. Standartyzatsiya: ponyattya, pryntsypy, administratyvnopravoverehulyuvannya / S. M. Oryekhov // Mytnasprava. – 2011. – № 5. – СН. 2. – S. 334–344.
4. Hallstrom K. T. Organizing international standardization: ISO and the IASC in quest of authority. – 2004.
5. Bolotnikov A. O. Standartyzatsiya ta sertyfikatsiyatovariviposluh :navch. posib. dlya stud. vyshch. navch. zakl. / A. O. Bolotnikov. – K.: MAUP, 2005. – 144 s.
6. Velykyyentsyklopedychnyyyurydychnyyslovnyk / za red. akad. NAN Ukrayiny YU. S. Shemshuchenka. – 2-he vyd., pererobl. idopovn. – K. :Vyd-vo «Yurydychnadumka», 2012.
7. Dobvol's'ka V. V. Pravovizasadystandartyzatsiyi ta sertyfikatsiyi v Ukrayini / B. V. Dobvol's'ka // Aktual'niproblemyderzhavyiprava. – 2008. – Vyp. 38. – S. 278–282.
8. Mykhasyuk I. R. Derzhavnerehulyuvannyaekonomiky: pidruch. / I. R. Mykhasyuk, L. A. Shvayka. – L'viv: Mahnoliyaplyus, 2006. – 216 s
9. Pro standartyzatsiyu: ZakonUkrayiny vid 17 travnya 2001 roku // VidomostiVerkhovnoyiRadyUkrayiny. – 2001. – № 31. – St. 145. (vtratyvchynnist')
10. Pro standartyzatsiyu: ZakonUkrayiny vid 5 chervnya 2014 roku // VidomostiVerkhovnoyiRadyUkrayiny. – 2014. – № 31. – St. 1058.
11. Suchasnapravovaentsyklopediya / O. V. Zaychuk, O. L. Kopylenko, N. M. Onishchenko [ta in.]; zazah. red. O. V. Zaychuka; In-t zakonodavstvaVerkhov. RadyUkrayiny. – K. :Yurinkom Inter, 2010. – 384 s.
12. KonstytutsiyaUkrayiny vid 28 chervnya 1996 roku // VidomostiVerkhovnoyiRadyUkrayiny. – 1996. – № 30. – St. 141.
13. Pro tekhnichnirehlamenti ta otsinkuvidpovidnosti: ZakonUkrayiny vid 15 sichnya 2015 roku // VidomostiVerkhovnoyiRadyUkrayiny. – 2015. – № 14. – St. 96.

УДК 006.063

## ПРОФІЛЬНІ З'ЄДНАННЯ (POLYGONAL CONNECTIONS): НАСТАВ ЧАС СТАНДАРТИЗУВАТИ В УКРАЇНІ

*В.В. Головатий, здобувачі вищої освіти 2 стн курсу*

*Кроль В.О., старший викладач*

*Подільський державний аграрно-технічний університет*

*З моменту винайдення колеса і розробки перших механізмів людство відчуває постійну потребу у застосуванні з'єднань типу вал — втулка. Доцільність їх використання в техніці залежить від ряду взаємопов'язаних технічних та технологічних параметрів.*

*Мета даної статті — проаналізувавши існуючі з'єднання, обрати найбільш перспективні з них для використання у машинобудуванні і ремонтному виробництві.*

*Ключові слова: профільні з'єднання, безшпонкові з'єднання, РК- профіль*

**Постановка проблеми.** Технічний прогрес і жорстка конкуренція ставлять завдання підвищення технічного рівня, якості, конкурентоспроможності, а також зниження собівартості виготовлення виробів. Для досягнення поставлених цілей необхідно раціоналізувати процеси формоутворення і використовувати нові, прогресивні конструкції деталей машин, що дозволяють, у порівнянні з традиційними, значно знизити витрату металу і енергії, а відповідно і собівартість виготовлення.

Труднощі удосконалення процесів формоутворення робочих поверхонь з'єднань, а також прагнення отримати більш міцні з'єднання з кращим centruванням деталей (що особливо важливо при високошвидкісних і прецизійних передачах), підштовхують розробників до переходу на нові, більш прогресивні з'єднання елементів передач на основі нових технологій виготовлення.

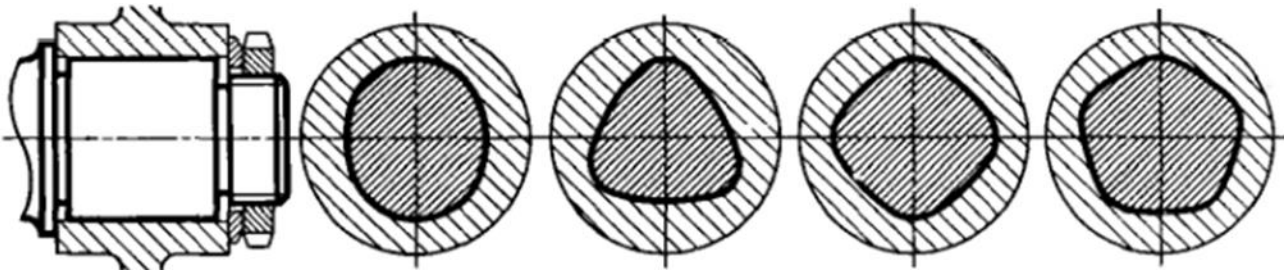
**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням розвитку технологічного забезпечення виготовлення профільних безшпонкових з'єднань присвячені праці таких дослідників як Л. С. Борович, О.І. Тимченко, А.Г. Схиртладзе, В.М. Синкевич, М.С.Індаков, Ю. М. Кузнєцов, О. В.Самойленко,

А.П. Моргунов, Н.В. Зенін, М.С. Камсюк, В.А. Ільїних, С.Г. Лакіреєв, С.П. Максимов, Д.А. Ковтун, Ю.А. Максименко, R. Musyl, F. Danzer, E. Filemon, R.Durrenbach, W.Beitz,R. Citarella, S.Gerbino, DeShengWang, AiPingZhou, YongJunZhao і багатьох інших.

**Мета статті** – провести огляд та порівняльний аналіз технологічних, експлуатаційних та економічних властивостей типових з'єднань вал-втулка, виявити основні тенденції їх розвитку.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Одним з перспективних напрямів розвитку конструкцій є спряження типу вал-втулка з передачею крутного моменту і осьового зусилля із застосуванням профільних з'єднань.

Профільне безшпонкове з'єднання - це рухоме або нерухоме з'єднання двох співвісних деталей, контактна поверхня яких в поперечному перерізі має форму плавної замкнутої кривої, відмінною від кола. Передавання крутного моменту у з'єднанні відбувається за рахунок гладкої некруглої поверхні [2,3].



*Рис.1. Профільні з'єднання*

Загалом ця ідея не нова. Починаючи з XIV століття, багато майстрів почали використовувати вали з некруглим профілем поперечного перерізу для передавання крутного моменту в годинникових механізмах. Проте в процесі переходу від індивідуального ручного виготовлення механізмів до промислового, такі з'єднання внаслідок технологічних труднощів були витіснені шпонковими і шліцьовими з'єднаннями, які отримали широке використання [1]. В 20-ті роки минулого століття австрійський інженер Є.Краузе запропонував геометрію циклоїдного профілю із трьома опуклими гранями та технологію його виготовлення. На протязі століття фірма „Krauзе“ (Австрія) виготовляла спеціальні профіleshліфувальні верстати для

виготовлення валів і отворів з вказаним профілем перерізу, який був названий К-профілем. Труднощі виготовлення, а також складність контролю геометрії К-профілю змусили фахівців зайнятися удосконаленням з'єднання. Нова форма профілю і технологія виготовлення була створена завдяки працям австрійських інженерів Р.Мюзіля (R. Musyl) та Ф.Данцера (F. Danzer). В Радянському Союзі профільні з'єднання такого виду були дослідженні в 40-50-і роки Л.С Боровичем, який довів доцільність застосування профілю з рівновісним контуром (РК-профіль) [4].



*Рис.2. РК-профіль*

Починаючи з післявоєнних років і до сьогоднішнього часу фірма “Fortuna” (Німеччина) виготовляє профіleshліфувальні верстати, реалізуючи процес виготовлення РК-профілю.

Виходячи з того, що вартість верстатів і пристосувань багато в чому визначається кількістю реалізованих ними формоутворюючих рухів і кінематичних зв'язків, більш доцільним буде використання такого обладнання, яке реалізує мінімально достатню кількість формоутворюючих рухів і кінематичних зв'язків, що позитивно впливає на його вартість і показники точності.

Складна траєкторія руху обробного інструменту відносно оброблюваної деталі у перших верстатах для виготовлення профільних з'єднань, запропонованих у тридцяті роки минулого століття, викликала цілу лавину досліджень, спрямованих як на удосконалення кінематики верстатів, так і на оптимізацію форми твірної профілю, найбільш придатної для механізованого виготовлення.

У 1970-80-х роках інженери Радянського Союзу розробили багато способів та технологічного обладнання для вивчення технології виготовлення рівновісних полігональних профілів. Наприкінці 1980-х років американські технічні працівники розробили точний шліфувальний пристрій, який використовує важільний механізм для шліфування вала, і виготовили профільний вал, перешліфувавши несправний через надмірне зношення в автомобільній трансмісії шліцьовий вал, який після відновлення знову використовувався за основним призначенням. Це продемонструвало можливість застосування профільних з'єднань для ремонту вузлів. З розвитком мікроелектронної та комп'ютерної технології, серводвигунів, виготовлення деталей профільних з'єднань з застосуванням ЧПУ є неминучим напрямком досліджень технології їх виготовлення. У 1990-х рр. Професор з Німеччини В. Бейтц (W.Beitz) зазначив: "Розробка технології числового програмного управління процесом шліфування обіцяє прокласти дорогу для подальшого застосування з'єднання з полігональним профілем". В останні роки дослідження високошвидкісної і високоточної технології виготовлення некруглих деталей приваблює весь світ. Подальше вдосконалення математичних методів привело до розробки технологій виготовлення профільних деталей за один прохід.

Провівши порівняльний аналіз типових з'єднань вал-втулка між собою, тобто штифтових, шпонкових і шліцьових з'єднання з профільними, можна легко помітити значні переваги останніх:

На даний час в зарубіжному машинобудуванні спостерігається тенденція до широкого використання профільних з'єднань для передачі крутного моменту і для забезпечення співвісності спряжених деталей. Порівняно з шпонковими і шліцьовими з'єднаннями в цьому виді з'єднань практично відсутня місцева концентрація напружень, що обумовлює їх більш високі експлуатаційні характеристики. Профільні з'єднання в осьовому напрямку можуть бути як циліндричної, так і конічної форми. Конічні профільні з'єднання характеризуються зручністю демонтажу, в порівнянні з циліндричними, але вони складніші у виготовленні та мають високу собівартість [5,7]. За

поперечним перерізом профільні з'єднань можуть бути рівновісними, синусоїдальними (синусоїдними), циклоїдними (пери-, гіпоциклоїдальними), кривими «Угорського профілю» та ін. [6,7].

ТИП З'ЄДНАННЯ	ПЕРЕВАГИ	НЕДОЛІКИ
<p><b>Штифтове</b></p> 	<p>Простота, технологічність, низька вартість.</p>	<p>Ослаблення перерізу вала і втулки, пов'язана з цим концентрація напружень.</p>
<p><b>Шпонкове</b></p> 	<p>Простота і надійність конструкції; легкість складання і розбирання; простота виготовлення і невисока собівартість.</p>	<p>Ослаблення перерізів вала і маточини шпонковим пазом; висока концентрація напружень в кутах паза; для багатьох з'єднань зміщення осі маточини щодо осі вала на половину діаметрального зазору.</p>
<p><b>Шліцьове</b></p> 	<p>Шліцьових з'єднань перед шпонковими: менша кількість деталей; можливість передачі великих крутних моментів; висока міцність і надійність з'єднання, особливо при динамічному навантаженні; підвищена точність центрування і спрямування втулок на валу.</p>	<p>Висока трудомісткість і вартість виготовлення.</p>
<p><b>Профільне</b></p> 	<p>Висока точність центрування; незначна концентрація напружень висока надійність і технологічність з'єднання, зокрема можливість точної обробки робочих поверхонь високої твердості.</p>	<p>Необхідність використання спеціального технічного обладнання; більші розпираючі зусилля і напруження змінання, порівнюючи з шліцьовими з'єднаннями.</p>

Серед багатьох кривих, профільні з'єднання з рівновісним контуром (РК-профіль) отримали найбільше розповсюдження у зв'язку з простотою та



економічністю виготовлення в порівнянні з синусоїдальними та циклоїдними з'єднаннями.

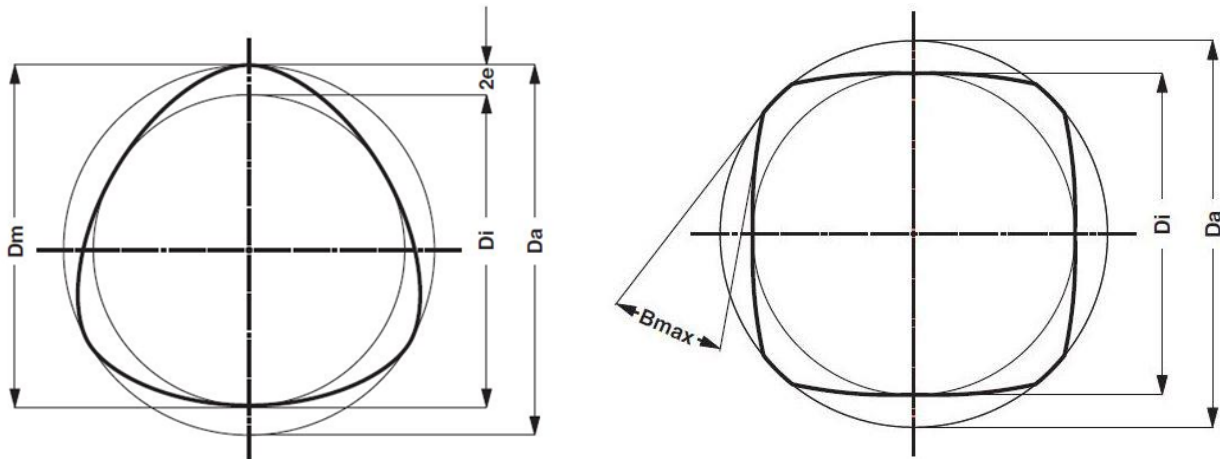


Рис.3. Рівновісні профілі

Рівняння, які описують профільні криві з рівновісним контуром незалежно від кількості граней мають наступний вигляд [7]:

$$X = \left(\frac{D_i}{2} + e\right) \cos \alpha - e \cos n \alpha \cos \alpha - ne \sin n \alpha \sin \alpha; \quad (1)$$

$$Y = \left(\frac{D_i}{2} + e\right) \sin \alpha - e \cos n \alpha \sin \alpha - ne \sin n \alpha \cos \alpha; \quad (2)$$

де:  $\frac{D_i}{2}$  – середній діаметр профілю;

$e$  – ексцентриситет профілю;

$\alpha$  – кутовий параметр профілю;

$n$  – кількість граней (кратність) профілю.

У машинобудуванні зарубіжних країн РК-профільні з'єднання використовуються в коробках швидкостей і гітарах токарних і фрезерних верстатів фірми “Schaublin” (Швейцарія), “Pittler” “Fischer”, “Bamessberger” (Німеччина), в гнучких модульних інструментальних системах фірми “Sandvik-Coromant” (Швеція), в ковальсько-пресовому обладнанні фірми “Schmid” (Швеція), в двигунах будівельних машин “Volvo” (Швеція), в колінчатих валах судових двигунів “Scania” (Швеція), в пристроях відбору потужності коробок передач ZF (Німеччина), в компресорах “Centac” фірми Intersoff (США), в гальмівній системі тягачів “Renault”(Франція) і інших машинах [8,9], адже

профільні з'єднання мають ряд експлуатаційних та технологічних переваг перед шліцьовими та шпонковими з'єднаннями:

✓ в профільних з'єднаннях немає циклічного тертя ковзання під навантаженням в радіальному напрямку по бічних поверхнях шпонок і шліців через їх відсутність. Це призводить до того, що зношення деталей при припрацюванні профільних з'єднань в 2,5...3 рази, а інтенсивність усталеного зношення в 1,8...2,4 рази менше ніж у деталей шліцьових з'єднань;

✓ опір втоми валів в 3...5 разів більший, ніж шліцьових з'єднань, що збільшує несучу здатність валів в 1,2...2 рази [10];

✓ при збереженні несучої здатності деталей з'єднань маса вала в профільному безшпонковому з'єднанні може бути на 20...40 % знижена тільки внаслідок зменшення його поперечного перерізу [7];

✓ з'єднання з трьома осями симетрії мають властивість автоматичного центрування, завдяки чому точність центрування значно вище шліцьових;

✓ при певних співвідношеннях параметрів профільних безшпонкових з'єднань в з'єднанні під час автоматичного центрування під навантаженням спостерігається явище самозаклинювання маточини щодо вала, яке перешкоджає їх відносному осьовому переміщенню. Ця властивість переводить з'єднання з області з'єднань з зазором в область з'єднань з натягом, що збільшує згинальну жорсткість і веде до зменшення шуму при роботі;

✓ з'єднання з трьома осями симетрії в ріжучих інструментах збільшують стійкість, міцність і крутильну жорсткість інструментальних оправок;

✓ при виготовленні шліцьових і шпонкових з'єднань необхідні висока точність обробки як вала, так і втулки, а також операційний контроль за якістю поверхні, що відповідно на 40 і 20% дорожче, ніж виготовлення профільних безшпонкових з'єднань [7];

✓ при обробці профільних безшпонкових з'єднань можна застосовувати зміцнюючі технології - наклеп, розкочування, дорнування, а також напилення зносостійких матеріалів з подальшою їх обробкою;

✓ можливість застосування при шліфуванні валів і отворів електронних пристроїв активного контролю і систем адаптивного управління синхронізацією формоутворюючих рухів.

До переваг також можна віднести точність виготовлення профільних з'єднань. Нормування точності РК-3 профільних з'єднань здійснюється за 6,7 та 8 квалітетами, в той час як для шпонкових передбачено 9,10 квалітет, а з шліцьовими з'єднаннями по точності вони є рівноцінними.

Розуміючи значні переваги використання в промисловості профільних з'єднань зарубіжні країни і провідні фірми розробляють та запроваджують стандарти. Наприклад, на основні розміри циліндричних профілів встановлені німецькі стандарти DIN 3271 1 і DIN 32712 [3,10] на тригранний і чотиригранний профілі відповідно. Також є міжнародні стандарти на конусні профільні з'єднання, які застосовуються на верстатах ISO 26623-1: 2014 і ISO 26623-2:2014 відповідно для валів та втулок. В Радянському Союзі було розроблено та встановлено галузевий стандарт ОСТ 92-4742-86 на тригранні і чотиригранні профільні з'єднання. В нашій країні стандартів на профільні з'єднання поки не існує.

**Висновки.** На даний час в країнах з розвиненою машинобудівною галуззю спостерігається тенденція до широкого використання профільних з'єднань. Розуміючи значні переваги їх використання в промисловості, зарубіжні країни розробляють та запроваджують стандарти.

Знаходячись у числі провідних світових розробників у галузях аерокосмічної, літакобудівної, металургійної промисловості, прикладної математики і комп'ютерного програмного забезпечення, маючи значні напрацювання вітчизняних вчених, Україна повинна звернути увагу на такий перспективний напрям у машинобудуванні, як профільні з'єднання і, нарешті, запровадити стандарти у цій сфері. Впровадження профільних з'єднань в промисловість дозволило б виготовляти більш міцні і надійні з'єднання з меншими витратами на виготовлення деталей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Максименко, Ю. А. Создание метода проектирования дисковых фрез с конструктивным исполнением радиальной подачи для обработывалов с РК-и К- профилем [Текст] / Ю. А. Максименко. Дис. .. к.т.н. Курск. 2014г. – 135 с.
2. Моргунов А.П. Разработка и обеспечение прочности профильных неподвижных неразъемных соединений: автореф. дис. ... д-ра. техн. наук. Омск: Ом ГТУ, 1998. С. 16-36
3. Рожкова, Е.А. Выбор конструктивных...2014 No1 (21) с. 45-50 – Режим доступа:[http://brstu.ru/static/unit/journal\\_smt/docs/number\\_21/45-50.pdf](http://brstu.ru/static/unit/journal_smt/docs/number_21/45-50.pdf)
4. Борович, Л. С. Бесшпоночные соединения деталей машин / Л. С. Борович. – М. :Машгиз, 1951. –132
5. DasPolygon-Profil – WiscenswertesuberdieHerstellyngundAnwendung // Maschinenweltelektrotechnik.:Technik. – 1975. – № 5, а. – S. 69–75.
6. E. Filemon, Production and analysis of polygon profiles.Hungary, 1958– Режим доступа:<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1014.7323&rep=rep1&type=pdf>
7. Тимченко, А. И. Технология изготовления деталей профильных бесшпоночных соединений /А. И. Тимченко. – М. : Машиностроение, 1988. – 160 с.
8. Тимченко, А.И. РК-профильные соединения и их применение в различных отраслях промышленности // СТИН. 1993. № 2. С. 13-18.
9. Grossman, C., Fretting fatigue of shape optimised polygon-shaft–hub connections (Doctoral Dissertation, Technical University, Berlin, 2007)– Режимдоступу:[https://depositonce.tu-berlin.de/bitstream/11303/1861/1/Dokument\\_21.pdf](https://depositonce.tu-berlin.de/bitstream/11303/1861/1/Dokument_21.pdf)
10. Коржова О.П. Технология формообразования и сборки профильных неподвижных и подвижных соединений. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Омск, 2008 -138с.

## **ВИДИ ПОХИБОК ТА ПРИЧИНИ ЇХ ВИНИКНЕННЯ**

*А. І. Лемяскін, А. В. Дубовик, здобувачі вищої освіти*

*І. В. Галич, старший викладач*

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

*Розглянуто джерела (причини) виникнення різних складових повної похибки вимірювань і закономірності їх змінювання для підвищення об'єктивності оцінки похибок вимірювань і визначення шляхів їх зменшення. Визначено, що основні та додаткові похибки визначаються межами допустимих основних та додаткових похибок і задаються формулами або ж встановлюються за таблицями граничних допустимих абсолютних та приведених похибок для різних номінальних значень і впливових величин.*

**Постановка проблеми.** Практична корисність будь-якого вимірювання визначається зазначенням його похибки, тобто кількісної характеристики відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірювано. Виникнення похибок вимірювань обумовлено впливом різноманітних за фізичною природою факторів, що супроводжують вимірювання фізичних величин. Традиційний аналітичний підхід до визначення похибок полягає в їх поділі на складові, кожна з яких зумовлена певними факторами. Це дозволяє досліджувати джерела складових похибки, проводити необхідні експерименти, в тому числі допоміжні вимірювання, і, як наслідок, визначати властивості похибки та з необхідною точністю оцінити її складові. Знаючи властивості й оцінки складових, можна правильно врахувати їх при оцінці повної похибки, а також за необхідності ввести поправку в результат вимірювання й (або) організувати вимірювальний експеримент так, щоб звести окремі складові, а з ними й повну похибку до допустимого значення.

**Мета статті.** Визначення джерел (причин) виникнення різних складових повної похибки вимірювань і закономірності їх змінювання для підвищення об'єктивності оцінки похибок вимірювань і визначення шляхів їх зменшення.

**Виклад основного матеріалу.** При вимірюванні фізичних величин слід чітко розмежувати два поняття: істинні значення фізичної величини та результати їх вимірювань.

Істинне значення фізичної величини – це значення, що ідеально відображає властивості об'єкта як у кількісному, так і в якісному відношеннях. Істинні значення не залежать від засобів нашого пізнання і є абсолютною істиною, до якої наближається спостерігач, намагаючись виразити її як числове значення.

Результат вимірювання є продуктом пізнання спостерігача і приблизною оцінкою значення шуканої величини. Результати залежать від методів вимірювання, технічних засобів, властивостей органів чуття спостерігача, зовнішнього середовища й самих фізичних величин.

Похибка результатів вимірювання – це число, що показує можливі межі невизначеності значення вимірюваної величини.

Абсолютною похибкою засобів вимірювання  $\Delta$  називається різниця між показанням засобу вимірювань та істинним значенням вимірюваної величини за відсутності методичних похибок і похибок від взаємодії засобу вимірювань із об'єктом вимірювання:

$$\Delta = A_1 - Q, \quad (1)$$

де  $A_1$  - показання засобу вимірювань;

$Q$  - істинне значення вимірюваної величини.

Проте у метрологічній практиці вимірювань частіше доводиться мати справу не з істинними величинами, а з дійсними значеннями  $A_{п}$  вимірюваних величин, визначених розрахунковим або експериментальним шляхом за допомогою точніших зразкових засобів вимірювань.

Абсолютна похибка дорівнює:

$$\Delta = A_1 - A_{\Pi} . \quad (2)$$

Відносною похибкою засобів вимірювання називається відношення абсолютної похибки засобу вимірювань до істинного або дійсного значення вимірюваної величини, виражене у відсотках:

$$\delta = \frac{A}{Q} \cdot 100\%, \text{ або } \delta = \frac{\Delta}{A_{\Pi}} \cdot 100\% . \quad (3)$$

Приведеною похибкою засобів вимірювання називається відношення абсолютної похибки до розмаху шкали засобу вимірювань, яке виражене у відсотках:

$$\gamma = \frac{\Delta}{N} \cdot 100\% , \quad (4)$$

де  $N$  - розмах шкали засобу вимірювань.

Зауважимо, що при імітаційному методі перевірки засобу вимірювання у формулі (4) замість шкали  $N$  підставляється нормоване значення шкали, яке відповідає градууювальним характеристикам.

Варіацією називається найбільша різниця між двома показниками засобу вимірювання, коли одне й те саме дійсне значення вимірюваної величини досягається в результаті її збільшення чи зменшення:

Крім того, похибки засобів вимірювань поділяються на статичні й динамічні.

Статичні похибки мають місце при вимірюванні величини після закінчення перехідних процесів в елементах та перетворювачах засобів вимірювання.

Динамічні похибки з'являються при вимірюванні змінних величин і зумовлені інерційними властивостями засобів вимірювання.

Статичні похибки, у свою чергу, поділяються на випадкові та

систематичні. При технічних вимірюваннях фізичних величин як на процес вимірювання, так і на вимірювану величину діють чинники, виникнення яких має стохастичний характер за непередбаченої інтенсивності.

Чинники впливу як з'являються, так і зникають несподівано, їх виникнення неможливо передбачити у заданому інтервалі часу.

Загалом випадкові похибки слід розглядати як випадкову функцію часу вимірюваної величини та зовнішніх чинників. Особливість випадкової похибки полягає у тому, що вона змінюється випадково при повторних визначеннях однієї й тієї самої величини. Крім того, не завжди можна встановити причину виникнення випадкових похибок та передбачити їх інтенсивність.

При розробці нових засобів вимірювання інтенсивність появи більшості чинників цієї групи вдається виявити і звести до загального рівня, так що вони більш-менш однаково впливають на формування випадкової похибки. Проте деякі з них можуть проявлятися надмірно (наприклад, зміна напруги у мережі електроживлення) і призводити до того, що похибка перевищуватиме допустимі межі. Такі похибки у складі випадкових називаються грубими. До них слід віднести і похибки з вини спостерігача, зумовлені його станом: правильність за шкалою, точність записів результатів вимірювань тощо.

Систематичні похибки у загальному випадку є функцією вимірюваної величини, чинників впливу (температури, вологості та ін.), конструктивних характеристик засобів вимірювання та методів вимірювань. Їх особливість полягає в тому, що вони або постійні за величиною, або ж закономірно змінюються при повторних вимірюваннях однієї й тієї самої величини.

Систематична похибка залишається постійною або ж закономірно змінюється, тому її завжди можна врахувати при кінцевих результатах вимірювання.

Систематичні похибки визначаються при повірках та атестаціях зразкових та робочих засобів вимірювання, а в результатах вимірювання враховуються як поправки з протилежним знаком. Поправка у кожній цифрованій точці шкали чисельно дорівнює систематичній похибці і обернена



до неї за знаком.

Систематичні похибки, як функцію вимірюваної величини, можна показати у вигляді суми похибок схеми, яка визначається самою структурою засобу вимірювання та технологічних похибок, обумовлених похибками виготовлення елементів цього засобу.

Похибки схеми і технологічні похибки можна розглядати як систематичні лише при вимірюванні постійної вимірюваної величини за допомогою одного зразка. У загальній же масі вимірювань фізичних величин за допомогою багатьох засобів вимірювання одержані систематичні похибки слід відносити до класу випадкових.

Похибки схеми і технологічні похибки суттєво і принципово відрізняються. Якщо перші впливають на характер зміни по шкалі сумарної похибки всіх засобів вимірювання, то технологічні похибки індивідуальні для кожного зразка засобу вимірювання, тобто їх значення для кожного приладу в одній і тій самій точці різні.

Слід пам'ятати, що характеристики елементів засобів вимірювання змінюються при їх експлуатації в екстремальних умовах або агресивному середовищі. Це відбувається з двох причин: природні процеси старіння та зносу елементів засобів вимірювання, навіть якщо їх експлуатація відбувається в умовах, близьких до умов градуювання. Ці причини можна віднести до інструментального виявлення нестабільності характеристик.

Крім того, необхідність регламентування додаткових похибок може зумовлюватися суттєвими змінами зовнішніх умов експлуатації засобів вимірювання порівняно з умовами проведеного градуювання. Цю причину можна вважати методичною, вона зумовлена мінливістю навколишнього середовища.

Всі ці обставини спричиняють зміну відхилення статичної характеристики у той чи інший бік від градуювальної характеристики (рис. 1).

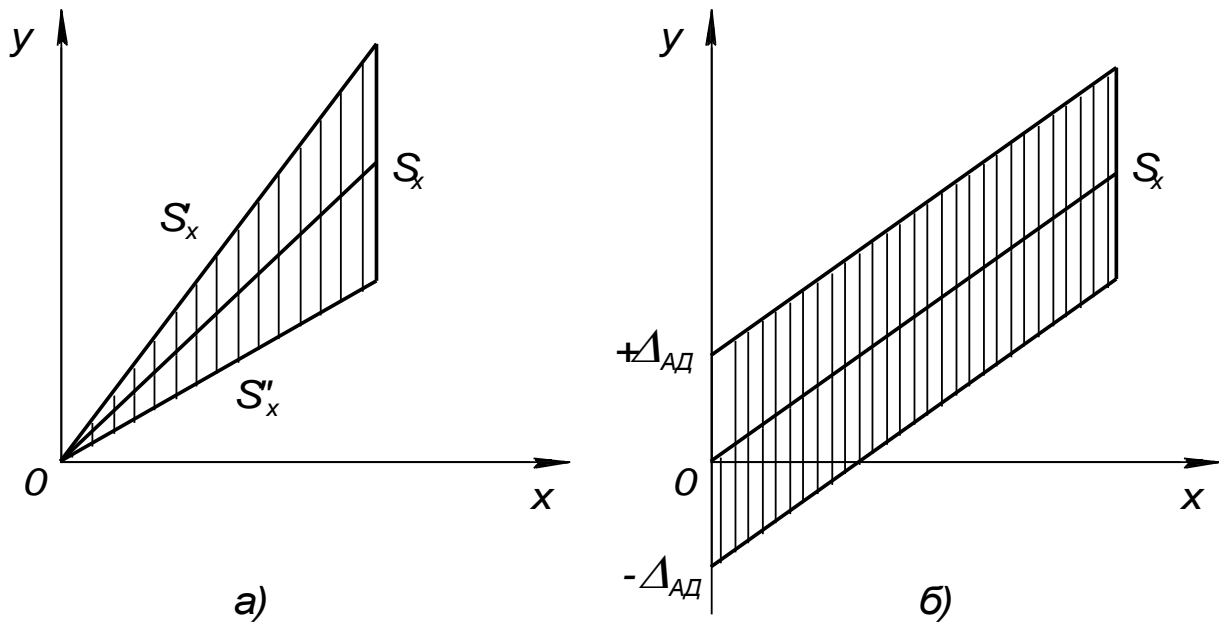


Рис. 1 – Похибки засобів вимірювання: а) мультиплікативна; б) адитивна

Якщо ширина смуги зростає пропорційно зростанню вхідної величини  $x$ , а при  $x = 0$  вона також дорівнює нулю, то така похибка називається мультиплікативною. Тобто такою, що розрахована шляхом множення, або похибкою чутливості, незалежно від того, випадкова ця похибка чи систематична. Мультиплікативна похибка описується рівнянням:

$$\Delta_m = f(x). \quad (5)$$

Смуга, обмежена прямими  $S'_x$  та  $S_x$  (рис. 1, а), є областю невизначеності і характеризується похибкою чутливості.

Адитивною називається похибка, яка має сталі значення по всій шкалі (рис. 1, б).

$$\Delta_m = f(x). \quad (6)$$

Значення похибок засобів вимірювання встановлюється відповідно до стандартів і вимог при нормальних умовах їх використання, а також при відхиленні впливових величин від нормальних значень. Під нормальними розуміють такі умови використання засобів вимірювання, за яких величини, що впливають на процес вимірювання (температура, вологість, тиск, частота,

напруга, зовнішні магнітні поля, вібрація тощо), мають нормальні значення. Останні встановлюються стандартами або вказуються у технічних умовах для відповідних засобів вимірювання як номінальні значення з відхиленнями. Наприклад, температура повинна становити  $20 \pm 2$  °С; вологість – не перевищувати 80%; напруга –  $220 \pm 10$  В та ін.

Відповідно до стандарту, нормальні умови застосування засобів вимірювання – це умови, за яких величини, що виявляють зовнішній вплив, мають нормальні значення або перебувають у межах нормального інтервалу значень. Похибка, властива засобам технічного вимірювання, що працюють у нормальних умовах використання, називається основною і нормується межами допустимої основної похибки. Тільки тоді, коли основна похибка не перевищує допустимих меж, засіб вимірювальної техніки допускається до використання за призначенням.

Межі допустимої основної похибки засобів технічних вимірювань задаються у вигляді абсолютних, відносних та приведених похибок.

Основна похибка засобу вимірювання задається формулою, за якою визначаються межі допустимої абсолютної похибки:

$$\Delta = \pm a. \quad (7)$$

або межі приведеної відносної основної похибки:

$$\delta = \pm \frac{\Delta}{X_H} \cdot 100\%. \quad (8)$$

де  $\Delta$  - межа допустимої основної абсолютної похибки;

$\delta$  - межа приведеної допустимої основної похибки;

$X_H$  - номінальне значення вимірювальної величини (розмах шкали приладу).

Додатковою називається похибка, властива засобам вимірювальної техніки, які використовуються для вимірювання за умови відхилення впливових величин від їх нормальних значень.

Основні та додаткові похибки визначаються межами допустимих основних та додаткових похибок і задаються формулами або ж встановлюються за таблицями граничних допустимих абсолютних та приведених похибок для різних номінальних значень і впливових величин.

**Висновки.** Причини виникнення похибок: недосконалість методів вимірювання, технічних засобів, органів чуттів спостерігача, зміна умов проведення експерименту. Зміна умов проведення досліджень може впливати на фізичні величини, технічні засоби і самого спостерігача.

Кожна із причин виникнення похибок зумовлена багатьма чинниками, під впливом яких формується загальна похибка вимірювання. Їх можна об'єднати у дві великі групи.

1. Чинники, що з'являються нерегулярно і зникають несподівано або проявляються з непередбачуваною інтенсивністю. До них належать: перекося елементів приладів за їх напрямними, нерегулярні зміни моментів в опорах, зміна зовнішніх умов та умов навколишнього середовища, послаблення уваги спостерігача тощо. Складова сумарної похибки, яка виникає під впливом цих чинників, - випадкові похибки вимірювань.

2. Чинники постійні або такі, що закономірно змінюються у процесі вимірювання фізичних величин. До них належать методичні похибки, зміщення стрілки приладу та недосконалість елементів (пружних) засобів вимірювання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сергеев А. Г., Латышев М. В., Терегеря В. В. Метрология, стандартизация, сертификация: Учеб. пособие.-М.: Логос, 2005.-560 с: ил. – 2003.
2. Holman J. P., Gajda W. J. Experimental methods for engineers. – New York : McGraw-Hill, 2001. – Т. 2.
3. Комиссарова Т. А., Овечкин А. А. Метрология, стандартизация и сертификация. – 2002.
4. Chin J. P., Diehl V. A., Norman K. L. Development of an instrument

- measuring user satisfaction of the human-computer interface //Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. – 1988. – С. 213-218.
5. Foken T., Wichura B. Tools for quality assessment of surface-based flux measurements //Agricultural and forest meteorology. – 1996. – С. 83-105.
  6. Цыбульский О. А. Погрешность широкодиапазонных измерений //Законодательная и прикладная метрология. – 2010. – №. 4. – С. 5-10.
  7. Косилова А. Г. Справочник технолога-машиностроителя. –Классик, 1985.
  8. Guyatt G., Walter S., Norman G. Measuring change over time: assessing the usefulness of evaluative instruments //Journal of chronic diseases. – 1987. – Т. 40. – №. 2. – С. 171-178.
  9. Артоболевский И. И. Механизмы в современной технике. – 1979.
  10. Бараш В. Я. Неопределенность и погрешность в современной метрологии //Законодательная и прикладная метрология. – 2009. – №. 5. – С. 15-20.

#### **Аннотация**

### **ВИДЫ ПОГРЕШНОСТЕЙ И ПРИЧИН ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ**

Галич И. В., Лемяскин А. И., Дубовик А. В. студ.

*Рассмотрено источники (причины) возникновения различных составляющих полной погрешности измерений и закономерности их изменения для повышения объективности оценки погрешностей измерений и определения путей их уменьшения. Определено, что основные и дополнительные погрешности определяются пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей и задаются формулами или устанавливаются по таблицам предельно допустимых абсолютных и приведенных погрешностей для различных номинальных значений и влиятельных величин.*

#### **Abstract**

### **TYPES OF ERRORS AND THE CAUSES OF THEIR EMERGENCY**

I. Galych, A. Lemyaskin, A. Dubovyk

The sources (reasons) for the appearance of various components of the total measurement error and the laws governing their changes are considered to increase the objectivity of estimating

measurement errors and to determine the ways to reduce them. It is determined that the main and additional errors are determined by the limits of the admitted basic and additional errors and are given by formulas or are established according to the tables of maximum permissible absolute and reduced errors for different nominal values and influential values.

Each of the causes of errors is due to many factors, under the influence of which generates a general measurement error. They can be grouped into two large groups.

1. Factors that appear irregularly and disappear unexpectedly or manifest with unpredictable intensity. These include: skewed elements of devices for their guides, irregular changes in moments in the pillars, changes in external conditions and environmental conditions, weakening observer's attention, and others like that. The component of the total error occurring under the influence of these factors is the random errors of measurements.

2. Factors are constant or those that change in a natural way in the process of measuring physical quantities. These include methodological errors, the movement of the instrument and the imperfection of the elements (elastic) measuring instruments.

### References

1. Sergeyev A. G., Latyshev M. V., Teregerya V. V. Metrologiya, standartizatsiya, sertifikatsiya: Ucheb. posobiye. -M.: Logos, 2005.-560 s: il. – 2003.
2. Holman J. P., Gajda W. J. Experimental methods for engineers. – New York : McGraw-Hill, 2001. – Т. 2.
3. Komissarova T. A., Ovechkin A. A. Metrologiya, standartizatsiya i sertifikatsiya. – 2002.
4. Chin J. P., Diehl V. A., Norman K. L. Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface //Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. –, 1988. – S. 213-218.
5. Foken T., Wichura B. Tools for quality assessment of surface-based flux measurements //Agricultural and forest meteorology. – 1996. – S. 83-105.
6. Tsybul'skiy O. A. Pogreshnost' shirokodiapazonnykh izmereniy //Zakonodatel'naya i prikladnaya metrologiya. – 2010. – №. 4. – S. 5-10.
7. Kosilova A. G. Spravochnik tekhnologa-mashinostroitel'ya. –Klassik, 1985.

8. Guyatt G., Walter S., Norman G. Measuring change over time: assessing the usefulness of evaluative instruments //Journal of chronic diseases. – 1987. – Т. 40. – №. 2. – S. 171-178.
9. Artobolevskiy I. I. Mekhanizmy v sovremennoy tekhnike. – 1979.
10. Barash V. YA. Neopredelennost' i pogreshnost' v sovremennoy metrologii //Zakonodatel'naya i prikladnaya metrologiya. – 2009. – №. 5. – S. 15-20.

УДК 629

## ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

*О.М. Дюльгер, здобувач вищої освіти*

*Г.О. Іванов, кандидат технічних наук, доцент,*

*П.М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Дано визначення поняття точності обробки деталей машин і наведенні причини виникнення похибок обробки.*

*Ключові слова: точність обробки, похибка обробки, неточність верстату, різальний інструмент, деталь, верстат, інструмент пристрій.*

Експлуатаційні показники машин, їх надійність та довговічність визначаються рівнем і стабільністю характеристик робочого процесу; розмірами, формою та іншими геометричними параметрами деталей і складових частин виробів; рівнем механічних, фізичних і хімічних властивостей матеріалів, з яких виготовлені деталі.

*Точність обробки* – це ступінь відповідності дійсних геометричних параметрів заданим креслеником, а ступінь невідповідності або відхил дійсних параметрів від заданих – це *похибка обробки*.

Точність забезпечується технологічним процесом та обладнанням і характеризується допуском. Причинами виникнення похибок можуть бути неточність верстату, різального інструменту, деталі; деформації верстату, пристрою, інструменту, деталі, температурні деформації та інше.

*Неточність верстата.* Похибка обробки спричинена биттям шпинделя, відхилом від прямолінійності напрямних верстата, супорта, робочого столу, відхилами від паралельності й перпендикулярності переміщення супорта



і задньої бабки, зазорами в з'єднаннях.

*Неточність пристроїв.* Особливо велике значення має неточність елементів, що призначені для встановлення оброблювальних деталей, неточності поверхонь корпусу пристроїв, якими вони приєднуються до верстата.

*Неточність різального інструменту.* Найбільш суттєві неточності мірного (свердло, зенкер, розгортка, мітчик, протяжка тощо) і профільного (фасонні різці, шліфувальні круги, фрези та ін.) інструменту, оскільки вони безпосередньо впливають на розмір і форму оброблювальної поверхні і не можуть бути усунені налагодженням. Для всіх різальних інструментів суттєвими є похибки, що виникають у результаті спрацювання різальної частин, тобто розмірне спрацювання інструменту.

*Неточність деталі.* Деталь, що надходить на будь-яку операцію, має похибки обробки, що виникають при виконанні попередніх операцій. За відновлення деталей до цих похибок додаються спотворення розмірів і форми, спричинені спрацюванням і деформацією в процесі експлуатації. Ці похибки впливають на точність обробки, що досягається за даної операції.

*Деформації верстата, пристрою, інструмента.* Пружні деформації, що виникають під дією сил різання у верстаті, пристрої, інструменті можна поділити на деформації в місцях з'єднання – деформації стиків (відтискання шпинделя, столу, супорту тощо) і деформації тіла деталі (прогін шпинделя, станини). Розміри цих деформацій визначаються жорсткістю верстата і залежать від його конструкції та якості виготовлення.

*Деформації деталі.* Особливо важливо врахувати деформації при обробці нежорстких деталей: довгих валів, тонкостінних циліндрів, кілець та ін. У цих випадках похибки обробки виникають в результаті дії сил зтяжки деталі при її закріпленні і сил різання в процесі обробки.

*Температурні деформації.* У процесі механічної обробки температура окремих частин верстата, пристрою, інструменту, деталі змінюється не однаково. Крім того, матеріали мають різний коефіцієнт лінійного розширення.

У результаті початкове взаємне положення поверхонь порушується, що є причиною виникнення похибок обробки.

*Неточність встановлення інструменту на розмір.* Безпосередньо на значення розміру впливає неточність попереднього встановлення різального інструмента, а також його заміна.

*Неточність вимірювання розміру.* Неточність виготовлення вимірювального інструмента чи приладу, а також неточності, що допускаються при вимірюваннях, завжди є джерелом похибок обробки, оскільки висновки про похибки роблять за результатами вимірювань.

Усі ці причини викликають відхилення заданих на креслениках параметрів деталей. За обробки партії деталей кожна із причин, що призвела до неточності, змінює свою дію при переході від однієї деталі до іншої не однаково.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Практикум : підруч. для студ. вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, Полянський П.М.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна. – Миколаїв : МНАУ, 2016. – 388.
2. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : підр. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 503 с.
3. Взаємозамінність та технічні виміри: навч. посіб. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт. – К.: Видавництво “Аграрна освіта”, 2006. – 335 с.
4. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Навчально-методичний комплекс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова, В. С. Шебаніна і І. М. Бендери]. – Миколаїв, 2014. – 576 с.

## ПЕРЕХІДНІ ПОСАДКИ – РОЗРАХУНОК І ВИБІР

*В.Ю. Красносьолов, здобувач вищої освіти*

*Г.О. Іванов, кандидат технічних наук, доцент,*

*П.М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Розрахунок і вибір перехідних посадок має важливе значення для нерухомих, але роз'ємних з'єднань і для більш точного центрування деталей. Характер посадок визначається ймовірністю створення у них натягів і зазорів. Розрахунки ймовірності натягів і зазорів ґрунтуються на нормальному розподілі розмірів деталей під час виготовлення (відновлення). Розподіл натягів і зазорів у цьому разі також підпорядкований нормальному закону, а ймовірність їх створення визначається за допомогою інтегральної функції ймовірності.*

*Ключові слова: перехідні посадки, зазор, натяг, середнє значення зазору (натягу), імовірне розсіювання, найбільші і найменші ймовірні зазори і натяги, функція Лапласа, середні квадратичні відхили, граничні та ймовірні зазори, допуск посадки.*

У перехідних посадках найчастіше потрібно визначити ймовірність появи з'єднань зазором і ймовірність появи з'єднань з натягом. Тут можуть бути два граничних випадки. Перший, коли в перехідній посадці  $|S_{p\max}| > |N_{p\max}|$ , і другий, коли  $|S_{p\max}| < |N_{p\max}|$ .

У першому випадку визначають ймовірність появи з'єднань із натягом  $P(N)$ . Ймовірність появи з'єднань із зазором у цьому випадку  $P(S) = 1 - P(N)$ .

У другому випадку визначають ймовірність появи з'єднань із зазором  $P(S)$ . Ймовірність появи з'єднань із натягом  $P(N) = 1 - P(S)$ .

Перехідні посадки призначені для нерухомих, але роз'ємних з'єднань і для більш точного центрування деталей. Вони забезпечують як зазори, так і

натяги, але значення зазорів чи натягів відносно малі. Нерухомість з'єднання у перехідних посадках досягається додатковим кріпленням (шпонками, штифтами, гвинтами тощо).

Вибір перехідних посадок здійснюється за розрахунком або за рекомендаціями стандарту (за аналогією).

Для компенсації похибок (розташування і форми поверхні сполучених деталей, змінання поверхонь, зносу деталей – збільшують радіальне биття, що визначає точність центрування), а також створення запасу точності найбільший допустимий зазор у з'єднанні визначають за формулою:

$$S_{\max} = Fr / K, \quad (1)$$

де  $S_{\max}$  – найбільший допустимий зазор, мкм;  $Fr$  – радіальне биття, мкм;

$K$  – коефіцієнт запасу точності.

Умова вибору посадки:  $S_{\max.ст} \leq S_{\max}$ .

Характер посадок визначається ймовірністю створення у них натягів і зазорів. Розрахунки ймовірності натягів і зазорів ґрунтуються на нормальному розподілі розмірів деталей під час виготовлення (відновлення). Розподіл натягів і зазорів у цьому разі також підпорядкований нормальному закону, а ймовірність їх створення визначається за допомогою інтегральної функції ймовірності. За ймовірного розрахунку визначають середнє значення і розсіювання зазору або натягу.

Як за налагодження, так і за обробки деталей наладчик і верстатник тримаються ближче до безпечних меж. Для отвору це менший, а для вала – більший граничні розміри. Внаслідок цього виникає деяка асиметрія розподілення відхилів розмірів.

Середнє значення зазору (натягу):

$$S_{\text{сеп}}(N_{\text{сеп}}) = e_{\text{сеп}} + 0,1(TD + Td) - E_{\text{cth}}. \quad (2)$$

Імовірне розсіювання (індекс  $P$  у позначенні зазору-натягу):

$$t_{\Sigma p} = (1/K_{\Sigma})\sqrt{TD^2 + Td^2}. \quad (3)$$

У формулах (2.126) і (2.127)  $E_{\text{сеп}}$  і  $e_{\text{сеп}}$  – середні відхили розмірів отвору і вала;  $K_{\Sigma}$  – коефіцієнт відносного розсіювання зазору-натягу; як правило  $K_{\Sigma} = 1$ , тоді

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{TD^2 + Td^2} . \quad (4)$$

Найбільші і найменші ймовірні зазори і натяги:

$$\text{у посадках із зазором } S_{p\text{max}} = S_{\text{сеп}} + 0,5t_{\Sigma p}; S_{p\text{min}} = S_{\text{сеп}} - 0,5t_{\Sigma p}, \quad (5)$$

$$\text{у перехідних посадках } S_{p\text{max}} = S_{\text{сеп}} + 0,5t_{\Sigma p}; N_{p\text{min}} = N_{\text{сеп}} - 0,5t_{\Sigma p}, \quad (6)$$

$$\text{у посадках з натягом } N_{p\text{max}} = N_{\text{сеп}} + 0,5t_{\Sigma p}; N_{p\text{min}} = N_{\text{сеп}} - 0,5t_{\Sigma p}. \quad (7)$$

Нижче подано приклади розрахунку зазорів і натягів для деяких посадок у системі отвору.

Посадки з зазором. На рис. 1 наведена схема розташування полів допусків розмірів отвору і вала (а), а також граничне розсіювання зазору (б):

$$t_{\Sigma} = S_{\text{max}} - S_{\text{min}}, \quad (8)$$

де  $S_{\text{max}}$  і  $S_{\text{min}}$  – найбільший і найменший граничні зазори;  $t_{\Sigma p}$  – імовірне розсіювання зазорів, що визначаються за формулою (4);  $S_{p\text{max}}$  і  $S_{p\text{min}}$  – найбільший і найменший ймовірні зазори.

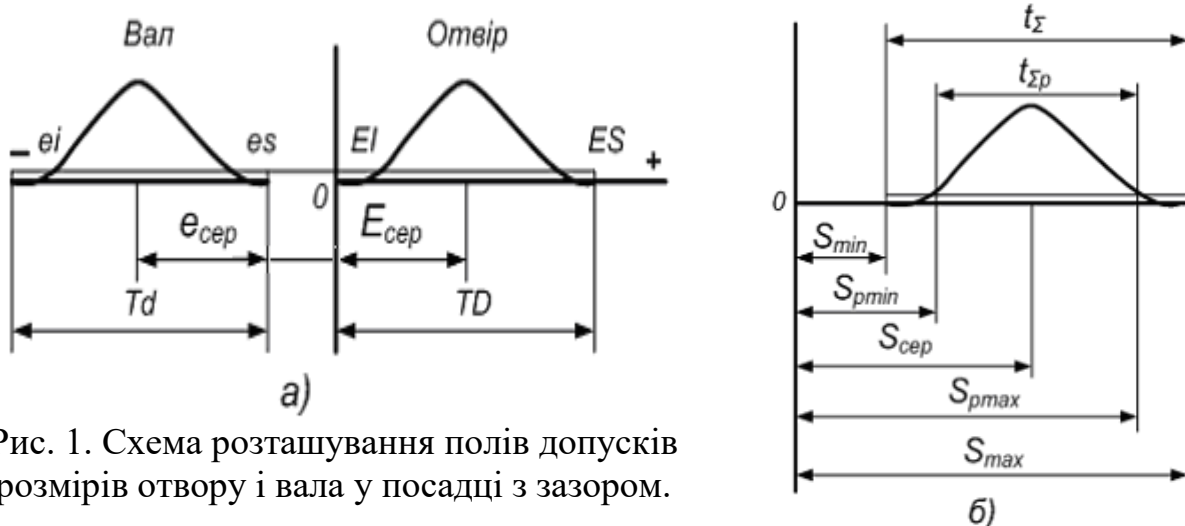


Рис. 1. Схема розташування полів допусків розмірів отвору і вала у посадці з зазором.

Перехідні посадки. Схема розташування полів допусків розмірів отвору і вала, а також графіки розсіювання зазорів і натягів наведено на рис. 2.

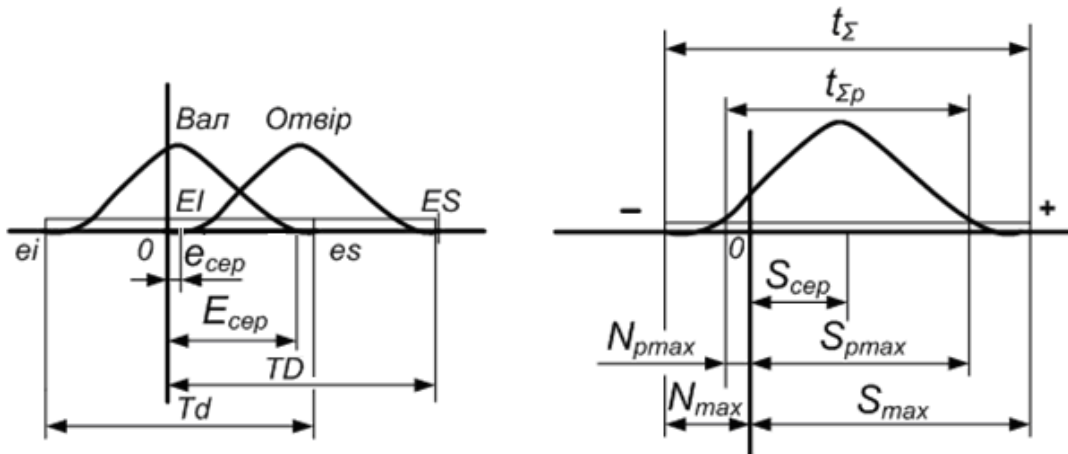


Рис. 2. Схема розташування полів допусків розмірів отвору і вала у перехідній посадці

Посадки з натягом. Схема розташування полів допусків отвору і вала, а також графіки розсіювання цих розмірів і натягів наведено на рис. 3.

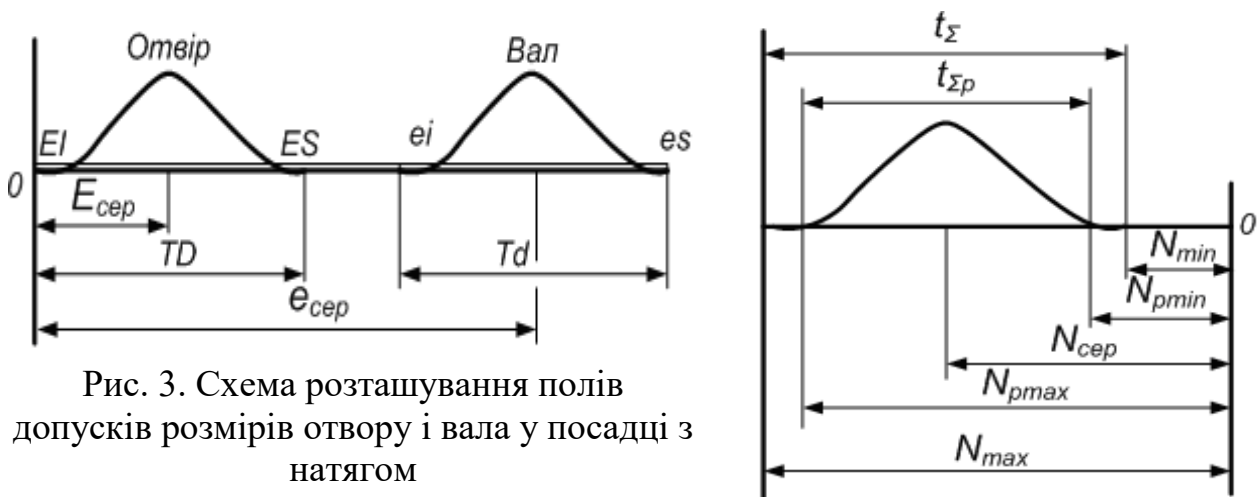


Рис. 3. Схема розташування полів допусків розмірів отвору і вала у посадці з натягом

Імовірність появи зазорів і натягів у заданому інтервалі розмірів. Іноді потрібно знати, яка частка із всієї партії сполучень має у заданому інтервалі зазор або натяг. Для цього використовують таблиці функції Лапласа (табл. В.1 [10]).

Інтервали значень  $x$   $b - a = 6\sigma_x$  охоплює 0,9973 площі кривої (рис. 4).

У табл. В.1 [3] наведено значення  $z$  і відповідні їм значення функції  $\Phi(x)$ . Значення функції  $\Phi(x)$  уявляють собою ймовірності знаходження випадкової величини  $x$  у заданому інтервалі. Це одночасно є й частка сполучень, що знаходяться у заданому інтервалі.

Імовірність знаходження величини  $x$  у інтервалі від  $x_i$  до  $x_{i+1}$  визначають за формулою:  $P(x) = \Phi(z_{i+1}) - \Phi(z_i)$ .

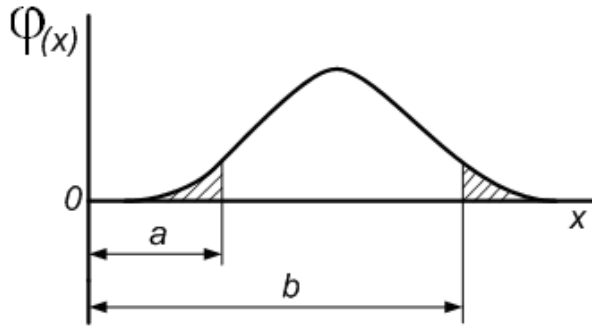


Рис. 4.

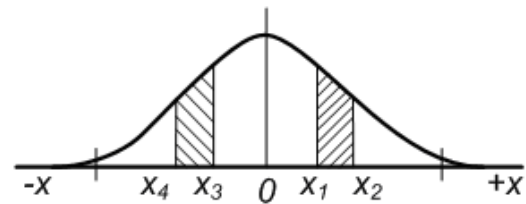


Рис. 5.

Наприклад, потрібно визначити імовірність знаходження величини  $z$  в інтервалі від  $z_1 = 1,10$  до  $z_2 = 1,34$  (рис. 5). Тоді за табл. В. 1 [10]

$$\Phi(z_1) = 0,3643, \quad \Phi(z_2) = 0,4099 \quad \text{і} \quad P(x) = 0,4099 - 0,3643 = 0,0456.$$

Тому, що функція симетрична, при від'ємних значеннях  $z$  розрахунок ведуть за модулем. Наприклад, за  $z_3 = -0,7$  і  $z_2 = -1,5$  (рис. 5) імовірність знаходження величини  $z$  в заданому інтервалі  $P(x) = 0,4332 - 0,2580 = 0,1752$ .

Щоб користуватися таблицею функції Лапласа, слід значення  $x_i$  і  $x_{i+1}$ , що мають розмір, перевести в безрозмірні  $z_i$  і  $z_{i+1}$ . Для цього визначають середні квадратичні відхили:

для посадок із зазором

$$\sigma_x = (S_{p\max} - S_{p\min}) / 6; \tag{10}$$

для посадок перехідних

$$\sigma_x = (S_{p\max} - N_{p\min}) / 6; \tag{11}$$

для посадок із натягом

$$\sigma_{\delta} = (N_{p\max} - N_{p\min}) / 6. \tag{12}$$

Потім задані інтервали  $X_i$  і  $X_{i+1}$  замінюють величинами

$$z_i = [S_i - S_{\text{сер}}(N_{\text{сер}})] / \sigma_x; \quad z_{i+1} = [S_{i+1} - S_{\text{сер}}(N_{\text{сер}})] / \sigma_x. \tag{13}$$

Тут  $S_{\text{сер}}(N_{\text{сер}})$  – середнє значення зазору-натягу для обраної посадки за формулою (2) або

$$S_{\text{сеп}}(N_{\text{сеп}}) = 0,5[S_{\text{pmax}}(N_{\text{pmax}}) + S_{\text{pmin}}(N_{\text{pmin}})] \quad (14)$$

Приклади розв'язання задач.

Приклад 1. На кресленику задана посадку  $\varnothing 63\text{H}8/\text{e}8$ . Визначити найбільші та найменші граничні та ймовірні зазори.

За табл. Г.14 і Г.17 [3] для заданих розміру і посадки (мкм):

$$ES = +46, EI = 0, E_{\text{сеп}} = +23, TD = 46; \quad es = -60, ei = -106, e_{\text{сеп}} = -83, Td = 46.$$

За формулами (2.6 і 2.7) найменший і найбільший граничні зазори:

$$S_{\text{min}} = EI - es = 0 - (-60) = 60 \text{ мкм}; \quad S_{\text{max}} = ES - ei = +46 - (-106) = 152 \text{ мкм}.$$

Граничне розсіювання зазору за формулою (7):  $t_{\Sigma} = 152 - 60 = 92 \text{ мкм}$ .

Середнє значення зазору по формулі (2):

$$S_{\text{сеп}} = 23 - (-83) - 0,1(46 + 46) = 96,8 \text{ мкм}.$$

Імовірне розсіювання зазору за формулою (4):

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{46^2 + 46^2} = 65,05 \text{ мкм}.$$

Найбільші і найменші ймовірні зазори по формулі (5):

$$S_{\text{pmax}} = 96,8 + 0,5 \cdot 65,05 = 129,33 \text{ мкм}; \quad S_{\text{pmin}} = 96,8 - 0,5 \cdot 65,05 = 64,27 \text{ мкм}.$$

Приклад 2. На кресленику задано посадку  $\varnothing 60\text{H}7/\text{k}6$ . Визначити найбільші і найменші граничні та ймовірні зазори і натяги в з'єднанні.

За табл. Г. 13 і Г. 15 [3] для заданих розміру і посадки (мкм):

$$ES = +30, EI = 0, E_{\text{сеп}} = +15, TD = 30; \quad es = +21, ei = +2, e_{\text{сеп}} = +11,5, Td = 19.$$

Найбільший граничний зазор:  $S_{\text{max}} = ES - ei = +30 - 2 = 28 \text{ мкм}$ .

Найбільший граничний натяг:  $N_{\text{max}} = es - EI = +21 - 0 = 21 \text{ мкм}$ .

Граничне розсіювання зазору-натягу за формулою (7):

$$t_{\Sigma} = S_{\text{max}} - S_{\text{min}} = 28 - (-21) = 49 \text{ мкм}.$$

Середнє значення зазору-натягу за формулою (2):

$$S_{\text{сеп}}(N_{\text{сеп}}) = 15 - 11,5 - 0,1(30 + 19) = -1,4 \text{ мкм}.$$

Імовірне розсіювання зазору-натягу за формулою (4):

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{30^2 + 19^2} = 35,5 \text{ мкм}.$$



Найбільші ймовірні зазори і натяги за формулою (5):

$$S_{p_{\max}} = -1,4 + 0,5 \cdot 35,5 = 16,35 \text{ мкм}; N_{p_{\max}} = 1,4 + 0,5 \cdot 35,5 = 19,15 \text{ мкм}.$$

Приклад 3. На кресленику задано посадку  $\varnothing 60H7/s6$ . Визначити найбільші і найменші граничні та ймовірні натяги у з'єднанні.

За табл. Г.13 і Г.15 [3] для заданих розміру і посадки (мкм):

$$ES = +30, EI = 0, E_{\text{сер}} = +15, TD = 30; es = +72, ei = +53, e_{\text{сер}} = +62,5, Td = 19.$$

Найменший і найбільший граничні натяги:

$$N_{\min} = ei - ES = (53 - 30) = 23 \text{ мкм}; N_{\max} = ES - ei = (+30 - 72) = -42 \text{ мкм}.$$

Граничне розсіювання натягу за формулою (7):

$$t_{\Sigma} = N_{\max} - N_{\min} = -42 - 23 = -65 \text{ мкм}.$$

Середнє значення та ймовірне розсіювання натягу за формулами (2) і (7):

$$N_{\text{сер}} = 62,5 + 0,1(30 + 19) - 15 = 52,4 \text{ мкм}; t_{\Sigma p} = \sqrt{30^2 + 19^2} = 35,5 \text{ мкм}.$$

Найбільші і найменші ймовірні зазори за формулою (7):

$$N_{p_{\max}} = 52,4 + 0,5 \cdot 35,5 = 70,15 \text{ мкм}; N_{p_{\min}} = 52,4 - 0,5 \cdot 35,5 = 34,65 \text{ мкм}.$$

Приклад 4. Для посадки  $\varnothing 71H7/e8$  (мкм):

$$ES = +30, EI = 0, E_{\text{сер}} = +15, TD = 30;$$

$$es = -60, ei = -106, e_{\text{сер}} = -83, Td = 46,$$

$$S_{\text{сер}} = 15 - (-83) - 0,1(30 + 46) = 90,4 \text{ мкм}.$$

$$S_{p_{\max}} = 90,4 + 0,5 \cdot 54,92 = 117,86 \text{ мкм}; S_{p_{\min}} = 90,4 - 0,5 \cdot 54,92 = 62,94 \text{ мкм}.$$

За формулою (10):  $\sigma_x = (117,86 - 62,94) / 6 = 9,15 \text{ мкм}.$

Визначити імовірність появи з'єднань із зазором, наприклад, в інтервалі від  $x_1 = 95 \text{ мкм}$  до  $x_2 = 110 \text{ мкм}$  (рис. 6).

Тоді за формулою (13)

$$z_1 = (95 - 90,4) / 9,15 = 0,5; z_2 = (110 - 90,4) / 9,15 = 2,14.$$

За даними табл. В.1 [2]:  $\Phi(z_1) = 0,1915$ ,  $\Phi(z_2) = 0,4838$  і ймовірність  $P(S) = 0,4838 - 0,1915 = 0,2923$ .

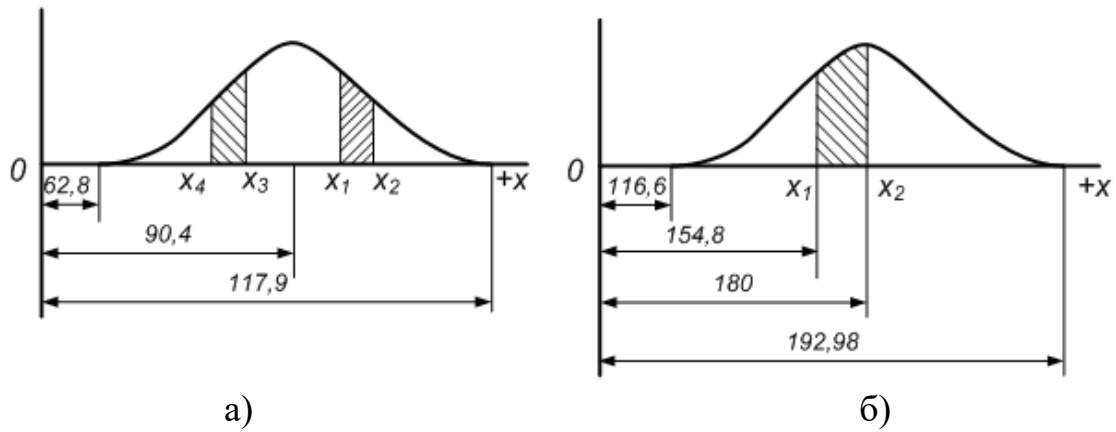


Рис. 6. До визначення ймовірності появи з'єднань з зазором (а) і з натягом (б)

Імовірність появи з'єднань із зазором в інтервалі від  $x_3 = 85$  мкм до  $x_4 = 172$  мкм (рис. 6) визначиться таким чином:

$$z_3 = (85 - 90,4) / 9,15 = -0,5; \quad z_4 = (72 - 90,4) / 9,15 = -2,01.$$

Тоді отримуємо:  $P(S) = 0,4778 - 0,2224 = 0,2554$ .

Приклад 5. У посадці  $\varnothing 110H8/u8$  (мкм):  $ES = +54$ ,  $EI = 0$ ,  $E_{\text{сеп}} = 27$ ;

$TD = 27$ ;  $es = +198$ ,  $ei = +144$ ,  $e_{\text{сеп}} = +171$ ,  $Td = 54$ .

$$N_{\text{сеп}} = 171 + 0,1(54 + 34) - 15 = 154,8 \text{ мкм}; \quad t_{\Sigma p} = \sqrt{54^2 + 54^2} = 76,38 \text{ мкм};$$

$$N_{p_{\text{max}}} = 154,8 + 0,5 \cdot 76,36 = 192,98 \text{ мкм}; \quad N_{p_{\text{min}}} = 154,8 - 0,5 \cdot 76,38 = 116,62 \text{ мкм}.$$

За формулою (2.134):

$$\sigma_x = (196,8 - 116,62) / 6 = 12,73 \text{ мкм}.$$

Потрібно визначити ймовірність появи з'єднань з натягом, наприклад, в інтервалі від  $x_1 = 154,8$  мкм до  $x_2 = 180$  мкм (рис. 6, б). Тоді

$$x_1 = (154,8 - 154,80) / 12,73 = 0; \quad x_2 = (180 - 154,8) / 12,73 = 1,98.$$

Отримуємо  $P(N) = 0,4761 - 0 = 0,4761$ .

У перехідних посадках найчастіше потрібно визначити ймовірність появи з'єднань зазором і ймовірність появи з'єднань з натягом. Тут можуть бути два граничних випадки. Перший, коли в перехідній посадці  $|S_{p_{\text{max}}}| > |N_{p_{\text{max}}}|$  (рис. 7, а), і другий, коли  $|S_{p_{\text{max}}}| < |N_{p_{\text{max}}}|$  (рис. 7, б).

У першому випадку визначають імовірність появи з'єднань із натягом  $P(N)$  (заштрихована область на рис. 7, а). Імовірність появи з'єднань із зазором у цьому випадку  $P(S) = 1 - P(N)$ .

У другому випадку визначають імовірність появи з'єднань із зазором  $P(S)$  (заштрихована область на рис. 7, б). Імовірність появи з'єднань із натягом  $P(N) = 1 - P(S)$ .

Так, наприклад, посадка H7/js6 відноситься до першого, а посадка H7/k6 до другого випадків.

Приклад 6. У посадці  $\varnothing 45H7/js6$  (мкм):

$$ES = +25, EI = 0, E_{\text{сер}} = +12,5, TD = 25; es = +8, ei = -8, e_{\text{сер}} = 0, Td = 16.$$

$$S_{\text{сер}} = 12,5 - 0 - 0,1(25 + 16) = 8,4 \text{ мкм}; t_{\Sigma p} = \sqrt{25^2 + 16^2} = 29,68 \text{ мкм};$$

$$S_{\text{pmax}} = 8,4 + 0,5 \cdot 29,68 = 23,24 \text{ мкм}; \sigma_s = (23,24 + 6,44) / 6 = 4,95.$$

Значення  $x_1$  і  $x_2$ , що відсікають область з'єднань з натягом:  $x_1 = 0$  і  $x_2 = -6,44$  мкм. Тоді  $z_1 = (0 - 8,4) / 4,95 = -1,7$ ;  $z_2 = (-6,44 - 8,4) / 4,95 = -3$ .

Використавши табл. В.1 [3], знаходимо, що ймовірність з'єднань із натягом  $P(N) = 0,4986 - 0,4554 = 0,0432$ , а ймовірність ж появи з'єднань із зазором  $P(S) = 1 - 0,0432 = 0,9568$ .

Приклад 7. Для посадки  $\varnothing 45H7/k6$  (мкм):

$$ES = 25, EI = 0, E_{\text{сер}} = 12,5, TD = 25; N_{\text{сер}} = 12,5 - 10 - 0,1(25 + 16) = -1,6 \text{ мкм};$$

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{25^2 + 16^2} = 29,68 \text{ мкм}.$$

$$S_{\text{pmax}} = -1,6 + 0,5 \cdot 29,68 = 13,24 \text{ мкм}; N_{\text{pmax}} = 1,6 + 0,5 \cdot 29,68 = 16,44 \text{ мкм}.$$

$$\sigma_s = 29,68 / 6 = 4,95.$$

Значення  $x_1$  і  $x_2$ , що обмежують область з'єднань з зазором:  $x_1 = 0$ ,  $x_2 = 13,24$  мкм. Тоді  $z_1 = [(0 - (-1,6)) / 4,95 = 0,32$ ;  $z_2 = [13,24 - (-1,6)] / 4,95 = 3$ .

За даними табл. В.1 [3] знаходимо ймовірність появи з'єднань із зазором  $P(S) = 0,4986 - 0,1255 = 0,3731$ .

Імовірність появи з'єднань із натягом  $P(N) = 1 - 0,3731 = 0,6269$ .

Приклад 8. У посадці  $\varnothing 45H7/m6$ :  $S_{pmax} = 6,24$  мкм,

$N_{pmax} = 23,44$  мкм,  $N_{сер} = -8,6$  мкм,  $\sigma_s = 4,95$  мкм.

Потрібно визначити ймовірність появи з'єднань із натягом, наприклад, в інтервалі від  $x_1 = -5$  мкм до  $x_2 = 4,95$  мкм (рис. 2.211, в). Тоді

$z_1 = [-5 - (-8,4)] / 4,95 = 0,72$ ;  $z_2 = [-15 - (-8,6)] / 4,95 = -1,29$ ;

$z_3 = [-8,6 - (-8,6)] / 4,95 = 0$ .

Імовірності появи сполучень в інтервалах:

$x_3 \dots x_1$   $P(N) = 0,2642 - 0 = 0,2642$ ;  $x_3 \dots x_2$   $P(N) = 0,4015 - 0 = 0,4015$ ;

$x_1 \dots x_2$   $P(N) = 0,2642 + 0,4015 = 0,6657$ .

Приклад 9. Дано з'єднання

$\varnothing 60 \frac{H7^{(+0,030)}}{m6^{(+0,030/+0,011)}}$ . Натяг може бути в границях

від 0 до 30 мкм, зазор від 0 до 19 мкм. Допуск посадки, рівний сумі допусків отвору і вала, становить 49 мкм. Враховуємо, що розсіювання розмірів отвору і вала, а також зазорів (натягів) підпорядковується закону нормального розподілення і допуск деталей дорівнює полю розсіювання, тобто  $T = 6\sigma$ . Враховуючи прийняті умови, маємо:

$$\sigma_D = TD / 6 = 30 / 6 = 5 \text{ мкм}; \quad \sigma_d = 19 / 6 = 3,17 \text{ мкм}$$

Середній квадратичний відхил:

$$\sigma_{noc} = \sqrt{\sigma_D^2 + \sigma_d^2} = \sqrt{5^2 + 3,17^2} \approx 6 \text{ мкм.}$$

За середніх розмірів отвору і вала маємо натяг 5,5 мкм. Враховуємо ймовірність того, що значення натягу – в межах від 0 до 5,5 мкм, тобто знайдемо площу, що

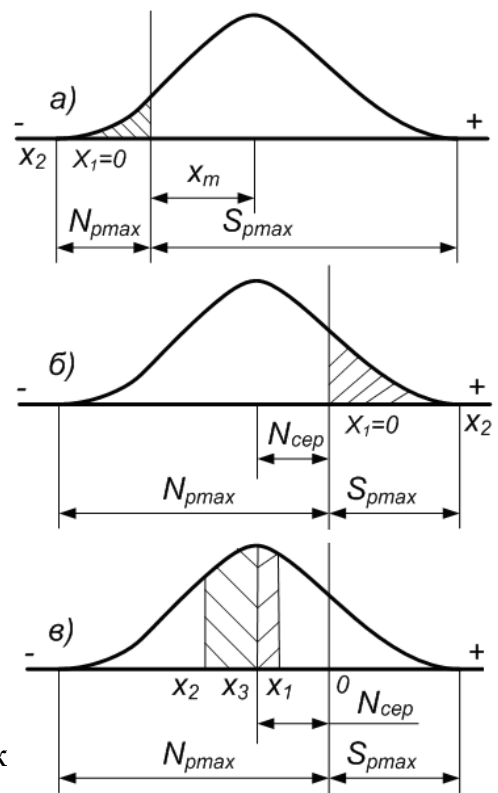


Рис. 7. До визначення ймовірності появи з'єднань з зазором і ймовірності появи з'єднань з натягом

обмежена лінією симетрії кривої і ординатою, що розташована на відстані 5,5 мкм від лінії симетрії.

Для даного прикладу

$$x = 5,5 \text{ мкм}, z = x / \sigma_{\text{пос}} = 5,5 / 6 = 0,91.$$

За табл. В.1 [3] знаходимо  $\Phi(0,91) = 0,3186$ . Імовірність одержання натягів у з'єднанні:  $P_N = 0,5 + \Phi(x) = 0,5 + 0,3186 = 0,8186$  або 81,86 %.

Імовірність одержання зазорів у з'єднанні:

$$P'_S = 1 - P'_N = 1 - 0,8186 = 0,1814 \text{ або } 18,4\%.$$

Імовірний натяг

$$-5,5 - 3\sigma = -5,5 - 3 \cdot 6 = -23,5 \text{ мкм}$$

і зазор

$$-5,5 + 3\sigma = -5,5 + 3 \cdot 6 = +12,5 \text{ мкм практично є граничними.}$$

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дунаев П. Ф. Допуски и посадки. Обоснование выбора: учеб. пособие [для студентов машиностроительных вузов] / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов, Л. П. Варламова. – М.: Высш. шк., 1984. – 112 с.
2. Взаємозамінність та технічні виміри: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / [Г. О. Іванов, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт. – К.: Видавництво “Аграрна освіта”, 2006. – 335 с.
3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Практикум : підруч. для студ. вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, Полянський П.М.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна. – Миколаїв : МНАУ, 2016. – 388 с.
4. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання [підручник для студ. вищ. навч. закл.] / Г.О. Іванов, В.С. Шебанін, Д.В. Бабенко та ін; за ред. Г.О. Іванова і В.С. Шебаніна. – [2-е вид., перероб. і допов.]. – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 577 с.

5. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Курсове проектування [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / Г.О. Іванов, В.С. Шибанін, Д.В. Бабенко та ін; за ред. Г.О. Іванова і В.С. Шибаніна. – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2011. – 291 с.

6. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: справочник в 2 т. – [2-е изд., перераб. и доп.]. М.: Издательство стандартов, 1989. Т. 1. – 263 с.

7. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: справочник в 2 т. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Издательство стандартов, 1989. Т. 2: Контроль деталей. – 208 с.

8. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. / В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. – [6-е изд., перераб. и доп.]. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. Ч. 2. – 448 с.

9. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. / В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. – [6-е изд., перераб. и доп.]. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. Ч. 1. – 543 с.

10. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять: ДСТУ 3321:2006. – [Чинний від 2006-10-01]. – Видання офіційне. К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 51 с. – (Національний стандарт України).

*Расчет и выбор переходных посадок имеет важное значение для неподвижных, но разъемных соединений и для более точного центрирования деталей. Характер посадок определяется вероятностью появления в них натягов и зазоров.*

*Расчеты вероятности натягов и зазоров основываются на нормальном распределении размеров деталей при изготовлении. Распределение натягов и зазоров в этом случае также подчиняется нормальному закону, а вероятность их появления определяется с помощью интегральной функции вероятности.*

## СЕКЦІЯ «ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ І СТАНДАРТИЗАЦІЇ»

УДК 621.91.02

### ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ЗБІРНИХ РІЗЦІВ НА ОСНОВІ РОЗРАХУНКУ РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ

*Ю.В. Коцун, здобувач вищої освіти*

*Ю. І. Адаменко, кандидат технічних наук, доцент*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського*

#### *Анотація*

*Визначена похибка радіального та осевого зміщення різальної пластини в корпусі різця для контурного точіння за ГОСТ 20872-80. Встановлено, що похибка положення різальної пластини у разі її закріплення клином на штифт є суттєвою та відповідає грубим квалітетам точності.*

*Ключові слова:* різець токарний, пластина різальна, розмірний ланцюг, вузол кріплення.

В умовах автоматизованого виробництва широко використовують токарні збірні різці, оснащені змінними багатогранними пластинами з твердих сплавів. Для контурної обробки деталей використовують збірні токарні різці за ГОСТ 20872 [1]. Схема обробки деталі на верстаті з числовим програмним керуванням наведена на рис. 1. Деталь закріплена в патроні токарного верстата і швидко обертається навколо своєї осі. Різець закріплений в різцетримачі на супорті верстата. Для обробки деталі по контуру різцю надають рух подачі відразу у двох напрямках – у напрямку вздовж осі деталі  $S_x$  та в напрямку, перпендикулярному до осі деталі  $S_y$ . Залежно від співвідношення одночасних двох рухів подачі можна обробляти різноманітні циліндричні, торцеві, конічні та криволінійні поверхні.

В стандарті для контурної обробки передбачені різці з кутами в плані  $\varphi=93^\circ$  та  $\varphi=63^\circ$ . Вибір одного чи іншого різця залежить від конфігурації деталі.

Різець складається з таких частин (рис. 1): державки 1, різальної пластини 2, опорної пластини 3, клину 4, гвинта 5 та штифта 6. Державка 1 призначена для розміщення на ній вузла кріплення різальної пластини та закріплення в різцетримачеві верстата. Різальна пластина 2 виготовлена з інструментального матеріалу (твердого сплаву) і призначена для врізання в матеріал заготовки та видалення шару матеріалу шляхом перетворення його в стружку з утворенням обробленої поверхні деталі. Опорна пластина 3, так же як і різальна, виготовлена з твердого сплаву та призначена для підвищення жорсткості конструкції.

Закріплення різальної пластини в корпусі державки здійснюється наступним чином. Опорна пластина 3 встановлюється в гнізді корпусу 1 і притискається до нього за допомогою штифта 6, який запресовують в державку. На штифт вільно насаджується різальна пластина 2 з кріпильним отвором. Загвинчування гвинта 5 призводить до переміщення клину 4, який однією робочою поверхнею спирається на паз у корпусі, а іншою притискає різальну пластину до нерухомого штифта. У процесі роботи різця різальна пластина поступово зношується, і тоді многогранну пластину повертають на іншу грань, а згодом замінюють зношену пластину новою.

Похибки виготовлення змінної многогранної пластини та елементів вузла їх кріплення призводять до виникнення похибок базування під час заміни або повороту різальної пластини, що викликає додаткові похибки оброблення заданої деталі.

Метою дослідження є порівняльний аналіз впливу допусків елементів різальної пластини на точність збірного токарного різця при розрахунку розмірного ланцюга методом максимуму-мінімуму та ймовірнісним методом.

Для оснащення різців для контурної обробки використовують тригранні різальні пластини за ГОСТ 19046-80 [2].



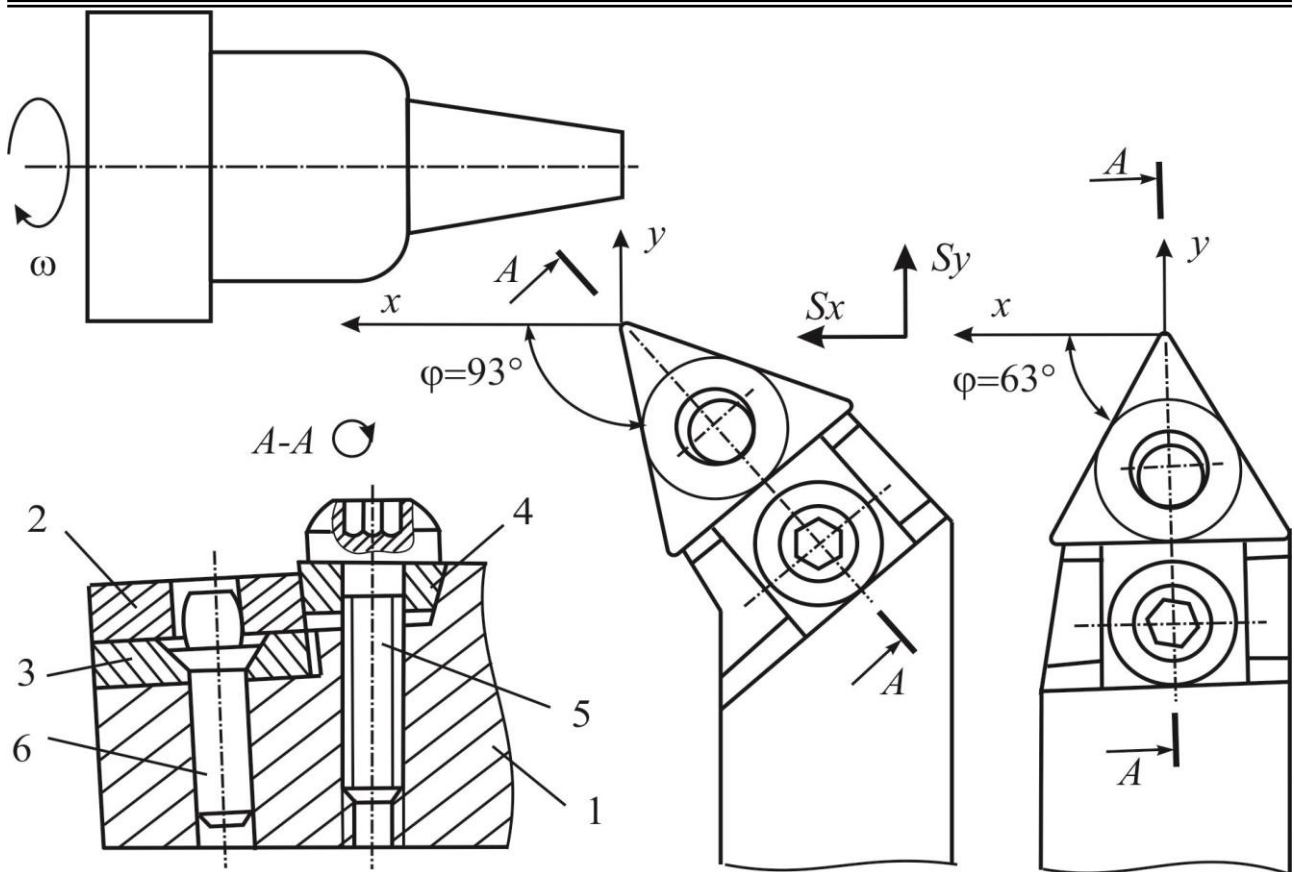


Рис. 1. Схема контурного точіння деталі збірними різцями

Геометрія пластини визначається наступними параметрами:  $l$  – довжина різальної кромки,  $d$  – діаметр вписаного кола,  $m$  – розмір, що визначає положення вершини пластини,  $d_1$  – діаметр центрального отвору,  $s$  – товщина пластини,  $r$  – радіус вершини (рис. 2). Числові значення параметрів пластини наведені в табл. 1.

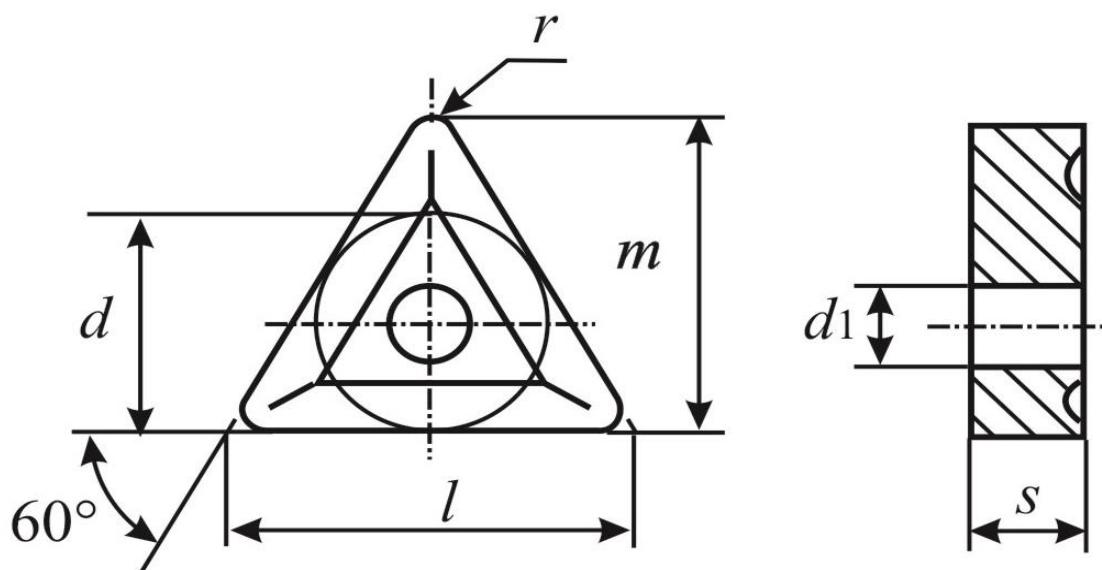


Рис. 2. Геометричні параметри різальної пластини

Розміри змінних многогранних різальних пластин, мм (за ГОСТ 19046-80)

№	$l$	$d$	$d_1$	$S$	$r$	$M$
1	16,5	9,525	3,81	3,18	0,4	13,891
2					0,8	13,494
3					1,2	13,097
4				4,76	0,4	13,891
5					0,8	13,494
6					1,2	13,097
7	22,0	12,700	5,16	4,76	0,4	18,653
8					0,8	18,256
9					1,2	17,859
10					1,6	17,463
11	27,5	15,875	6,35	6,35	1,2	22,626
12					1,6	22,225

Похибку базування різальних пластини визначають шляхом розрахунку розмірних ланцюгів [3], [4] та ін. На рис. 3 наведена схема розмірного ланцюга, що визначає положення різальної пластини правильної тригранної форми в корпусі різця з базуванням по штифту (рис. 3).

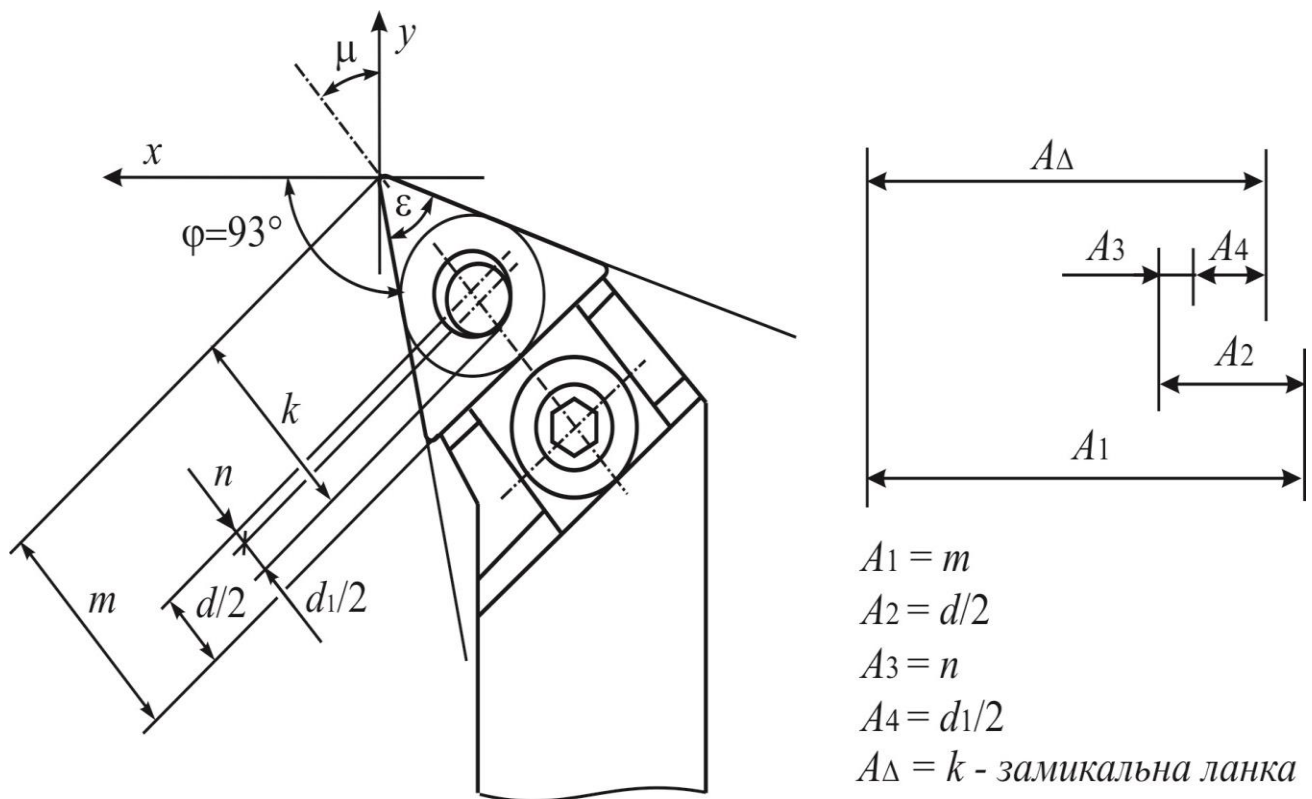


Рис. 3. Схема розмірного ланцюга

Складовими ланками ланцюга є:

- $A_1 = t$ , де  $t$  – розмір різальної пластини, що визначає положення вершини пластини відносно бічної опорної поверхні;
- $A_2 = d/2$ , де  $d$  – діаметр вписаного кола пластини;
- $A_3 = n$ , де  $n$  – відхилення від співвісності осей отвору і вписаного кола;
- $A_4 = d_1/2$ , де  $d_1$  – діаметр кріпильного отвору пластини;
- $A_{\Delta} = k$  – замикальна ланка розмірного ланцюга, це розмір між бічною опорною поверхнею отвору різальної пластини та її вершиною.

Визначимо параметри замикальної ланки за методом максимуму-мінімуму та за ймовірнісним методом.

**Метод максимуму-мінімуму.** Номінальний розмір замикальної ланки  $A_{\Delta}$  визначається як різниця номінальних розмірів збільшувальних та зменшувальних ланок розмірного ланцюга [5], тобто:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^m \bar{A}_i - \sum_{j=1}^n \bar{A}_j, \quad (1)$$

де  $\bar{A}_i$  – номінальні розміри збільшувальних ланок;

$\bar{A}_j$  – номінальні розміри зменшувальних ланок;

$m$  – кількість збільшувальних ланок;

$n$  – кількість зменшувальних ланок.

В даному ланцюгу збільшувальними є ланки  $A_1$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ , а зменшувальною – ланка  $A_2$ . Отже номінальний розмір замикальної ланки:

$$A_{\Delta} = A_1 + A_3 + A_4 - A_2 \quad (2)$$

Допуск замикальної ланки визначається як сума допусків усіх складових ланок:

$$TA_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m+n} TA_i = TA_1 + TA_2 + TA_3 + TA_4 \quad (3)$$

**Ймовірнісний метод.** Номінальний розмір замикальної ланки визначається аналогічно до методу максимуму-мінімуму за формулою (1).

Допуск замикальної ланки за умови, що розподілення похибок складових ланок відповідає нормальному закону, визначається за формулою:

$$TA_{\Delta} = \sqrt{TA_1^2 + TA_2^2 + TA_3^2 + TA_4^2} \quad (4)$$

Замикальна ланка  $A_{\Delta}$  лежить на прямій, яка є віссю симетрії різальної пластини, але практичний інтерес мають похибки базування різця в радіальному та осьовому напрямках. Похибка в радіальному напрямку, тобто в напрямку, перпендикулярному до осі обертання деталі на верстаті, визначає дійсний виліт різця і впливає на розмір обробленої деталі. Похибка в осьовому напрямку впливає на розміри, виміряні вздовж осі деталі.

Радіальну похибку базування пластини можна визначити за формулою:

$$\Delta y = TA_{\Delta} \cdot \cos \mu,$$

де  $\mu$  - кут між напрямком похибки  $TA_{\Delta}$  і радіальним напрямком, тобто віссю  $y$  (рис. 3) і визначається за формулою;

$$\mu = (\varphi + \varepsilon/2) - 90^{\circ},$$

де  $\varepsilon$  - кут при вершині різальної пластини

Похибка в осьовому напрямку:

$$\Delta x = TA_{\Delta} \cdot \sin \mu,$$

Визначимо похибку базування різальної пластини за наступних умов:

- різець токарний збірний з кутом в плані  $\varphi = 93^{\circ}$ ;
- геометричні параметри пластини: довжина різальної кромки  $l = 16,5$  мм, товщина  $s = 3,18$  мм, радіус різальної кромки  $r = 0,4$  мм;
- клас допуску пластини  $U$ .

**Метод максимуму-мінімуму.** Номінальні розміри складових ланок беруть за табл. 1:

$$A_1 = m = 13,891 \text{ мм}; \quad A_2 = d/2 = 9,525/2 = 4,7625 \text{ мм};$$

$$A_3 = n = 0 \text{ мм}; \quad A_4 = d_1/2 = 3,81/2 = 1,905 \text{ мм}.$$

Номинальний розмір замикальної ланки за формулою (2):

$$A_{\Delta} = A_1 + A_3 + A_4 - A_2 = 13,891 + 0 + 1,905 - 4,7625 = 11,0335 \text{ мм}$$

Числові значення допусків вибирають за ГОСТ 19086-80 [6], (табл. 2).

- допуск на величину  $t$  пластини:  $TA_1 = T_m = 0,54$  мм (відхилення на розмір  $t$  складає  $\pm 0,27$  мм);
- допуск на половину діаметра вписаного кола:  $TA_2 = T_{0,5d} = 0,08$  мм (відхилення на розмір  $d$  складає  $\pm 0,08$  мм);
- допуск на відхилення від співвісності осей отвору і вписаного кола  $TA_3 = T_n = 0,1$  мм;
- допуск на половину діаметра отвору пластини  $TA_4 = T_{0,5d_1} = 0,13$  мм (відхилення на розмір  $d_1$  складає  $\pm 0,13$  мм).

Допуск замикальної ланки за формулою (3):

$$TA_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m+n} TA_i = TA_1 + TA_2 + TA_3 + TA_4 = 0,54 + 0,08 + 0,1 + 0,13 = 0,85 \text{ мм.}$$

Таблиця 2

Граничні відхилення лінійних розмірів різальних пластин залежно від класу допуску, мм (за ГОСТ 19086-80, фрагмент)

Параметр	Значення	Класи допусків	
		U	M
Діаметр вписаного кола $d$ , мм	... 10	$\pm 0,08$	$\pm 0,05$
	10,0...12,7	$\pm 0,13$	$\pm 0,08$
	12,7...22,25	$\pm 0,18$	$\pm 0,10$
	22,25...30,0	$\pm 0,25$	$\pm 0,13$
Розмір $t$ при діаметрі $d$ , мм	... 10	$\pm 0,13$	$\pm 0,11$
	10,0...12,7	$\pm 0,20$	$\pm 0,15$
	12,7...22,25	$\pm 0,27$	$\pm 0,18$
	22,25...30,0	$\pm 0,38$	-
Товщина $s$		$\pm 0,13$	$\pm 0,13$
Радіус при вершині $r$		$\pm 0,10$	$\pm 0,1$
Діаметр отвору $d_1$ , мм		$\pm 0,13$	$\pm 0,10$
Відхилення від симетричності отвору відносно задніх поверхонь		0,100	0,100

Обчислюється значення кута  $\mu$ :

$$\mu = (\varphi + \varepsilon / 2) - 90^\circ = 93 + 60 / 2 - 90 = 33^\circ,$$

Похибка базування в радіальному напрямку:

$$\Delta y = TA_{\Delta} \cdot \cos \mu = 0,85 \cdot \cos 33^\circ = 0,713 \text{ мм}$$

Похибка базування в осьовому напрямку:

$$\Delta x = TA_{\Delta} \cdot \sin \mu = 0,85 \cdot \sin 33^\circ = 0,463 \text{ мм}$$

**Ймовірнісний метод.** Номінальний розмір замикальної ланки:

$$A_{\Delta} = 11,0335 \text{ мм.}$$

Допуск замикальної ланки за формулою (4):

$$TA_{\Delta} = \sqrt{TA_1^2 + TA_2^2 + TA_3^2 + TA_4^2} = \sqrt{0,54^2 + 0,08^2 + 0,1^2 + 0,13^2} = 0,57 \text{ мм.}$$

Похибка базування в радіальному напрямку:

$$\Delta y = TA_{\Delta} \cdot \cos \mu = 0,57 \cdot \cos 33^\circ = 0,478 \text{ мм}$$

Похибка базування в осьовому напрямку:

$$\Delta x = TA_{\Delta} \cdot \sin \mu = 0,57 \cdot \sin 33^\circ = 0,310 \text{ мм}$$

Для різця ( $\varphi=63^\circ$ ), і тієї ж пластини ( $l = 16,5$  мм,  $s = 3,18$  мм,  $r = 0,4$  мм, клас допуску  $U$ ) похибки складають: за методом максимуму-мінімуму радіальна  $\Delta y = 0,849$  мм та осьова  $\Delta x = 0,044$  мм; за ймовірнісним методом радіальна  $\Delta y = 0,569$  мм та осьова  $\Delta x = 0,030$  мм.

З наведених розрахунків похибок базування пластин можна зробити висновок, що ймовірнісний метод розрахунку дає можливість підвищити точність замикальної ланки приблизно на 33%. Радіальна похибка  $\Delta y$ , що визначає точність радіального розміру деталі є суттєвою. Мінімальне значення похибки складає  $\Delta y = 0,478$  мм. Це значення, наприклад, відповідає щонайменше 14 квалітету точності під час обробки деталей в інтервалі розмірів від 30 до 50 мм, і це не враховуючи похибок, спричинених іншими факторами - похибками верстата, пристосування, пружними та тепловими деформаціями тощо. Отже, метод кріплення багатогранної різальної пластини клином з базуванням по штифту не забезпечує достатньої точності після

повороту або заміни різальної пластини і потребує щоразу прив'язки до оброблювальної деталі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 20872-80 Резцы токарные сборные для контурного точения с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин. Конструкция и размеры

2. ГОСТ 19046-80 Пластины режущие сменные многогранные твердосплавные трехгранной формы с отверстием и стружколомающими канавками на одной стороне. Конструкция и размеры

3. Артамонов Е.В. Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев; под общ. ред. М.Х. Утешева. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 152 с. ISBN 978-5-9961-0453-6

4. Петрушин С.И., Грубый С.В. Обработка чугунов и сталей сборными резцами со сменными многогранными пластинами. - Томск: Изд. ТПУ, 2000. - 156 с.

5. Палей М.А. и др. Допуски и посадки: Справочник: В 2 ч. Ч.2 – 8-е изд., - СПб.: Политехника, 2001. – 608 с., ISBN 5-7325-0514-8 (Ч. 2)

6. ГОСТ 19086-80 Пластины сменные многогранные твердосплавные. Технические условия

### *Аннотация*

*Определена погрешность радиального и осевого смещения режущей пластины в корпусе резца для контурного точения по ГОСТ 20872-80. Установлено, что погрешность положения режущей пластины в случае ее закрепления клином на штифт является существенной и соответствует грубым качествам точности.*

*Ключевые слова:* резец токарный, пластина режущая, размерный цепь, узел крепления.

УДК 006.015.2

## СТАНДАРТИЗАЦІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ ТА ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Ю. О. Деркач, Є. І. Чечель, здобувачі вищої освіти*

*М. О. Клименко, кандидат технічних наук, доцент*

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

### *Анотація*

*В статті аналізується процедура підтвердження відповідності будівельної техніки і експлуатаційних матеріалів в Україні та Європейському Союзі, її основні особливості та вимоги. Визначаються загальні основи стандартизації та сертифікації. Розглянуто питання, пов'язані з стандартизацією і сертифікацією продукції. Обґрунтовано необхідність використання стандартизації і сертифікації як методів забезпечення якості продукції.*

*Ключові слова: стандартизація, сертифікація, оцінка відповідності, продукція, виробництво, якість, технічні стандарти.*

### **Постановка проблеми.**

В сучасних умовах розвитку економіки питання відповідності продукції, в тому числі машинобудівної, набуває особливої актуальності. Підприємства прагнуть не тільки отримати можливість розміщувати свою продукцію на ринку України, а й збільшити свою конкурентоспроможність, підвищити прихильність споживачів. Деякі з них досягають цієї мети шляхом економії на відповідності та якості продукції для досягнення нижчої ціни. Саме для дотримання вимог якості продукції на вітчизняному ринку розроблено запроваджено процедуру сертифікації та підтвердження відповідності [1]. Проте законодавчі зміни впроваджені останнім часом вносять суттєві



відмінності в порядок як підтвердження відповідності, так і ринкового нагляду за продукцією [6].

### **Аналіз останніх досліджень.**

У світовій і вітчизняній практиці застосовуються різні процедури і методи підтвердження відповідності продукції заданим вимогам [4].

Підтвердження відповідності і сертифікація стали складовою частиною будь-якої інфраструктури ринкової економіки, що ефективно функціонує. Незалежна сертифікація серед цих способів підтвердження відповідності займає особливе місце, оскільки вона виконується третьою стороною, незалежною від виготовлювачів, завдяки чому забезпечується висока достовірність її результатів [2]. Дослідженнями міжнародної стандартизації та сертифікації займаються такі науковці як Віткін Л., Луценко Д. [5], Кунц О. [2], Салухіна Н. Г., Язвінська О. М. [2], та інші. Ці напрацювання знаходять своє використання як на підприємствах України, завдяки працям Шальман Т. [3], так і в міждержавній стандартизації, дякуючи роботам Сліпця О., Ваніфатової Л., Пшеничої О. [4].

**Мета статті:** обґрунтування того, що на сучасному етапі розвитку виробництва машинобудівної продукції стандартизація, сертифікація та підтвердження відповідності є необхідними умовами забезпечення якості продукції, визначення основоположних нормативних документів в сфері машинобудування та експлуатації машин.

### **Викладення основного матеріалу.**

Однією з сучасних особливостей торгівлі на світовому ринку є необхідність підготовки дозвільних документів вже на стадії запуску першої (можливо пробної) партії товару, оскільки споживачеві продукція потрібна сьогодні, а не тоді, коли виробник вирішить провести процедуру сертифікації для ринку споживача. Тим більше, що процедура з підтвердження відповідності займає певний час. У будь-якій країні світової спільноти при вивезенні товарів закордон, промислова галузь повинна відповідати технічним регламентам, процедурам оцінки відповідності та сертифікації світовим стандартам, що

сприяє загальній інтеграції до спільноти світової торгівлі. Тим не менш, іноді вимоги з технічного регулювання можуть накласти обмеження на торгівлю, тому будь-які заходи регулювання стосовно продукції мають бути відповідними до мети регулювання, що забезпечується країнами Європейського Союзу на внутрішньому та зовнішньому ринках. У ЄС вжито заходів, які сприяють міжнародній торгівлі різною продукцією між Європейським Співтовариством третіми країнами.

Сертифікація та підтвердження відповідності продукції звичайно базується на проведенні випробувань її зразків та/або оцінюванні умов її виробництва і подальшому нагляді (інспекційному контролі) за продукцією та/або її виробництвом. Можливість поєднувати різні способи виконання операцій сертифікації дозволяє забезпечити надійний рівень доказу наявності відповідності. Традиційно сертифікація використовується насамперед для підтвердження відповідності вимогам безпеки. Однак в останні роки сфера її діяльності істотно розширилась: за допомогою підтвердження відповідності тепер перевіряються такі технічні характеристики, як взаємозамінність, функціональна сумісність, ефективність енергоспоживання і ресурсозабезпечення тощо. Сертифікація та підтвердження відповідності продукції на основі визначених на міжнародному рівні принципів і процедур є найважливішим кроком встановлення взаємної довіри до результатів перевірки та оцінювання відповідності і, як наслідок, до взаємовигідної співпраці через пониження і усунення технічних бар'єрів у торгівлі. Це зумовило велику увагу до підтвердження відповідності діяльності різних міжнародних і регіональних організацій (ISO, IEC тощо).

Не дивлячись на так звану простоту принципів підтвердження відповідності, воно є дуже складною галуззю діяльності, яке вимагає професійних знань і специфічного досвіду в багатьох видах діяльності (економіці, законодавстві, стандартизації, управлінні якістю, системотехніці, випробуваннях). За визначенням, що міститься в Настановах ISO/IEC 2 (1991 р.), сертифікація належить до однієї з процедур підтвердження відповідності

продукції заданим вимогам і визначається як "процедура, за допомогою якої третя сторона письмово завіряє (за допомогою сертифіката відповідності), що продукція, процес чи послуга відповідають заданим вимогам".

Істотні в цьому визначенні такі ознаки.

По-перше, сертифікація виконується третьою стороною, під якою, за визначенням ISO/IEC, мається на увазі "особа чи орган, які визнаються незалежними від сторін, що беруть участь у розгляді питання". Ці сторони представляють, як правило, інтереси постачальників (перша сторона) і покупців (друга сторона). У багатьох країнах під третьою стороною розуміються відповідні неурядові приватні чи громадські організації і сертифікацією називають лише їх діяльність з підтвердження відповідності. Діяльність з підтвердження відповідності проводиться на відповідність законодавчим, тобто обов'язковим технічним регламентам, і за її результатами приймається рішення про допуск на ринок. Віднесення того чи іншого суб'єкта економічної або адміністративної діяльності до третьої сторони - достатньо тонке і неоднозначне вирішуване завдання. Критерій тут один - можливість впливу на суб'єкт (організацію) з боку виготовлювачів та споживачів через його адміністративну чи фінансову залежність від них чи наявність економічної (чи іншої) зацікавленості в успішних результатах сертифікації.

По-друге, з визначення сертифікації виходить, що вона передбачає попереднє встановлення вимог до об'єкта сертифікації, після чого і може бути виконана. Без встановлених (не заданих раніше) вимог сертифікацію проводити неможливо.

По-третє, результати сертифікації письмово завіряються спеціальним документом - сертифікатом відповідності або декларацією відповідності. За Настановами ISO/IEC 2 сертифікат відповідності - "документ, виданий відповідно до правил системи сертифікації, який вказує, що забезпечується необхідна впевненість в тому, що належним чином ідентифікована продукція, процес чи послуга відповідає конкретному стандарту чи іншому нормативному документу". З цього визначення видно, що сертифікат дає певний рівень (не

абсолютний) впевненості про наявність відповідності. Для цього сертифікація повинна володіти набором доказів, а також документованим чи іншим підтвердженням отримання і наявності цих доказів. Вони повинні створювати необхідну впевненість відповідності, а отже, повинен бути узгоджений (встановлений) рівень необхідної впевненості, під який і збираються докази. Чим більша повинна бути впевненість, тим важливіші повинні бути докази.

При сертифікації, як правило, проводяться:

- випробування продукції, як перед виданням сертифіката для первинного підтвердження відповідності, так і після для періодичної перевірки стабільності відповідності шляхом інспекційного контролю;
- первинне оцінювання стану виробництва продукції;
- подальший (після надання сертифіката) інспекційний контроль за продукцією і виробництвом.

На сьогоднішній день панує думка про те, що оцінці відповідності підлягає тільки продукція харчової та косметичної промисловості. Насправді, до такої, що підлягає оцінці відповідності, належить будь-яка продукція, яка тим, чи іншим чином пов'язана з безпекою людини, або яким-небудь чином впливає на життя та здоров'я. Таким чином, продукція промисловості будівельних матеріалів та виробів, а також будівельна техніка та паливно-мастильні матеріали також підлягають оцінці відповідності.

Оцінка відповідності будівельних матеріалів та будівельної техніки здійснюється в Україні в єдиній системі, до складу якої входять: органи з сертифікації, які безпосередньо надають сертифікати відповідності, а також випробувальні центри та випробувальні лабораторії, які здійснюють випробування продукції. Як органи з сертифікації, так і випробувальні лабораторії та випробувальні центри визначаються третьою стороною і акредитуються в системі на право сертифікації або випробування певного типу продукції.

На сьогодні в Україні законодавство в напрямку оцінки відповідності складається з наступних нормативних документів[1, 6, 7]:

- закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» від 15 січня 2015 № 124-VIII
- закон України «Про державний ринковий нагляд і контроль нехарчової продукції» від 2 грудня 2010 року № 2735-VI
- закон України «Про загальну безпечність нехарчової продукції» від 2 грудня 2010 року №2736-VI

Метою прийняття цих законів є запровадження європейського підходу до здійснення контролю та нагляду: перенесення його зі стадії виробництва на стадію обігу продукції, що суттєво зменшує втручання державних органів у діяльність суб'єктів господарювання, а також максимально тісної взаємодії між суб'єктами господарювання та регулюючими органами, що забезпечує більш ефективний контроль безпеки продукції та оперативне реагування у випадку виявлення її небезпечності.

Відповідно до ст. 5 закону № 2736-VI закон України «Про загальну безпечність нехарчової продукції» продукція вважається безпечною, якщо вона відповідає вимогам щодо забезпечення безпечності продукції, встановленим законодавством. У разі відсутності законодавчих вимог щодо забезпечення безпечності продукції відповідна продукція вважається безпечною, якщо орган державного ринкового нагляду не доведе, що така продукція є небезпечною. Доказом безпечності продукції є її відповідність національним стандартам, що гармонізовані з відповідними європейськими стандартами.

Перелік таких гармонізованих національних стандартів щороку станом на 1 січня оприлюднюється шляхом його опублікування у друкованому засобі масової інформації центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері стандартизації. У разі відсутності гармонізованих стандартів під час доведення того, що продукція є безпечною, може враховувати в такій послідовності:

- 1) національні стандарти інших держав, гармонізовані з відповідними європейськими та міжнародними стандартами;
- 2) регіональні стандарти відповідно до міжнародних договорів України;

- 3) інші національні стандарти, крім гармонізованих;
- 4) кодекси усталеної практики у відповідних галузях;
- 5) досягнення науки і техніки у сфері безпеки продукції;
- 6) очікування споживачів (користувачів) щодо безпеки продукції

На ринку Європейського Союзу перед визначенням безпосередньої процедури підтвердження відповідності продукції необхідно встановити значення відповідних Директив ЄС та їх використання на практиці. Європейські (як і національні) стандарти в переважній більшості мають рекомендаційний характер, Таким чином, виробник вже сам приймає рішення про їх дотримання при виробництві продукції, але у випадку недотримання загальноприйнятих стандартів, він вже має довести своєму потенційному споживачеві, що були прораховані всі ризики та кінцева продукція є безпечною для здоров'я громадян та оточуючого середовища.

Після скасування з 2016 року дії міждержавних стандартів ГОСТ по багатьох групах продукції машинобудування, а також за експлуатаційними матеріалами склалася важка ситуація, що обумовлена наступним:

- скасовані міждержавні стандарти ГОСТ (як радянських часів, так і введених в дію за часів незалежності України);
- немає багатьох національних стандартів, гармонізованих з міжнародними або європейськими;
- немає власних національних нормативних документів, розроблених протягом останніх 5 років і таких, що містять сучасні вимоги;
- розробка нових нормативних документів (в тому числі і їх фінансування) покладена на зацікавлені підприємства та організації.

В КНУБА була започаткована робота щодо визначення груп продукції будівельної техніки та будівельних матеріалів, які підлягають оцінці відповідності та сертифікації, а також вимоги нормативних документів до них (рис. 2). Як видно з рисунка, наразі широкий спектр показників залишається за

межами чинних нормативних документів, а отже виконання оцінки відповідності за цими показниками є практично важко реалізовуваним.

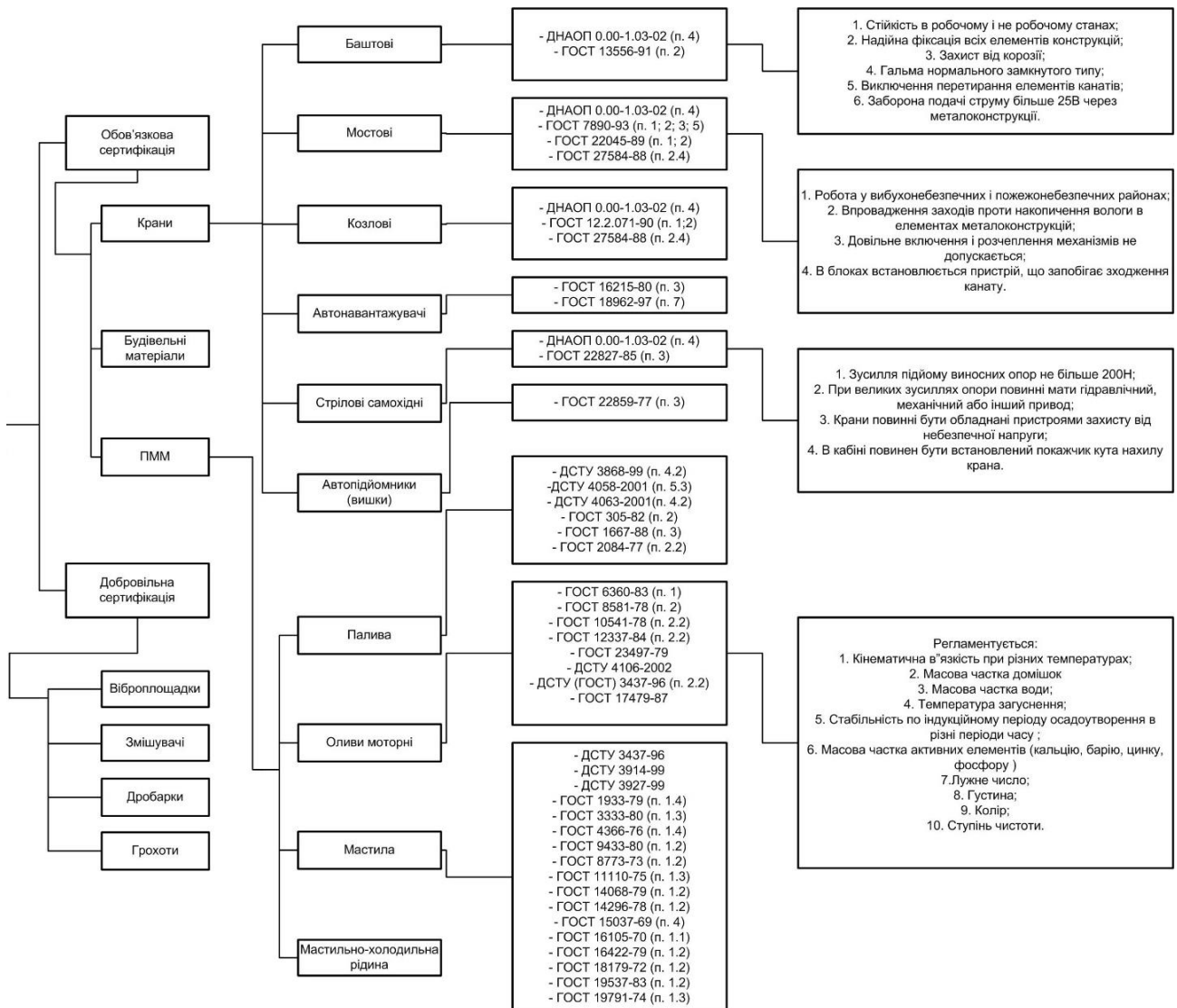


Рис. 2. Схема груп продукції будівельних матеріалів і будівельної техніки та вимоги чинних нормативних документів до них

### Висновки і перспективи подальших досліджень

Для подолання зазначеної проблеми можуть бути рекомендовані наступні шляхи:

1. визначення основних груп будівельної техніки та експлуатаційних матеріалів, які мають першочергове народногосподарське та економічне значення;

2. визначення нормативних документів (національних і міждержавних), які втратили свою силу або є застарілими;
3. пошук європейських або міжнародних аналогів, які можуть бути імплементовані методом «обкладинки» в Україні;
4. встановлення та об'єднання зацікавлених суб'єктів підприємницької діяльності та державних інституцій для розробки та впровадження нових актуальних нормативних документів України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» Урядовий кур'єр від 25.02.2015. – № 35
2. *Салухіна Н.Г.* Стандартизація та сертифікація товарів і послуг підручник / Н. Г. Салухіна, О. М. Язвінська, 2-ге вид., перероб. та доп. – К.: «Центр учбової літератури», 2013. – 426 с.
3. *Шальман Т.* Виробники, які дбають про свою репутацію, проходять добровільну сертифікацію/ Т. Шальман// Урядовий кур'єр. – 2012. – №47. – С. 5.
4. *Сліпець О.* Міждержавна стандартизація. Сьогодення та перспективи / О. Сліпець, Л. Ваніфатова, О. Пшенична // Стандартизація. Сертифікація. Якість : науково-технічний журнал. – 2014. – № 1. – С. 4-7
5. *Віткін Л.* Модель реформування системи стандартизації України в контексті міжнародних зобов'язань та необхідності модернізації економіки / Л. Віткін, Д. Луценко // Стандартизація. Сертифікація. Якість. – 2013. – № 3. – С. 3-12.
6. Закон України «Про державний ринковий нагляд і контроль нехарчової продукції» від 2 грудня 2010 року № 2735-VI.
7. Закон України «Про загальну безпечність нехарчової продукції» від 2 грудня 2010 року №2736-VI.



## СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Деркач Ю.А., Чечель Е.И., Клименко Н.А.\**

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,  
03680, Воздухофлотский просп., 31, Киев, Украина, klymenko.2012@gmail.com*

### ***Аннотация.***

*В статье анализируется процедура подтверждения соответствия строительной техники и эксплуатационных материалов в Украине и Европейском Союзе, ее основные особенности и требования. Определяются общие основы стандартизации и сертификации. Рассмотрены вопросы, связанные с стандартизацией и сертификацией продукции. Обоснована необходимость использования стандартизации и сертификации как методов обеспечения качества продукции.*

***Ключевые слова:** стандартизация, сертификация, оценка соответствия, продукция, производство, качество, технические стандарты.*

## STANDARDIZATION, CERTIFICATION AND ASSESSMENT OF CONFORMITY OF CONSTRUCTION EQUIPMENTS AND OPERATING MATERIALS

*Derkach U.O., Chechel E.I., Klymenko M.O.\**

*Kyiv National University of Construction and Architecture  
03680, Povitroflotsky av.31, Kyiv, Ukraine, klymenko.2012@gmail.com*

### ***Abstract.***

*The article analyzes the procedure of conformity of construction equipment and building materials in Ukraine and in the European Union, its main features and requirements. The general principles of standardization and certification are defined. The questions connected with standardization and certification of products are considered. The necessity of using standardization and certification as methods of quality assurance of products is substantiated.*

*The purpose of adopting new laws in Ukraine is to introduce a European approach to control and supervision, namely, its transfer from the production stage to the stage of product turnover, which significantly reduces the interference of state bodies. However, after the abolition of the intergovernmental standards in many sectors of the mechanical engineering industry from 2016, as well as on operating materials, there are not many national standards harmonized with*

*international or European. This greatly complicate the implementation of the conformity assessment procedure in Ukraine.*

**Key words:** *standardization, certification, conformity assessment, products, production, quality, technical standards.*

### References

1. *ZakonUkrayiny «Pro tekhnichni rehlamenty ta otsinku vidpovidnosti» [The Lawof Ukraine "On Technical Regulations and Conformity Assessment"]*. (25.02.2015). *Uryadovyykur'yer*, 35. – (inUkrainian)

2. Salukhina, N. H. Yazvins'ka, O.M. (2013). *Standartyzatsiya ta sertyfikatsiya tovariv I posluh pidruchnyk [Standardization and Certification of Goods and Services. Textbook]*. Kyiv: Tsentruchbovoyi literatury. – (inUkrainian)

3. Shal'man, T. (2012). *Vyrobnyky, yakidbayut' pro svoyu reputatsiyu, prokhodytymut' dobrovil'nu sertyfikatsiyu [Producers who care for their reputation will undergo voluntary certification]*. *Uryadovyykur''yer*, 47. – (inUkrainian)

4. Slipets', O., Vanifatova, L., Pshenychna, O. (2014). *Mizhderzhavna standartyzatsiya. S'ohodennya ta perspektyvy [Interstate standardization. Present and Prospects]*. *Standartyzatsiya. Sertyfikatsiya. Yakist' :naukovo-tekhnichnyyzhurnal*, 1. 4-7 – (inUkrainian)

5. Vitkin, L. Lutsenko, D. (2013). *Model' reformuvannya systemy standartyzatsiyi Ukrayiny v konteksti mizhnarodnykh zobov'yazan' ta neobkhidnosti modernizatsiyi ekonomiky [Model of reforming the standardization system of Ukraine in the context of international obligations and the need for modernization of the economy]*. *Standartyzatsiya. Sertyfikatsiya. Yakist'*, 3. P. 3-12. – (inUkrainian)

6. *Zakon Ukrayiny «Pro derzhavnyy rynkovyy nahlyad i kontrol' nekharchovoyi produktsiyi» [TheLawofUkraine "On State Market Surveillance and Control of Non-Food Products"]*.(2/12/2010).– (inUkrainian)

7. *Zakon Ukrayiny «Pro zahal'nubezpechnist' nekharchovoyi produktsiyi» [TheLawofUkraine "On General Safety of Non-Food Products" dated December]*.(2/12/2010).– (inUkrainian).

УДК 621.7:621.8+539.4

## ОЦЕНКА ПЕРЕКОСОВ ОСЕЙ СОЕДИНЯЕМЫХ ВАЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗУБЧАТЫХ МУФТ

*А. П. Попов, доктор технических наук, профессор*

*О. И. Савенков, аспирант, инженер*

*Национальный университет кораблестроения имени адмирала  
Макарова*

*Д. Д. Марченко, кандидат технических наук, доцент*

*Николаевский национальный аграрный университет*

Проблема повышения работоспособности, надёжности и срока службы машинных агрегатов, при перекосах осей соединяемых валов, каждый из которых состоит из главного двигателя и зубчатой передачи, соединенных друг с другом промежуточным валом при помощи компенсирующих зубчатых муфт, является актуальной и от ее успешного решения зависит дальнейшее развитие современного машиностроения. Данная проблема является неразрывной составной частью существующих научных программ и заданий практически во всех отраслях современного машиностроения, выпускающих зубчатые муфты. В наибольшей степени указанная проблема касается трансмиссий машинных агрегатов нестационарных энергетических установок эксплуатируемых в горнодобывающей, авиационной и судостроительной отрасли.

В работах [1, 2] показано, что нагрузочная способность исследуемых зубчатых муфт со скошенными зубьями ( $\psi_0 > 0$ ) выше таковой традиционной зубчатых муфт (угол  $\psi_0 = 0$ ) при углах перекоса осей  $\psi = (5...8,7) \cdot 10^{-3}$  рад соединяемых валов машинных агрегатов примерно в 2...4 раза.

Таким образом, при заданных величинах  $m$ ,  $z$ ,  $\alpha_w$ ,  $a$ ,  $R$  и  $\psi$  всегда можно найти такое значение угла скоса  $\psi_0$  зубьев, при котором нагрузка при перекосе распределяется равномерно между всеми сопряженными парами зубьев, в связи, с чем указанную зубчатую муфту можно считать практически нечувствительной к перекосам осей. Как следствие, при применении исследуемых зубчатых муфт, отпадает надобность дорогостоящих

перецентровок осей соединяемых валов машинных агрегатов, что приводит к повышению работоспособности и надежности всей энергетической установки и значительной экономии материальных средств [3].

Теоретические исследования упругих изгибающих моментов базируется на функциях распределения усилий  $F_n(\varphi)$  между сопряженными парами зубьев [4]. В соответствии с которыми, уравнение для определения изгибающего момента от сил трения, для случая эксплуатации предлагаемой зубчатой муфты у которой все зубья находятся в зацеплении ( $\gamma = \pi/2$ ), будет выглядеть [5]:

$$M_{\text{тр}} = \frac{2rzf_{\text{тр}}}{\pi} \left[ \frac{F_t}{\cos \alpha_w} - \left( \frac{R_1}{\cos \alpha_w} - \frac{mz\alpha_w}{2} \right) \frac{\psi^2}{2\delta_{\Sigma}} - \frac{(\pi^2 - 8)R_1\psi_0\psi}{4\pi\delta_{\Sigma} \cos \alpha_w} - \frac{(2\pi - 6)mz\psi^2}{24\pi\delta_{\Sigma}} \right]. \quad (1)$$

Упругий изгибающий момент от действия неуравновешенных усилий вследствие перекоса осей соединяемых валов машинных агрегатов, для случая, когда при передаче муфтой крутящего момента все сопряженные пары зубьев участвуют в зацеплении ( $\gamma = \pi/2$ ), имеет вид [6]:

$$M = \frac{R_1z\psi}{2} \left[ \frac{F_t}{\cos \alpha_w} + \left( \frac{R_1}{\cos \alpha_w} - \frac{mz\alpha_w}{2} \right) \frac{\psi^2}{8\delta_{\Sigma}} - \frac{2R_1\psi_0\psi}{3\pi\delta_{\Sigma} \cos \alpha_w} \right]. \quad (2)$$

С учетом полученных выражений (1)-(2) результирующую величину упругого изгибающего момента от действия неуравновешенных усилий и сил трения необходимо определять по формуле

$$M_{\Sigma} = \sqrt{(M + M_{\text{тр}} \sin \alpha_w)^2 + M_{\text{тр}}^2 \cos^2 \alpha_w}. \quad (3)$$

По результатам расчетных данных (3) подтвержденных экспериментальными исследованиями [7] установлено, что величины упругих изгибающих моментов в зубчатых муфтах с продольной модификацией внутренних и наружных зубьев примерно в 1,5...2,6 раза ниже таковых, имеющих место в традиционных зубчатых муфтах [2]. Что, в свою очередь, приводит к существенному уменьшению дополнительной нагрузки на входные и выходные валы редукторов и двигателей соответственно, а также валопроводы и их элементы.

При рассмотрении вопроса по определению КПД машинных агрегатов, следует учесть что, КПД зубчатых муфт, размещенных на краях промежуточного вала, соединяющих выходной вал двигателя с входным валом редуктора, как правило, не учитывается в связи с относительно невысокими

потерями мощности на трение в зубчатых муфтах в сравнении с зубчатыми передачами. Однако в условиях перекосов осей соединяемых валов машинных агрегатов рис. 1, выраженных в виде смещения и излома [8], потери в зубчатых муфтах значительно увеличиваются, и, как правило, превышают установленные применительно к ним нормы, в связи с чем зубчатые муфты не могут в полной мере выполнять свои функциональные обязанности, что, в общем, негативно сказывается на работоспособности всей установки.

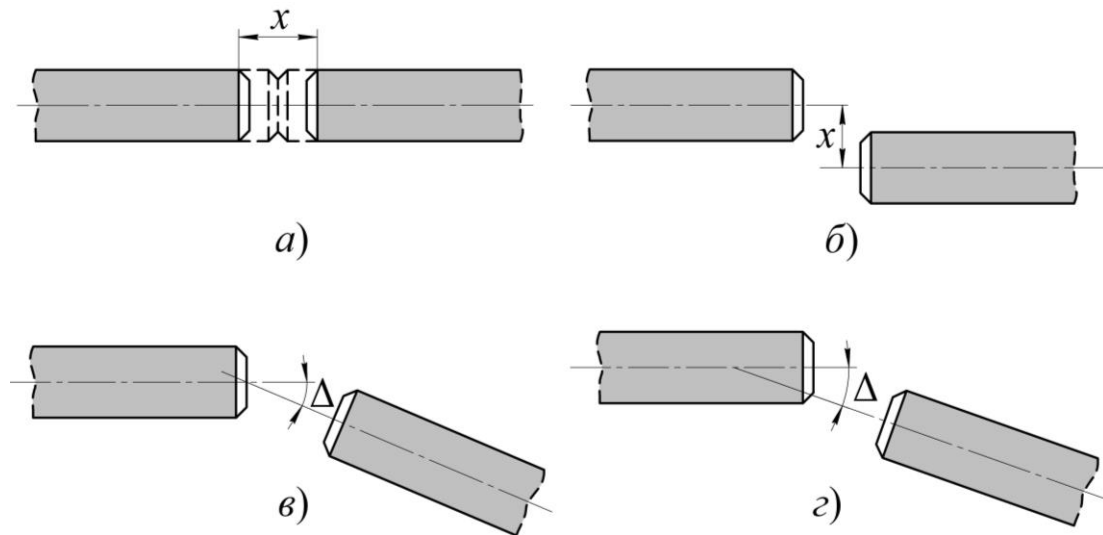


Рис. 1. Смещения осей соединяемых валов машинных агрегатов: продольное (а), радиальное (б), угловое (излом) (в), комбинированное (г)

Решение задачи по определению КПД предлагаемой зубчатой муфты, проведем исходя из основ решения подобных задач, изложенных в [2, 5].

В общем случае КПД, как известно, выражается зависимостью

$$\eta = 1 - \varphi_0, \quad (4)$$

где  $\varphi_0$  – коэффициент потерь, характеризуемый отношением мощности потерь  $N_{\text{пот}}$  к полезной мощности  $N$ .

Определение полезной мощности производится по общеизвестным формулами, а именно:

$$F_t = \frac{2T}{dz} = \frac{2T}{mz^2}, \quad T = \frac{9550 N}{n} \quad \text{и} \quad V = \omega r = \frac{\pi dn}{60},$$

В результате преобразования, полезная мощность, в конечном счете, примет вид:

$$N = \frac{mz^2 \omega F_t}{2 \cdot 10^3}, \quad (5)$$

где  $d = mz$  – диаметр зубчатой муфты;  $r$  – радиус зубчатой муфты;  $n$  – число оборотов зубчатой муфты, об/мин;  $\omega$  – угловая скорость, 1/с.

Мощность потерь в соответствии с [2, 5] определяется следующим образом

$$N_{\text{пот}} = \frac{f_{\text{тр}}}{10^3} \sum F_n(\varphi) V_{\text{ск}}(\varphi), \quad (6)$$

где  $V_{\text{ск}}(\varphi) = \omega r \psi \cos \varphi$  – скорость скольжения наружных зубьев втулки относительно внутренних зубьев обоймы, вызванная перекосом осей соединяемых валов;  $f_{\text{тр}}$  – коэффициент трения, принимаемый равным 0,045...0,060 [9].

Установлено, что повышение работоспособности главных машинных агрегатов с соединительными узлами «муфта-вал-муфта», при перекосах осей соединяемых валов, возможно путем замены традиционных зубчатых муфт на зубчатые муфты повышенной эксплуатационной эффективности с комбинированной продольной модификацией наружных и внутренних зубьев втулок и обойм.

Зубчатые муфты повышенной эксплуатационной эффективности, с бочкообразными наружными и скошенными относительно середины на угол  $\psi_0$  внутренними зубьями, в отличие от традиционных зубчатых муфт, с бочкообразными наружными и прямыми внутренними зубьями, при перекосах осей соединяемых валов машинных агрегатов в пределах  $\psi = (5,0 \dots 8,7) \cdot 10^{-3}$  рад, характеризуется рядом существенных преимуществ, а именно: повышением нагрузочной способностью примерно в 2...4 раза, увеличением срока службы в 2,1...4,5 раза; снижением величин упругих изгибающих моментов в 1,5...2,6 раза и потерь мощности на трение примерно в 3 раза, а также уменьшением уровня вибрации и шума на 5...12 дБ. Результаты теоретических исследований подтверждены экспериментальной проверкой в статических условиях на ГП НПКГ «Зоря»-«Машпроект».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Popov Alexey. Контактная прочность зубчатых муфт с продольно модифицированными зубьями. [Текст] / Alexey Popov, Oleg Savenkov // Lublin (Poland). – Изд-во Motrol, 2011. – Том 13А – С.167 – 176.

2. Попов А.П. Зубчатые муфты в судовых агрегатах [Текст] / А.П. Попов – Л.: Судостроение, 1985. – 240с.
3. Попов А.П. Контактная прочность зубчатых механизмов [Текст] / А.П. Попов – Николаев: Изд-во НУК, 2008. – 580с.
4. Попов А.П. Зубчатые механизмы с точечным контактом зубьев [Текст] / А.П. Попов – Николаев: Изд-во Атолл, 2010. – 774с.
5. Попов А.П. КПД зубчатых муфт судовых агрегатов [Текст] / А.П. Попов, Ю.В. Корчагин // Динамика и прочность судовых машин: Сб. науч. тр. – Николаев: НКИ, 1983, С.47 – 55.
6. Попов А.П. Контактная прочность зубчатых муфт, работающих при перекосах осей соединяемых валов машин и механизмов [Текст] / А.П. Попов, Г.Ф. Романовский, Е.Е. Лучинков, Е.Ю. Форносов // Зб. докл. Междунар. науч.-техн. конф. – Харьков, 2003. – С.104 – 114.
7. Попов А.П. Экспериментальное исследование нагрузочной способности зубчатых муфт [Текст] / А.П. Попов, О.И. Савенков // Вестник Инженерной академии Украины. – Киев, 2010. – Вып.№ 3-4. – С. 203 – 209.
8. Попов А.П. Экспериментальное исследование изгибающих моментов в зубчатой муфте с продольной модификацией зубьев [Текст] / А.П. Попов, О.И. Савенков // Вестник Инженерной академии Украины. – Киев, 2011. – Вып.№ 1. – С. 219 – 225.
9. Попов А.П. Повышение контактной прочности зубчатых муфт путем модификации зубьев [Текст] / А.П. Попов, Ю.Н. Кипреев, О.И. Савенков // Вестник НТУ(ХПИ). – Харьков: Тематический выпуск машиноведения и САПР, 2011. – №51. – С.137 – 147.

УДК 630.171.075.3

## МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БЛОК-КАРТЕРІВ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

*Р.С. Овчаренко, В.В. Бузинний, здобувачі вищої освіти*

*О.М. Бистрий, старший викладач*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Анотація – в статті представлено конструкцію засобів та методику їх використання при дефекації блок - картерів*

*Ключові слова – корпусні деталі, блок-картер, технічний стан, відхилення форми та розташування, дефектування, геометричні параметри, вимірювання, контроль.*

При дослідженні технічного стану блок – картерів, які повторно використовуються при ремонті двигунів, виникає питання по забезпеченню ефективного контролю положення гільз циліндрів в блоці. Конструктивно та технологічно положення гільз забезпечується станом та положенням площини I (рис. 1) в блоці під бурт гільзи. Важливим є відстань на якій ця площина розташована від верхньої площини блока та паралельність площини відносно осі корінних опор II. Точність глибини розташування площини забезпечує рівномірне розташування гільз по висоті, а непаралельність – забезпечує не перпендикулярне положення осі гільзи до осі корінних опор. Для ефективного контролю непаралельності пропонується конструкція приладів і спосіб їх використання.

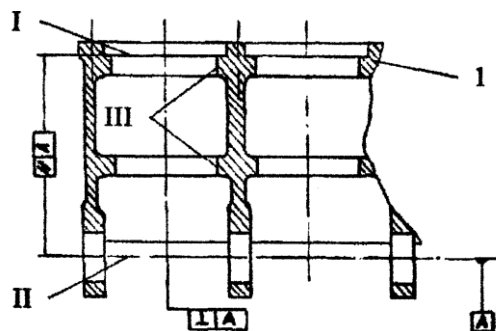


Рис. 1.



Спосіб вимірювання чи контролю, який пропонується, дозволяє непрямым методом визначити перпендикулярність осі гільзи до осі отворів корінних опор блок-картера 1 - по вимірюванню чи контролю відхилення від паралельності базової площини (I) до осі отворів корінних опор (II). Одним з основних геометричних параметрів блок-картера 1 (рис. 1) є перпендикулярність осей гільз циліндрів до осі отворів корінних опор (II). На практиці цей параметр контролюється, в основному, за перпендикулярністю твірних площини (III), які є в корпусній деталі і в яку вставляється сам циліндр, до осі отворів корінних опор (II).

Однак, це справедливо для блок-картерів з гільзами, які не замінюються. В протилежному випадку, базовою поверхнею гільзи, яка визначає її просторове положення і визначає перпендикулярність її осі до осі отворів корінних опор, є базова площина під бурт гільзи (I).

В даному випадку значення відхилення від паралельності тотожне значенню відхилення від перпендикулярності осі гільзи до осі отворів корінних опор. Для реалізації поставленого питання пропонується пристрій для вимірювання чи контролю перпендикулярності осей корпусних деталей, що складається з еталонного вузла та відлікового вузла, який відрізняється тим, що відліковий вузол виконаний у вигляді диску, нижня опорна площина якого має три упори форми кульок, розташовані через  $120^\circ$ , якими пристрій встановлюється на базову площину під бурт гільзи, а вимірювальний пристрій розташований в корпусі (чи диску) ексцентрично, при цьому еталонний вузол центрується в отворах крайніх корінних опор за допомогою трьох упорів, один з яких рухомий, підпружинений.

Для реалізації способу вимірювання чи контролю перпендикулярності, який пропонується, в отвори корінних опор блок-картера 1 встановлюється еталонний вузол 2 (рис. 2), який центрується в отворах крайніх опор за допомогою двох нерухомих упорів 3 і одним рухомих, підпружиненим упором 4. Точне центрування еталонного вузла 2 досягається за рахунок трьохточкового контакту з твірними крайніх отворів корінних опор (рис. 3).

Відліковий індикаторний пристрій (рис. 4) встановлюється на базову площину виточки під бурт гільзи (I). Він складається з корпусу 6, який має форму диска та опорну площину 7, на якій розташовані три упори форми кульок 8, розміщених через  $120^\circ$ , якими пристрій контактує з базовою

площиною виточки під бурт гільзи, перпендикулярну осі отвору і копіює її по трьом точка.

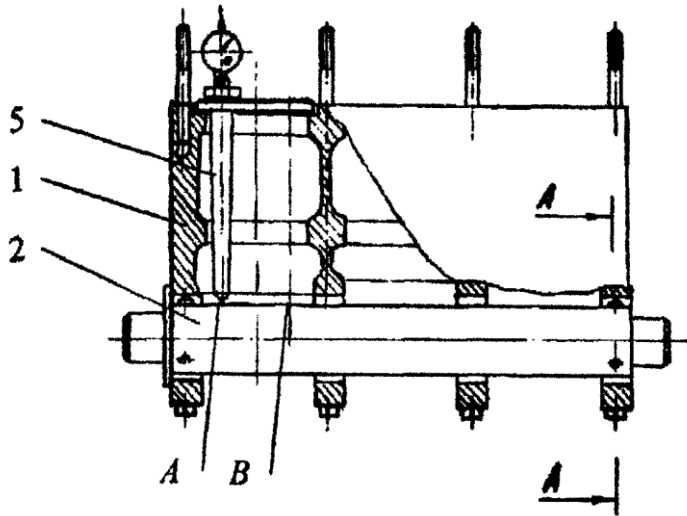


Рис. 2.

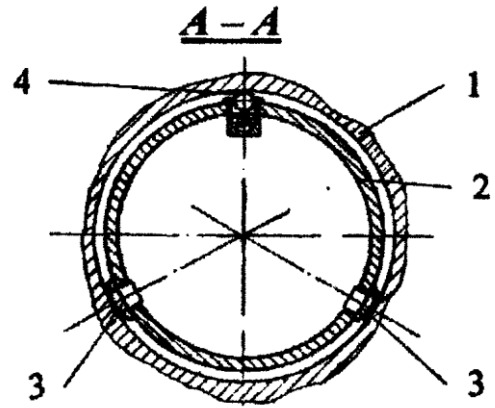


Рис. 3.

Відлікова індикаторна система 9 складається з корпусу подовжувача 5, жорстко закріпленого в корпусі (6) пристрою, та рухомого підпружиненого наконечника. Корпус 6 має в центральній частині оглядове вікно 10, рукоятку для провертання 11.

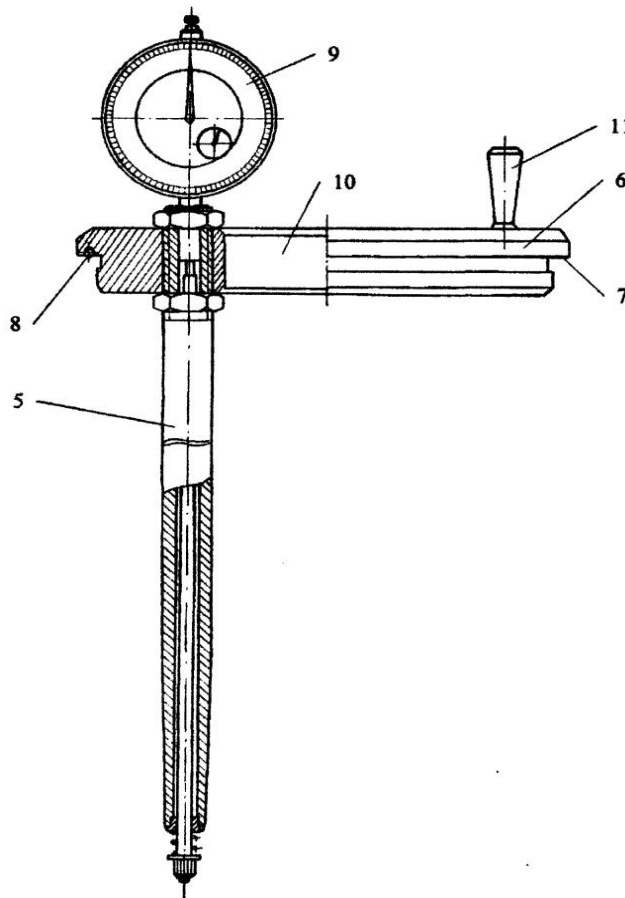


Рис. 4.

Вимірювання чи контроль виконується в такій послідовності: відліковий пристрій встановлюється на базову площину виточки і поворотом підводиться до контакту з твірною еталонного вузла і плавно виводиться на верхню точку твірної А (рис. 2) (на індикаторі фіксується максимальне відхилення стрілки), поворотом відлікового пристрою на  $180^\circ$  вивести рухомий наконечник на верхню точку твірної В (виконати відлік максимального відхилення стрілки на індикаторі). Різниця відліків визначає значення відхилення від паралельності базової площини до осі отворів корінних опор (II), а відповідно і значення відхилення від перпендикулярності осі гільзи до осі отворів корінних опор.

Представлена конструкція пристосування та методика вимірювання чи контролю відхилення від перпендикулярності осі гільзи до осі отворів корінних опор здійснюється непрямым методом, за вимірюванням чи контролем паралельності базової площини виточки під бурт гільзи до осі отворів корінних опор. При цьому забезпечується відповідна точність вимірювання чи контролю, значно вища продуктивність в порівнянні з відомими аналогами.

Не паралельність осей отворів опор колінчастого та розподільчого валів також має місце та прояв при оцінці технічного стану блок – картерів, що вторинно використовуються. Спосіб вимірювання чи контролю, який пропонується, дозволяє прямим методом визначити не паралельність осі розподільного валу до осі колінчастого валу блок-картера - по вимірюванню відстані між ними в крайніх точках. Одним з основних геометричних параметрів блок-картера є паралельність осі розподільного валу до осі колінчастого валу. В практиці машинобудування цей параметр контролюється пристосуванням для контролю чи перевірки відстані між осями отворів для підшипників із ступінчастими оправками. Можуть також використовуватися калібри в комплекті із ступінчастими оправками. Такий спосіб є трудомістким в ремонтному виробництві при дефектуванні.

Для реалізації поставленого питання пропонується індикаторний пристрій (рис. 5) для вимірювання чи контролю паралельності осей корпусних деталей, що складається із призми 1, з двома внутрішніми, нерухомими вимірювальними поверхнями; до призми нерухомо закріплений гвинтом 5 корпус 2. Діаметр корпуса обґрунтовується міжосьовою відстанню і дозволяє вмонтувати індикаторну головку 4. Індикаторний відліковий пристрій з'єднується з корпусом цанговою втулкою 3, яка забезпечує жорстке з'єднання. Повірка та настройка пристосування виконується по калібру (рис. 6).

Калібр технологічно виготовляється з двох каліброваних циліндрів 2,3, розташованих на міжосьовій відстані в вертикально розташованій плиті 1. Після виготовлення калібру атестується міжосьова відстань та відстань між твірними каліброваних циліндрів. Для перевірки чи настройки пристосування 4 призмою встановлюється на нижній циліндр 3, індикаторна головка підводиться до нижньої твірної верхнього циліндра 2 (з натягом до 30 поділок) і підтягується до повної фіксації цангова втулка.

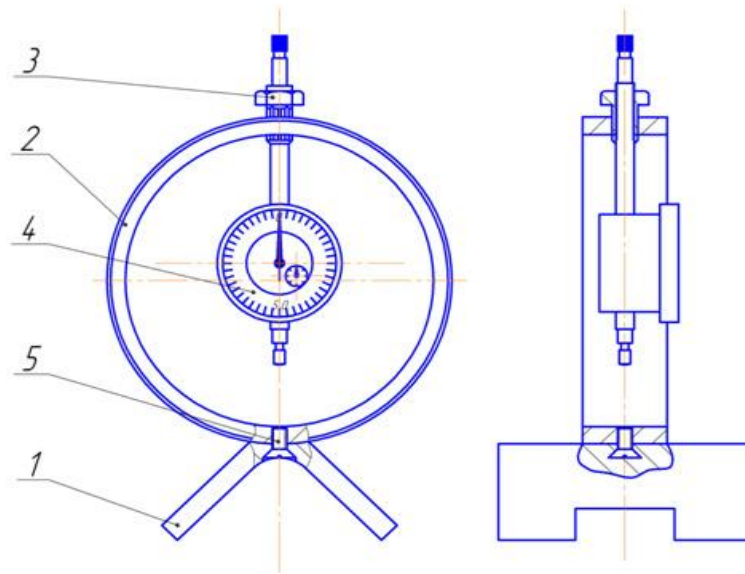


Рис. 5.

Змістити пристосування вліво (чи вправо) при щільному контакті призми з нижнім циліндром і плавно повернути в початкове положення (максимальне відхилення стрілки на індикаторі). В цьому положенні 0-поділку шкали підвести під відлікову стрілку. Пристрій підготовлений для вимірювань чи контролю.

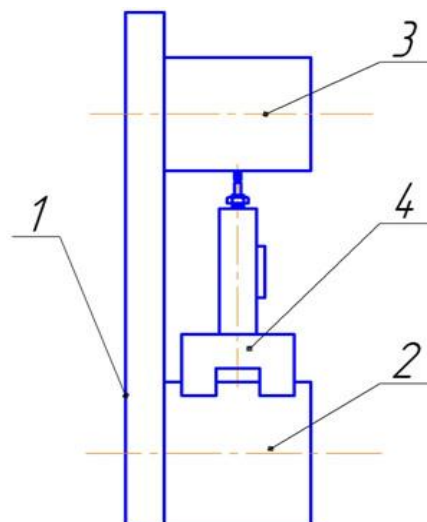


Рис. 6.

Для реалізації способу вимірювання чи контролю паралельності, який пропонується, в блок-картер 1 (рис 7) встановлюються еталонні вузли 2 і 3, які центруються в отворах за допомогою двох нерухомих упорів 3 (рис. 8) і одним рухомих, підпружиненим упором 4. Точне центрування еталонних вузлів 2 і 3 (рис. 2.7) досягається за рахунок трьохточкового контакту з твірними крайніх отворів корінних опор. Кінцеві діаметри еталонних вузлів рівні діаметрам каліброваних циліндрів.

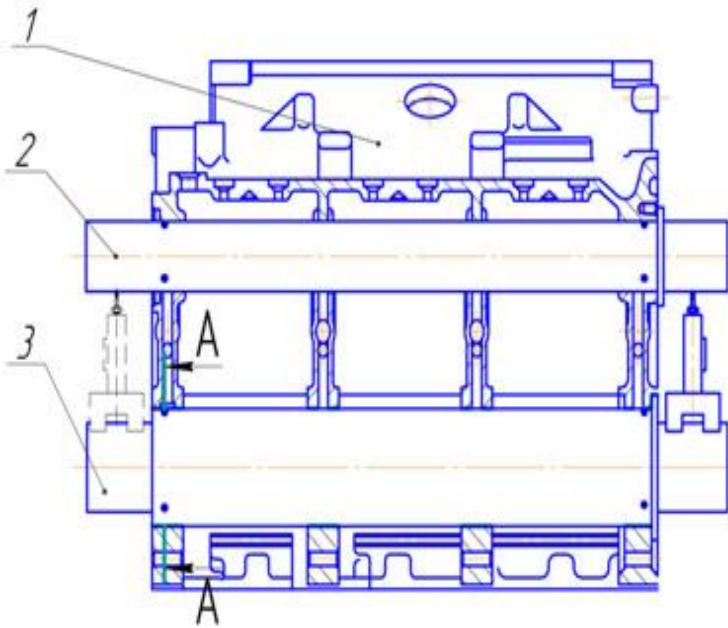


Рис. 7.

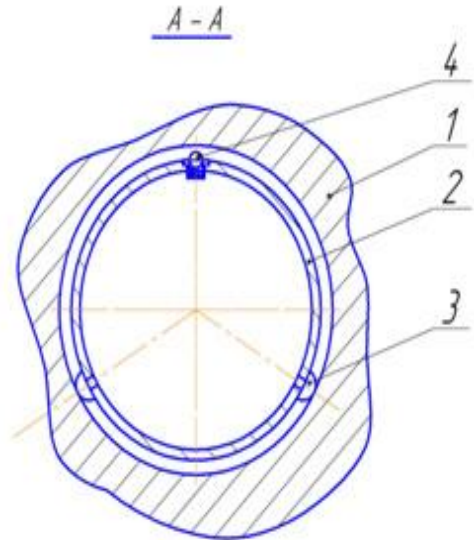


Рис. 8.

Представлена конструкція пристосування та методика вимірювання чи контролю відхилення від не паралельності осі розподільчого валу до осі колінчастого валу здійснюється непрямым методом, за вимірюванням чи контролем паралельності осей еталонних вузлів. При цьому забезпечується необхідна точність вимірювання чи контролю, значно вища продуктивність в порівнянні з відомими аналогами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання. Підручник. /О.І. Сідашенко, О.А.Науменко О.А., Т.С. Скобло, О.В.Тихонов та ін. за ред. проф. О.І. Сідашенко, О.А.Науменко. – Х.: «Міськдрук», 2010. – 744с.

2. Малахов В.С. Методические указания для выполнения лабораторной работы : «Контроль и сортировка блок-картеров двигателей ЯМЗ-236, ЯМЗ-64, ЯМЗ-72»./ Малахов В.С., Бистрий О.М. – К., 1989

3. Ширяев А.А. Временне рекомендации по методам и средствам контроля корпусных деталей тракторов/А.А. Ширяев, Т.Н. Ефимов, И.Б. Каплун, В.И. Мартынова. – М: ГОСНИТИ. – 1976. -66с

4. Каплунов Р.С. Контроль качества деталей типовых групп. – М : Издательство стандартов, 1977. – 199с.

***МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ  
БЛОК-КАРТЕРІВ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ***

***Быстрый А.Н., Овчаренко Р.А., Бузинний В.М.***

***Аннотація***

*В статье представлено конструкцию средств и методику их применения при дефектации блок - картеров автотракторных двигателей.*

## ВИЗНАЧЕННЯ НАЙМЕНШОГО НАТЯГУ МІЖ ВАЛОМ І ЗОВНІШНІМ КІЛЬЦЕМ ВАЛЬНИЦЬ КОЧЕННЯ, ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ

*Д.О. Кошмак, О. Ю. Мудрий, здобувачі вищої освіти*

*Г.О. Іванов, кандидат технічних наук, доцент,*

*П.М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Наведені формули для визначення найменшого натягу між валом і зовнішнім кільцем, що обертається, вони враховують змінання мікронерівностей, деформацію посадочних поверхонь під дією радіального навантаження.*

*Ключові слова: натяг, вал, зовнішнє кільце, вальниця кочення, радіальне навантаження, сталевий корпус.*

Основними вимогами, яким повинна відповідати посадка циркуляційно навантаженого кільця, є: відсутність прокручування і обкатування кілець, неприпустимість утворення зазорів на посадочних поверхнях і мінімальний натяг у сполученні, що незначно змінює зазори між кільцями і тілами кочення.

На основі експериментального дослідження і великого досвіду експлуатації кулькових і роликівих вальниць А. Пальмгреном [1, 2] було запропоновано формулу для визначення найменшого натягу між валом і зовнішнім кільцем, що обертається, яка враховує змінання мікронерівностей, деформацію посадочних поверхонь під дією радіального навантаження і зменшення натягу внаслідок різності температур навколишнього середовища:

$$N_{\min} \geq [(d + 3) / d] \cdot (0,08\sqrt{d \cdot F_r} / (B - 2r) + d \cdot 0,0015 \cdot \Delta T), \quad (1)$$

Де  $d$  – номінальний діаметр отвору вальниці, мм;

$F_r$  – радіальне навантаження на вальницю, Н;

$\Delta T$  – різниця температур вальниці і навколишнього середовища, °С.

У роботі [1] наведено формулу для визначення мінімального натягу (мкм) для циркуляційно навантаженого зовнішнього кільця вальниці за посадки у сталевий корпус:

$$N_{\min} = \frac{12K \cdot Fr}{C(1 - D_0^2 / D^2)} \cdot \quad (2)$$

Тут  $Fr$  – радіальне навантаження, кН.;

$C$  – ширина зовнішнього кільця вальниці за лишку фасок, мм;

$K$  – поправковий коефіцієнт, що враховує послаблення посадочного натягу в тонкостінному корпусі

$$K = \frac{1 - [(D / D_k) \cdot (D_0 / D)]^2}{1 - (D / D_k)^2};$$

$D$  – зовнішній діаметр вальниці;

$D_k$  – зовнішній діаметр корпусу;

$D_0$  – зведений внутрішній діаметр зовнішнього кільця з прямокутним профілем перерізу

$$D_0 / D = (3D + d) / (4D).$$

Для масивного корпусу  $D_k = \infty$  і  $K = 1$ .

Призначаючи великі натяги, слід після збирання складаної одиниці вальниці перевірити, чи не виходять радіальні зазори з допустимих меж.

Посадку перевіряємо на наявність робочого (посадочного) зазору:

$$S_{\text{роб}} = S_{\text{поч}} - \Delta d_1 \cdot (\Delta D) \quad (2.144)$$

де  $S_{\text{поч}}$  – середній початковий радіальний зазор, що дорівнює півсумі граничних початкових зазорів:

$$S_{\text{поч}} = 0,5(S_{\text{поч.мак}} + S_{\text{поч.мін}}).$$

Тут  $\Delta d_1$  і  $\Delta D$  – діаметральна деформація доріжки кочення циркуляційно навантаженого кільця відповідно внутрішнього і зовнішнього діаметрів після посадки його на вал чи у корпус, мкм:

$$\Delta d_1 = N_d \cdot d / d_0; \quad \Delta d = N_d \cdot D / D_0$$



де  $N_D$  – дійсний натяг, мкм, визначений за найбільшим граничним натягом:

$N_D = 0,85 \cdot N_{\max}$ ;  $d_0 = d_n + (D_n - d_n)/4$  – зведений зовнішній діаметр внутрішнього кільця, мм;

$D_0 = D_n - (D_n - d_n)/4$  – зведений внутрішній діаметр зовнішнього кільця, мм.

Приклад 1. Підібрати посадку радіальної однорядної кулькової вальниці №209 на вал. Навантаження внутрішнього кільця–циркуляційне. Радіальне навантаження  $F_r = 500$  Н. Різниця температур вальниці і повітря, що оточує корпус,  $10$  °С. Розміри вказаної вальниці в мм:  $d = 45$ ,  $D = 85$ ,  $B = 19$ , координата фаски  $r = 2$  мм.

Розв’язання. За формулою (1) знаходимо найменший натяг:

$$N_{\min} \geq [(45 + 3)/45](0,08\sqrt{45 \cdot 500/(19 - 2 \cdot 2)} + 45 \cdot 0,0015 \cdot 10) \approx 4 \text{ мкм}.$$

Для гарантії відсутності прокручування кільця за тривалої роботи збільшимо знайдене значення на 10 %:

$$N_{\min} = 1,1 \cdot 4 = 4,4 \text{ мкм}.$$

Для наочності вибору посадки складемо табл. 1.

Таблиця 1

Значення імовірних зазорів і натягів

Відхили отвору внутрішнього кільця, мкм	Вал, мкм		Імовірний, мкм			
	поле допуску	es/ei	зazor		натяг	
			мінім.	максим.	мінім.	максим.
0 -12	js6	+8/-8	-	1,2	-	18,8
	k6	+18/+2	-	-	8,8	28,8
	m6	+25/+9	-	-	15,8	35,8
	n6	+33/+17	-	-	23,8	43,8

Із табл. 1 бачимо, що найближчим полем допуску вала, що забезпечує сполучення з внутрішнім кільцем вальниці потрібний натяг, є k6. Однак, для заданих умов можна встановити вальницю на вал з полем допуску js6. Як видно із табл. 1, сполучення внутрішнього кільця з валом у цьому разі

характеризується можливим зазором або натягом. Причому, ймовірність появи натягу більша. Визначимо ймовірність появи натягу меншого, ніж 4,4 мкм.

Для цього випадку:

$$S_{\max} = 1,2 \text{ мкм}, N_{\max} = 18,8 \text{ мкм}; E_m = -6 \text{ мкм}, e_m = 0; TD = 12 \text{ мкм}, Td = 16 \text{ мкм}.$$

За формулою (2.138) находимо:  $N_{\text{ср}} = 6 + 0 + 0,1(16 + 12) = 8,8 \text{ мкм}$ .

За формулами (2.132) і (2.117) визначаємо:  $\sigma_z = (1,2 + 18,8) / 6 = 3,33$ ;

$$\sigma_z = (1,2 + 18,8) / 6 = 3,33; z_1 = (-4,4 + 8,8) / 3,33 = 1,32; z_2 = (1,2 + 8,8) / 3,33 = 3,0.$$

За даними табл. В.1 [10] за формулою (2.117) визначаємо ймовірність знаходження натягу в шуканому діапазоні:

$$P(N) = 0,4986 - 0,4066 = 0,092.$$

Таким чином, ймовірність появи натягу менше потрібного становить 9,2 %. Якщо за умовами роботи така ймовірність підходить, то для вала можна призначати поле допуску js6, якщо не підходить – повинно бути прийнято поле допуску k6.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / Г.О. Іванов, В.С. Шебанін, Д.В., Бабенко та ін; за ред. Г.О. Іванова і В.С. Шебаніна. –[2-е вид., перероб. і допов.]. –К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. –577 с.

2. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Практикум : підруч. для студ. вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, Полянський П.М.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна. – Миколаїв : МНАУ, 2016. – 388 с.

3. Взаємозамінність та технічні виміри: навч. посіб. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт. – К.: Видавництво “Аграрна освіта”, 2006. – 335 с.

## РОЗРАХУНКИ РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ

*Г.О. Іванов, кандидат технічних наук, доцент,*

*П.М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Наведено основні теоретичні положення розмірних ланцюгів. Розглянуто приклади розрахунку розмірних ланцюгів складанної одиниці проміжного валика передавального механізму редуктора методами максимум-мінімуму та ймовірним та технологічного розмірного ланцюга вала методом максимум-мінімуму.*

*Ключові слова: розмірний ланцюг, ланки збільшувальні, зменшувальні, замикальні, допуск, відхили, максимум-мінімум, ймовірний.*

*Розмірним ланцюгом називають сукупність розмірів, що створюють замкнутий контур і безпосередньо беруть участь у вирішенні поставленого завдання. Розміри, що створюють розмірний ланцюг, називають ланками розмірних ланцюгів.*

*Метод повної взаємозамінності. Розглянемо основні співвідношення і порядок розрахунку розмірних ланцюгів з паралельними ланками за методом повної взаємозамінності (максимум-мінімуму).*

*Номинальний розмір замикальної ланки:*

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n A_{i\delta} - \sum_{i=1}^p A_{i\text{зм}}, \quad (1)$$

*де  $n$  і  $p$  – число відповідно збільшувальних і зменшувальних ланок, тобто  $n+p=m-1$ . Тут  $m$  – загальне число ланок.*

*Рівняння граничних розмірів замикальної ланки має вигляд:*

$$A_{\Delta\text{max}} = \sum_{i=1}^n A_{i\delta\text{max}} - \sum_{i=1}^p A_{i\text{змmin}}; \quad (2)$$

$$A_{\Delta min} = \sum_{i=1}^n A_{i3b min} - \sum_{i=1}^p A_{i3m max} . \quad (3)$$

Рівняння граничних відхилів розміру замикальної ланки має вигляд:

$$\Delta_b A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n \Delta_b A_{i3b} - \sum_{i=1}^p \Delta_n A_{i3m} ; \quad (4)$$

$$\Delta_n A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n \Delta_n A_{i3b} - \sum_{i=1}^p \Delta_b A_{i3m} . \quad (5)$$

Тут  $\Delta_b A_{\Delta}, \Delta_n A_{\Delta}$  – відповідно верхній та нижній граничні відхили замикальної ланки;  $\Delta_b A_{i3b}, \Delta_n A_{i3b}$  – відповідно верхній та нижній граничні відхили збільшувальної ланки;  $\Delta_b A_{i3m}, \Delta_n A_{i3m}$  – відповідно верхній та нижній граничні відхили зменшувальної ланки.

У цих рівняннях нижні і верхні відхили збільшувальних і зменшувальних розмірів будуть зі своїми знаками.

Допуск замикальної ланки дорівнює:

$$TA_{\Delta} = TA_1 + TA_2 + \dots + TA_{m-1} , \quad (6)$$

тобто допуск замикальної ланки дорівнює сумі абсолютних значень допусків складових ланок.

За розрахунками розмірних ланцюгів визначають число одиниць допуску за формулами:

при застосуванні метода максимум-мінімуму

$$k = TA_{\Delta} / \sum_{i=1}^{n+p} ; \quad (7)$$

із застосуванням положень теорії імовірності

$$k = (TA_{\Delta} - \sum_{i=1}^{n+p} TA_i) / \sqrt{\sum_{i=1}^{n+p} i^2} . \quad (8)$$

Для визначення граничних відхилів у розрахунок вводять середній відхил, тобто середину поля допуску:

$$\Delta_o A_i = (\Delta_b A_i + \Delta_n A_i) / 2 \quad (9)$$

де  $\Delta_b A_i$  і  $\Delta_n A_i$  підставляються зі своїми знаками.

Тоді граничні відхили  $i$ -ої ланки:

$$\Delta_6 A_i = \Delta_0 A_i + TA_i / 2; \quad \Delta_n A_i = \Delta_0 A_i - TA_i / 2. \quad (10)$$

Аналогічні формули для замикальної ланки:

$$\Delta_6 A_\Delta = \Delta_0 A_\Delta + TA_\Delta / 2; \quad \Delta_n A_\Delta = \Delta_0 A_\Delta - TA_\Delta / 2. \quad (11)$$

Співвідношення між середніми відхилами замикальної та складальними ланками таке:

$$\Delta_0 A_\Delta = \sum_{i=1}^n \Delta_0 A_{i33} - \sum_{i=1}^p \Delta_0 A_{i33}. \quad (12)$$

Приклад 1. Дано розміри і допуски складанної одиниці проміжного валика передавального механізму (рис. 1, а).

Визначити номінальне значення, допуск і граничні відхили, а також граничні розміри замикальної ланки. Розрахунок провести методом повної взаємозамінності.

Розв'язання.

Ланки  $A_1 = 55h8_{-0,046}$ ,  $A_2 = A_5 = 2,2h8_{-0,014}$  є зменшувальними;

ланки  $A_3 = 20H9^{+0,052}$  і  $A_4 = 40H9^{+0,062}$  – збільшувальними (на ланки  $A_3$  і  $A_4$  призначені допуски із більш грубого квалітету з обліком підвищеної складності обробки корпусних деталей).

Допуски ланок виписуємо із табл. Г.10 [3], мкм:

$$TA_1 = 46; \quad TA_2 = TA_5 = 14;$$

$$TA_3 = 52; \quad TA_4 = 62.$$

Креслимо розмірний ланцюг (рис. 1, б).

Номінальне значення замикальної ланки обчислюємо за формулою (1):

$$A_\Delta = A_3 + A_4 - (A_1 + A_2 + A_5) = 20 + 40 - (2,2 + 55 + 2,2) = 0,6 \text{ мм.}$$

Допуск замикальної ланки визначаємо за формулою (6):

$$TA_\Delta = TA_1 + TA_2 + TA_3 + TA_4 + TA_5 = 46 + 14 + 52 + 62 + 14 = 188 \text{ мкм.}$$

Граничні відхили замикальної ланки обчислюємо за формулами (4 і 5):

$$\Delta_6 A_\Delta = \Delta_6 A_3 + \Delta_6 A_4 - (\Delta_n A_1 + \Delta_n A_2 + \Delta_n A_5) = 52 + 62 - (-46 - 14 - 14) = 188 \text{ мкм;}$$

$$\Delta_n A_\Delta = \Delta_n A_3 + \Delta_n A_4 - (\Delta_6 A_1 + \Delta_6 A_2 + \Delta_6 A_5) = 0.$$

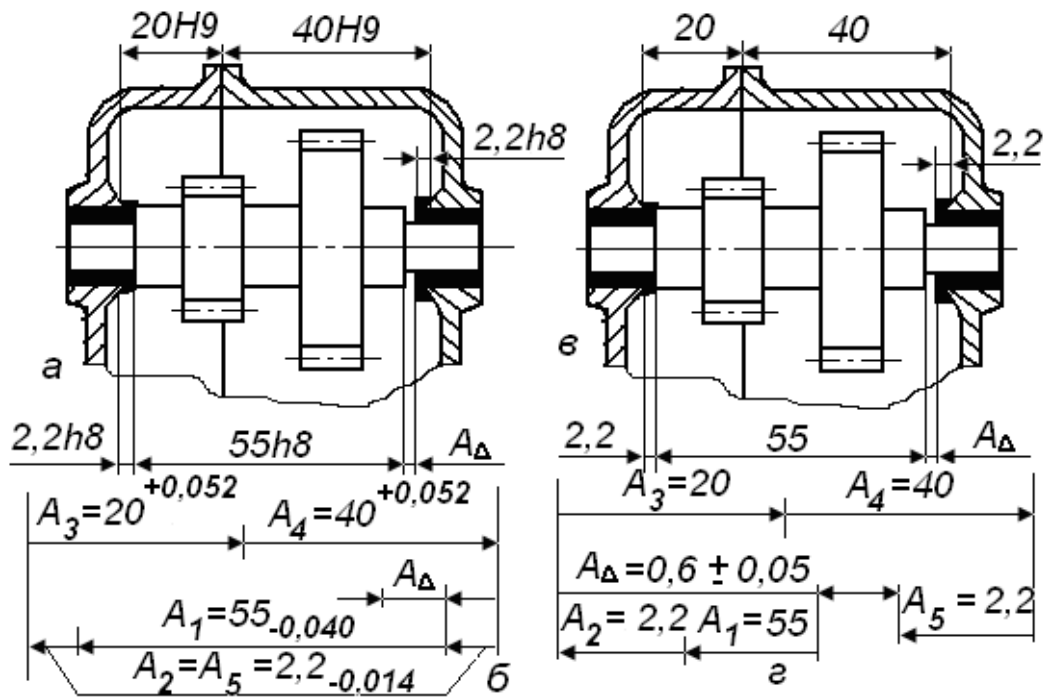


Рис. 1. Ескізи (а, в) і розмірні ланцюги (б, з) складаної одиниці проміжного валика передавального механізму

Граничні розміри замикальної ланки визначаємо за формулами (2 і 3):

$$A_{\Delta_{max}} = A_{\Delta} + \Delta_{\epsilon} A_{\Delta} = 0,60 + 0,188 = 0,788 \text{ мм};$$

$$A_{\Delta_{min}} = A_{\Delta} + \Delta_{\mu} A_{\Delta} = 0,60 + 0 = 0,600 \text{ мм}.$$

Приклад 2. Задано номінальні розміри і замикальний розмір  $A_{\Delta} = 0,6 \pm 0,5$  мм (відхили намічені, виходячи із умов роботи механізму) складаної одиниці проміжного валика передавального механізму (рис. 1, з). Визначити допуски і граничні відхили розмірів.

Розв'язання. Оскільки розмірний ланцюг складається із порівняно невеликої кількості ланцюгів, що мають різну величину, то розрахунок проводимо методом максимум-мінімум з допусками одного квалітету. Складаємо схему розмірного ланцюга (рис. 1, б), з якої бачимо, що ланки  $A_3$  і  $A_4$  є збільшувальними, ланки  $A_1$ ,  $A_2$  і  $A_5$  – зменшувальними.

Знаходимо допуск замикальної ланки  $TA_{\Delta} = 0,05 - (-0,05) = 0,100$  мм (відповідає **IT12**). Із табл. 2.58 [3] виписуємо значення одиниць допусків складових ланок:

$$A_1 = 55 \text{ мм}, i_1 = 1,86 \text{ мкм}; A_2 = A_5 = 2,2 \text{ мм}, i_2 = i_5 = 0,55 \text{ мкм};$$

$$i_2 = i_5 = 0,55 \text{ мкм}; A_3 = 20 \text{ мм}, i_3 = 1,31 \text{ мкм}; A_4 = 40 \text{ мм}, i_4 = 1,56 \text{ мкм}.$$

Число одиниць допуску знаходимо за формулою (2):  
 $k = 100 / (1,86 + 0,55 + 1,53 + 0,55) = 17,2$  од. допуску, що відповідає 7-му  
 квалітету ( $k = 16$ ).

На складові ланки назначаємо допуски за **IT7**, мкм (табл. Г.10 [3]):

$$TA_1 = 30; TA_2 = TA_5 = 10; TA_3 = 21; TA_4 = 25.$$

За таких допусків не забезпечується рівність суми складових ланок допуску замикальної ланки [див. формулу (6)]:

$$\sum_{i=1}^5 TA_i = 0,030 + 0,010 + 0,021 + 0,025 + 0,010 = 0,096 < TA_4 = 0,100 \text{ мм}.$$

Тому зробимо одну ланку, наприклад  $A_2$ , коригуючою, допуск якої обчислимо за формулою:

$$TA_2 = TA_4 - \sum_{i=1}^{m-2} TA_i = 100 - (30 + 21 + 25 + 10) = 14 \text{ мкм}, \text{ що відповідає } IT8.$$

Знаходимо граничні відхили складових ланок (табл. Г.10 [3]). Намічаємо поля допусків **h7** на розміри  $A_1$  і  $A_5$ , **h8** на розмір  $A_2$ , **JS7** – на розміри корпусу  $A_3$  і  $A_4$ . Тоді складальні розміри з граничними відхилами будуть такими:

$$A_1 = 55_{-0,030}; A_2 = 2,2_{-0,014}; A_3 = 20 \pm 0,0105; A_4 = 40 \pm 0,0125; A_5 = 2,2_{-0,010}.$$

Граничні відхили замикальної ланки визначаємо за формулами (4 і 5):  
 $\Delta_6 A_4 = +0,0105 + 0,0125 - (-0,030 - 0,010 - 0,014) = +0,077 \text{ мм};$

$$\Delta_H A_4 = -0,105 - 0,0125 - 0 = -0,023 \text{ мм}.$$

Оскільки  $TA_4 = \Delta_6 A_4 - \Delta_H A_4 = 0,077 - (-0,023) = 0,100 \text{ мм}$ , розрахунок проведено правильно. Проте поле допуску замикальної ланки розміщено не симетрично, як було за умовою задачі. За необхідності дотримання поставленої умови доведеться призначити на всі складальні розміри поля допусків **JS**.

Недоліком зробленого розрахунку може бути висока точність складальних ланок. Допуски цих ланок можна збільшувати за рахунок

збільшення допуску замикальної ланки (це не завжди можливо або бажано) чи шляхом обчислення допусків за ймовірним методом.

Приклад 3. Визначити допуск замикальної ланки для розмірного ланцюга (рис. 1, в) ймовірним методом.

Розв'язання. Визначення допусків і граничних відхилів складових ланок, а також номінального значення замикальної ланки  $A_4$  викладено у прикладі 1. Схему розмірного ланцюга дано на рис. 1, б.

Допуск замикальної ланки знаходимо за формулою:

$$TA_4 = \sqrt{TA_1^2 + TA_2^2 + TA_3^2 + TA_4^2 + TA_5^2} = \sqrt{46^2 + 14^2 + 52^2 + 62^2 + 14^2} = \\ = 97 \text{ мкм} \approx 100 \text{ мкм}, \text{ що відповідає IT12.}$$

За формулою (8) визначаємо середні відхили складових ланок, мкм:

$$\Delta_0 A_1 = -23 ; \Delta_0 A_2 = \Delta_0 A_5 = -7 ; \Delta_0 A_3 = +26 ; \Delta_0 A_4 = +31.$$

Середній відхил замикальної ланки знаходимо за формулою (13):

$$\Delta_0 A_4 = 26 + 31 - (-23 - 7 - 7) = +94 \text{ мкм.}$$

Граничні відхили замикальної ланки визначаємо за формулою (12), мкм:

$$\Delta_e A_4 = 94 + 0,5 \cdot 100 = +144 ; \Delta_n A_4 = 94 - 0,5 \cdot 100 = +44. \text{ Тоді } A_4 = 0,6^{+0,144}_{+0,044}.$$

Застосування ймовірного методу для розрахунку розмірного ланцюга дало можливість підвищити точність замикальної ланки за рахунок зменшення допуску практично у 2 рази.

Приклад 4. Визначити допуски і граничні відхили розмірів складаної одиниці (рис. 1, в) ймовірним методом. Замикальний розмір  $A_4 = 0,6$  мм;  $TA_4 = 100$  мкм.

Розв'язання. Складаємо схему розмірного ланцюга (рис. 1, з), з якої бачимо, що ланки  $A_3$  і  $A_4$  є збільшувальними, а ланки  $A_1$ ,  $A_2$  і  $A_3$  – зменшувальними. Розрахунок проводимо способом допусків одного квалітету.

Значення одиниць допуску складових ланок беремо з прикладу 2.

Підраховуємо число одиниць допуску для даного розмірного ланцюга за формулою (8):  $k = 100 / \sqrt{1,86^2 + 0,55^2 + 1,31^2 + 1,56^2 + 0,55^2} = 35,2$ . Значення



$k$  є між восьмим і дев'ятим квалітетами:  $k = 25$  (*IT8*);  $k = 40$  (*IT9*). Допуски на всі ланки призначимо попередньо за ближчим більшим значенням  $k$ , мкм:  $TA_1 = 74$ ;  $TA_2 = TA_5 = 25$ ;  $TA_3 = 52$ ;  $TA_4 = 62$ .

За ймовірного методу розрахунку зв'язок між допуском замикальної ланки і допусками складових ланок виражають формулою:  $TA_{\Delta} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n+p} TA_i^2}$ . За цією формулою коректують допуски складових ланок, коли вони призначені за квалітетом, в якого  $k$  не дорівнює розрахунковому. Подамо вищенаведену формулу у такому вигляді:

$TA_{\Delta}^2 = TA_1^2 + TA_2^2 + TA_3^2 + TA_4^2 + TA_5^2$ . Ланку  $A_1$  приймемо корегувальною, тоді її допуск, мкм:

$$TA_1 = \sqrt{TA_{\Delta}^2 - (TA_2^2 + TA_3^2 + TA_4^2 + TA_5^2)} = \sqrt{100^2 - (25^2 + 52^2 + 62^2 + 25^2)} \approx 48,$$

що приблизно дорівнює *IT8* ( $TA_1 = 46$ ) мкм.

Знайдемо середні і граничні відхили замикальної ланки. Для збільшувальних ланок намічаємо поля допусків *H9* ( $ES = +TD$ ,  $EI = 0$ ); для зменшувальних  $A_2$  і  $A_5$  – *h9*, для  $A_1$  – *h8* ( $es = 0$ ,  $ei = -Td$ ).

Визначаємо середні відхили складових ланок, мкм:

$$\Delta_b A_1 = 0,5(0 - 46) = -23; \Delta_b A_2 = \Delta_b A_5 = 0,5(0 - 25) = -12,5;$$

$$\Delta_b A_3 = 0,5(52 + 0) = +26; \Delta_b A_4 = 0,5(62 + 0) = +31.$$

Середній відхил замикальної ланки:

$$\Delta_b A_{\Delta} = 26 + 31 - (-23 - 12,5 - 12,5) = +105 \text{ мкм.}$$

Граничні відхили замикальної ланки, мкм:

$$\Delta_s A_{\Delta} = 105 + 0,5 \cdot 100 = 155; \Delta_n A_{\Delta} = 105 - 0,5 \cdot 100 = 55. \text{ Тоді } A_{\Delta} = 0,6_{+0,055}^{+0,155}.$$

Застосування ймовірного методу розрахунку за однаковим допуском замикальної ланки дозволило використовувати допуски дев'ятого квалітету на обробку складових ланок замість сьомого (див. *приклад 2*).

Для замикальної ланки за умовою задачі було потрібно призначити симетричне поле допуску, наприклад,  $A_{\Delta} = 0,6 \pm 0,05$  мм. Щоб витримати цю

умову, потрібно на складові ланки призначити поля допусків  $JS9$  – для збільшувальних,  $js9$  – для зменшувальних і  $js8$  – для залежної ланки  $A_1$ .

Приклад 5. Для токарної обробки вала (рис. 2, а) встановлено розмір  $\varnothing 80,5_{-0,12}$ . Для остаточної обробки вала шліфуванням задано розмір  $\varnothing 80,5_{-0,074}$ . Визначити глибину фрезкування поздовжнього паза, коли паз фрезують до шліфування, а його остаточна задана глибина рівна  $8^{+0,15}$ .

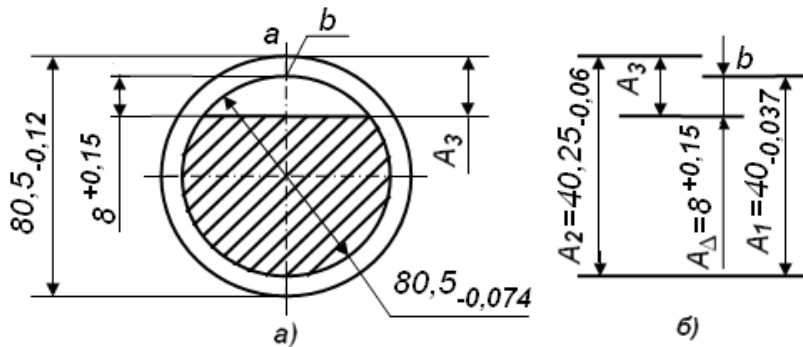


Рис. 2. Ескіз вала (а) і розмірний ланцюг (б)

Розв’язання. Складаємо розмірний ланцюг за такими міркуваннями: вал повністю обробляється в центрах і відхили форми можна не враховувати; тому, що паз

фрезується до шліфування, то заданий розмір глибини паза стає остаточним, цій розмір фактично є замикальною ланкою розмірного ланцюга, що складається; в задачі замінюється вимірювальна база (у остаточного обробленого вала глибину паза вимірюють від точки  $b$ ) (рис. 2, а), а в задачі такою базою є точка  $a$ . У розмірний ланцюг необхідно ввести додаткову ланку  $A_3$ , що є шуканою величиною.

Розмірний ланцюг (рис. 2, б) починаємо будувати від точки  $b$ . Складові ланки відкладаємо у напрямку стрілок. Збільшувальними ланками є ланки  $A_1 = 80_{-0,074} / 2 = 40_{-0,037}$  і  $A_3$ ; зменшувальна ланка  $A_2 = 80,5_{-0,12} / 2 = 40,25_{-0,06}$ ; замикальна ланка  $A_4 = 8^{+0,15}$ .

Номинальний розмір ланки  $A_3$  знаходимо за формулою (1):

$$A_3 = A_4 - A_1 + A_2 = 8 - 40 + 40,25 = 8,25 \text{ мм.}$$

Граничні розміри ланки  $A_3$  визначаємо із формул (2 і 3):

$$A_{3max} = A_{4max} - A_{1min} + A_{2min} = 8,15 - 40 + 40,19 = 8,340 \text{ мм;}$$

$$A_{3min} = A_{4min} - A_{1max} + A_{2max} = 8 - 39,963 + 40,25 = 8,287 \text{ мм.}$$

Граничні відхили розміру  $A_3$  зручно обчислювати за формулами (4 і 5):

$$\Delta_e A_3 = A_{3_{max}} - A_3 = 8,34 - 8,25 = 0,09 \text{ мм};$$

$$\Delta_n A_3 = A_{3_{min}} - A_3 = 8,287 - 8,25 = 0,037 \text{ мм}.$$

Допуск ланки  $A_3$ :  $TA_3 = \Delta_e A_3 - \Delta_n A_3 = 0,09 - 0,037 = 0,053 \text{ мм};$

$$TA_3 = A_{3_{max}} - A_{3_{min}} = 8,340 - 8,287 = 0,053 \text{ мм}.$$

Приклад 6. На рис. 3 зображений переріз вала. Розглянемо два варіанти послідовності обробки  $a$  і  $b$ .

*Варіант а.*

Після попередній обточки по  $D_1 = 62_{-0,2}$  (рис. 14.4, а) на валу фрезерується лиска по розміру  $Z$ . Визначити глибину фрезерування, коли після остаточної обробки вала по діаметру  $D_2 = 60_{-0,02}$  вимірюваний розмір  $L$  повинен бути рівний  $45 \pm 0,2$  мм.

*Розв'язання.*

Розмірний ланцюг зображений на рис. 3, в. Замикальною є ланка  $L$ , яка утримується після обробки розмірів  $D_1$ ,  $Z$  і  $D_2$ . Ланки  $D_1/2$  і  $D_2/2$  збільшувальні,  $Z$  і  $L$  – зменшувальні. Невідомий допуск зменшувальної ланки  $Z$ .

Заданий допуск замикальної ланки:

$$TL = +200 - (-200) = 400 \text{ мкм}.$$

Допуски збільшувальних ланок  $1/2TD_1 = 100$  мкм,  $1/2TD_2 = 10$  мкм.

Номинальний розмір замикальної ланки визначається за формулою:

$$L = D_1/2 + D_2/2 - Z;$$

$$45 = 31 + 30 - Z;$$

$$Z = 16 \text{ мм}.$$

Допуски на радіуси прийняти рівними половинам допусків на діаметри, тобто

$$D_1/2 = 31_{-0,1}; D_2/2 = 30_{-0,01}.$$

Граничні відхили ланки  $Z$  визначаємо по формулі:

$$\Delta_n L = \Delta_n D_1/2 + \Delta_n D_2/2 - \Delta_n Z;$$

$$+200 = 0 + 0 - \Delta_n Z; \Delta_n Z = -200 \text{ мкм}.$$

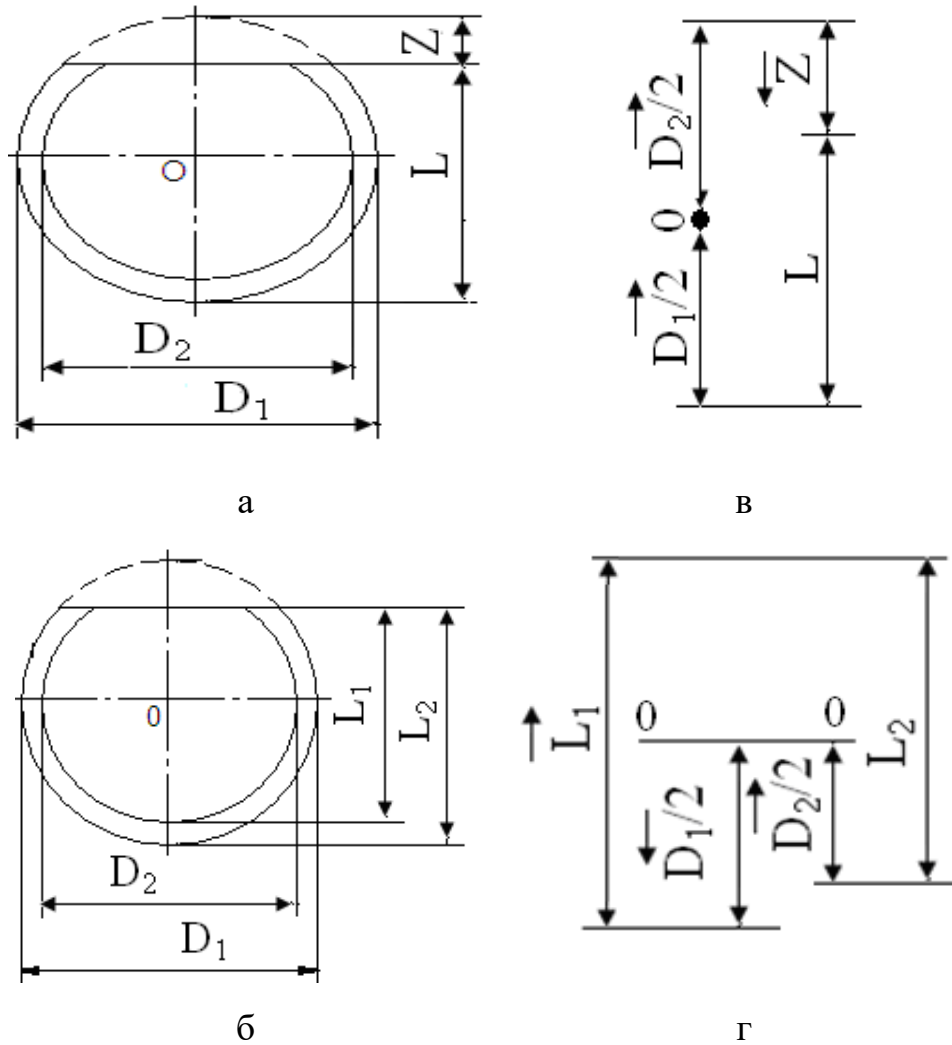


Рис. 3. Варіанти послідовності обробки вала

$$\Delta_H L = \Delta_H D_1/2 + \Delta_H D_2/2 - \Delta_B Z; -200 = -100 - 10 - \Delta_B Z; \Delta_B Z = +90 \text{ мкм.}$$

$$\text{Допуск ланки } Z: TZ = \Delta_B Z - \Delta_H Z = 90 - (-200) = 290 \text{ мкм.}$$

Правильність визначення ланки Z перевіряємо за формулою:

$$TL = TD_1/2 + TD_2/2 + TZ; 400 = 100 + 10 + 290 \text{ мкм.}$$

$$\text{Тобто } Z = 16^{+0,090}_{-0,200}.$$

*Варіант б.* Оброблюється вал по розміру  $D_1 = 62_{-0,2}$  (рис. 3, б), але при обробки лиски вимірюється розмір  $L_1$ , який потрібно визначити. Після остаточної обробки по розміру  $D_2 = 60_{-0,02}$  повинен бути отриманий розмір  $L_2 = 45 \pm 0,2$  мм.

Розмірний ланцюг наведений на рис. 3, г.

Ланка  $L_2$  є замикальною.

Ланка  $D_2/2$  – збільшувальна, ланка  $D_1/2$  – зменшувальна.

Заданий допуск ланки  $L_2$   $TL_2 = +200 - (-200) = 400$  мкм.

Невідомий допуск зменшувальної ланки  $L_1$ .

Допуск збільшувальної ланки  $D_1/2$   $0,5TD_1=100$  мкм, допуск зменшувальної ланки  $D_2/2$   $0,5TD_2 = 10$  мкм.

Номинальний розмір замикальної ланки визначається за формулою:

$$L_2 = L_1 + D_2/2 - D_1/2 ; 45 = L_1 + 30 - 31 ; L_1 = 46 \text{ мм.}$$

Допуски на радіуси прийняти рівними половинам допусків на діаметри, тобто  $D_1/2 = 31_{-0,1}$ ;  $D_2/2 = 30_{-0,01}$ .

Граничні відхили ланки  $L_2$  визначаємо по формулі:

$$\Delta_B L_2 = \Delta_B L_1 + \Delta_B D_2/2 - \Delta_H D_1/2 ; +200 = \Delta_B L_1 + 0 - (-100); \Delta_B L_1 + 100 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_H L_2 = \Delta_H L_1 + \Delta_H D_2/2 - \Delta_B D_1/2 ; -200 = \Delta_H L_1 + (-10) + 0; \Delta_H L_1 = -190 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_H L_2 = \Delta_H D_1/2 + \Delta_H D_2/2 - \Delta_B Z; -200 = -100 - 10 - \Delta_B Z; \Delta_B Z = +90 \text{ мкм.}$$

$$\text{Допуск ланки } L_2: TL_2 = \Delta_B L_2 - \Delta_H L_2 = +100 - (-190) = 290 \text{ мкм.}$$

$$\text{Тобто } L_2 = 46^{+0,100}_{-0,190}.$$

Правильність визначення ланки  $Z$  перевіряємо за формулою:

$$TL_2 = TL_1 + TD_1/2 + TD_2/2 ; 400 = 290 + 100 + 10 \text{ мкм.}$$

Порівнюючи результати розв'язання розмірних ланцюгів  $a$  і  $b$  можна помітити, що в подетальних ланцюгах послідовність обробки впливає на граничні відхили складових ланок, навіть при незмінних допусках замикальної і ряду складових. При цьому змінюється також роль складових ланок, наприклад, розмір  $D_2/2$  в ланцюзі  $a$  є збільшувальною ланкою, а в ланцюзі  $b$  – зменшувальною.

При постановці розмірів на кресленику перерізу за варіантом  $a$  слід проставляти для  $D_1$ ,  $D_2$  і  $Z$  розміри з відхилами і для  $L$  – номинальний розмір з позначкою \* (для довідок). За варіантом  $b$  з позначкою \* слід проставити розмір  $L$ , а решта розмірів з відхилами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Расчет допусков размеров. – М. : Машиностроение, 1981. – 189 с., ил.

2. Цепи размерные. Основные положения. Методы расчета линейных и угловых цепей. РД 50-635-87. – [Введен с 1987-06-01]. – К.: Издательство стандартов, 1987. – 24 с.

3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Практикум : підруч. для студ. вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, Полянський П.М.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна. – Миколаїв : МНАУ, 2016. – 388 с.

### **РАСЧЕТЫ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ**

*Иванов Г.А., Полянский П.Н.*

*Приведены основные теоретические положения размерных цепей. Рассмотрены примеры расчета размерных цепей сборочной единицы промежуточного вала передвещающего механизма редуктора методами максимума-минимума и вероятностным и технологической размерной цепи вала методом максимума-минимума.*

### **CALCULATING THE SIZE OF CHAINS BY THE HIGH-LOW AND PROBABILISTIC.**

*Ivanov G.A., Polyansky P.N.*

*The basic theoretical principles of dimensional chains. Considered examples of calculating the size of chains subassembly intermediate shaft gear mechanism peredeyuschego methods and high-miimuma probabilistic and technological dimensional chain shaft by high-miimuma.*

## ЗМІСТ

<b>СЕКЦІЯ «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ І СТАНДАРТИЗАЦІЇ» .....</b>	<b>7</b>
<b>ПРАВОВІ ОСНОВИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ І МЕТРОЛОГІЇ В УКРАЇНІ ....</b>	<b>7</b>
<b>ПРОФІЛЬНІ З'ЄДНАННЯ (POLYGONAL CONNECTIONS): НАСТАВ ЧАС СТАНДАРТИЗУВАТИ В УКРАЇНІ .....</b>	<b>19</b>
<b>ВИДИ ПОХИБОК ТА ПРИЧИНИ ЇХ ВИНИКНЕННЯ .....</b>	<b>28</b>
<b>ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН .....</b>	<b>39</b>
<b>ПЕРЕХІДНІ ПОСАДКИ – РОЗРАХУНОК І ВИБІР .....</b>	<b>42</b>
<b>СЕКЦІЯ «ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ І СТАНДАРТИЗАЦІЇ» .....</b>	<b>54</b>
<b>ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ЗБІРНИХ РІЗЦІВ НА ОСНОВІ РОЗРАХУНКУ РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ.....</b>	<b>54</b>
<b>СТАНДАРТИЗАЦІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ ТА ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ .....</b>	<b>63</b>
<b>ОЦЕНКА ПЕРЕКОСОВ ОСЕЙ СОЕДИНЯЕМЫХ ВАЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗУБЧАТЫХ МУФТ.....</b>	<b>74</b>
<b>МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БЛОК-КАРТЕРІВ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ .....</b>	<b>79</b>
<b>ВИЗНАЧЕННЯ НАЙМЕНШОГО НАТЯГУ МІЖ ВАЛОМ І ЗОВНІШНІМ КІЛЬЦЕМ ВАЛЬНИЦЫ КОЧЕННЯ, ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ</b>	<b>86</b>
<b>РОЗРАХУНКИ РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ.....</b>	<b>90</b>
<b>ЗМІСТ .....</b>	<b>102</b>







Наукове видання

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ  
ТА СТАНДАРТИЗАЦІЇ У МАШИНОБУДУВАННІ**

Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції  
молодих учених і здобувачів вищої освіти  
12-13 квітня 2018 р.  
м. Миколаїв

Технічний редактор: П.М. Полянський

Комп'ютерна верстка: П.М. Полянський

Формат 60x84/16. Ум. друк арк. 6,625  
Тираж 50 прим. Зам. № \_\_\_\_.

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.