



СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЇ У МАШИНОБУДУВАННІ

**МАТЕРІАЛИ V ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ УЧЕНИХ І СТУДЕНТІВ**



Миколаїв - 2017



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

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЇ У МАШИНОБУДУВАННІ

МАТЕРІАЛИ

**V ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ УЧЕНИХ І СТУДЕНТІВ**

м. Миколаїв, 5-6 квітня 2017 року

**MODERN PROBLEMS INTERCHANGEABILITY
AND STANDARDIZATION IN ENGINEERING**

MATERIALS

**V THE NATIONAL YOUNG SCIENTISTS AND STUDENTS
SCIENTIFIC-RESEARCH CONFERENCE**

Mykolaiv, 5-6 April 2017

2017, Mykolaiv national agrarian university. Faculty of mechanization.

**Миколаїв
2017**

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

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету. Протокол № 7 від ” 28 ” березня 2017 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 V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів, 5-6 квітня 2017 р., м. Миколаїв / Міністерство освіти і науки України; Миколаївський національний аграрний університет. – Миколаїв: МНАУ, 2017. – 96 с.

УДК 62-1:621:006.4
ББК 34.4+30ц+34.5

© Миколаївський національний аграрний університет, 2017

ОРГКОМІТЕТ

Президія оргкомітету

Голова:

- **В.С. Шибанін** – 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;
- **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;
- **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 IV 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 (5-6 квітня 2017 року).

Організатори конференції і автори статей - вчені, спеціалісти, аспіранти, здобувані і студенти вищих навчальних закладів, 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 006.067

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ НОРМ І СТАНДАРТІВ ЗГІДНО УГОДИ ПРО АСОЦІАЦІЮ УКРАЇНИ ТА ЄС

Я. В. Ярошно, студент

І. І. Махмудов, кандидат технічних наук,

Л. О. Шейко

Відокремлений підрозділ національного університету біоресурсів і природокористування України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Проведено аналіз стану виконання Угоди про асоціацію між Україною та ЄС по гармонізації національної системи стандартизації і сертифікації із нормами Європейського Союзу. У статті також наведено статистичні дані щодо кількості гармонізованих стандартів.

Ключові слова: система стандартизації і сертифікації, технічне регулювання, стандарти, гармонізація, АСАА, знак відповідності.

Постановка проблеми. Згідно Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом [1, стаття 55-56] Україна та країни ЄС зобов'язались:

- зміцнювати співробітництво у сфері стандартизації;
- заохочувати співробітництво між організаціями, які відповідальні за стандартизацію, метрологічну діяльність, сертифікацію і акредитацію;
- розвивати в Україні інфраструктуру систем стандартизації, метрології, акредитації і оцінки відповідності;
- зближувати технічного регулювання, стандартів і оцінку відповідності України і ЄС.

Для цього Україна повинна:

- забезпечувати участь національних органів у європейських і міжнародних організаціях зі стандартизації, метрології і оцінки відповідності;
- впроваджувати звід Європейських стандартів (EN) як національні стандарти, і зокрема гармонізовані європейські стандарти;
- проводити скасування конфліктних національних стандартів, в тому числі стандарти (GOST/ГОСТ), які розроблені до 1992 року;
- вживати заходів щодо набуття членства у європейських організаціях зі стандартизації.

Мета доповіді. У зв'язку із вступом у силу економічної частини Угоди про асоціацію необхідним є аналіз змін у національній системі стандартизації. Тому, що вона впроваджує практику європейських країн, чим значно впливає на зовнішньоекономічну діяльність вітчизняних товаровиробників.

Виклад основного матеріалу. Інтеграція України у світове економічне співтовариство вимагає проведення реорганізації державних систем стандартизації і сертифікації. Стандартизація, метрологія, сертифікація і акредитація набули системного розвитку в зв'язку із євроінтеграційним напрямком розвитку держави.

Згідно інформації Урядового офісу з питань європейської інтеграції, який створено при Кабміні України для інформування громадськості про виконання Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, станом на 01 січня 2017 року виконано наступне.

За 2014 рік виконано:

- починаючи із 3 січня 2015 р. почав діяти Закон України «Про стандартизацію» в новій редакції, який передбачає приведення національної системи стандартизації до європейською моделі;
- згідно з європейською практикою функції національного органу стандартизації покладено на органом не державної влади – державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості». Це буде сприяти незалежності в прийманні та скасуванні національних стандартів з огляду на те, що згідно

Угоди про технічні бар'єри в торгівлі СОТ стандарти визначаються як добровільні. Також Законом України «Про стандартизацію» передбачено для забезпечення участі у управлінні державних органів, наукових установ, громадських об'єднань і професійних спілок входження їх до керівної ради;

- у 2014 році прийнято 2313 національних нормативних документів, з яких 1998 гармонізованих з міжнародними і європейськими, а також скасовано чинність 122 міждержавних стандартів (ГОСТ). У електронну бази нормативних документів в 2014 році внесено 343 нормативних документи;

- прийнято Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» в новій редакції, який спрямований на гармонізацію законодавчих актів із документами Міжнародної організації законодавчої метрології і ЄС;

- прийнято Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності», який гармонізований з європейськими вимогами і положеннями та запроваджує відміну централізованої реєстрації сертифікатів відповідності. З 27 актів європейського секторального законодавства, визначених Угодою, в Україні вже прийнято 24 технічних регламенти, з яких 17 технічних регламентів є обов'язковими до застосування, а 8 технічних регламентів максимально приведені у відповідність із актами законодавства ЄС;

- підписано Угоду про надання Національному агентству з акредитації України статусу повноправного члена ІЛАС у сферах випробування і калібрування;

- вирішено питання щодо нанесення на деякі види продукції національного знака відповідності [2].

За 2015 рік виконано:

- впроваджено два рівня стандартизації: національні стандарти, які прийняті національним органом стандартизації і стандарти та технічні умови, які прийняті підприємствами, установами і організаціями. Галузеві стандарти протягом п'ятнадцяти років повинні бути переведені на національний рівень чи на рівень підприємств або скасовані;

- заборонено проводити погодження проектів національних стандартів із державними органами;

- відмінено державну реєстрацію технічних умов і не допускається встановлення будь-яких правил, що пов'язані з розробкою стандартів і технічних умов підприємств;

- відмінено обов'язковість застосування національних стандартів;

- у 2015 році прийнято 3745 національних нормативних документів, в тому числі гармонізованих з міжнародними і європейськими – 2794. Станом на 1 січня 2016 року гармонізовані із міжнародними і європейськими 10 964 національних стандартів із 17 889. У 2015 році скасовано чинність 14 122 міждержавних стандартів (ГОСТ), які розроблені до 1992 року і більшість з них будуть чинними ще до 2018 року, щоб бізнес пристосовувався до нових умов;

- Українському науково-дослідному і навчальному центру проблем стандартизації, сертифікації та якості підтверджено членство у Міжнародній організації зі стандартизації (ISO) і Міжнародній електротехнічній комісії (IEC);

- визначено чотири наукові метрологічні центри, які будуть створювати, удосконалювати, зберігати та застосовувати національні еталони;

- внесено до Реєстру державних, первинних і вторинних еталонів одиниць вимірювань 69 державних та 70 вторинних еталонів одиниць вимірювань і до бази даних Міжнародного бюро з мір та ваг 234 СМС-рядки. Затверджено Технічний регламент неавтоматичних зважувальних приладів [3, 4].

За 2016 рік виконано:

- 10 лютого набрав чинності Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності».

- у 2016 році було прийнято 1443 національних стандарти, з яких – 1320 національних стандартів, ідентичних європейським і міжнародним стандартам;

- створено 7 нових технічних комітетів стандартизації;

- для спрощення продажу стандартів створений онлайн-магазин Українського агентства зі стандартизації (ДП «УкрНДНЦ»);

- 1 січня 2016 року почав діяти Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність». Протягом року прийнято і впроваджено 3 технічні регламенти та 270 стандартів, які стали доказовою базою відповідності вимірювальної техніки вимогам впроваджених регламентів. Регламенти розроблені на основі директив ЄС, що спрощує експорт засобів вимірювальної техніки на ринки ЄС та зменшує кількість категорій засобів вимірювальної техніки, які необхідно періодично повіряти з 160 до 80. У 2016 році звірено 12 державних первинних еталонів з національними еталонами інших держав. [5].

Висновки.

З прийняттям горизонтального і секторального законодавства згідно зобов'язанням за Угодою про асоціацію, Україна продемонструвала виконання реформ у сфері технічного регулювання, стандартизації, оцінки відповідності, метрології, акредитації і ринкового нагляду. Реалізовані заходи значно наблизили систему технічного регулювання України до європейських норм. З огляду на зазначене, Україна має всі підстави очікувати позитивного висновку Єврокомісії за результатами перевірки інституційної і законодавчої складових системи технічного регулювання та в результаті, підписання Угоди АСАА для перших трьох секторів в 2017 році.

Література

1. Угода про асоціацію між Україною та Європейським союзом. / Урядовий портал [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.kmu.gov.ua/kmu/control/uk/publish/artide?art_id=248387631.

2. Звіт про виконання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом (вересень 2014 року – січень 2015 року). / Урядовий портал [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=248115804&cat_id=24774948
[8](#).

3. Звіт про виконання Порядку денного асоціації та Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом (січень-жовтень 2015 року). / Урядовий портал [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=248115804&cat_id=24774948
8.

4. Звіт про виконання Порядку денного асоціації та Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом (за 2015 рік). / Урядовий портал [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=248115804&cat_id=24774948
8.

5. Звіт про виконання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом (за 2016 рік). / Урядовий портал [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=248115804&cat_id=24774948
8.

УДК 006.063

ЗМІНИ В НОРМАТИВНО-ПРАВОВІЙ БАЗІ СТАНДАРТИЗАЦІЇ В ЗВ'ЯЗКУ ІЗ ВСТУПОМ УКРАЇНИ ДО ЄС

В. В. Головатий, студент

В. О. Кроль, старший викладач

Подільський державний аграрно-технічний університет

Україна одержала в спадок від СРСР інерційну, застарілу систему стандартизації, яка гальмує швидкий випуск продукції як на внутрішній, так і на зовнішні ринки. Останніми роками в ній відбуваються позитивні зрушення.

Мета даної статті - проаналізувати зміни в нормативних документах та законодавстві України в зв'язку з підписанням Угоди про асоціацію між Україною та ЄС і виявити основні тенденції їх розвитку.

Ключові слова: стандартизація, нормативний документ, законодавча база, євроінтеграція

Постановка проблеми. З моменту набуття Україною незалежності, питання стандартизації не залишились поза увагою українського уряду. Були видані Декрети Кабінету Міністрів України :

«Про державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил та відповідальність за їх порушення» 8 квітня 1993 року N 30-93 [1];

«Про забезпечення єдності вимірювань» 26 квітня 1993 року N 40-93 [2] (втратив чинність у зв'язку із введенням Закону України N 113/98-ВР від 11.02.98 «Про метрологію та метрологічну діяльність»);

«Про стандартизацію і сертифікацію» 10 травня 1993 року N 46-93 [3];
розроблена «Державна система стандартизації України» (ДСТУ 1.0-93, ДСТУ 1.2-93, ДСТУ 1.3-93, ДСТУ 1.4-93, ДСТУ 1.5-93).

З часом, були підписані міжурядові угоди, розроблена величезна кількість різнопланових стандартів. Молода держава, розуміючи необхідність міжнародної співпраці і забезпечення випуску якісної продукції, створювала

потужну систему стандартизації, метрології і сертифікації, але, на жаль, на базі існуючої з часів СРСР. Тепер повідомлення “Порушення стандарту переслідується за законом” зникли з сторінок нормативних документів. Що ж відбувається зараз, чому дотримання стандартів перестає бути обов'язковим і куди ми рухаємось?

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням розвитку стандартизації, сертифікації, якості, технічного регулювання присвячені праці таких дослідників як Будьонний М.М., Фісун В. П., Салухіна Н.Г., Язвінська О.М. Шпомер А.І., Волков В., Гамбург І., Гінзбург М., Єршова С., Кузьміна М., Московська Н., Овчаренко Р., Усенко О. і багатьох інших.

Мета статті - проаналізувати зміни в нормативних документах та законодавстві України в зв'язку з підписанням Угоди про асоціацію між Україною та ЄС і виявити основні тенденції їх розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Порівнюючи підходи до стандартизації, які дістались Україні у спадок від СРСР з європейськими, можна легко помітити принципові відмінності [4] таблиця 1.

В Українській системі на державні установи було покладено визначення параметрів безпечності, розробку стандартів і контроль якості продукції. В системі ЄС державна установа опікується лише параметрами безпечності, а розробка стандартів, контроль якості продукції покладені на виробника.

У Радянському Союзі конкуренція була відсутня, тому, в умовах планової економіки, держава вирішувала що, у якій кількості і якої якості випускає те чи інше підприємство. У Європейській Спільноті швидкий прогрес досягається за рахунок вільної конкуренції, яка дозволяє наповнити ринок різноманітною продукцією, з якої споживач обирає найбільш прийнятні варіанти. Виробник може випускати все, що не шкодить життю і здоров'ю споживача. Вивчаючи попит, він вносить зміни в конструкцію та дизайн виробів, покращує ергономіку, а ринкова конкуренція показує доцільність прийнятих ним рішень. Держава не може оперативного реагувати на новітні технології, розробляючи під них стандарти, тому, переклавши цю роботу на виробника, можна суттєво

прискорити вихід на ринок нових товарів. Саме такі підходи дають можливість значно скоротити державні витрати на стандартизацію і утримання різноманітних контролюючих органів і задовольнити потреби ринку.

Таблиця 1

Концептуальна різниця	Українська система	Система ЄС
Хто визначає параметри безпеки продукції?	Держава	Держава
Хто розробляє стандарти?	Держава	«Всі зацікавлені сторони» (спілки споживачів, спілки малих та середніх підприємств, екологічні активісти)
Хто контролює якість продукції?	Держава	Конкуренція на ринку
	За радянською традицією в нас діють ГОСТи, які розробляє держава. В Україні у сфері стандартизації досі чинні документи часів СРСР. До того ж одну продукцію контролюють різні органи.	Виробник відповідає за дотримання обов'язкових вимог безпеки, встановлених директивами Європейської Комісії, Ради чи Парламенту. Організації зі стандартизації CEN та CENELEC виробляють стандарти, спрямовані на досягнення цих вимог. Стандарти, як правило, є добровільними.

Що змінилося в Україні сьогодні? Є дві обставини, які спонукали змінити державну політику в сфері технічного регулювання:

14 червня 1994 року Україна підписала Угоду про партнерство та співробітництво з Європейським Союзом (ЄС);

6 травня 2008 року Україна вступила у Світову організацію торгівлі (СОТ).

Ці фактори стали основою для глобальних перетворень у сфері технічного регулювання України, у процесі яких необхідно було:

- а) внести зміни в чинні закони України й ухвалити пакет нових законів, адаптованих до європейських;
- б) вирішувати таке складне і витратне завдання, як гармонізація національної нормативної бази з міжнародною та європейською;
- в) упровадити новий для України вид нормативно-правового регулювання (технічні регламенти, аналогічні директивам ЄС);
- г) організувати державний ринковий нагляд, відмовившись при цьому від звичного державного нагляду в сфері виробництва продукції [6].

Значні відмінності Української і Європейської систем створювали технічні бар'єри, перешкоджаючи вільному переміщенню товарів. Щоб отримати вигоду від скасування митних тарифів і продавати продукцію в ЄС на вигідних умовах, Україна повинна була запровадити однакові з ЄС правила технічного регулювання та систему стандартизації продукції.

Додаток Угоди про Асоціацію [7], передбачає, що до 2020 року Україна має перейти на 5 тисяч стандартів ЄС. У 2015 році ухвалили близько 1500 євростандартів, лише за 2016 рік Україна скасувала близько 16 тисяч міждержавних і радянських ГОСТів, замінивши їх національними стандартами, в тому числі гармонізованими з європейськими та міжнародними [5].

Змін потребує і законодавча база України. На початку червня 2014 року парламент прийняв новий *Закон України "Про стандартизацію"* [8], який **3 січня 2015 р. набув чинності.**

Згідно з ним, почав діяти **Національний орган стандартизації (НОС)**, до повноважень якого належать організація і координація діяльності в галузі стандартизації, представлення інтересів України в міжнародних і регіональних організаціях із стандартизації, затвердження програми робіт із стандартизації, прийняття та скасування національних стандартів та ін. Вирішене питання з доступом до нормативних документів: НОС забезпечує розміщення на офіційному веб-сайті текстів національних стандартів та кодексів ustalеної практики, обов'язковість застосування яких встановлена нормативно-правовими актами, не пізніше ніж через 30 календарних днів з дня офіційного

опублікування таких актів з безоплатним доступом до зазначених національних стандартів та кодексів ustalеної практики.

Також Законом передбачається **введення двох рівнів стандартизації** залежно від суб'єкта стандартизації, який приймає стандарти: національні стандарти, прийняті національним органом стандартизації та стандарти та технічні умови, прийняті підприємствами. **Скасовується галузева стандартизація**, а центральні органи виконавчої влади мають право переглядати свої галузеві стандарти з метою переведення їх на національний рівень.

Національні стандарти застосовуються на добровільній основі, за винятком випадків, коли обов'язковість їх застосування встановлена нормативно-правовими актами

Одночасно з попереднім законом був затверджений Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність" [9], який вступив в дію 1 січня 2016 р. Його положення викладені відповідно до вимог директиви Міжнародної організації законодавчої метрології OIML D1.

За основу в побудові національної метрологічної системи взято документи та рекомендації Міжнародної організації із законодавчої метрології (OIML), директиви ЄС, документи Метричної конвенції, Міжнародної організації з акредитації лабораторій, угоди СОТ та угоди про технічні бар'єри в торгівлі. Це основне джерело інформації для створення національної метрологічної інфраструктури. За словами найавторитетніших у галузі світової метрології фахівців, "закон не має аналогів у жодній з європейських країн і є законом майбутнього" [10].

Закон України "Про технічні регламенти та оцінку відповідності" від 15.01.2015 року №124-VIII [11] набув чинності 10 лютого 2016 р. У документі відповідно до вимог Угоди про технічні бар'єри у торгівлі (яка є невід'ємною частиною Угоди про заснування СОТ), зібрані правові та організаційні засади розроблення, прийняття та застосування регламентів та процедур оцінки

відповідності. Це не лише усуває суперечності між ними, але й надає змогу більш якісно адаптувати національне законодавство до законодавства Європейського Союзу.

Як зазначили члени комітету з питань промислової політики та підприємництва у своєму висновку, цей закон створить сприятливі умови для розробки, прийняття та застосування технічних регламентів і передбачених ними процедур оцінки відповідності з метою подальшої адаптації національного законодавства у сфері технічного регулювання до законодавства Європейського Союзу [12].

Прийняття цього закону забезпечить виконання Угоди про оцінку відповідності та прийнятності промислових товарів з ЄС (*Agreement on conformity assessment and acceptance of industrial products, угода АСАА*). Впровадження такого документу забезпечить безперешкодний вихід виробників з України на європейський ринок.

Як бачимо, Україна не шкодує сил на заходи, пов'язані з розробкою технічних регламентів, національних стандартів, гармонізацією їх з міжнародними та європейськими, змінами в законодавстві у сфері технічного регулювання. Результатом цієї роботи стане вільне просування Українських товарів на внутрішньому ринку ЄС без додаткового проведення процедур оцінки відповідності і митних тарифів, що дасть можливість покращити економічний стан країни, поліпшить якість продукції і захист прав споживача. Крім того, в перспективі слід очікувати зниження витрат на проведення робіт із стандартизації і утримання державних органів, які опікуються наглядом за виробництвом продукції і видачею ліцензій виробникам.

Ефективність проведення таких заходів можна проілюструвати наступними фактами: німецьке агентство зі стандартизації підрахувало, що впровадження стандартів з 2006 по 2011 роки зекономило майже 17 мільярдів євро, а перехід на міжнародні стандарти гірничої промисловості Австралії дозволяє заощадити щороку від 17 до 67 мільйонів євро [5].

Висновки. Прагнення України приєднатися до європейського співтовариства цілком логічно викликає потребу в гармонізації нормативної бази з європейською, прийняття нових законів і підзаконних актів. Це сприятиме створенню умов для розвитку вітчизняного виробництва шляхом підвищення його конкурентоспроможності на внутрішньому і зовнішньому ринках, розвитку вітчизняних підприємств-виробників, зростанню якості і безпечності продукції, а також є одним із кроків України до європейської інтеграції. Разом з тим, виробникам необхідно слідкувати за змінами, що відбуваються, для того щоб вчасно відреагувати на них і здобути конкурентні переваги на ринку.

Література

1. Про державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил та відповідальність за їх порушення: Декрет Кабінету Міністрів України від 08.04.1993 № 30-93 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/30-93>
2. Про забезпечення єдності вимірювань: Декрет Кабінету Міністрів України від 26.04.1993 № 40-93 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/40-93>
3. Про стандартизацію і сертифікацію: Декрет Кабінету Міністрів України від 10 травня 1993 року № 46-93 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/46-93>
4. Заворітня, Г., Як виконати угоду з ЄС? Технічне регулювання та стандартизація. Інфографіка [Електронний ресурс] / Г. Заворітня, Д. Луценко, Л. Акуленко. – Режим доступу: <http://www.eurointegration.com.ua/articles/2014/07/7/7023953/>
5. Прощання з радянським ГОСТом: Чому Україні потрібні європейські стандарти? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hromadske.ua/posts/chomu-ukraini-potribni-ievropeiski-standarty-reforma>

6. Будьонний М. Технічне регулювання й технічний прогрес / М. Будьонний // Стандартизація. Сертифікація. Якість. - 2012. - № 3. - С. 20-21. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ssia_2012_3_8
7. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/984_011
8. Про стандартизацію: Закон України від 5 червня 2014 року № 1315-VII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1315-18>
9. Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України від 5 червня 2014 року № 1314-VII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1314-18>
10. Миколаєнко, І. Юрій Кузьменко: «Новий закон – крок України до євроінтеграції» // Урядовий Кур'єр [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukurier.gov.ua/uk/articles/yurij-kuzmenko-novij-zakon-krok-ukrayini-do-yevroi/>
11. Про технічні регламенти та оцінку відповідності: Закон України від 15.01.2015 року №124-VIII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/main/124-19>
12. Рада прийняла закон про технічні регламенти і оцінку відповідності // Європейська правда [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eurointegration.com.ua/news/2015/01/15/7029699/>.

УДК 620.114.2.02-191

ГАРМОНІЗАЦІЯ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ В ГАЛУЗІ НОРМУВАННЯ ВИКИДІВ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ АВТОМОБІЛІВ

В. І. Карась, старший викладач

О. М. Клендій, кандидат технічних наук, доцент

Видокремлений підрозділ національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»

Забруднення атмосфери складається з багатьох факторів, але викиди вихлопних газів транспортними засобами наносить найбільшої шкоди навколишньому середовищу. Тому проблема контролю і зменшення викидів шкідливих речовин є завданням для кожної країни. Для того, щоб встановити єдині вимоги по регулюванню гранично-допустимих норм викидів шкідливих речовин постійно розробляються міжнародні екологічні стандарти.

Ключові слова: гармонізація стандартів, нормування викидів автотранспортних засобів, димомір, Євро.

В Україні з 2004 року почали розробляти державні гармонізовані стандарти, що базуються на вимогах стандартів «Євро». В статті звернено увагу на особливості і проблеми гармонізації національних стандартів на етапах їх розробки та впровадження.

Забруднення навколишнього середовища викликається викидами шкідливих речовин в атмосферу. Одним з ключових факторів є забруднення атмосфери автомобільними **вихлопними** газами. З розвитком технологій в галузі машинобудування, кількість транспортних засобів швидко збільшується, що сприяє підвищенню рівня атмосферного забруднення. Контроль відпрацьованих газів автомобілів і зменшення викидів шкідливих речовин є глобальною проблемою і багато країн створюють власні нормативи і стандарти, що регламентують рівні викидів токсичних речовин. Так, в європейських країнах нормування викидів автотранспортних засобів здійснюється згідно з правилами Європейської економічної комісії (ЄЕК ООН) та директивами

Європейського Союзу (ЄС), якими у 1992 році були вперше введені норми «Євро». Вони в першу чергу стосуються автовиробників, надаючи їм чіткий орієнтир, яких екологічних показників вони повинні досягти і в якому році (див. табл 1).

«Євро» – це екологічні стандарти, що регулюють вміст шкідливих речовин у вихлопних газах транспортних засобів з дизельними і бензиновими двигунами. До складу автомобільних викидів входить понад 200 різних хімічних речовин (діоксидвуглецю, сірчистий газ, альдегіди, сажа, свинцеві сполуки), які потрапляють у навколишнє середовище.

Таблиця 1- Роки впровадження нормативних документів в країнах ЄС і Україні

Стандарти	Впроваджений в ЄС	Впровадження в Україні
Євро 1	1992	-
Євро 2	1995	2006
Євро 3	1999	2013
Євро 4	2005	2014
Євро 5	2009	2016
Євро 6	2015	2018

В табл. 2 [1] вказаний орієнтовний склад основних компонентів **вихлопних** газів, які потрапляють в навколишнє середовище. Деякі з них мають токсичну дію. Зокрема, сполуки свинцю не виводяться з організму, а накопичуються у ньому до небезпечних концентрацій, що призводить до отруєння. До особливостей викидів дизельних автомобілів належить наявність канцерогенних поліциклічних ароматичних вуглеводнів, найшкідливішим серед яких є бензапірен. Останній, так само як і свинець, відноситься до забруднюючих речовин першого класу небезпеки. Крім того, дизельні двигуни характеризуються підвищеною димністю. Для перевірки відповідності дизельних двигунів екологічним нормативам і стандартам застосовуються відповідні засоби інструментального контролю – вимірювачі димності відпрацьованих газів (димоміри). Ураховуючи, що відповідний національний стандарт ДСТУ 4276-2004, який регламентує рівень димності, діє з 2006 року, виникає необхідність аналізу сучасного стану існуючих димомірів, розроблення

рекомендацій щодо їх удосконалення та доведення технічних характеристик до вимог міжнародних стандартів. Норми димності автомобілів (двигунів) згідно ДСТУ 4276-2004 не повинна перевищувати значень наведених у табл. 3 [6]. Димність дизельних двигунів визначають за допомогою димомірів, які працюють на використанні принципу, який полягає у визначенні рівня поглинання світлового потоку відпрацьованими газами певної товщини.

Таблиця 2. Склад **вихлопних газів**

Компонент	Позначення компонента	Одиниця виміру	Двигун	
			бензиновий	дизельний
Азот	N ₂	%	74–77	76–78
Кисень	O ₂	%	0,2–8,0	2–18
Пари води	H ₂ O	%	3,0–13,5	0,5–10,0
Вуглекислий газ	CO ₂	%	5–12	1–10
Діоксид вуглецю	CO ₂	%	5–14	1–12
Оксид вуглецю	CO	%	0,1–10,0	0,01–0,30
Оксиди азоту	NO _x	%	0,1–0,5	0,001–0,400
Альдегіди,	CHO*	%	0–0,2	0–0,009
Вуглеводні	C _n H _m *	%	0,2–3,0	0,01–0,50
Сірчаний газ	SO ₂	%	0–0,002	0–0,03
Оксид сірки	SO ₂	%	0–0,003	0–0,015
Сполуки свинцю	Pb*	мг/м ³	0–60	–
Сажа	C**	г/м ³	0–0,4	0,01–1,1
Бензапірен	**	г/м ³	до 0,00002	до 0,00001

*-Токсичні компоненти, ** - Канцерогени

Димність відпрацьованих газів двигуна автомобіля визначають за показниками (коефіцієнтами) ослаблення світлового потоку, яке виникає внаслідок поглинання та розсіювання відпрацьованими газами потоку випромінювання від джерела світла у вимірювальній камері димоміра:

- натуральним показником (коефіцієнтом) поглинання(K_{доп});
- лінійним показником (коефіцієнтом) поглинання(N_{доп}).

Відповідні міжнародні стандарти ISO 11614:1999 та ISO3929:2003 значно розширюють вимоги до технічних характеристик димомірів.

Цими нормативними документами передбачено більше контрольованих параметрів, які характеризують задимленість навколишнього середовища за результатами викидів вихлопних газів [4].

Таблиця 3. Норми димності автомобілів (двигунів) [6]

Автомобілі	Гранично допустимий показник ослаблення світлового показника, $K_{\text{доп}}, \text{м}^{-1}$	Гранично допустимий коефіцієнт ослаблення світлового потоку, $N_{\text{доп}}, \%$
Автомобілі з дизелями: без наддуву; з наддувом.	2,5 3,0	66 73
Автомобілі з газодизелями: без наддуву; з наддувом.	1,7 2,0	52 58

Зазначені міжнародні екологічні стандарти «ЄвроХ» містять вимоги до максимальних викидів двигунів внутрішнього згоряння і відіграють важливу роль у зниженні так званих регульованих речовин, до яких належать оксид вуглецю (СО), оксиди азоту (NO_x), вуглеводні (СН) і тверді частинки (сажа). Із року в рік стандарти «Євро» послідовно ставали жорсткішими. Якщо подивитись на табл. 4 та діаграму викидів шкідливих речовин (рис. 1), то побачимо, що з прийняттям кожного нового стандарту значно зменшуються норми викидів шкідливих речовин.

З метою забезпечення виконання норм, передбачених стандартами, було запропоновано декілька нових конструктивних розробок. Їх застосування сприяло поетапному впровадженню інноваційних рішень в конструкцію автомобіля, що дало можливість поступово зменшувати викиди відпрацьованих газів. Зокрема, для бензинових двигунів автомобілів, це було досягнуто за рахунок використання трикомпонентного каталітичного нейтралізатора і переходу на інжекторні системи уприскування палива. Так впровадження нейтралізаторів, згідно вимог ДСТУ4277:2004, дало можливість скоротити допустимі норми викиду оксиду вуглецю в атмосферу з 4,5% до 0,3% [7].

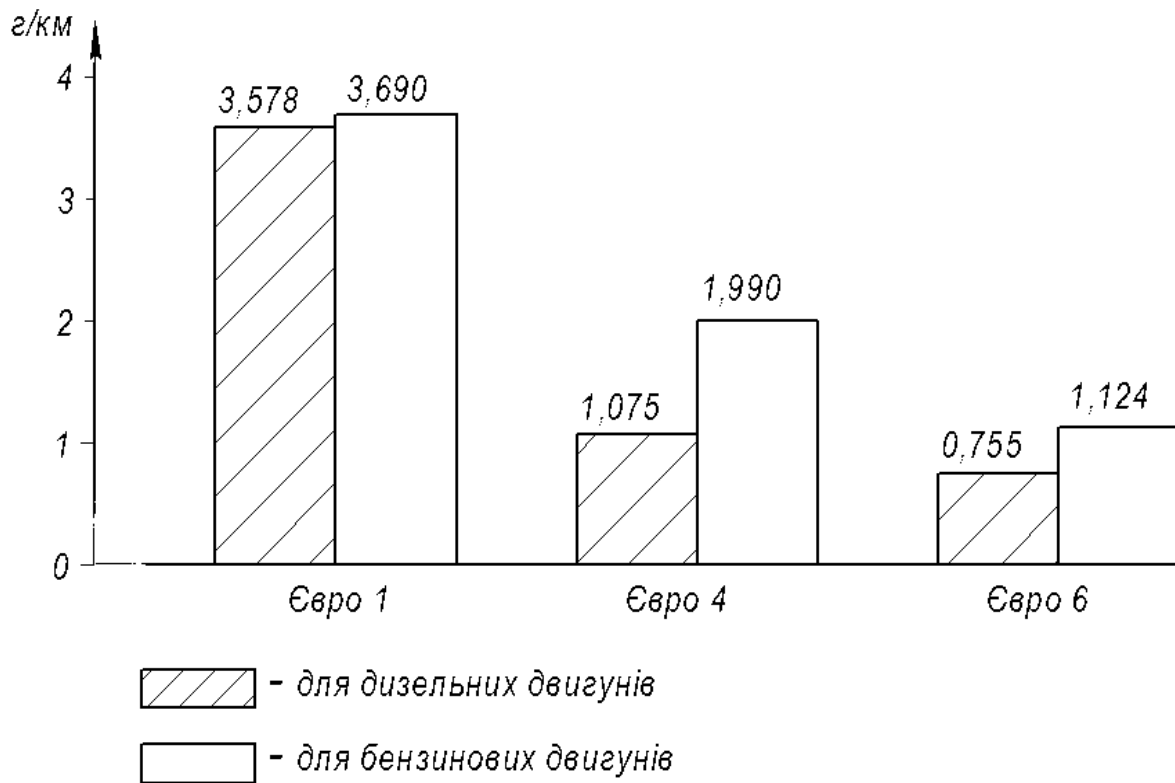


Рис. 1. Діаграма викидів регульованих шкідливих речовин згідно вимог стандартів Євро

У дизельних автомобілях концентрації оксидів азоту і твердих частинок були знижені за рахунок розвитку двигунів з прямим **уприскуванням** і дизельних фільтрів твердих частинок.

Крім модернізації автомобілів на кожному етапі введення нових норм «Євро» впроваджувалися і більш жорсткі вимоги до якості бензину: обмеження вмісту ароматичних вуглеводнів, зниження вмісту сірки, заборона використання антидетонаційних присадок. Конструктивні зміни в автомобілях та більш чисті види палива привели до різкого зниження рівня регульованих забруднюючих речовин. Так, сучасний європейський автомобіль виробляє в двадцять разів менше викидів, ніж той, що був випущений сорок років тому. За цей же період рівень забрудненості навколишнього середовища у країнах ЄС зменшився на 70%.

Нові екологічні вимоги до транспортних засобів, які планомірно вступають в дію в нашій країні, дозволять гармонізувати національні екологічні стандарти з європейськими. Однак Україна істотно відстає від країн ЄС за темпами впровадження екологічних ініціатив. Першими у нас були прийняті

норми Євро-2, введені в дію відповідним технічним регламентом у 2006 році.

Таблиця 4. Гранично-допустимі норми викидів шкідливих речовин згідно вимог європейських стандартів

Норма стандарту	Вміст шкідливих речовин,г/км				
	CO	CH	CH+NO _x	NO _x	Тверді речовини (сажа), PM
Дизельне пальне					
Євро 1	2,72	-	0,97	0,8	0,14
Євро 2	1,00	-	0,70	0,7	0,08
Євро 3	0,64	-	0,56	0,50	0,05
Євро 4	0,5	-	0,30	0,25	0,025
Євро 5	0,5	-	0,23	0,18	0,005
Євро 6	0,5	-	0,17	0,08	0,005
Бензин					
Євро 1	2,72	-	0,97	-	-
Євро 2	2,20	-	0,050	-	-
Євро 3	2,20	0,2	-	0,15	-
Євро 4	1,81	0,1	-	0,08	-
Євро 5	1,00	0,075	-	0,075	0,005
Євро 6	1,00	0,06	-	0,06	0,004

Тоді як у Європейському Союзі ще у 1999 році набули чинності норми Євро-3, які знижували показники викидів в атмосферу забруднюючих речовин у порівнянні з попереднім стандартом на 30-40%. Національний стандарт ДСТУ 4063:2001, який відповідає вимогам Євро 2, передбачає реалізацію бензину на автозаправках, як бензин звичайної якості. Але на цих автозаправках обов'язково повинен бути паспорт якості на автомобільне паливо, де чітко прописані вимоги, що відповідають державному стандарту. Відносно дизельного пального в Україні діє ДСТУ 3868-99, який гармонізований з європейським нормативним документом і відповідає вимогам Євро 3.

З 2008 року введений в дію державний стандарт ДСТУ 4840:2007 [8], який гармонізований з нормами європейського стандарту EN590:2004, що відповідає вимогам Євро 4. Для покращення якості пального, а саме бензину в 2008 році був запроваджений стандарт ДСТУ 4839:2007, цей стандарт забезпечує якість бензину згідно вимог Євро 4 та частково Євро 5. Але наші

автозаправочні станції не могли зразу перейти на видачу такого палива, так як нафтопереробні заводи не були готові до його виробництва і не була здійснена закупка палива європейської якості. Суттєва відмінність національних стандартів від європейських нормативних документів – це занижені вимоги, щодо очищення палива від шкідливих речовин, які екологічно небезпечні для навколишнього середовища. До найбільш шкідливих речовин відносяться оксиди сірки, вуглецю, азоту, сажа та інші компоненти.

Нові автомобільні блоки, що виготовлені з алюмінієвих сплавів дуже сильно окислюються від згорання сірчаних речовин, тому зараз розробляються державні стандарти з метою поступового зниження вмісту сірки в паливі. Так коли стандарт ДСТУ 4063:2001 для бензину А-95 передбачає вміст сірки не вище 150 мг на 1 кг палива [5], то вже в стандарті ДСТУ 4839:2007 для цієї марки бензину передбачено вміст сірки не більше 50 мг на 1 кг палива [9] (згідно вимог Євро 4).

А в нормативних документах у відповідності до Євро 5 вміст сірки не повинен перевищувати 10 мг на 1 кг автомобільного пального.

Відставання у темпах впровадження норм «Євро» подеколи створює вітчизняним автовласникам і перевізникам значні проблеми – за кордоном забороняється рух українських транспортних засобів і накладаються штрафи за невідповідність екологічним стандартам європейських країн. Адже там перевірка рівня токсичності здійснюється на всіх стадіях: як під час виробництва автомобілів, так і в подальшому процесі їх експлуатації. Зокрема, в ході експлуатації автомобілі проходять екологічний огляд на атестованих пунктах, із видачею зеленого талона. Власникам автомобілів, що не відповідають екологічним вимогам, вигідніше їх позбутися, ніж сплачувати високий екологічний збір. До того ж більш екологічні двигуни транспортних засобів є зазвичай і більш економними в експлуатації. Прийняття більш жорстких екологічних стандартів має стимулювати вітчизняну автомобільну галузь до приведення своєї продукції у відповідність з міжнародними

вимогами. Тим паче, що Україна взяла на себе такі зобов'язання, приєднавшись у 2000 році до Женевської Угоди.

Проте Україні треба ще привести увідповідність до нового екологічного стандарту виробництво пального. Адже норми на останнє значно відстають від екологічних вимог до автотранспортних засобів. А крім забруднення повітря, паливо неналежної якості зменшує загальний термін експлуатації транспортного засобу. Так, згідно з Технічним регламентом щодо вимог до автомобільних бензинів і дизельного пального у нашій державі до кінця 2016 року дозволено використовувати пальне стандарту Євро3, який в ЄС діяв до 2005 року. Зараз в Україні намітився прогрес у виробництві власного пального. Починаючи з 2017 року компанія "Укргазвидобування" розпачала виробництво бензину з переробки газового конденсату і нафти, який має відповідати вимогам стандарту Євро-5. Це прискорить процес практичного впровадження норм державних гармонізованих стандартів в галузі паливних матеріалів.

Література

1. Гутаревич Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник / Ю. Ф. Гутаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун, А.О. Корпач, Л.П. Мержиєвська // – К. : Арістей, 2006. – 292 с.
2. Клименко М. О. Екологія міських систем: Підручник / М. О. Клименко, Ю.В. Пилипенко, О.С. Мороз // Херсон : Олді-плюс, 2010. – 294 с.
3. Клименко М.О. К49 Метрополія, Стандартизація і сертифікація в екології: Підручник. / М.О. Клименко, П.М. Скрипчук // К. : Видавничий центр "Академія", 2006. – 368 с.
4. ISO 3929:2003. Roadvehicles – Measurement methods for exhaust gas emissions during inspection or maintenance (Колісні транспортні засоби. Методи вимірювання шкідливих газових викидів під час технічного контролю чи технічного обслуговування).
5. ДСТУ4063:2001. Бензини автомобільні. Технічні умови.

6.ДСТУ 4276:2004. Норми і методи вимірювань димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями.

7.ДСТУ 4277:2004. Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів , що працюють на бензині або газовому паливі.

8.ДСТУ 4840:2007. Паливо дизельне підвищеної якості . Технічні умови.

9.ДСТУ 4839:2007. Бензини автомобільні підвищеної якості . Технічні умови.

**СЕРТИФІКАЦІЙНІ ВИПРОБУВАННЯ ТА ВАЛІДАЦІЯ
ВИПРОБУВАЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ ЯК ОСНОВА
РЕГУЛЮВАННЯ ПОЛОЖЕНЬ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ**

О. Є. Гаврилова, студентка

В. О. Толкачов, студентка

В. С. Шеїн, асистент

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Наведені основні принципи вдосконалення валідації і верифікації випробувального устаткування

Ключові слова: стенд випробувальний, валідація, верифікація, контроль, якість результатів

При створенні складних об'єктів, якими є об'єкти автомобільної техніки важливе місце займають процеси випробування і контролю, метою яких є підтвердження здатності об'єктів контролю виконувати задані функції в повному обсязі з заданими в нормативній документації показниками якості.

В цих умовах неухильно зростають вимоги до якості випробувальних стендів і комплексів. Також підвищуються вимоги до способів оцінювання якості випробувальних стендів, так як від цього залежить достовірність результатів випробувань і прийняття відповідних рішень щодо придатності виробів автомобільної техніки.

Одним із способів оцінювання якості випробувальних стендів і комплексів є їх атестація і сертифікація, покликана гарантувати наявність у них певних, заздалегідь оголошених властивостей і якостей. При цьому висока вартість об'єктів випробувань, тривалість їх виготовлення, значні витрати на підготовку і проведення самих випробувань вимагають від випробувального обладнання гарантованого отримання достовірних і точних результатів.

Для проведення випробувань використовується велика кількість випробувальних стендів і устаткування від стану яких значною мірою залежить якість і ефективність проведених випробувань. Підтвердити що результати випробувань отримані на даному випробувальному обладнанні достовірні, можна в ході процесу валідації.

Випробувальні стенди і устаткування, так як і методики випробувань перед їх застосуванням повинні проходити процес валідації, тобто повинно бути проведено їх оцінювання на можливість застосування за призначенням.

Валідація – це підтвердження наданням об'єктивних доказів, що вимоги щодо конкретного передбаченого використання або застосування виконано [1]. Відповідно під терміном валідація (оцінювання придатності) випробувального обладнання можна розуміти процес визначення повноти відповідності розробленого обладнання його функціональним призначенням та отримання документальних доказів того, що випробувальне обладнання дозволяє стабільно отримувати результати із заданою точністю. Валідація випробувального обладнання є одним із важливих елементів системи забезпечення якості при виробництві продукції.

Процес валідації розповсюджується і на методики випробувань. В ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 [2] сказано, що валідація вимог і прийнятих допусків являє собою процес, який гарантує, що вони є досить правильними (коректними) і повними, забезпечуючи відповідність вимогам. Процес валідації підтримує розробку вимог, що впливають з необхідності виконання функціональних завдань та забезпечення безпеки.

Найбільш застосовуваним процес валідації випробувального обладнання є при створенні засобів випробувань авіаційної і ракетно-космічної техніки. Так в [3] з позиції системного підходу показано роль і місце випробувань в процесі створення науково-ємних виробів. Також в [3] узагальнено модель формування похибок лабораторно-стендових випробувань виробів авіаційної і ракетно-космічної техніки і встановлено, що основну їх частку складають похибки випробувальних стендів і комплексів.

Літературних джерел, присвячених створенню випробувальних стендів різного призначення (в тому числі стендів для випробувань продукції автомобілебудівної промисловості), вкрай мало. А спеціальна література по сертифікації і валідації випробувального устаткування взагалі майже відсутня.

Метою дослідження є вдосконалення основних принципів валідації і верифікації випробувального обладнання. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

– вдосканалети основні принципи валідації і верифікації випробувального устаткування;

– впровадження нового підходу до процесу валідації при оцінюванні відповідності стенду для випробувань гальмівних механізмів дорожніх транспортних засобів.

1. Вдосконалення основних принципів валідації і верифікації випробувального устаткування

В [4] розроблено основні принципи забезпечення якості випробувального обладнання в залежності від терміну його експлуатації і технічного стану, а також розроблено методики оцінювання (валідації) стендів для випробувань авіаційної техніки в процесі їх експлуатації, що відповідають вимогам [2].

Процес створення випробувального обладнання складається із взаємодоповнюючих етапів планування-проектування-виробництва, а також верифікації і валідації – сертифікації. Кожен етап розробки – це складова частина всього процесу створення комплексу випробувального устаткування (ВУ), результатом виконання якого є деякий проміжний продукт (технічна документація, програмне забезпечення ВУ, комплектуючі тощо). Ці продукти є вхідною інформацією для відповідного їм етапу верифікації і наступних етапів розробки або доопрацювання на відповідних етапах створення ВУ.

Внаслідок складності процесу розробки ВУ валідація зазвичай являє собою багатоступінчастий процес, що виконується на всіх етапах життєвого циклу, включаючи етап експлуатації. На кожному етапі заходи з валідації забезпечують зростаючу впевненість у правильності і повноті вимог. Цілями

процесу валідації є перевірка правильності та повноти виконання вимог. Також завдання валідації полягає в запобіганні появи надлишкових функцій у розроблюваному ВУ.

Перевірка повноти і коректності вимог при валідації можуть зажадати інженерної оцінки, проведення аналізу або випробування окремих елементів і компонентів ВУ. У більшості випадків при проектуванні вводяться деякі допущення, правильність яких не можна безпосередньо довести в момент їх використання. Допущення повинні бути ідентифіковані, а їх обґрунтованість повинна бути показана стосовно до конкретного елемента об'єкту проектування. У процесі валідації цих прийнятих допущень доводиться, що вони точно викладені, відповідним чином розподілені і оцінені з використанням представлених даних.

Вхідна інформація процесу валідації може включати в себе опис випробувального стенду, вимоги до архітектури програмного забезпечення блоків керування і автоматизованої системи управління стендом в цілому і рівень гарантії проектування. У плані валідації мають бути вказані методи, що застосовуються при валідації вимог до системи і допущення.

При проведенні валідації обов'язковим є наявність документального підтвердження вхідних вимог. Без наявності цієї документації недопустимо проводити подальшу кваліфікацію ВУ. Обов'язковим є:

- конструкторські кресленики, гідро- і пневмосхеми, електричні схеми;
- розрахунки на міцність, надійність, тощо вузлів і елементів ВУ;
- документація (інструкції, кресленики, сертифікати) на усі покупні вироби;
- розрахунки фундаменту (для ВУ, яке встановлюється стаціонарно);
- документи на програмне забезпечення;
- список запасних частин і витратних матеріалів;
- список контрольно-вимірювальних приладів і документація на них (затвердження типу, свідоцтва метрологічної повірки, калібровки, тощо);
- інструкція з експлуатації;

– інструкція з техніки безпеки при роботі з ВУ.

Після перевірки наявності перерахованої документації, складається програма валідації. Ця програма повинна включати стандартні операційні процедури і форми звітних протоколів. В стандартних операційних процедурах містяться критерії приємності і послідовні кроки проведення випробувань ВУ. Програма валідації повинна розроблятися тільки при наявності вищеперерахованої документації. Зміст Програми визначається конкретним призначенням ВУ і його особливостями. У загальному випадку документація стандартних операційних процедур повинна включати:

- перевірку правильності зборки і з'єднань елементів ВУ;
- перевірка герметичності пневмо і гідросистем;
- перевірка вхідних і вихідних цифрових сигналів системи управління;
- калібрування засобів вимірювальної техніки;
- перевірка зворотних зв'язків системи управління;
- перевірка послідовності вмикання елементів ВУ при його роботі;
- перевірка систем звукової сигналізації, автоматичного блокування і роботи ВУ в аварійних ситуаціях.

Цей перелік може змінюватись або доповнюватись в залежності від технічного завдання на ВУ.

Вихідною інформацією є зведений звіт (висновок) з валідації випробувального обладнання. Цей звіт повинен гарантувати, що валідація була проведена належним чином.

Під зовнішніми керуючими факторами розуміються вимоги нормативно-технічної документації (стандарти на методи випробувань, технічні умови на продукцію, тощо) яким повинно відповідати ВУ, тобто умови навантаження об'єкту випробувань які повинні створюватись випробувальним устаткуванням.

Крім валідації випробувальне устаткування повинно проходити процедуру верифікації. Тобто підтвердження на основі об'єктивних даних того, що встановлені вимоги виконані [6].

Завдання верифікації ВУ – демонстрація відповідності комплексу устаткування технічним вимогам проекту.

В результаті верифікації ВУ підтверджується, що передбачені функції і вимоги з безпеки ВУ в цілому і до його комплектуючих виробів правильно/неправильно реалізовані.

Верифікацію ВУ доцільно проводити на трьох рівнях: розробника компонентів і комплектуючих, розробника ВУ в цілому, користувача.

Розробник компонентів і комплектуючих повинен оцінити реалізацію вимог відповідно до технічного завдання на розробку. Таке оцінювання проводиться за участі розробника ВУ. Оцінювання проводиться як на окремому етапі проектування, так і на ВУ в цілому.

Розробник сумісно із замовником: проводить валідацію ВУ, експериментальну перевірку методики випробування, перевіряє функціонування ВУ в цілому. На рівні розробника проводиться його атестація і сертифікація.

На рівні користувача проводиться підконтрольна експлуатація. Перевіряються показники ергономічності. Періодично проводиться оцінювання точності (правильність і прецизійність) результатів отриманих на даному ВУ [7], проводяться міжлабораторні порівняльні випробування. Також на цьому рівні оцінюються естетичні показники (вимоги до дизайну). Для ВУ, що виготовляється серійно, замовник передає дані щодо його функціонування розробнику для удосконалення.

Кількість технічних перевірок і критерії їх прийнятності визначаються розробником ВУ спільно з постачальниками (розробниками) компонентів (комплектуючих виробів) в рамках конкретного проекту, а також організаціями, що проводять атестацію і сертифікацію.

2. Впровадження нового підходу до процесу валідації в ХНАДУ при оцінюванні відповідності стенду для випробувань гальмівних механізмів дорожніх транспортних засобів

В Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті було спроектовано унікальний універсальний інерційний стенд для випробування фрикційних пар гальмівних механізмів автомобілів категорії М1, М2 [8]. Методика випробувань гальмівних механізмів на розробленому стенді в повній мірі відповідає вимогам ДСТУ UN/ECE R90-01:2005 [9].

Унікальність і універсальність заключається в наступному:

- можливість проведення випробувань фрикційних пар гальмівних механізмів автомобілів категорії М1, М2 (великий діапазон швидкостей і маси);
- розроблена методика випробувань моделює реальні умови руху автомобіля, в тому числі і сили опору.

Перевірка монтажу і функціонування – це процедури, які детально описані в експлуатаційні документації.

Особливостями етапу постановки експерименту по оцінюванню точності є наступне:

- оскільки стенд являється принципово новим і універсальним, то для методу випробувань на ньому відсутній задовольняючий вимогам еталон;
- лабораторії, які залучаються до експерименту повинні мати випробувальні стенді у всьому діапазоні вимірюваних параметрів на розробленому стенді;
- в ході внутрішньолабораторного експерименту повинні оцінюватись наступні фактори: «час» і «оператор»;
- кількість повторних випробувань повинно бути не менше семи. Це необхідно для статистичної обробки з допомогою контрольних карт Шухарта впливу різних факторів [10].

У разі виявлення невідповідностей на будь-якому етапі валідації складається відповідний акт з детальною її ідентифікацією. Можливість продовження робіт по валідації після виявлення невідповідностей визначається комісією з умови забезпечення безпеки життєдіяльності. Після цього проводяться роботи по усуненню невідповідностей і проводиться повторна валідація.

Вдосконалений алгоритм організації та управління процесом валідації методики випробувань дозволить об'єктивно забезпечити контроль якості результатів, також більшу точність при проведенні кваліметричних випробувань гальмівних механізмів легкового автомобіля в процесі гальмування, при проведенні сертифікації гальмівних колодок і гальмівних дисків (барабанів), при аналізі причин виникнення ДТП.

Література

1. Системи управління якістю. Основні положення і словник термінів : ДСТУ ISO 9000:2007 (ISO 9000:2007, IDT). – [Чинний від 2007-07-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2007. – VI, 26 с. – (Національний стандарт України).
2. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій : ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 (ISO/IEC 17025:2005, IDT). – [Чинний від 2007-07-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2007. – VI, 26 с. – (Національний стандарт України).
3. Александровская Л. Н. Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем / Л. Н. Александровская, В. И. Круглов, А. М. Шолом. – М. : Логос, 2002. – 748 с.
4. Мосин Н. С. Разработка методики управления качеством испытательного оборудования в процессе эксплуатации : дис. кандидата техн. наук : 05.02.23 / Мосин Николай Сергеевич. – М., 2010. – 142 с.
5. Системи управління якістю. Вимоги : ДСТУ ISO 9001:2009 (ISO 9001:2008, IDT). – [Чинний від 2009-09-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – VIII, 28 с. – (Національний стандарт України).
6. Федюкин В. К. Основы кваліметрии. Управление качеством продукции. Учебное пособие / В. К. Федюкин. – М. : Информационно-издательский дом «Филинь», 2004. – 296 с.
7. Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювань. Частина 1. Основні положення та визначення : ДСТУ ГОСТ ISO

5725.1:2005 (ISO 5725.1, IDT). – [Чинний від 2006-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 31 с. (Національний стандарт України).

8. Пат. 72709 Україна, МПК В 60 Т 17/22 (2006.01). Універсальний стенд для випробування фрикційних пар гальмівних механізмів / Подригало М. А., Альокса М. М., Тарасов Ю. В., Коробко А. І., Бері Р. В., Шеїн В. С., Кравцов М. С.; заявник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – № u 2012 01920; заявл. 20.02.12; опубл. 27.08.12, Бюл. № 16.

9. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження змінних гальмових накладок у зборі і гальмових накладок барабанних гальмових механізмів колісних транспортних засобів та їхніх причепів : ДСТУ UN/ECE R 90-01:2005 (UN/ECE R 90-01:2001, IDT)). – [Чинний від 2006-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – IV, 29 с. (Національний стандарт України).

10. Статистичні методи. Контрольні карти Шухарта : ДСТУ ISO 8258:2001 (ISO 8258-91, IDT). – [Чинний від 2003-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2003. – IV. – 26 с. (Національний стандарт України).

УДК 621.753

ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ПЛАСТМАС

О. О. Купін, студент

І. В. Галич, старший викладач

***Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка***

Розглянуто послідовність точності виготовлення пластмасових деталей. Показано, що особливе значення має вибір оптимальної товщини стінки пластмасової деталі.

Ключові слова: допуск, посадка, технологічний допуск, точність виготовлення

Пластмасові деталі широко використовують в автомобільному і сільськогосподарському машинобудуванні. Пластмаси - ефективний засіб технічного вдосконалення машин і підвищення їх економічності. Вартість виробів із деяких пластмас менша від вартості деталей такого самого типу із кольорових металів і сплавів. Крім того, при виготовленні пластмасових деталей здебільшого застосовуються прогресивні технологічні методи (пресування і пресування литтям), які забезпечують високу продуктивність.

У сільськогосподарському машинобудуванні пластмаси використовують для виготовлення підшипникових втулок, маховиків, зубчастих коліс та інших деталей. Особливо ефективно використовують пластмаси в електротехнічній промисловості.

Але слід враховувати, що фізико-механічні властивості пластмас відрізняються від властивостей металів. Наприклад, більшість пластмас мають нижчий модуль пружності, вищий коефіцієнт лінійного розширення, меншу теплопровідність, більшу гігроскопічність. Усе це впливає на характер рухомих з'єднань. Дещо стримується широке застосування пластмас такою їх властивістю, як старіння, тобто зміна властивостей у широких межах

(0,1...1,0% і більше). Наприклад: поліуретан ПУ-1 має усадку 0,16...0,25%, капрон – 0,4...0,6%, поліетилен – понад 1%.

Для деталей із пластмас встановлено технологічний допуск. Це допуск, який визначається границями розсіювання розмірів деталей під час їх виготовлення з урахуванням економічно досяжної точності для даного матеріалу і даного методу виготовлення.

Точність пластмасових деталей залежить від ряду факторів, насамперед від методів їх виготовлення. Похибки точності пластмасових деталей можна розділити на три групи:

– похибки Δ_T , які виникають у процесі виготовлення (технологічні похибки);

– похибки $\Delta_{УКЛ}$, які виникають за рахунок технологічних уклонів;

– похибки Δ_3 , які виникають під час зберігання деталей.

Орієнтовно $\Delta_3 = (0,1 \dots 0,2)\Delta_T$, якщо вологість приміщення, де зберігаються деталі, становить 40...70%. Похибка $\Delta_{УКЛ} = 2Htg\alpha$, де H – висота деталі, α – кут уклону, у цьому випадку загальна похибка дорівнюватиме:

$$\Delta_{Зар} = (0,1 \dots 0,2)\Delta_T + 2Htg\alpha$$

Призначений допуск повинен обмежувати всі похибки.

Для оцінки сумарної загальної похибки виготовлення виробів із пластмас важливим є питання про технологічні уклони. Рекомендовано такі значення кутів уклонів α :

– зовнішні поверхні – 30'; 45'; 1°; 1°30';

– внутрішні поверхні – 45'; 1°; 2°, якщо глибина отвору $/ > 1.5/$ і 30'; 45', якщо $/ < 1.5(/$.

Точність виготовлення пластмасових деталей розраховується у такій послідовності:

– визначають за таблицями коливання усадки для даної марки пластмаси;

– визначають категорію складності деталі;

– встановлюють за таблицями якості точності і визначають значення технологічних допусків у вибраних квалітетах;

– визначають похибки уклону і зберігання;
– підраховують загальну похибку виготовлення всіх елементів деталі;
– порівнюють загальну похибку з допуском на кресленні і роблять висновок про необхідність (чи відсутність необхідності) механічної обробки.

При виготовленні різних з'єднань із зазором або натягом можливі такі варіанти: 1) обидві деталі пластмасові; 2) одна деталь металева, друга пластмасова.

Оскільки коефіцієнт лінійного розширення у пластмас в 5...10 разів більший, ніж у сталі, і збільшення тиску під час експлуатації призводить до підвищення температури, потрібно заздалегідь передбачувати компенсацію температурної деформації і її вплив на зазор. Тому особливе значення має вибір оптимальної товщини стінки пластмасової деталі.

При вологопоглинанні відбувається помітне збільшення пластмасової деталі. Зумовлена гігроскопічністю зміна розмірів пропорційна площі поперечного перерізу.

Коефіцієнт тертя збільшується із збільшенням товщини пластмасової втулки. У зв'язку з цим при збільшенні товщини втулки мінімальний зазор S_{\min} потрібно збільшувати. Шорсткість поверхні пластмасової деталі не впливає істотно на коефіцієнт тертя.

Література

1. Анурьев В.І. Довідник конструктора-машинобудівника. – М. : Машинобудування, 1980. Т 1. – 560 с.
2. Бриль М. С, Накул Е. Н. Основи стандартизації, контроль і управління якістю продукції. – К. : Вища школа, 1988.
3. Дудніков А.А. Основи стандартизації, допуски, посадки і технічні вимірювання: підручник. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 352 с.
4. ГОСТ 11710-66. Допуски и посадки деталей изпластмасс. – 11 с
5. ГОСТ 25349-88. Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков деталей изпластмасс. – 12 с.

**СЕКЦІЯ «ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА
ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ І СТАНДАРТИЗАЦІЇ»**

УДК 62-233.2

**ПОРІВНЯННЯ ДОПУСКІВ ФОРМИ ТА РОЗТАШУВАННЯ ЗА
ГОСТ 3325-85 ТА ЗАРУБІЖНИХ ФІРМ**

І. А. Вайдич, студент

Ю. І. Адаменко, кандидат технічних наук, доцент

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

Розглянуто вибір допусків форми та розташування посадкових поверхонь валів та отворів для з'єднання з роликівим радіальним підшипником 2211. Встановлено, що досягнути необхідної точності посадкових поверхонь можна у різний спосіб. Причому допуски форми та розташування, що рекомендуються фірмами-виробниками підшипників кочення, відрізняються від рекомендованих ГОСТ 3325-85. Виконаний порівняльний аналіз параметрів шорсткості посадкових поверхонь під підшипники кочення.

Ключові слова: підшипник кочення; допуски форми вала; допуски форми отвору, шорсткість посадкової поверхні.

Підшипники кочення є опорами валів у різноманітних машинах та суттєво впливають на якість роботи машин та механізмів. Вимоги щодо параметрів геометричної точності посадкових поверхонь наведені у ГОСТ 3325-85 [1], в довідниках та посібниках [2, 3]. У деяких випадках під час виготовлення та ремонту техніки використовують не лише вітчизняні, але й імпортовані підшипники. В каталогах фірм-виробників підшипників кочення наведені власні рекомендації щодо проектування опорних поверхонь під підшипники кочення.

Метою дослідження є порівняння допусків форми та розташування посадкових і опорних торцевих поверхонь за встановленим в Україні ГОСТ 3325-85 із зарубіжними фірмами, які спеціалізують на випуску підшипників, та порівняння вибору шорсткості поверхні.

Роликовий радіальний однорядний підшипник №2211 за ГОСТ 8328-75 використовують у багатьох вузлах промислового обладнання, а також вантажної та сільськогосподарської техніки. Для порівняльного аналізу допусків вибрані наступні умови: клас точності підшипника 0; посадка внутрішнього кільця на вал $\varnothing 55 L0/m6$; посадка зовнішнього кільця в корпус $\varnothing 100 H7/l0$.

Вибір допусків посадочних поверхонь за ГОСТ 3325-85. Так як кільця підшипників є тонкостінними, то під час посадки з натягом вони приймають форму посадкової поверхні. Щоб забезпечити точність геометричної форми доріжок кочення, на посадкові поверхні встановлюють допуски форми: допуски круглості і допуски профілю поздовжнього перерізу. Для діаметрів $d=55$ мм та $D=100$ мм для підшипників 0-го класу точності за рекомендаціями даного стандарту встановлені допуски відповідно 0,005 мм та 0,009 мм. Для запобігання можливому перекосу зовнішнього та внутрішнього кілець підшипників встановлюють допуск співвісності осей підшипників відносно спільної осі посадкових поверхонь під підшипники, який призначається у діаметральному вираженні. Для забезпечення прилягання кілець підшипника до заплечиків вала і отвору встановлюють допуск торцевого биття 0,03 мм та 0,054 мм відповідно.

Шорсткість посадкових поверхонь для підшипника класу точності 0 призначають: для вала $Ra1,25$ мкм, для отвору $Ra2,5$ мкм, для торцевих поверхонь $Ra2,5$ мкм. Значення допусків та шорсткості вказані на рис.1.

Вибір допусків посадкових поверхонь та позначення їх на кресленні за рекомендаціями фірми FAG, Німеччина [4]. На посадкові поверхні під підшипники кочення встановлюється допуск круглості, який є допуском форми, та допуск паралельності, який є допуском розташування твірних циліндричної

поверхні. Числові значення допусків форми та розташування призначають за ISO 286 та ISO 1101 [5]. Для вала допуск круглості складає 4 мкм, а для отвору 11 мкм; допуск паралельності для вала та корпусу складає 22 мкм. На поверхні заплечиків призначають допуски торцевого биття: для вала 8 мкм, а для корпусу 22 мкм.

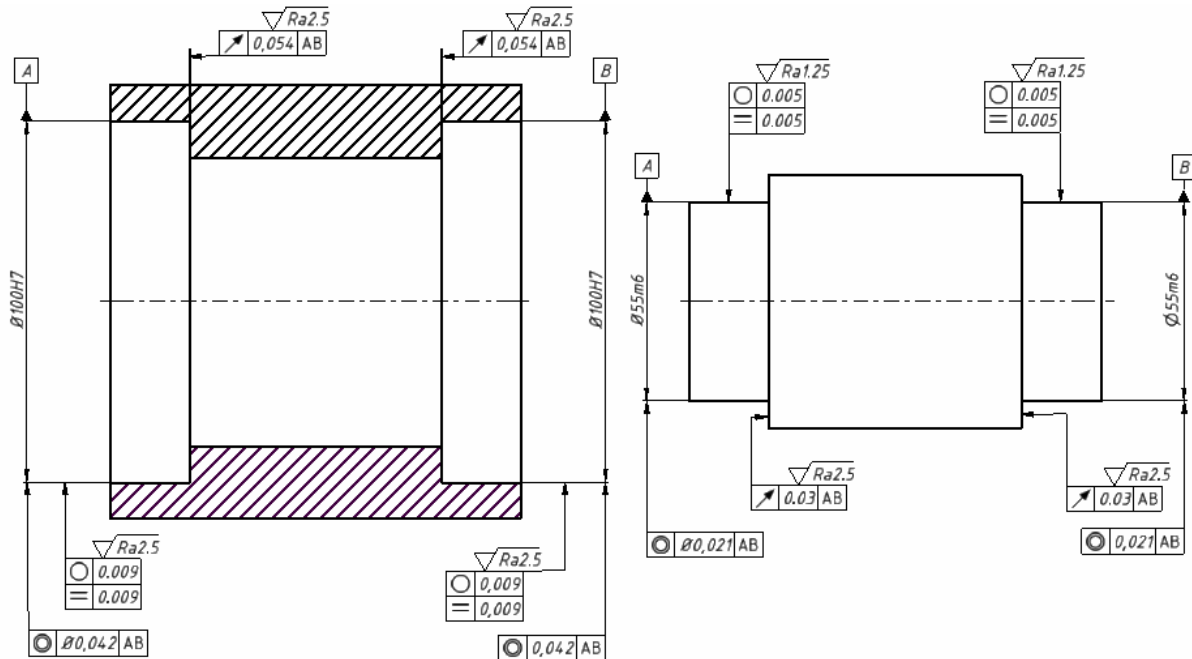


Рис.1. Допуски та шорсткість посадкових поверхонь за ГОСТ 3325-85

Шорсткість поверхні призначається залежно від класу точності та розміру підшипника і складає: для вала Ra 0,8 мкм, для отвору Ra 1,6 мкм, а для опорних тоцевих поверхонь заплечиків Ra 2,5 мкм. Значення допусків та шорсткості вказані на рис.2.

Призначення допусків форми та розташування опорних поверхонь за каталогами фірми FKL, Німеччина [6]. В даному випадку геометричну точність посадкової поверхні нормують допуском циліндричності та допуском перпендикулярності поверхні заплечиків відносно спільної осі посадкових поверхонь. Фірма використовує й інший спосіб досягнення необхідної точності, а саме, рекомендує встановлювати на посадкові циліндричні поверхні допуск повного радіального биття, а на поверхні заплечиків – допуск повного торцевого биття. Шорсткість поверхні встановлюється: для вала Ra 0,8 мкм, для отвору Ra 1,6 мкм, для торцевої поверхні Ra 2,5 мкм. Числові значення допусків та шорсткості вказані на рис.3.

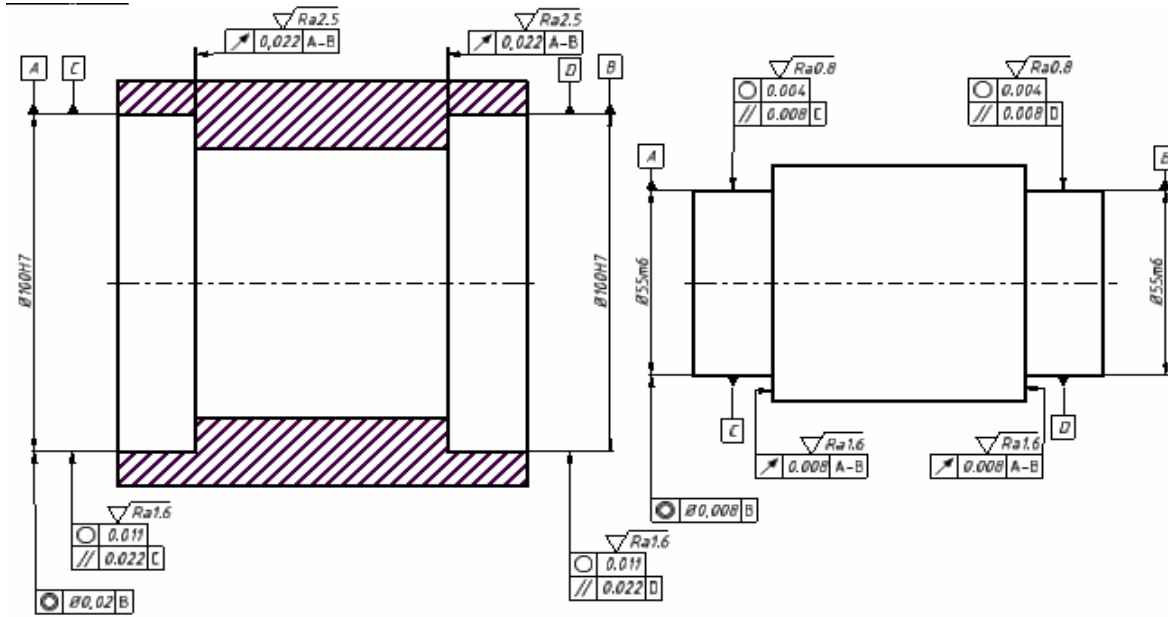


Рис. 2. Допуски та шорсткість посадкових поверхонь за каталогом фірми FAG, Німеччина.

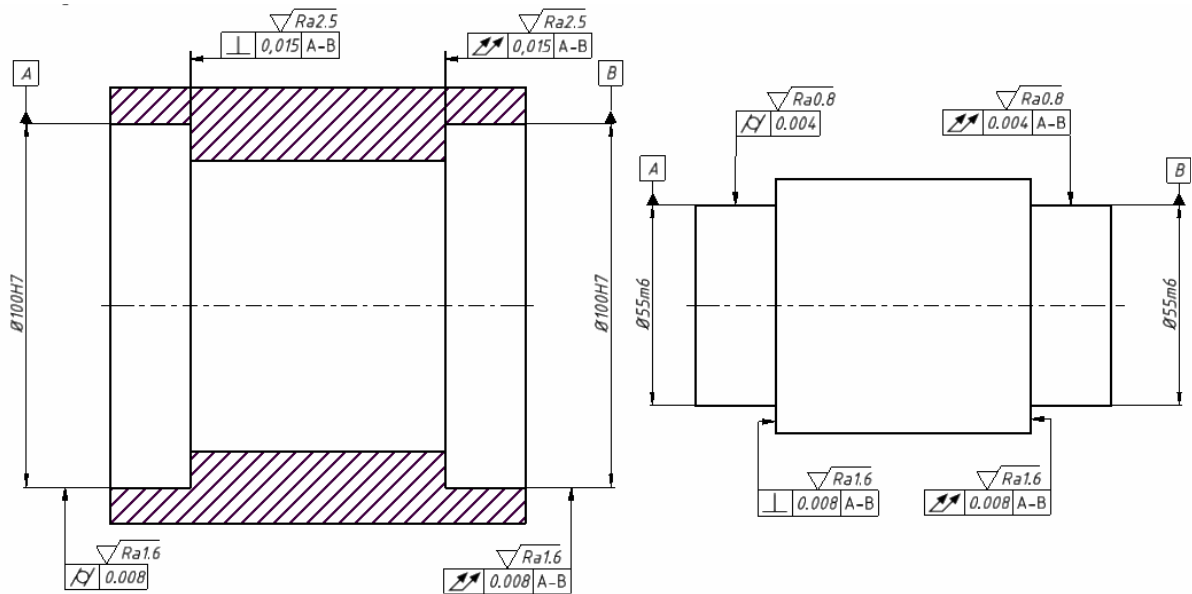


Рис.3. Допуски та шорсткість посадкових поверхонь за каталогами фірми FKL, Німеччина

Наведені дані показують, що між ГОСТ 3325-85, що діє в Україні, та рекомендаціями зарубіжних компаній є певні відмінності щодо вибору видів допусків форми та розташування посадкових поверхонь під підшипники кочення. Як видно із досліджень, допуски круглості та циліндричності циліндричної посадкової поверхні, а також допуски, що визначають

співвісність посадкових поверхонь є більш жорсткими у зарубіжних виробників підшипників порівняно вимогами ГОСТ 3325-85. У той же час вимоги щодо шорсткості поверхонь у зарубіжних аналогів є нижчими.

Знати про дані відмінності дуже важливо, тому що українські фірми співпрацюють із зарубіжними фірмами, котрі постачають підшипники. Під час виготовлення та ремонту машин із застосуванням імпортованих підшипників кочення необхідно враховувати особливості призначення допусків підшипників. Застосування тих чи інших допусків посадкових поверхонь визначається також наробками підприємств та їх метрологічним забезпеченням.

Література

1. ГОСТ 3325-85. Подшипники качения. Поля допусков и технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов. Посадки.
2. Анухин В.И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах [Текст]: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 219 с.
3. Палей М.А. Допуски и посадки: Справочник: [Текст] / М. А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский: В 2 ч. Ч. 2. – 8-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2001. – 608 с. ISBN 5-7325-0514-8 (Ч. 2).
4. FAG Подшипники качения. Каталог. Schaeffler KG · 2009.
5. ISO 1101:2004, Geometrical Product Specifications (GPS) — Geometrical tolerancing - Tolerances of form, orientation, location and run-out.
6. Catalogue SKF 5000 E June 2003. [Electronic resource]: Mode of access: http://kntu.ac.ir/DorsaPax/userfiles/file/Mechanical/OstadFile/dr_asgari/skf/3-GeneralCatalogue.pdf.
7. FKL Подшипники качения. Каталог продукции. [Electronic resource]: Mode of access: <http://rusfkl.ru/d/31697/t/images/catalogFKL-el.pdf>.

УДК 62-233.2

ВИБІР ПОСАДОК РОЛИКОВОГО РАДІАЛЬНОГО ПІДШИПНИКА

М. С. Мацкевич, студентка

Ю. І. Адаменко, кандидат технічних наук, доцент

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

Розглянуто вибір посадок роликового радіального підшипника за різними методиками, що мають широке розповсюдження в інженерній практиці. Встановлено, що для одного й того ж підшипника за прийнятих однакових умов роботи посадки, що рекомендуються різними джерелами, можуть децю відрізнятися. Для вибору посадки підшипника очевидно крім основних факторів (вид навантаження, величина та характер сил) слід також враховувати й інші особливості - контактні деформації кілець, перепад температур, робочий зазор у підшипнику тощо.

Ключові слова: допуск; підшипник кочення; посадка підшипника.

Вибору посадок підшипників кочення присвячена низка довідників, посібників та наукових статей. Найчастіше посадки вибирають табличним методом за стандартом [1], а також розрахунковими методами, викладеними в літературі [2, 3, 4]. Промислові підприємства України для виготовлення машин крім вітчизняних підшипників використовують також підшипники світових виробників. Фірми-виробники підшипників кочення надають власні рекомендації щодо призначення посадок підшипників кочення.

Метою роботи є порівняння методів вибору посадок роликів радіальних підшипників за стандартом ГОСТ 3325-85, найбільш поширеними методиками та каталогами фірм-виробників підшипників кочення.

Для порівняльного аналізу посадок вибраний роликовий радіальний підшипник за ГОСТ 8325-75, тип 2000 – без бортів на зовнішньому кільці, позначення 2211. Ескіз підшипника наведений на рис.1.

Основні характеристики підшипника наступні: діаметр внутрішнього кільця $d=55$ мм, діаметр зовнішнього кільця $D=100$ мм, ширина кільця $B=21$ мм, $r=2,5$ мм, клас точності підшипника 0 за ДСТУ ГОСТ 520: 2014. Умови роботи підшипника: радіальне навантаження (реакція опори) $F_r=14$ кН, перевантаження до 300%; навантаження внутрішнього кільця циркуляційне, зовнішнього - місцеве.

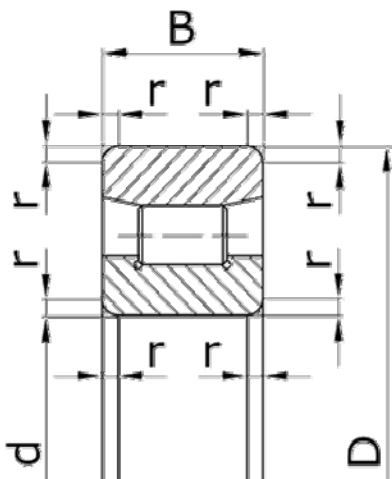


Рис. 1. Ескіз роликового радіального підшипника

Призначення посадки за розрахунковим методом [2]. Оскільки внутрішнє кільце сприймає циркуляційне навантаження, то вибір посадки циркуляційно навантаженого кільця здійснюють за інтенсивністю приведеного радіального навантаження посадкової поверхні P_r :

$$P_r = \frac{F}{b} k_1 \cdot k_2 \cdot k_3,$$

де F_r - реакція опори, Н; b - робоча ширина кільця підшипника, м ($b = B - 2 \cdot r$); r - радіус закруглення, м; k_1 - динамічний коефіцієнт посадки, що залежить від характеру навантажень (за перевантаження до 300%, сильних ударів і вібрацій $k_1 = 1,8$); k_2 - коефіцієнт, що враховує ступінь ослаблення посадкового натягу для порожнистого валу чи тонкостінного корпусу. Для суцільного валу $k_2 = 1$; k_3 - коефіцієнт нерівномірності розподілення радіального навантаження між рядами роликів у дворядних конічних роликів підшипниках чи між здвоєними кульковими підшипниками за наявності осьового навантаження F_a на опорі.

$$P_r = [14000 / (0,021 - 2 \cdot 0,0025)] \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1 = 1575 \text{ кН/м.}$$

За таблицями допустимих значень інтенсивності навантаження на посадкових поверхнях валів і корпусів рекомендується поле допуску m6 або m5. Для підшипників класу точності 0, враховуючи рекомендації вибору якості посадкових поверхонь (за ГОСТ 3325-85), вибирається поле допуску

вала $m6$. Отже, посадка внутрішнього кільця на вал $\varnothing 55 L0/m6$. Для зовнішнього кільця, яке має місцеве навантаження призначають посадки $H6$ або $H7$, за таблицею рекомендованих посадок для кільця за місцевого навантаження. Отже, посадка зовнішнього кільця $\varnothing 100 H7/l0$.

Призначення посадки за табличним методом [1]. Для цього потрібно визначити режим роботи підшипника. Визначається відношення навантаження до динамічної вантажопідйомності: $0,07 < P/C \leq 0,15$. Для вибраного підшипника $C=56100$ Н за нормальних умов і $C=84200$ Н за підвищеної завантаженості. Тоді при навантаженні $P=14$ кН відношення $P/C > 0,15$. Отже режим роботи підшипника є важкий. За таблицею рекомендованих посадок з ГОСТ 3325-85 рекомендуються посадки $L0/m6$ або $L0/n6$ для внутрішнього кільця і $H6/l0$ або $J7/l0$ для зовнішнього кільця.

Тепер визначимо посадки на цей же підшипник за рекомендаціями зарубіжних фірм-виробників підшипників кочення.

Вибір посадок за каталогом фірми SKF, Швеція [5]. Аналогом підшипника 2211 є підшипник N211, який має такі ж приєднувальні розміри та допуски. За каталогом цієї фірми динамічна вантажопідйомність складає $C=96,5$ кН. Тоді для підшипника режим роботи є нормальний або важкий і відповідно рекомендуються посадки внутрішнього кільця на вал $L0/k6$, а для зовнішнього кільця в корпус – $H7/l0$.

Вибір посадок за каталогом фірми FKL, Німеччина [6].

Динамічна вантажопідйомність підшипника N211 фірми FKL складає $C=95$ кН, що відповідає режиму роботи нормальному або важкому. Для з'єднання підшипник-вал рекомендуються посадки $L0/k6$, а для з'єднання підшипник-корпус: $H6/l0$ або $J7/l0$.

Вибір посадок за каталогом фірми FAG, Німеччина [7]. Динамічна вантажопідйомність підшипника N211 за каталогом фірми FAG складає $C=99$ кН. За даних умов такий режим роботи підшипника вважають нормальним або важким. А, отже, для внутрішнього кільця з валом рекомендуються посадки $L0/k6$ і $L0/k5$, а для зовнішнього кільця з корпусом – $H7/l0$.

Вибір посадок за каталогом фірми NSK, Японія [8]. Вантажопідйомність для даного підшипника за каталогом $C=62500$ Н. Тоді режим роботи є важкий. Обираємо рекомендовані посадки $L0/m6$ або $L0/n6$ для внутрішнього кільця і $H6/l0$ або $J7/l0$ для зовнішнього кільця.

Рекомендовані посадки зведені в таблицю 1.

Таблиця 1

Посадки роликового радіального підшипника за різними джерелами

№ п/п	Метод вибору	Посадки	
		На вал (внутрішнє кільце)	В отвір (зовнішнє кільце)
1.	За інтенсивністю радіального навантаження	$L0/m6$	$H7/l0$
2.	За таблицями ГОСТ 3325-85	$L0/m6; L0/n6$	$H6/l0; J7/l0$
3.	За каталогами фірми SKF	$L0/k6$	$H7/l0$
4.	За каталогами фірми FKL	$L0/k6$	$H6/l0; J7/l0$
5.	За каталогом фірми FAG	$L0/k6; L0/k5$	$H7/l0$
6.	За каталогом фірми NSK	$L0/m6; L0/n6$	$H6/l0; J7/l0$

Порівнявши посадки різних фірм та різних стандартів для одного ж і того підшипника 2211 або N211 можна зробити висновок, що середні зазори та натяги в рекомендованих посадках відрізняються не суттєво. Але все ж відмінності між каталогами закордонних фірм і ГОСТ 3325-85 присутні. Ставити під сумнів вибір посадок за каталогами зарубіжних фірм не варто. Адже ці фірми – одні з найкрупніших у світі та мають чималий власний досвід. Вітчизняним виробникам потрібно бути готовими до того, що при закупівлі закордонного обладнання (у даному випадку – підшипників) можлива певна різниця у посадках порівняно з українськими стандартами.

Література

1. ГОСТ 3325-85 Подшипники качения. Поля допусков и технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов. Посадки. [Текст]:

Введен 01.01.87. Переиздание (март 1994 г.) с Изменением №1, утвержденным в августе 1988 г. (ИУС 12-88). – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 105 с.

2. Палей М.А. Допуски и посадки: Справочник: [Текст] / М. А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский: В 2 ч. Ч. 2. – 8-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2001. – 608 с. ISBN 5-7325-0514-8 (Ч. 2).

3. Анухин В.И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах [Текст]: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 219 с.

4. Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения [Текст]: Учебник для вузов / А.И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов. – 6-е изд., перераб. и дополн. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.

5. Catalogue SKF 5000 E June 2003. [Elektronik resourse]: Mode of access: http://kntu.ac.ir/DorsaPax/userfiles/file/Mechanical/OstadFile/dr_asgari/skf/3-GeneralCatalogue.pdf

6. FKL Подшипники качения. Каталог продукции. [Elektronik resourse]: Mode of access: <http://rusfkl.ru/d/31697/t/images/catalogFKL-el.pdf>

7. FAG Подшипники качения. Каталог. Schaeffler KG · 2009.

8 NSK Catalog. [Elektronik resourse]: Mode of access: [file:///C:/Users/Home/Downloads/nsk_cat_e728g_3%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Home/Downloads/nsk_cat_e728g_3%20(1).pdf).

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДВИГУНІВ, ВПЛИВАЮЧИХ НА ЇХ РЕМОНТОПРИДАТНІСТЬ

В. М. Бузинний, студент

О. М. Бистрий, старший викладач

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ*

Наведений аналіз конструювання двигунів внутрішнього згорання німецького, американського і японського напрямків.

Ключові слова: двигун внутрішнього згорання, конструкція, ремонтпридатність.

В даний час можна виділити кілька напрямків (або шкіл) конструювання двигунів. За конструкцією і зовнішнім виглядом двигуна досить чітко можна провести межі німецького, американського і японського напрямку, хоча в останні роки відмінності стають вже не так помітні, як наприклад, 10 або 15 років тому

Для двигуна німецького виробництва характерна певна ґрунтовність - досить високі поршні, збільшені діаметри шийок колінчастого вала, поршневих пальців, стрижнів клапанів якісні матеріали основних деталей забезпечують високі ресурс і надійності Тут нерідко зустрічаються досить складні конструкції, проте і вони залишаються надійними через високий якість виконання і матеріалів

Американська школа виділяється зазвичай великими розмірами і літражем двигунів. Поки мають місце низькообертові двигуни з великим робочим об'ємом і нижнім розташуванням розподільного вала, проте в останні роки стало помітно відчуватися японське вплив. На зміну тихохода приходять двигун з подвійним розподільними валами турбонаддувом, короткими легкими поршнями. І все таки американський двигун, як і раніше, пізнаваний під

податком американських автомобілів місця достатньо. Тому зовнішні деталі двигуна часто мають цілком вільну конфігурацію, не обмежену міркуваннями економії металу габаритів, зручності обслуговування.

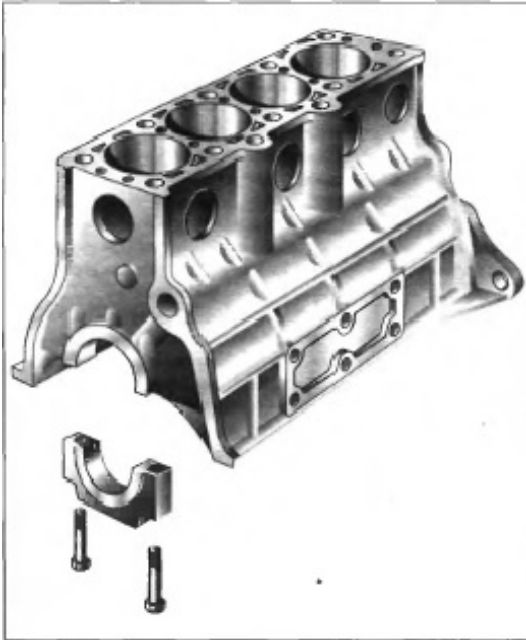


Рис. 1 Блок циліндрів чотирьохциліндрового двигуна традиційної конструкції.

технологією виготовлення. Зовнішній вигляд двигуна японського походження також легко пізнаваний через простих ажурних форм зовнішніх елементів і деталей, а також великої кількості трубопроводів і шлангів. Загальними тенденціями для сучасних двигунів є зменшення діаметра і висоти поршня при збільшенні числа циліндрів, зменшення діаметрів підшипників колінчастого вала, перехід до багато клапанним головкам блоку новим, що раніше не застосовувалися матеріалами і технологіями. Величезне різноманіття конструкцій двигунів різних фірм далеко не завжди дозволяє дати універсальні рекомендації по ремонту. При загальних для всіх конструкцій принципах ремонту необхідно представляти особливості конструкції окремих вузлів і деталей різних двигунів. В іншому випадку при ремонті можуть бути допущені помилки, які в подальшому призведуть, в кращому випадку, до повторної перебиранні двигуна, а в гіршому - до його неремонтопригодності.

Блок циліндрів (або блок-картер) сприймають навантаження від обертових і поступально рухомих деталей. Найбільш поширені рядні чотирициліндрові двигуни зазвичай мають блок, відлитий із сірого легованого чавуну. При цьому гільзи циліндрів відлиті за одне ціле з блоком (рис. 1), утворюючи сорочку охолодження між гільзами і зовнішніми стінками. Блок циліндрів має в нижній частині отвору так звану ліжку для вкладишів підшипників колінчастого вала. Ліжку обробляються на спеціальному прецизійному обладнанні з високою точністю. Технологія обробки блоку передбачає співвісність отворі всіх ліжок блоку однакового розміру (діаметр) всіх ліжок (за винятком спеціальних конструкцій) перпендикулярність осей ліжок і циліндрів, паралельність площини роз'єму блоку з головкою і осі ліжок, паралельність осей ліжок допоміжних і розподільного валів (якщо вони встановлені в блоці) осі ліжок колінчастого вала.

Практика показує, що всі відхилення від перпендикулярності і паралелограності не повинні перевищувати половини робочого зазору деталей. При зазорі 0,04 – 0,06 мм це становить не більше 0,02–0,03 мм.

Ліжку в блоці утворені за допомогою кришок корінних підшипників, болти яких перед обробкою затягуються з певним моментом. Форма і розмір отворі ліжок після обробки зазвичай в тій чи іншій мірі залежить від моменту затягування болтів (рис 2). Тому при складанні двигателя після ремонту слід дотримуватися рекомендації заводу-виробника. Кришки підшипників зазвичай стягуються болтами діаметром 10-12 мм, рідко більше. Момент затягування болтів залежить від конструкції, в середньому для різьблення М10 він становить 65-80 Н·м, для М12 – 90-100 Н·м. Момент затягування болтів корінних кришок у деяких двигунів впливає на геометрію і деформацію циліндрів, особливо нижньої їх частини. Кришки корінних підшипників обов'язково центруються на блоці, чим забезпечується необхідна форма ліжку після затяжки болтів (відсутність перекосів, овальності і конусності). Це досягається різними способами (рис. 3). Найбільш поширене центрування по

бічних поверхнях (варіанти а і б), як найбільш просте в виробництві, хоча цей спосіб не забезпечує ідеальної геометрії постілі.

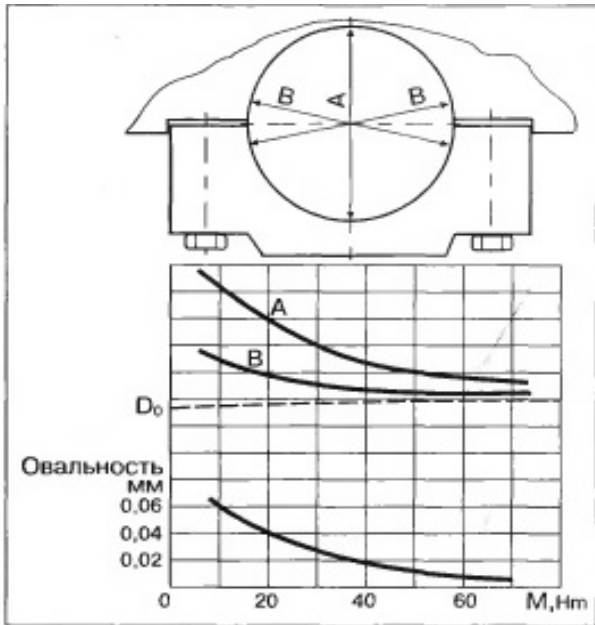


Рис 2. Вплив моменту затягнення болтів на розмір отворів опор корінних підшипників колінчастого вала: D_0 – номінальний розмір.

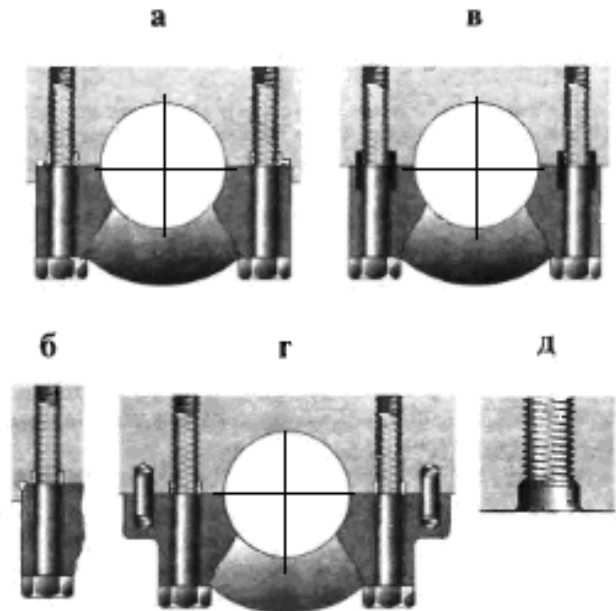


Рис. 3. Спосіб кріплення кришок корінних підшипників колінчастого вала до блок-картеру

Досить часто зустрічається і більш точне, але складне центрування з допомогою втулок, встановлених в отворах блоку і кришок (варіант в). Центрування кришки двома штифтами застосовується рідко (варіант г).

Різьбові отвори в блоці обов'язково мають піднутрення (рис 3, д), в іншому випадку при затягуванні болтів можлива деформація площині стику з кришкою, через що постіль матиме неправильну про форму.

Кришки корінних підшипників ставляться на блок згідно номерам, вибитим на них в порядку зростання зазвичай в сторону коробки передач. Проте на деякі двигунах (ряд моделей NISSAN, HONDA і ін.) кришки виготовлені (відлиті) як одна деталь. При цьому кришки пов'язані один з одною перемичками (рис. 4). Така конструкція підвищує жорсткість блока.

На деяких двигунах NISSAN кришки корінних підшипників встановлюються окремо, після чого зв'язуються спеціальною рамою, що

закріплюється тими ж болтами (рис. 5). Підвищують жорсткість і додаткові болти, що стягують бічні стінки картера з кришками (рис. 6), причому зустрічаються різні варіанти таких конструкцій (АУДІ, BMW).

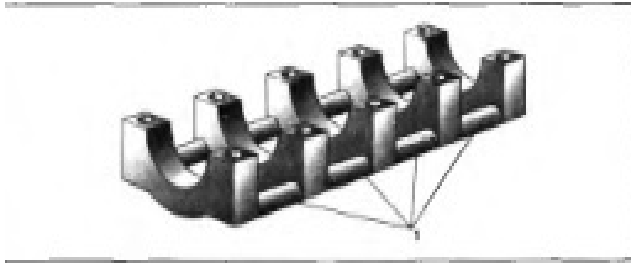


Рис. 4. Кришки корінних підшипників, виконанні як одна деталь:
1 – перемички які забезпечують додатковий осьовий зв'язок.



Рис. 5. Додаткова рама для кріплення кришок корінних підшипників.

Жорсткість є вельми важливою характеристикою блоку, яка визначає пружні деформації блоку під дією різних сил. При роботі двигуна колінчастий вал випробує згинні навантаження від сил тиску газів і сил інерції, що передаються через шатуни від поршнів. Від колінчастого вала навантаження передаються на корінні опори колінчастого вала і згинають блок. При його недостатньої жорсткості це може привести до прискореного зносу підшипників і виходу двигуна з ладу.

Жорсткість блоку на вигин зазвичай збільшується при збільшенні відстані від площини роз'єму корінних підшипників до нижньої площини роз'єму блоку і піддону картера (рис 7), а також зі збільшенням ширини блоку, товщини стінок. Особливо це важливо для рядних багаточиліндрових двигунів (з числом циліндрів 5 – 6).

Жорсткість і міцність конструкції збільшують також литі піддони (рис. 8, б), що виконуються, як правило, з алюмінієвих сплавів (MERCEDES-BENZ, BMW, VOLKSWAGEN та ін.) з різними ребрами жорсткості і підсилювачами.

Іноді литі піддони забезпечуються зовнішнім оребренням для охолодження масла. Недоліком таких конструкції в порівнянні зі сталевими штампованими піддонами (а) є небезпека їх руйнування при наїзді автомобіля на перешкоду і подальша складність ремонту. Поєднання переваг двох варіантів можливо в комбінованих конструкціях (MERCEDES-BENZ), в яких

основна алюмінієва, а знизу має невеликий штампований піддон, має можливість деформації (рис. 8, в)

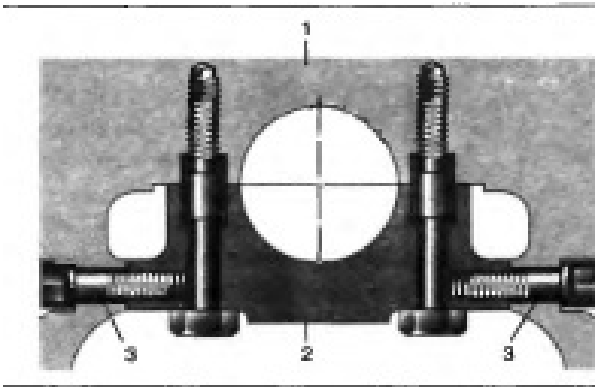


Рис. 6. Підвищення жорсткості блока встановленням «бокових» болтів кришок: 1-блок; 2-кришка; 3-додаткові «бокові» болти.

Виняткова жорсткість блоку і його опору досягнута на деяких двигунах AUDI - WOLKSWAGEN, PORSCHE, TOYOTA і останніх VOLVO і RENAULT.

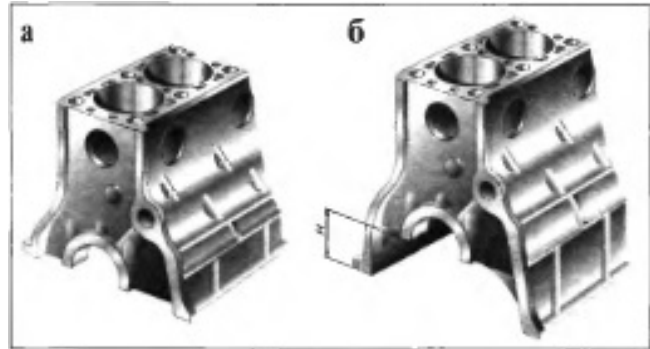


Рис. 7. Збільшення жорсткості блок-картера (а) шляхом збільшення розміра Н (б)

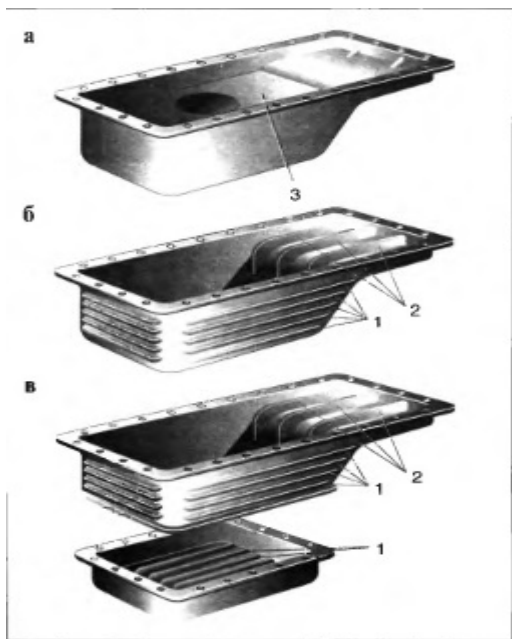


Рис. 8. Конструкції піддонів картера: 1-ребра охолодження; 2-дефлектори для направлення потоків оливи; 3-екран.

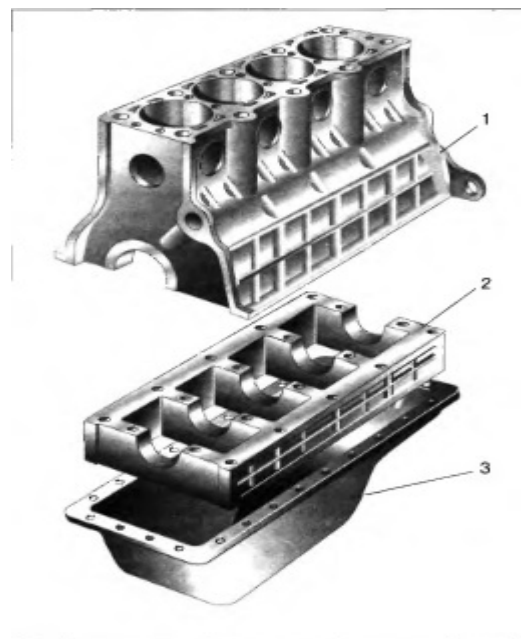


Рис. 9. Збільшення жорсткості блока з допомогою встановлення розємної нижньої частини картера: 1-блок; 2 картер; 3-піддон картера.

Тут нижня частина алюмінієвого блоку відлита як одне ціле з кришками і є також як би верхньою частиною піддону (рис. 9), а сам піддон має досить невелику висоту.

На деяких дизельних двигунах (ALFA – ROMEO, ROVER) рознімання блоку в корінних опорах немає. Рознімними зроблені самі опори (рис. 10), які мають зовнішній діаметр більший, ніж діаметр противаг колінчастого вала. Складання вала з опорами виконується в напрямку вздовж його осі незважаючи на велику жорсткість, дана конструкція (так званий "тунельний блок“) не набула поширення через складність і збільшеної маси.

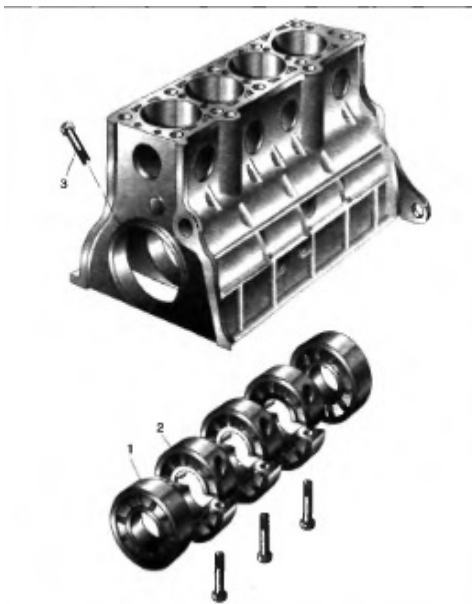


Рис. 10. Блок-картер тунельного типу: 1-нерознімна опора; 2-рознімна опора; 3-болт, фіксуючий опору від провертання.

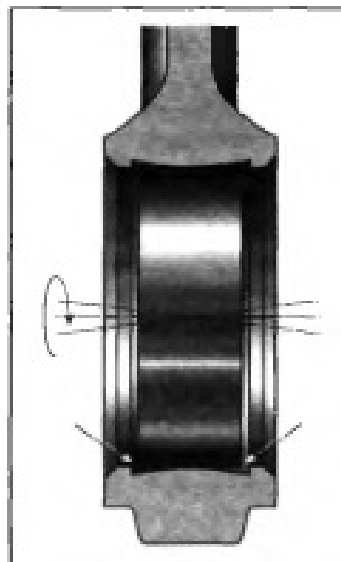


Рис. 11. Нерівномірний знос рознімання шатуна. Стрілками показана зона максимального зносу.

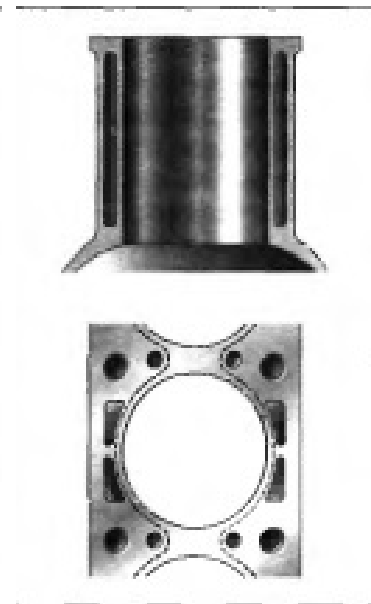


Рис 12. Сорочка охолодження блока циліндрів.

Слід зазначити, що чим більше пружні деформації деталей, тим вище, як правило їх знос. Деформації блока або вала призводить до викривлення осей опор і шийок колінчастого вала. У цьому випадку з'являється знос, нерівномірний по ширині шийки. Більші навантаження передаються від вкладишів до опор, періодичне викривлення осей призводить до зносу поверхонь самих опор (рис 11). Така ситуація характерна, наприклад, для шатунних підшипників довгих валів з малою кількістю опор (наприклад, чотирьохопорні вали рядного шести циліндрового двигуна).

У верхній частині блока циліндрів перебувають гільзи циліндрів, що відлиті за одне ціле з блоком. У більшості конструкцій зверху і знизу вони

пов'язані з зовнішньої сорочкою блока верхньої площиною і верхнім склепінням картера (рис 12), товщина стінки гільзи чавунного блоку складає в середньому 5-7 мм. Зустрічаються блоки зі стінками 10-12 мм (деякі бензинові і більшість дизельних двигунів).

Навколо кожного циліндра виконані різьбові отвори для болтів кріплення головки блоку. Різьбові отвори не зв'язуються безпосередньо з гільзою (рис. 13), що зменшує деформацію гільзи при затягуванні болтів головки. Невелика деформація гільз при затягуванні все одно виявляється, але зазвичай не перевищує 0,010-0,015 мм, хоча може значно збільшитися при надмірному затягуванні болтів головки.



Рис. 13. Отвір болтів кріплення головки блока циліндрів: 1-проточка; 2-деформація при відсутності проточки.

Між гільзами циліндрів іноді виконують протоки охолоджуючої рідини (рис. 14). Такий блок менш чутливий до перегріву, температурна деформація гільз при нагріванні і охолодженні двигуна невелика, рідше прогорає прокладка головки блоку, особливо між циліндрами. Однак габаритні розміри двигуна при цьому зростають, а жорсткість зменшується, внаслідок чого подібна конструкція на сучасних двигунах застосовується рідко.

Більш поширена конструкція без протоки між гільзами (рис. 15), причому на деяких двигунах товщина перемички між циліндрами зменшена до 4-5 мм. Іноді для того, щоб зменшити ймовірність перегріву верхньої частини перемички між гільзами і прогару прокладки, перемичку підрізають на деяку глибину з боку верхньої площині (рис 16). Для зменшення температурних деформацій такі блоки вимагають зазвичай більш товстих стінок гільз. Блоки даної конструкції відливають з легованого чавуну, що забезпечує необхідну зносостійкість пар тертя "гільза - поршневі кільця" і "гільза - поршень". При

цьому поверхні циліндрів термічно або хімічно не обробляються і на них не наноситься будь-яких покриттів. В процесі тривалої експлуатації поверхні циліндрів можуть бути із зміненою структурою матеріалу внаслідок впливу підвищеної температури (згоряння, тертя) і хімічних речовин (масло, паливо, продукти згоряння) в результаті цього поверхні гартують на невелику глибину, а зносостійкість циліндрів з часом може збільшитися в порівнянні з "новими" циліндрами

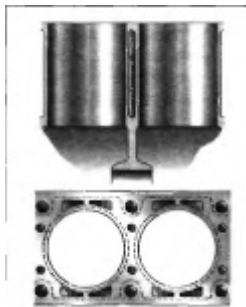


Рис. 14. Блок з протоками охолоджуючої рідини між циліндрами

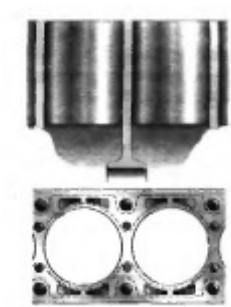


Рис. 15. Блок без потоків між циліндрами.

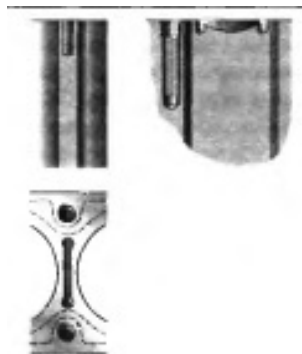


Рис. 16. Підрізка перемички у верхній частині блоку.



Рис. 17. Суха гільза.

На дизельних двигунах іноді використовуються тонкостінні (1,5-2,0 мм) "сухі" гільзи із зносостійкого чавуну або спеціальної сталі, запресовані в блок з менш дорогого сірого чавуну, хоча така конструкція обмежує ремонтне збільшення діаметра циліндра (рис. 17) Для сполучення з іншими деталями (колінчастий вал, кришки, головка, коробка передач) застосування дефіцитного металу не є обов'язковою умовою. Крім того, чавунний блок циліндрів, маючи переваги в технологічності, з точки зору серійного виробництва, має велику масу. Тому іноді знаходять застосування інші конструкції, найбільш поширеними з яких є алюмінієві блоки з "сухими" або "мокрими" гільзами, а також з різними зносостійкими покриттями дзеркала циліндрів

Двигуни багатьох моделей фірм HONDA, SUBARU, SUZUKI, а також деякі останні двигуни VOLVO і GM мають алюмінієвий блок з залитими в нього "сухими" тонкостінними гільзами із зносостійкого чавуну. При цьому верхня частина гільз часто не зв'язується з сорочкою блоку для виключення

температурних і силових деформації (рис. 2.18). Така конструкція забезпечує невелику масу двигуна, не змінюючи технології його ремонту (розточування і хонінгування циліндрів в ремонтний розмір) На деяких сучасних японських двигунах (TOYOTA), а також на американських, розроблених за участю японських фірм (наприклад, SATURN), блок з "сухими" гільзами не відливають, а випікають з гранул. Це дозволяє значно збільшивши легування алюмінія кремнієм і зменшити коефіцієнт лінійного розширення матеріалу блоку, наблизивши його до коефіцієнта лінійного розширення чавуну (методом лиття отримати сплав з вмістом кремнію більше 14% складно). Це необхідно і для забезпечення стабільного зазору в корінних підшипниках колінчастого вала, оскільки великий коефіцієнт лінійного розширення алюмінієвого сплаву при нагріванні може дати небажане збільшення розміру опори на 0,024-0,04 мм. Іноді для виключення цього явища у алюмінієвих блоків кришки корінних підшипників роблять з чавуну (GM, RENAULT і ін.).

На двигунах, що встановлюються на автомобілях представницького класу, деякі фірми використовують алюмінієві блоки зі спеціальними покриттями. Так, на V-подібному 12-циліндровому двигуні M120 автомобіля MERCEDES-BENZ 600SL двигуні M70 BMW 750/850, PORSCHE 928 V8, а також AUDI V8 і деяких інших при литті блоку за спеціальною технологією досягається спрямована кристалізація кремнію на поверхні дзеркала циліндрів. Наступним травленням з поверхні видаляється алюміній, і після кінцевої обробки залишається чистий кремній. Такі гільзи в парі з поршнем, що має гальванічне покриття залізом, і хромованими кільцями мають виключно високу зносостійкість. Недоліками конструкції є складність виготовлення і ремонту (потрібні спеціальні ремонтні технології), а також її чутливість до неякісного та недостатнього змащення.

Ще рідше зустрічаються алюмінієві блоки зі спеціальним дуже твердим гальванічним покриттям циліндрів типу Нікасил (нікель з частинками карбїду кремнію). Проблеми тут залишаються ті ж, що і в попередньому випадку, але ремонт складніший, тому що через малу товщини покриття можливо тільки

незначне збільшення діаметра циліндра. Така конструкція блока використана на останніх двигунах V8 фірми BMW (моделі 730 і 740). На двигунах NISSAN допускається один ремонт (+0,2 мм), причому подібні блоки можна оброблювати тільки хонінгувальними головками з жорсткою подачею абразивних брусків.

Істотною перевагою алюмінієвих блоків циліндрів з різними покриттями робочої поверхні є стабільність зазору між поршнем і циліндром в широкому діапазоні температур, чого не можливо досягти в конструкціях з чавунними блоками або гільзами циліндрів. При близьких коефіцієнтах лінійного розширення алюмінієвих сплавів поршня і гільзи циліндра при збільшенні температури з (-20°) до + 100 °С зазор в циліндрі непрацюючого двигуна змінюється в межах 0,02-0,04 мм, в той час, як у того ж поршня в чавунному циліндрі – від 0,01 до 0,10 мм. Більш стабільний зазор дозволяє досягти більшого ресурсу пари "циліндр-поршень" за рахунок відсутності "гойдання" поршня при занадто великому і "прихоплювання" при надмірно малому зазорі в циліндрі.

Кілька більш розповсюджуваних конструкції алюмінієвих блоків з "мокрими" чавунними гільзами. Їх широко застосовують, в основному, французькі (PEUGEOT, RENAULT, CITROEN) і італійські (FIAT, ALFA ROMEO) фірми. Зустрічається така конструкція і на деяких американських автомобілях минулих років випуску (CADILLAC), а також на автомобілях VOLVO з двигунами французької розробки. Тут нижня частина чавунної або сталевий гільзи вставлена у відповідне розточення в алюмінієвому блоці, причому так, щоб верхня площина гільзи мала деяке підвищення (0,03 – 0,07 мм) над площиною блоку (рис 19). Зазвичай внизу гільза герметизується гумовими кільцями, а зверху ущільнення по площині гільзи досягається сильною деформацією прокладки.

У деяких конструкціях дизельних двигунів (ALFA ROMEO) гільза в блоці затиснута тільки по верхньому буртом, в той час як інша її частина вільна і не відчуває силових навантажень від затягування головки (рис. 20). При цьому

гільза може бути зроблена істотно тоншою, однак для жорсткості конструкції доводиться збільшувати товщину зовнішніх стінок сорочки блоку, особливо в верхній його частині. Через це подібні конструкції не набули поширення.

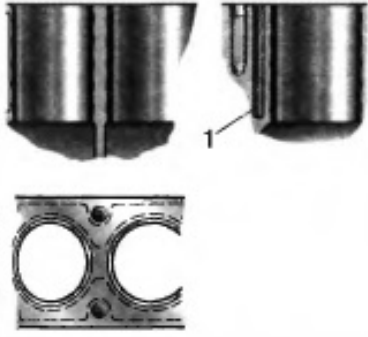


Рис. 18. Алюмінієвий блок з “сухими” чавунними гільзами: 1-зв’язок гільзи і сорочки по верхній площості відсутній.

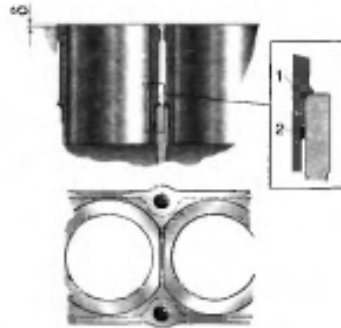


Рис. 19. Алюмінієвий блок з “мокрими” гільзами, який має опору в нижній частині блока: 1-ущільнення резино-вими кільцями; 2-додаткове кільце. δ-виступання гільзи над плоскістю блока.

Для того, щоб в процесі нагрівання або охолодження двигуна не відбувалася розгерметизація стику гільзи і головки блока, різьбові отвори у алюмінієвих блоків доводиться опускати значно нижче верхньої площини. Це пов'язано з різними коефіцієнтами розширення матеріалів гільзи і блока. Так,

конструкція кріплення головок алюмінієвого блока з “мокрими” чавунними



Рис. 20. Чавунний блок з “мокрими” гільзами, які опираються на верхню частину блока.

гільзами виконана аналогічно традиційним чавунним блокам (рис. 21, а), при нагріванні дає збільшення зусилля стягування головки з блоком при ослабленні стиснення гільзи. У той же час довгі болти або шпильки незначно зменшують зусилля стиснення гільзи при нагріванні (рис 21, б).

На деяких двигунах (VOLVO, RENAULT і ін.) використовуються довгі так звані анкерні болти, що стягують одночасно головку блока блок з

“мокрими” гільзами і кришки корінних підшипників колінчастого вала (рис 22). Такі болти зазвичай робляться порівняльно невеликого діаметру з матеріалу що має високу міцність і пружність При нагріванні двигуна алюмінієві деталі

розширюються, проте зусилля стягування сильно не зростає через велику пружною деформації довгих болтів.

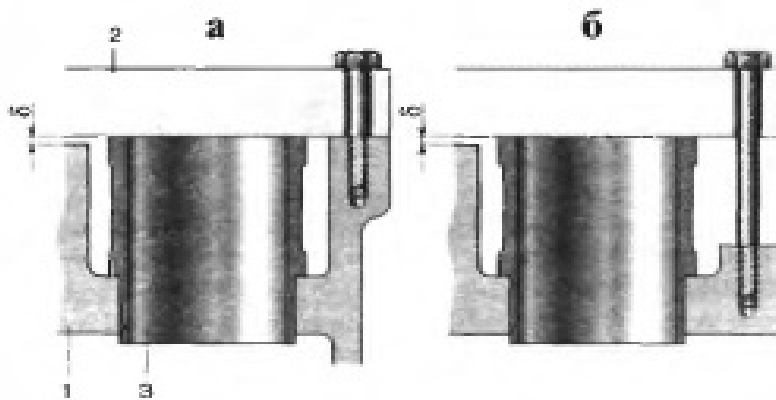


Рис. 21. Схема встановлювання болтів кріплення головки блока з "мокрими" гільзами: а-різьбові отвори в блоці виходять на верхню плоскість; б-різьбові отвори опущені нижче плоскості; 1-блок циліндрів; 2-головка блока; 3-гільзи.

На деяких двигунах, минулих років випуску, іноді застосовувалися "мокрі" гільзи в чавунному блоці (RENAULT, VOLVO, ALFA ROMEO і ін.).

В цілому блоки з мокрими гільзами, незважаючи на певні переваги пов'язані зі

зменшенням маси і можливістю застосування спеціальних зносостійких матеріалів гільз, мають вагомні недоліки з точки зору і експлуатації і ремонту. Зокрема, при перегріванні двигуна зростання зусиль стиснення гільзи нерідко призводить до деформації прокладки з втратою герметичності стику при наступному охолодженні.

Ущільнення гільзи знизу також нерідко з часом втрачає герметичність через корозію посадочних поверхонь. При ремонті двигуна розточування і хонінгування гільзи, як правило, не передбачається внаслідок великих труднощів отримання правильної геометричної форми циліндра. В ремонтний комплект поршневої групи через це зазвичай входять і гільзи, що збільшує вартість ремонту, особливо якщо двигун має велике число циліндрів.

При затягуванні болтів кріплення головки "мокрі" гільзи зазвичай деформуються дещо більше, ніж гільзи, виконані за одне ціле з блоком. Це пов'язано з великими напруженнями стиску "мокрих" гільз і вимагає деякого збільшення робочого зазору між поршнем і циліндром а, значить, і більш високих і важких поршнів. Слід зазначити, що при перетягуванні болтів

головки, сама головка блоку, внаслідок виступу гільз над верхньою площиною блоку, також може деформуватися аж до появи в ній поздовжніх тріщин.

Двигуни з опозитним (протилежним) розташуванням циліндрів (VOLKSWAGEN, PORSCHE, SUBARU) зазвичай мають рознімний картер, в якому, площина розніму проходить через вісь колінчастого вала (рис 2.23), а при нижньому розташуванні розподільного вала (VOLKSWAGEN) так само і через його вісь.

Такі двигуни, як правило незручні при обслуговуванні та ремонті. Зараз така схема використовується рідко і, в основному, тільки фірмами PORSCHE і SUBARU. На одній з останніх моделей двигунів фірми VOLKSWAGEN з'явилася так звана схема VR, яка представляє комбінацію рядного і V-подібного шестициліндрового двигуна. Якщо кут розвалу між циліндрами малий – близько 15-20 °, то при розташуванні циліндрів в шаховому порядку такий блок буде ненабагато довший звичайного чотирьох циліндрового і водночас в подібній конструкції, на відміну від традиційних V-подібних двигунів, необхідна тільки одна загальна головка блоку циліндрів і невелика ширина всього агрегату дозволяє використовувати двигуни VR6 на передньоприводних автомобілях малого класу, де традиційним двигунам V6 і R6 не вистачає місця.



Рис. 22. Кріплення головки блоку анкерними болтами.

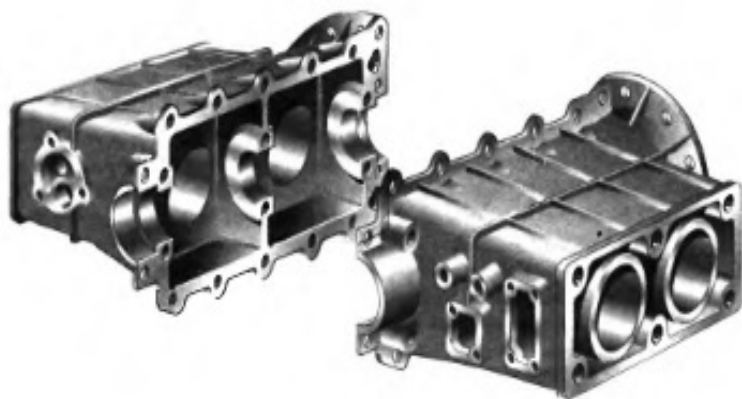


Рис. 23. Рознімний блок- картер двигуна з опозитним розташуванням циліндрів.

Розроблено і 12-циліндровий V-подібний двигун з двох блоків VR6, а також двигун VR5.

У блоці циліндрів зазвичай розташовані канали підведення масла до опор колінчастого валу і до голівці циліндрів У V-подібних двигунів з нижнім розташуванням розподільного валу (рис. 24) є також канали підведення масла опор розподільного валу і гідрокомпенсаторами.



Рис. 24. Блок циліндрів двигуна класичної американської компоновки V8:
1-опори розподільного валу; 2-заглушки поздовжніх масляних каналів;
3-отвори системи охолодження; 4-отвори штовхачів.

Нерідко головні канали виконані наскрізними отворами уздовж блоку, а з обох кінців таких каналів встановлюються заглушки. Розташування каналів має важливе значення в разі руйнування шатуна.

Заглушки масляних каналів у більшості двигунів виконуються з різьбленням (рис 25) На деяких двигунах (OPEL, TOYOTA) заглушки іноді робляться у вигляді сталевих кульок забитих в отвір каналу. При складанні блоку заглушки у вигляді пробок також мають поширення (BMW), причому як для масляних каналів, так і для сорочки охолодження.

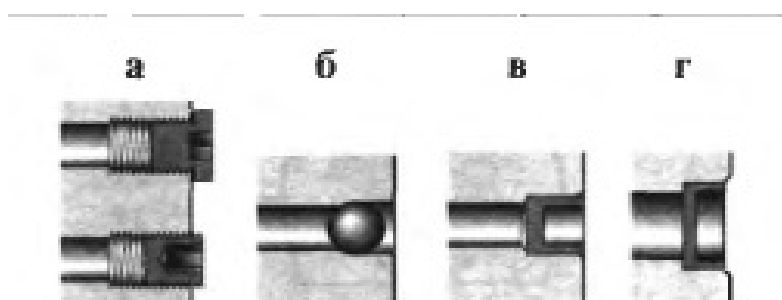


Рис. 25. Заглушки масляних каналів і каналів системи охолодження:
а-різьбова пробка; б-шарик; в, г-пробки, встановлювані за допомогою пресової посадки.

З точки зору ремонту важливо, щоб була можливість при необхідності зняти заглушки коли потрібно очистити канали від частинок бруду і металу (особливо після руйнування шатунних підшипників). Це легко можна зробити при різьбових заглушках, в той час як пробки можуть бути зняти лише висвердлюванням. Кульки ж практично не виймаються, що може привести до пошкодження нових підшипників після ремонту, а через попадання в них бруду з глухих порожнин масляних каналів

У блоці можуть бути розташовані допоміжні або балансирні вали зі своїми опорами, до яких також підводиться масло (зазвичай від головного каналу). Додатково масло підводиться і до гідравлічного натяжника ланцюга, якщо він має місце в конструкції двигуна.

Література

1. 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.

РОЗМІРНІ ЛАНЦЮГИ

А. В. Вілянська, студентка

Г. О. Іванов, кандидат технічних наук, доцент

П. М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент

Миколаївський національний аграрний університет.

Наведено приклади розв'язання розмірних ланцюгів

Ключові слова: деталь, розмір, розмірний ланцюг, граничні відхили, допуск.

Розрахунок розмірних ланцюгів дозволяє ще до виготовлення дослідних зразків встановлювати розрахунковим шляхом допуски параметрів або перевіряти правильність їх призначення, збирання і працездатність виробу та ін. Використання методів розрахунку розмірних ланцюгів дозволяє істотно скоротити час і матеріальні витрати на етапі технічної підготовки виробництва, підвищити якість виготовлення виробів, їх конструкторської і технологічної документації.

Деталь в двох проекціях зображена на рис. 1, а, б. Номінальні розміри проставлені на ескізі. Граничні відхили розмірів дані в тексті.

Для проектування поєднаної деталі і для збірки необхідно визначити:

1) відстань від правої стінки паза до правої межі деталі; 2) відстань між центрами отворів; 3) відстань від лівої стінки паза до отворів.

Розв'язання. Все розміри, що визначаються, входять в різні розмірні ланцюги і являються замикальними, так як точність оброблюваних розмірів задана.

Перший ланцюг. Шуканий розмір A_4 входить в ланцюг, розміри якого позначені на рис. 1, в буквами A_i , де $A_1 = 70_{-0,4}$; $A_2 = 40 \pm 0,17$; $A_3 = 12 \pm 0,12$.

За рівнянням (1.152) [1] знаходимо: $A_{\Delta} = 70 - 40 - 12 = 18$ мм.

Так як A_1 , A_2 і A_3 обробляються, то $A_4 = A_{\Delta}$.

За рівнянням (1.153) і (1.154) [1] отримуємо граничні відхили:

$$\Delta_B A_{\Delta} = 0 - (-170 - 120) = +290 \text{ мкм}; \quad \Delta_H A_{\Delta} = -400 - 170 - 120 = -690 \text{ мкм};$$

$$A_4 = A_{\Delta} = 18^{+0,29}_{-0,69}.$$

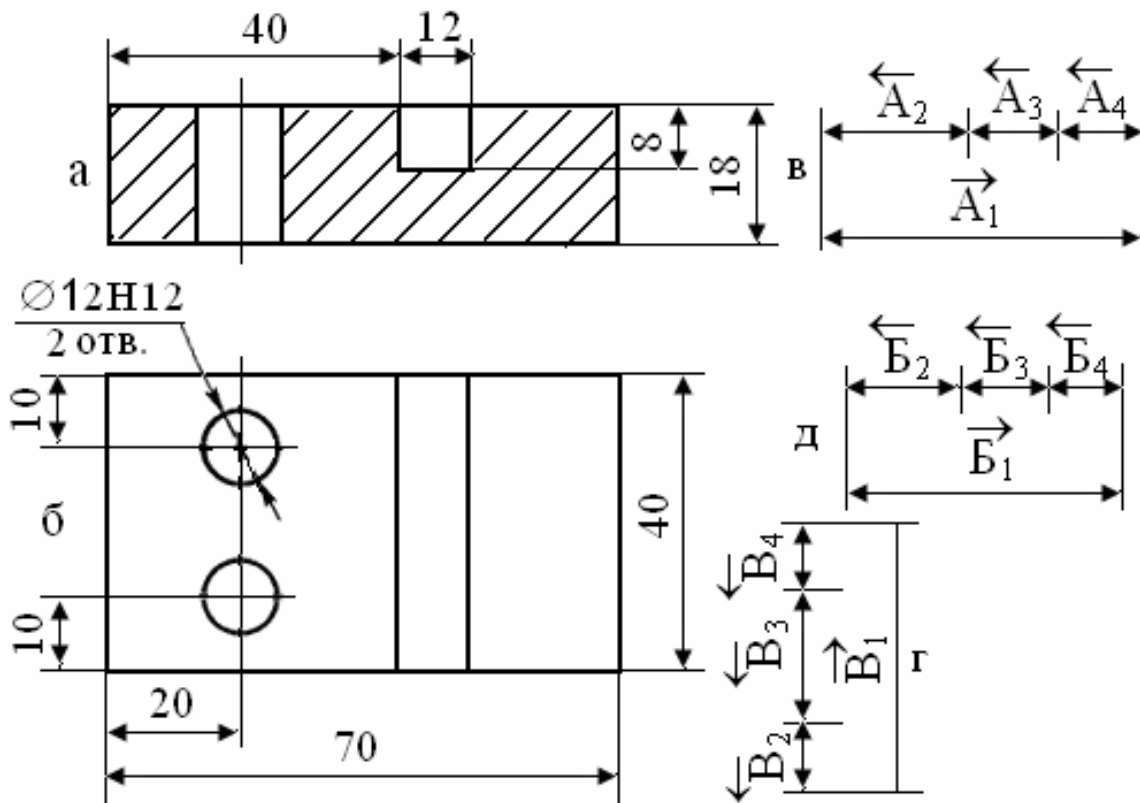


Рис. 1. Ескіз деталі та її розмірні ланцюги

Проводимо перевірку розрахунків за рівнянням (1.157) [1]:

$$TA_4 = +290 - (-690) = 980 \text{ мкм}; \quad \Sigma TA_i = 400 + 340 + 240 = 980 \text{ мкм}.$$

Аналогічно отримуємо ще два розмірних ланцюги.

Другий ланцюг. Розміри ланцюга позначені літерами буквами B_i (рис. 1, г).

Оброблюваний розмір $B_1 = 40_{-0,34}$ (рис. 1, б).

Центри отворів розміщені на відстанях $B_2 = B_4 = 10 \pm 0,1$;

Номинальний розмір замикальної ланки знаходимо за виразом (1.152) [1]:

$$B_3 = B_{\Delta} = 40 - 20 = 20 \text{ мм}.$$

Граничні відхили замикальної ланки за рівнянням (1.153) і (1.154) [1]:

$$\Delta_B V_\Delta = 0 - (-100 - 100) = + 200 \text{ мкм}; \Delta_H V_\Delta = -340 - 100 - 100 = - 540 \text{ мкм}.$$

$$\text{Отже, } B_3 = V_\Delta = 20^{+0,29}_{-0,54}.$$

Перевірку розрахунків робимо за рівнянням (1.157) [1]:

$$TB_\Delta = + 200 - (-540) = 740 \text{ мкм}; \Sigma TB_i = 340 + 200 + 20 = 740 \text{ мкм}.$$

Третій ланцюг. Розміри ланцюга позначені B_i (рис. 1, д). Обробляється розмір B_1 (в ланцюзі А він позначений як A_2):

$$B_1 = A_2 = 40 \pm 0,17; B_2 = 20 \pm 0,14.$$

Діаметр отвори $\varnothing 12H12$ дорівнює $12^{+0,18}$, отже, розмір радіуса $B_3 = 6^{+0,09}$.

Номинальний розмір замикальної ланки: $B_4 = B_\Delta = 40 - 20 - 6 = 14 \text{ мм}$.

Граничні відхили замикальної ланки:

$$\Delta_B B_\Delta = +170 - (-140 + 0) = + 310 \text{ мкм};$$

$$\Delta_H B_\Delta = \Delta_H V_\Delta = -170 - 140 - 90 = - 400 \text{ мкм}.$$

$$\text{Отже, } B_4 = B_\Delta = 14^{+0,31}_{-0,40}.$$

Перевіряємо:

$$TB_\Delta = + 310 - (-400) = 710 \text{ мкм}; \Sigma TB_i = 340 + 280 + 90 = 710 \text{ мкм}.$$

Приклад 2. На рис. 2 зображений переріз вала. Розглянемо два варіанти послідовності обробки *a* і *б*.

Варіант а. Після попередньої обточки по $D_1 = 62_{-0,2}$ (рис. 2, 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 $45 \pm 0,2 \text{ мм}$.

Розв'язання. Розмірний ланцюг зображений на рис. 2, 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

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

$$\text{Допуски збільшувальних ланок } 1/2TD_1 = 100 \text{ мкм}, 1/2TD_2 = 10 \text{ мкм}.$$

Номинальний розмір замикальної ланки визначається за формулою:

$$L = D_1/2 + D_2/2 - Z; 45 = 31 + 30 - Z; Z = 16 \text{ мм}.$$

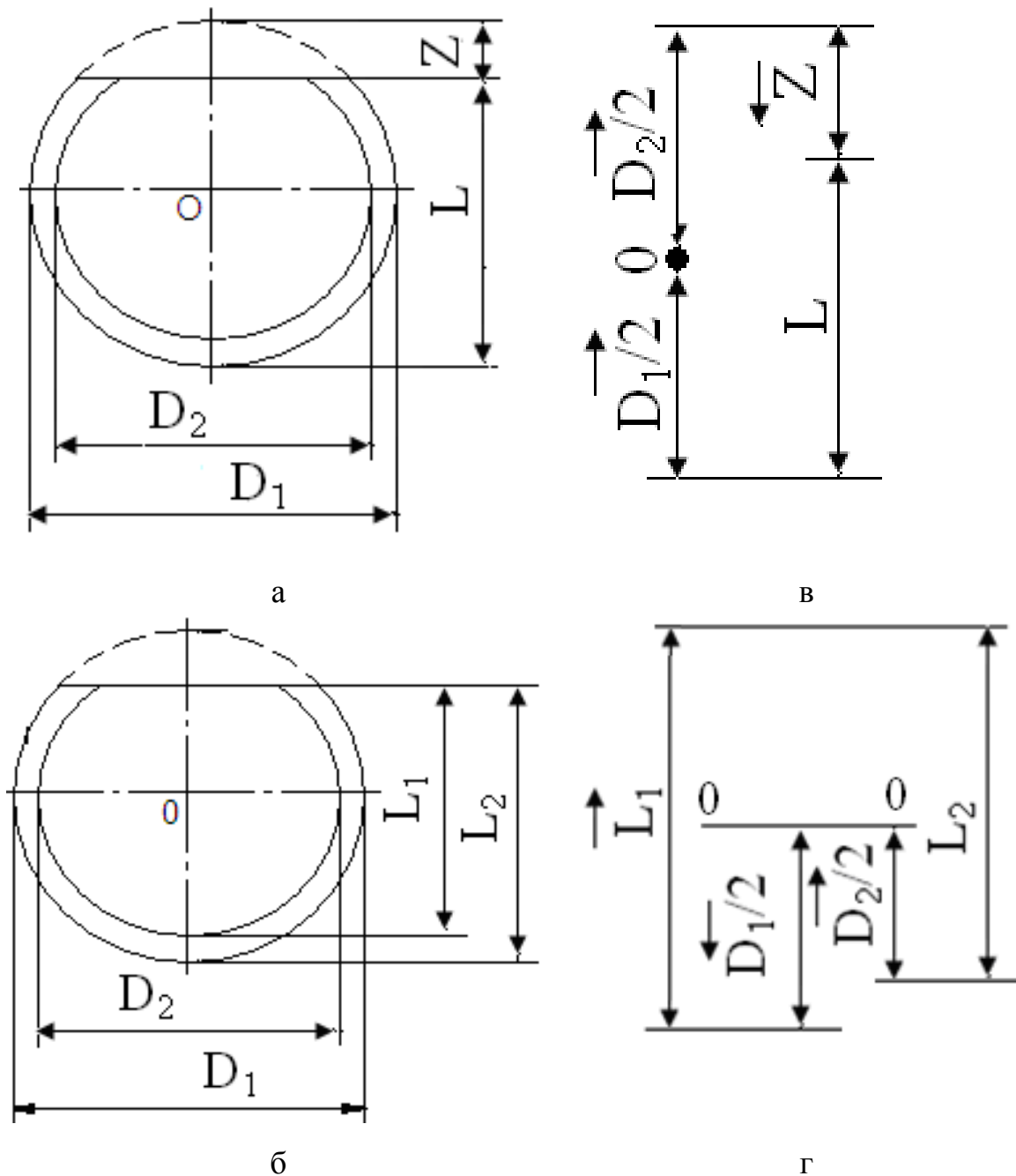


Рис. 2. Варіанти послідовності обробки вала

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

Граничні відхилення ланки Z визначаємо по формулі:

$$\Delta_B L = \Delta_B D_1/2 + \Delta_B D_2/2 - \Delta_H Z; +200 = 0 + 0 - \Delta_H Z; \Delta_H Z = -200 \text{ мкм.}$$

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

Допуск ланки Z :

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

Правильність визначення розміру ланки Z перевіряємо за формулою:

$$TL = TD_1/2 + TD_2/2 + TZ; 400 = 100 + 10 + 290 \text{ мкм. Тобто } Z = 16_{-0,200}^{+0,090}.$$

Варіант б. Оброблюється вал по розміру $D_1 = 62_{-0,2}$ (рис. 2, 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. 2, г.

Замикальною є ланка L_2 . Ланка $D_2/2$ збільшувальна, ланка $D_1/2$ – зменшувальна.

$$\text{Заданий допуск ланки } L_2 \quad TL_2 = +200 - (-200) = 400 \text{ мкм.}$$

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.

Номінальний 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 відхилення ланки L_2 визначаємо за формулами:

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

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

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

$$\text{Тобто } L_1 = 46_{-0,190}^{+0,100}.$$

Правильність визначення розміру ланки L_1 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 детальних ланцюгах послідовність обробки впливає на граничні відхилення 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 – номінальний розмір з позначкою * (для довідок). За варіантом b з позначкою * слід проставити розмір L , а решта розмірів з відхилами.

Приклад 3. На рис. 3 зображений багатоступеневий валик і приведені два способи проставлення розмірів 1 і 2, що відповідають двом послідовностям обробки.

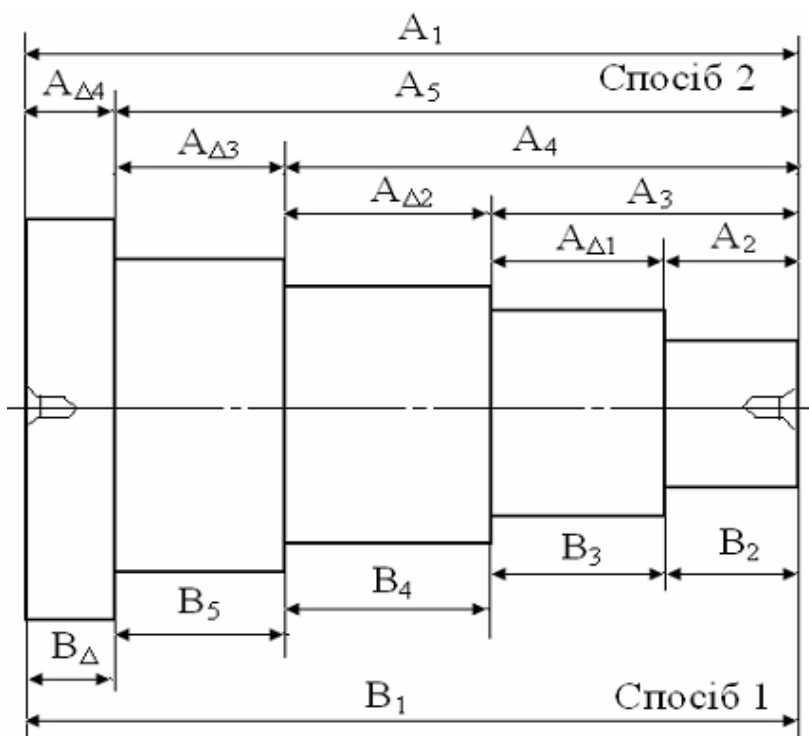


Рис. 3. Ескіз багатоступеневого валика

Спосіб 1 (званий ланцюжком) відповідає послідовності: відрізка за розміром B_1 , зацентровка, послідовна обробка по діаметру ступенів від B_2 до B_5 з підрізуванням торців і утворенням заданих розмірів $B_2 \dots B_5$ з промірами їх від торців попередніх ступенів.

Спосіб 2 (називається драбинкою) – про-

становка розмірів від однієї бази відповідає тим же операціям, але при підрізуванні торців проміри виконують від однієї і тієї же бази.

При обробці за способом 1 замикальним є необроблювальна остання ланка B_Δ , а за способом 2 в результаті оброблення двох послідовних розмірів виходять розміри по послідовних ступенів $A_{\Delta 1}$, $A_{\Delta 2}$, $A_{\Delta 4}$, які і є замикальними в триланкових ланцюгах: $A_{\Delta 1}$ в ланцюзі A_2 , A_3 ; $A_{\Delta 1}$ або $A_{\Delta 2}$ в ланцюзі A_3 , A_4 , $A_{\Delta 2}$ і т. д.

Приклад 4. Номінальні розміри в цьому прикладі можуть бути будь-

якими. Розглянемо задачу першого типу. Потрібно підрахувати і порівняти між собою допуски і граничні відхилення замикальних розмірів при двох варіантах проставлення робочих розмірів, припускаючи, що граничні відхилення складових по способу 1 і 2 рівні $\pm 0,05$ мм, тобто $T_{B_1} = 0,1$ мм і $T_{A_1} = 0,1$ мм.

Розв'язання. При проставленні розмірів за способом 1 отримуємо за формулою (1.160) [1], що допуск замикальної ланки

$$T_{B_{\Delta}} = T_{B_1} + T_{B_2} + T_{B_3} + T_{B_4} + T_{B_5},$$

тобто $T_{B_{\Delta}} = 5 \cdot 0,1 = 0,5$ мм

При проставленні розмірів за способом 2 отримуємо:

$$T_{A_{\Delta 1}} = T_{A_2} + T_{A_3} = 0,2 \text{ мм і т. д.}$$

$$T_{A_{\Delta 4}} = T_{A_1} + T_{A_5} = 0,2 \text{ мм.}$$

Таким чином, спосіб 2 вигідніше, так як при тій же точності складових допуск замикального розміру не перевищує 0,2 мм.

Недоліком способу 2 є те, що допуски розмірів окремих ступенів більше, ніж при застосуванні способу 1, тобто 0,2 мм замість 0,1 мм.

Проставлення розмірів від однієї бази демонструє так званий принцип найкоротчайшого ланцюга. Розмерний ланцюг повинен містити можливо меншу кількість ланок, щоб допуск замикальної був менше при тих же допусках складових. На противагу цьому допуски складових при тому же допуску вихідної ланки повинні бути по можливості великими, тобто економічно більш вигідними.

З наведеного прикладу видно, що послідовність обробки (якщо це можливо) і збирання рекомендується встановлювати так, щоб вихідний ланцюг був складовим.

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 : Видавництво Миколаївського національного аграрного університету, 2016. – 388 с.

ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧИ

Н. П. Фролова, студентка

Г. О. Іванов, кандидат технічних наук, доцент

П. М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент

Миколаївський національний аграрний університет

Наведено приклади розрахунку параметрів зубчастих коліс і передач.

Ключові слова: колесо зубчасте, ступінь точності, показники точності, число зубів, модуль, висновок про придатність, гарантований боковий зазор.

Допуски циліндричних зубчастих передавачів нормуються за ГОСТ 1643:2003 і поширюється на евольвентні циліндричні зубчасті передавачі зовнішнього і внутрішнього зачеплення з прямозубими, косозубими і шевронними зубчастими колесами з діаметром ділильного кола до 6300 мм, шириною вінця або півшеврона до 1250 мм, модулем зубів від 1 до 55 мм.

Нижче наведені приклади розрахунків: вибору ступеня точності і показників точності відповідно до встановлених норм, гарантованого бокового зазору. Надання висновка про придатність зубчастого колеса, встановлення приймальних меж для контролю зубчастого колеса, врахування похибки бази при контролі і допуски на заготовляння, визначення величини найменшого і найбільшого бокових зазорів

Приклад 1. Для прямозубого некоригованого колеса ділильного механізму з $m = 4$ мм і $z = 34$ вибрати ступінь точності і показники точності відповідно до встановлених норм, враховуючи, що на заводі немає приладу для комплексної однопрофільної перевірки.

Розв'язання. Для колеса ділильного механізму особливо важливим є забезпечення кінематичної точності, яка повинна бути обрана за нормами 6-го ступеня. Ступінь за нормами плавності може бути на одну грубіше, т. е. 7-а.

Відповідно до § 1.4 ГОСТ 1643:2003 норми контакту не можуть бути грубіше норм ступеня плавності. Реверсивні ділильні передачі вимагають наявності малих зазорів. Тому вибираємо пару з боковим зазором D . Записуємо умовне позначення обраної точності і сполучення: 6-7-7D ГОСТ 1643:2003.

Для контролю кінематичної точності циліндричних прямозубих коліс при відсутності приладу для однопрофільної перевірки з наявних в стандарті найдоцільніше вибрати комплекс F_i'' і V_w . При виборі цього комплексу є наступні переваги:

1) прилади для контролю перерахованих вище елементів (міжцентромір і нормалемір) засвоєні промисловістю і наявні на кожному заводі;

2) при контролі коливання вимірювальної міжосьової відстані в двопрофільном зачепленні відбувається безперервна зміна контрольованого показника по всьому колесу і виявляється сумарна радіальна похибка;

3) вимірювання величини F_i'' проводиться на базі робочої осі колеса, що відповідає її експлуатаційній основі;

4) при контролі на межцентромірі одночасно виявляються і інші показники, важливі для оцінки точності колеса. Так, плавність роботи колеса регламентується величиною f_i'' (коливання вимірювальної між осьової відстані на одному зубі). Норми бокового зазору регламентуються величинами $E_a''_s$ і $E_a''_i$ (граничні відхили вимірювальної міжосьової відстані). На межцентромірі може бути проведений контроль зони контакту по слідах прилягання бокової поверхні зуба колеса до зубів вимірювального колеса (примітка 2 до п. 2.4 ГОСТ 1643:2003).

Наведемо величини допусків для обраних елементів.

Кінематична точність: діаметр ділильної кола

$$D = m \cdot z = 4 \cdot 34 = 136 \text{ мм}; V_w = 26 \text{ мкм.}$$

Так як здійснюється комбінування норм кінематичної точності і плавності з різних ступенів точності, допуск на коливання вимірювальної міжосьової відстані за оберт колеса визначається за формулою (1.48):

$$F''_{\text{ікомб}} = 38 + [75 - 53] = 60 \text{ мкм};$$

$$F''_{\text{ікомб}} + V_w = 60 + 26 = 86 \text{ мкм.}$$

$$\text{Плавність роботи: } f_i'' = 26 \text{ мкм.}$$

Контакт зубів: за стандартом сумарні пляма контакту повинні бути по висоті не менше 45%, по довжині не менше 60% при контролі міжосьової відстані. Так як в даному випадку контакт зубів перевірений по вимірювальній міжосьової відстані згідно з приміткою 2 до п. 2.4, ці величини слід збільшити на 10%.

$$\text{Боковий зазор: } E_a''_s = +26 \text{ мкм; } E_a''_i = -100 \text{ мкм (так як } F_r = 53 \text{ мкм).}$$

Приклад 2. Дати висновок про придатність зубчастого колеса 7-Дс ГОСТ 1643:2003 з $m = 4$ мм і $z = 35$. Колесо перевірено за допомогою межцентроміра, нормалеміра і по плямі контакту. Результати вимірювання: $E_a''_{sr} = +25$ мкм, $E_a''_{ir} = -70$ мкм; $f''_{ir} = 43$ мкм; $V_{wr} = 28$ мкм; пляма контакту – в нормі.

Розв'язання. Кінематична похибка визначиться величиною:

$$F''_{ir} + V_{wr}; \quad F''_{ir} = E_a''_{sr} - E_a''_{ir} = 25 - (-70) = 95 \text{ мкм.}$$

$$F''_{ir} + V_{wr} = 95 + 28 = 123 \text{ мкм.}$$

$$\text{За стандартом: } F''_i + V_w = 75 + 36 = 111 \text{ мкм; } f''_i = 26 \text{ мкм;}$$

$E_a''_s = +26$ мкм, $E_a''_i = -T_H = -130$ мкм; при $F_r = 53$ мкм і допуску бокового зазору s .

Таким чином, контрольоване зубчасте колесо не придатне за нормами кінематичної точності, незважаючи на те, що окремі виміряні показники відповідають нормам стандарту.

Приклад 3. Встановити приймальні межі для контролю зубчастого колеса з параметрами: число зубів $z = 30$; модуль $m = 5$ мм, ступінь точності по ГОСТ 1643:2003 9-В. Діаметр ділительного кола дорівнює:

$$d = mz = 5 \cdot 30 = 150 \text{ мм.}$$

По табл. 14 [24] знаходимо $E_{Hs} = -200$ мкм, по табл. 11 – допуск на радіальне биття зубчастого вінця $F_r = 112$ мкм, по табл. 8 визначаємо $T_H = 300$ мкм.

Верхня приймальна межа, при контролі зсуву вихідного контуру, становитиме:

$$E_{Hs\text{ пр}} = - [| E_{Hs} | + 0,09 \cdot T_H] = - [200 + 0,09 \cdot 300] = - 227 \text{ мкм.}$$

Виробничий допуск на зсув вихідного контуру:

$$T_{H\text{ пр}} = 0,6 \cdot T_H = 0,6 \cdot 300 = 180 \text{ мкм.}$$

Нижня приймальна межа:

$$E_{Hi\text{ пр}} = - [| E_{Hs\text{ пр}} | + T_{H\text{ пр}}] = - [227 + 180] = - 407 \text{ мкм.}$$

Таким чином, зубчасте колесо вважається придатним, якщо показання A індикатора зубоміра знаходяться в установлених межах:

$$E_{Hs\text{ пр}} \leq A \leq E_{Hi\text{ пр}}.$$

Врахування похибки бази при контролі і допуски на заготовляння.

Допустимі величини похибок зубчастих коліс встановлені ГОСТ 1643:2003, виходячи з умов, що базою вимірювання є робоча вісь колеса. Однак при контролі зубчастих коліс приладами в якості бази вимірювання використовується іноді зовнішній циліндр заготовки або торець колеса. У стандарті (п. 2.9) вказується, що похибки, що вносяться при використанні в якості вимірювальної бази поверхонь, що мають неточність форми і розташування щодо робочої осі обертання, враховуються або компенсуються зменшенням виробничого допуску. Наприклад, зовнішній циліндр заготовки використовується в якості бази для контролю розмірів зубів колеса (вимір тангенціальним зубоміром зсуву вихідного контуру або штангензубоміром товщини зубів). В цьому випадку обмежуються граничні відхили діаметра окружності виступів, а також радіальне биття цього циліндра.

Похибки розмірів і форм заготовок для зубчастих коліс в ГОСТ 1643:2003 не нормуються, оскільки стандарт регламентує точність готово-го колеса і передачі.

У разі контролю розмірів зубів колеса на базі зовнішнього циліндра заготовки без врахування дійсного розміру відхил діаметра вершин зубів A_{da} і радіальне биття F_{da} вибирають по табл. 1.

Розрахунок гарантованого бокового зазору. Гарантований, тобто найменший з можливих в передачі, боковий зазор між неробочими профілями зубів при контакті робочих профілів повинен компенсувати можливу зміну розмірів коліс, що виникає внаслідок нагрівання передачі в процесі експлуатації, забезпечити нормальні умови змащення зубів, а також компенсувати похибки виготовлення і монтажу.

1. Величина бокового зазору, необхідного для температурної компенсації:

$$j_{n1} = a_w \cdot [\alpha_1 \cdot (t_1 - 20) - \alpha_2 \cdot (t_2 - 20)] \cdot 2 \sin \alpha, \quad (1.142)$$

де a_w – міжосьова відстань передачі, мм; α_1 і α_2 – коефіцієнти лінійного розширення матеріалів зубчастих коліс і корпуса відповідно, $^{\circ}\text{C}^{-1}$; t_1 і t_2 – розрахункова температура нагріву зубчастих коліс і корпуса відповідно, $^{\circ}\text{C}$; α – кут зачеплення, $\alpha = 20^{\circ}$.

Таблиця 1

Значення відхилення діаметра вершин зубів і радіального биття

Геометричні фактори	Ступені точності										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Відхилення діаметра вершин зубів A_{da}	Квалітети	6	7	7	7	8	8	8	9	9	11
Радіальне биття циліндра вершин зубів F_{da}		0,004d+ + 2,5	0,01d+ + 5	0,016d+ + 10	0,025d+ + 15	0,04d + 25					

2. Величина бокового зазору, що забезпечує нормальні умови смащування, залежить від способу смащування і колової швидкості передачі, приймається рівною, мкм:

$$j_{n2} = (10 \dots 30) \cdot m. \quad (1.143)$$

Тут коефіцієнт 10 – приймають для тихохідних передач, 30 – для особливо високошвидкісних передач; m – модуль зачеплення, мм.

Гарантований боковий зазор повинен відповідати такій умові:

$$j_{nmin} \geq j_{n1} + j_{n2}. \quad (1.144)$$

За розрахункового значення j_{nmin} і a_w за ГОСТ 1643:2003 вибирають вид сполучення і уточнюють стандартне значення j_{nmin} .

3. Для кінематичних передач буває необхідно визначити вільний кутовий поворот колеса (в секундах) в межах бокового зазору, причому в цих випадках слід визначити величину найбільшого бічного зазору j_{nmax} .

Найбільший вільний кутовий поворот колеса

$$\Delta\varphi = 2 j_{nmax}/(m \cdot z \cdot \cos\alpha). \quad (1.145)$$

Найбільший боковий зазор стандартом не нормується. Він може бути підрахований за наближеною формулою:

$$j_{nmax} = j_{nmin} + (T_{H1} + T_{H2} + 2f_a) 2\sin\alpha. \quad (13.6)$$

Тут T_{H1} , T_{H2} – допуск на зміщення початкового контуру для шестірні й колеса відповідно; f_a – абсолютний граничний відхил міжосьової відстані.

Приклад 4. Для косозубой зубчастої передачі, що працює з підвищеною швидкістю (18 м/с) зі ступенем точності 8-В ГОСТ 1643:2003 з $z_1 = 25$; $z_2 = 50$; $m = 4$ мм (колеса сталеві, корпус силуміновий) визначити величину найменшого і найбільшого бокових зазорів за умови, що передача не повинна заклініватися при температурі (-25) °С.

Розв'язання. Перша складова гарантованого бокового зазору

$$j_{n1} = \frac{m(25+50)}{2} [11,5 \cdot 10^{-6} \cdot (-45) - 23 \cdot 10^{-6} \cdot (-45)] \cdot 2 \cdot 0,342 = 0,053 \text{ мм};$$

$$j_{n2} = 20 \cdot 4 = 80 \text{ мкм}; j_{nmin} = 53 + 80 = 133 \text{ мкм}.$$

Для сполучення В по табл. 13 ГОСТ 1643:2003 гарантований боковий зазор $j_{nmin} = 160$ мкм, тобто трохи більше мінімально необхідного, що цілком доцільно при швидкісній передачі:

$$j_{nmax} = j_{nmin} + (T_{H1} + T_{H2} + 2f_a) 2\sin\alpha.$$

За табл. 15 стандарту значення T_{H1} вибирають залежно від радіального биття зубчастого вінця F_r . Для 8-го ступеня точності з табл. 6 ГОСТ 1643:2003 знаходимо: для $d_1 = m \cdot z_1 = 4 \cdot 25 = 100$ мм, $F_{r1} = 53$ мкм;

для $d_2 = m \cdot z_2 = 4 \cdot 50 = 200$ мм, $F_{r2} = 67$ мкм.

Тоді $T_{H1} = 160$ мкм, $T_{H2} = 220$ мкм; $f_a = 80$ мкм.

Найбільший боковий зазор

$$j_{\text{max}} = 133 + (160+200+2\cdot 80)\cdot 2\cdot 0,342 \approx 489 \text{ мкм.}$$

Література

1. Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски : ГОСТ 1643:2003. – [Введен с 2004-01-01]. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2004. – 45 с.
2. 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.
3. Практикум з дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна.]. – К. : Видавництво „Аграрна освіта”, 2008. – 648 с.
4. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : підр. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна – К. : Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 503 с.
5. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Навчально-методичний комплекс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова, В. С. Шибаніна і І. М. Бендери]. – Миколаїв, 2014. – 576 с.
6. Взаємозамінність, основи стандартизації та технічних вимірювань : підруч. для студ. вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко, П. М. Полянський; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна. – [вид. перероб. і допов.]. – Миколаїв, видавництво Миколаївського національного аграрного університету, 2016. – 412 с.

**ВИЗНАЧЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ДОПУСКІВ ДЛЯ РІЗНИХ МЕТОДІВ
ВИМІРЮВАННЯ ЗМІЩЕННЯ ВИХІДНОГО КОНТУРУ
ЗУБЧАСТИХ КОЛІС**

Д. І. Гвозденко, А. В. Маляр, студенти

Г. О. Іванов, кандидат технічних наук, доцент

П. М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент

Миколаївський національний аграрний університет

Наведено приклади визначення виробничих допусків для різних методів вимірювання зміщення вихідного контуру зубчастих коліс.

Ключові слова: вихідний контур, допуск виробничий, межі приймальні.

Вимірювання зміщення вихідного контура на базі зовнішнього циліндра колеса. Для створення в зубчатих передачах найменшого (гарантованого) зазору використовують зменшення товщини зуба порівняно з розрахунковою теоретичною величиною. Це зменшення створюється шляхом радіального зміщення вихідного контура рейки зубонарізного інструмента (рис. 1, а). Додаткове зміщення початкового контура від його номінального положення в тіло зубчастого колеса нормується в стандарті двома величинами: найменшим додатковим запропонованим зміщенням вихідного контуру A_{He} та допуском на зміщення вихідного

Вимірювання роблять тангенціальним зубоміром контуру T_H (рис. 1, б). При виготовленні коліс з комбінуванням норм різних ступенів точності величина A_{He} встановлюється залежно від виду сполучення і ступеня точності за нормами плавності роботи коліс.

Допуск на зміщення вихідного контуру T_H обумовлюється в стандарті безпосередньо величиною радіального биття, тобто нормами кінематичної

точності колеса. Тому для визначення величини A_{He} попередньо слід визначити величину F_r за таблицями стандарту.

При контролі зміщення вихідного контуру накладним тангенціальним зубоміром в якості вимірювальної бази використовується зовнішній циліндр колеса і тому при переході від основної бази (осі обертання колеса) на допоміжну необхідно враховувати похибки, що вносяться цією базою, тобто слід враховувати як биття зовнішнього циліндра щодо осі колеса F_{da} , так і відхил розміру діаметра від номінального розрахункового значення $T_{A_{da}}$.



Рис. 1. Зміщення вихідного контуру

Відповідно до цього вводиться зменшений виробничий допуск і для визначення граничних відхилів використовують наступні співвідношення (рис. 2):

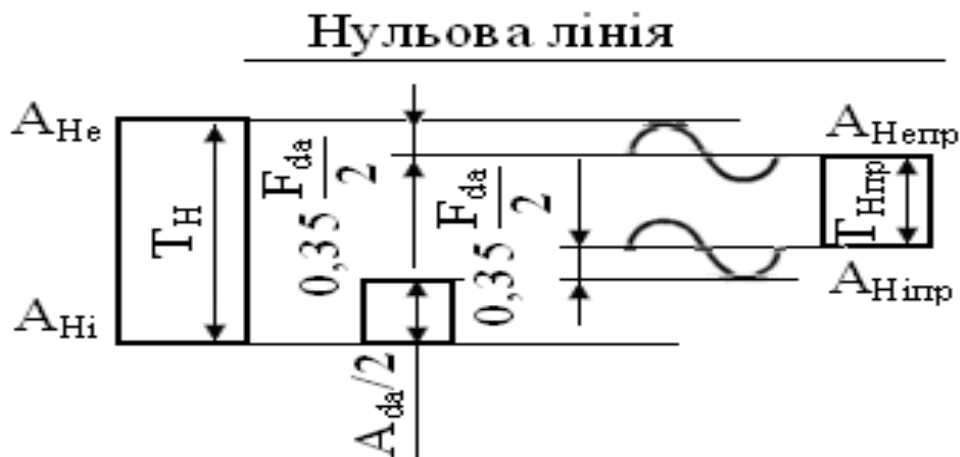


Рис. 2. Зменшений виробничий допуск

найменше зміщення вихідного контуру

$$A_{\text{Непр}} = |A_{\text{He}}| + 0,7 F_{\text{da}}/2;$$

Допуск на зміщення вихідного контуру

$$T_{\text{Нпр}} = T_{\text{H}} - (0,5A_{\text{da}} + 0,7F_{\text{da}}).$$

Найбільше зміщення вихідного контуру дорівнює величині

$$A_{\text{Ніпр}} = A_{\text{Непр}} + T_{\text{Нпр}}.$$

Приклад 2. Для зубчастого колеса 8-В ГОСТ 1643:2003 з $m = 4$ мм і $z = 35$ величина $A_{\text{He}} = -190$ мкм; $T_{\text{H}} = 200$ мкм (при $F_{\text{r}} = 67$ мкм). Придатний зуб повинен лежати в межах: від $A_{\text{He}} = -190$ мкм до величини: $-(A_{\text{H}} + T_{\text{H}}) = -390$ мкм (допуск дається в тіло зуба). Якщо вимір зсуву вихідного контуру зроблено тангенціальним зубоміром, слід визначити виробничий допуск.

З табл. 1.51 знаходимо, що величину A_{da} слід брати по квалітету IT8. Значення допуску для 8-го квалітету знаходимо по табл. 1 Додатку А ($d = m \cdot z = 4 \cdot 35 = 140$ мм) $A_{\text{da}} = 63$ мкм.

Тоді за табл. 1.51

$$F_{\text{da}} = 0,025d + 15 = 0,025 \cdot 140 + 15 = 18,5 \text{ мкм};$$

$$A_{\text{Непр}} = |A_{\text{He}}| + 0,7 F_{\text{da}}/2 = 190 + 0,7 \cdot 18,5/2 \approx 197 \text{ мкм};$$

$$T_{\text{Нпр}} = T_{\text{H}} - (0,5A_{\text{da}} + 0,7F_{\text{da}}) = 200 - (0,5 \cdot 63 + 0,7 \cdot 18,5) \approx 156 \text{ мкм}.$$

Межі зміщення вихідного контуру для придатного зуба:

найменше зміщення $A_{\text{Непр}} \approx 197$ мкм;

найбільше зміщення $A_{\text{Ніпр}} = -(A_{\text{Непр}} + T_{\text{Нпр}}) = -(197 + 156) = -363$ мкм.

2. Вимірювання товщини зуба (замість додаткового зміщення вихідного контуру). ГОСТ 1643:2003 замість вимірювання додаткового зміщення вихідного контуру дозволяє проводити вимірювання товщини зуба по постійній хорді.

Постійною хордою \bar{S}_c називають відрізок прямої, що з'єднує дві точки різнойменних евольвентних бокових поверхонь зуба, що належать одній циліндричній співвісній поверхні і нормаліям, проведеним до них з однієї точки ділильної поверхні (рис. 3).

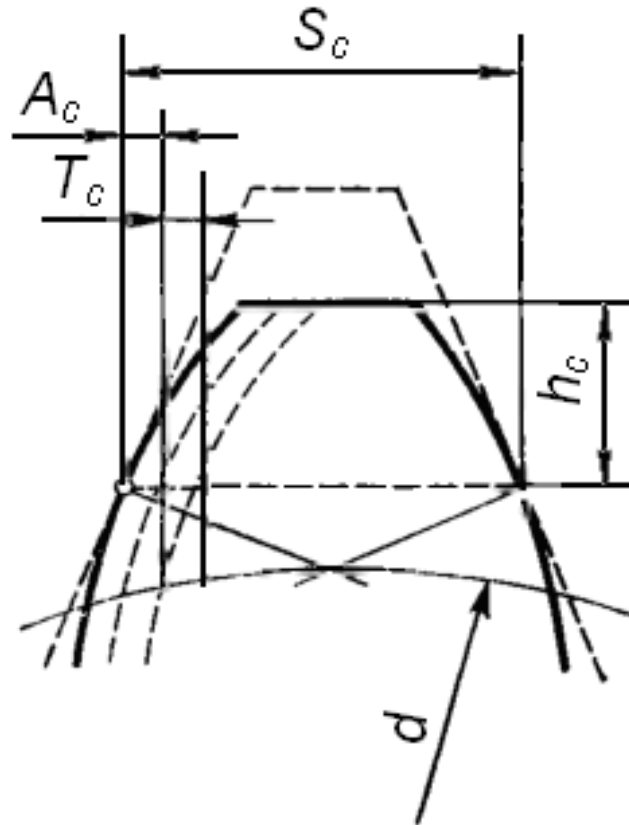


Рис. 3. До поняття постійна хорди

Номінальна величина товщини зуба

$$\bar{S}_c = m(\pi/2 \cdot \cos^2\alpha \pm X \cdot \sin 2\alpha),$$

де X – коефіцієнт коригування; знак мінус відноситься до коліс внутрішнього зачеплення.

Для коригованого колеса $\bar{S}_c = 1,387m$. Висота від коло виступів до постійної хорди

$$\bar{h}_c = h_a - (\pi/8 \cdot \sin 2\alpha \pm X \cdot \sin^2\alpha)m,$$

де h_a – висота головки зуба (для нормаль-них коліс $h_a = m$, для некоригованих $h_a = 0,7476m$).

Граничні значення товщини зуба по постійній хорді нормують в стандарті найменшим відхилом товщини зуба A_c (табл. 15 [5]) і допуском на товщину зуба T_c (див. рис. 3). У більшості випадків вимірювання товщини зуба по постійній хорді проводять штангензубо-міром. Аналогічно виміру зсуву вихідного контуру тангенціальним зубоміром ці вимірювання проводять на базі зовнішнього циліндра колеса і тому для них дійсні всі зазначені вище

положення щодо запровадження виробничого допуску. Граничні відхили і допуск товщини зуба по постійній хорді знаходять з наступних співвідношень:

$$\text{найменший відхил товщини зуба } A_{\text{спр}} = |A_c| + 0,51 \cdot F_{da}/2;$$

$$\text{допуск на товщину зуба } T_{\text{спр}} = T_c - (0,37 \cdot A_{da} + 0,5 \cdot F_{da});$$

$$\text{найбільший відхил товщини зуба } |A_{\text{спр}}| + T_{\text{спр}}.$$

Опис штангензубоміра і методику вимірювання див. [16, гл. IX].

Приклад 3. Для некоригованого зубчастого колеса 8-В ГОСТ 1643:2003 з $m = 4$ мм і $z = 35$ визначити межі, в яких повинен лежати придатний зуб при контролі його штангензубоміром.

Роз'язання. Товщина зуба $\bar{S}_c = 1,387 \cdot m = 1,387 \cdot 4 = 5,548$ мм.

З прикладу 2 маємо: $A_{da} = 63$ мкм; $F_{da} = 18,5$ мкм;

$F_r = 67$ мкм; $A_c = 140$ мкм.

Найменший відхил товщини зуба

$$A_{\text{спр}} = 140 + 0,51 \cdot 18,5/2 \approx 145 \text{ мкм.}$$

Допуск на товщину зуба

$$T_{\text{спр}} = 130 - (0,37 \cdot 63 + 0,5 \cdot 18,5) = 97 \text{ мкм.}$$

Найбільший відхил товщини зуба дорівнює: $144 + 97 = 241$ мкм. Товщина зуба по постійній хорді придатного зуба $\bar{S}_c = 5,548_{-0,241}^{-0,145}$.

Приклад 4. Установити приймальні межі на товщину зуба по постійній хорді під час контролю зубчастого колеса: $z = 30$; модуль $m = 5$ мм; ступінь точності 9-В по ГОСТ 1643:2003, діаметр ділильного кола

$$d = m \cdot z = 5 \cdot 30 = 150 \text{ мм.}$$

Допуск на радіальне биття зубчастого вінця $F_r = 112$ мкм [24, табл. 6].

Заготовка зубчастого колеса відповідає рекомендаціям [2, табл. 2.68].

Отже допуск на радіальне биття зовнішнього циліндра

$$F_{da} = 0,25T_H = 0,25 \cdot 0,3 = 0,075 \text{ мм,}$$

де $T_H = 300$ мкм = 0,3 мм по [24, табл. 21].

Допуск на діаметр зовнішнього циліндра

$$A_{da} = 0,5T_H = 0,5 \cdot 0,3 = 0,15 \text{ мм,}$$

що відповідає приблизно h_{10} .

Номінальне значення товщини зуба по постійній хорді

$$\bar{S}_c = 1,387 \cdot m_n = 1,387 \cdot 5 = 6,935 \text{ мм.}$$

Знаходимо по таблицям ГОСТ 1643:2003:

$$E_{cS} = 160 \text{ мкм} = 0,16 \text{ мм}, \quad T_c = 220 \text{ мкм} = 0,22 \text{ мм}; \quad [5, \text{табл. 20-21}].$$

Визначаємо найменший виробничий відхил товщини зуба

$$E_{cS_{\text{пр}}} = |E_{cS}| + 0,09T_c = 0,16 + 0,09 \cdot 0,22 = 0,18 \text{ мм.}$$

Виробничий допуск на товщину зуба

$$T_{c_{\text{пр}}} = 0,8T_c = 0,8 \cdot 0,22 = 0,176 \text{ мм.}$$

Верхня приймальна межа товщини зуба

$$\bar{S}_{c_{\text{max пр}}} = \bar{S}_c - E_{cS_{\text{пр}}} = 6,935 - 0,18 = 6,755 \text{ мм.}$$

Нижня приймальна межа

$$\bar{S}_{c_{\text{min пр}}} = \bar{S}_{c_{\text{max пр}}} - T_{c_{\text{пр}}} = 6,755 - 0,176 = 6,579 \text{ мм.}$$

Вимірювальні значення товщини зуба по постійній хорді \bar{S}_{c_i} для придатного колеса має відповідати умові: $\bar{S}_{c_{\text{max пр}}} \geq \bar{S}_{c_i} \geq \bar{S}_{c_{\text{min пр}}}$.

Література

1. Основные нормы взаимозаменяемости. Передатки зубчатые цилиндрические. Допуски : ГОСТ 1643:2003. – [Введен с 2004-01-01]. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2004. – 45 с.

2. 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.

3. Практикум з дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна.]. – К. : Видавництво „Аграрна освіта”, 2008. – 648 с.

4. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : підр. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко; за ред.

Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна – К. : Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 503 с.

5. 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.

6. Взаємозамінність, основи стандартизації та технічних вимірювань : підруч. для студ. вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, П. М. Полянський; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна. – [вид. перероб. і допов.]. – Миколаїв, видавництво Миколаївського національного аграрного університету, 2016. – 412 с.

7. Клименко М.О. К49 Метрополія, Стандартизація і сертифікація в екології: Підручник. / М.О. Клименко, П.М. Скрипчук // К. : Видавничий центр “Академія”, 2006. – 368 с.

УДК 621

РОЗРАХУНОК ВИМІРЮВАЛЬНОЇ МІЖОСЬОВОЇ ВІДСТАНІ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

В. М. Савченко, М. О. Толгаренко, студенти

Г. О. Іванов, кандидат технічних наук, доцент

П. М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент

Миколаївський національний аграрний університет

Наведено методу і приклад розрахунок вимірювальної міжосьової відстані зубчастих коліс.

Ключові слова: міжосьова відстань, колесо зубчасте, коефіцієнт зсуву.

Для оцінки точності виготовлення зубчастих коліс в серійному і масовому виробництві застосовують спільну обкатку в щільному зачепленні контрольованого колеса з вимірювальним зубчастим колесом. При цьому контрольоване колесо зачіплюється з вимірювальним і при обертанні вони радіально підтискаються один до одного, тобто затискаються без бокового зазору, стикаючись одночасно як по лівим, так і по правих сторонам зубів, через що така перевірка називається двоох профільною.

Під номінальною вимірювальною міжосьовою відстанню, згідно з визначенням стандарту, розуміється міжосьова відстань при беззазорному зачепленні вимірювального колеса з контрольованим, які мають найменше додаткове зміщення вихідного контуру і позбавленого похибок (рис. 1).

Стандартні вимірювальні зубчасті колеса за ГОСТ **6512-58** виконують більш точно, ніж контрольовані, і вони мають збільшений розмір коло виступів.

Номінальна вимірювальна міжосьова відстань для коліс з прямим зубом розраховується за формулою:

$$A_a = \frac{m(z_v \pm z) \cos \alpha}{2 \cos \alpha_{дп}}, \quad (1)$$

де m —модуль коліс; z_v —число зубів вимірювального колеса; z —число зубів

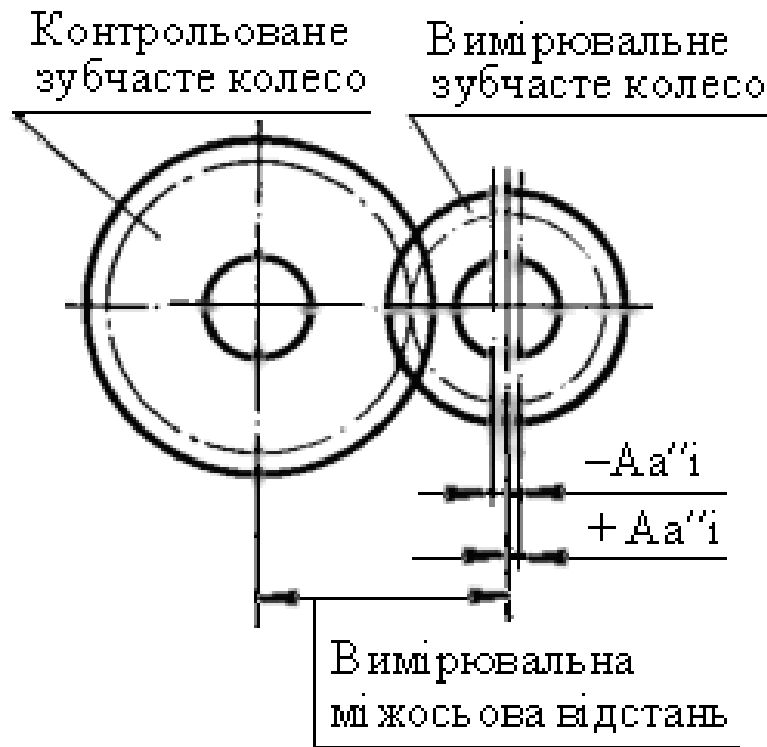


Рис. 1. До поняття вимірювальної міжосьової відстані

колеса, що перевіряється; α —кут зачеплення в обробці; $\alpha_{дп}$ —кут зачеплення при двухпрофільному контролі, який визначається з рівняння:

$$\operatorname{inv}\alpha_{дп} = \frac{2X_{\Sigma} \operatorname{tg}\alpha}{z_{в} \pm z} + \operatorname{inv}\alpha . \quad (2)$$

У виразу знак (+) відноситься до коліс зовнішнього зачеплення, а знак (–) - до коліс внутрішнього зачеплення.

Для коліс з косим зубом розрахунок вимірювального міжосьової відстані здійснюють за формулою:

$$A_{a'} = \frac{m_n(z_{в} \pm z)\operatorname{Cos}\alpha_t}{2\operatorname{Cos}\alpha_{нт} \cdot \operatorname{Cos}\beta} . \quad (39)$$

Тут m_n —модуль в нормальному перерізі; α_t —профільний кут вихідного контуру в торцевому перерізі; β —кут нахилу зуба на додатковому циліндрі; $\alpha_{дпт}$ —кут зачеплення при двухпрофільному контролі, визначають з рівняння:

$$\operatorname{inv}\alpha_{нт} = \frac{2X_{\Sigma} \operatorname{tg}\alpha}{z_{в} \pm z} + \operatorname{inv}\alpha_t .$$

При розрахунку номінального вимірювального міжосьової відстані

враховується сумарний коефіцієнт зміщення X_{Σ} для вимірювального і контрольованого коліс, що дорівнює сумі коефіцієнтів зміщення: X_B —для вимірювального колеса; X —для контрольованого колеса; ΔX_B —додаткового зсуву, викликаного відхилом розмірів зубів вимірювального колеса;

$\Delta X_B = A_{HeB}/m$ —(величина A_{HeB} маркується на вимірювальному колесі);

ΔX — додаткового зсуву, викликаного відхилом розмірів зубів на контрольованому колесі

$$\Delta X = A_{He}/m,$$

де величину A_{He} беруть по табл. 10 ГОСТ 1643:2003 [1].

Сумарний коефіцієнт зміщення (в частках нормального модуля)

$$X_{\Sigma} = X_B + X + \Delta X_B + \Delta X.$$

Тут кожен величину беруть зі знаком плюс або мінус залежно від того, чи спрямований направлений зсув від центру (+) або до центру (–) колеса.

Якщо вимірювальне і контрольоване колеса не кориговани, коефіцієнти зміщення дорівнюють нулю: $X_B = 0$ і $X = 0$.

Приклад 1. Для прямозубого некорігованого колеса 8-9-8-В ГОСТ 1643:2003 [1] з $m = 4$ мм і $z = 38$ підрахувати вимірювальне міжосьову відстань при сполученні його з некорігованим вимірювальним колесом $z_B = 34$ і визначити величини відхилів і допуски за стандартом.

Розв'язання. Для вимірювання беремо вимірювальне колесо 3-го класу точності, на якому намаркована дійсна величина зсуву вихідного контуру

$$A_{HeB} = +0,150 \text{ мм.}$$

Знаходимо величину коефіцієнта зсуву:

$$X_{\Sigma} = \Delta X_B + \Delta X = A_{HeB}/m + A_{He}/m = +0,150/4 + (-0,200/4) = -0,0125 \text{ мм.}$$

Кут щільного зачеплення з вимірювальним колесом

$$\text{inv}\alpha_{\text{дп}} = \frac{2X_{\Sigma} \text{tg}\alpha}{z_B \pm z} + \text{inv}\alpha = \frac{-2 \cdot 0,0125 \cdot \text{tg}20^\circ}{34 + 38} + 0,014904 = 0,014784.$$

По таблиці евольвентних функцій (табл. 17 Додатку Е) визначаємо $\alpha = 19^\circ 57'$.

Розраховуємо величину номінальної вимірювальної міжосьової відстані:

$$A_a = \frac{4(34 + 38)\cos 20^\circ}{2\cos 19^\circ 57'} = 143,957 \text{ мм.}$$

Визначаємо величини граничних відхилів і допусків. Для 9-го ступеня точності $f_i'' = 48$ мкм. Отже, $A_{a''e} = +45$ мкм. Для 8-го ступеня точності $F_i = 67$ мкм. Отже, $A_{a''e} = -T_n = -200$ мкм; $F_i = 95$ мкм.

Література

1. Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски : ГОСТ 1643:2003. – [Введен с 2004-01-01]. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2004. – 45 с.
2. Практикум з дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна.]. – К. : Видавництво „Аграрна освіта”, 2008. – 648 с.
3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : підр. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна – К. : Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 503 с.
4. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Навчально-методичний комплекс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова, В. С. Шибаніна і І. М. Бендери]. – Миколаїв, 2014. – 576 с.
5. Взаємозамінність, основи стандартизації та технічних вимірювань : підруч. для студ. вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко, П. М. Полянський; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна. – [вид. перероб. і допов.]. – Миколаїв, видавництво Миколаївського національного аграрного університету, 2016. – 412 с.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ І СТАНДАРТИЗАЦІЇ»	7
ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ НОРМ І СТАНДАРТІВ ЗГІДНО УГОДИ ПРО АСОЦІАЦІЮ УКРАЇНИ ТА ЄС	7
ЗМІНИ В НОРМАТИВНО-ПРАВОВІЙ БАЗІ СТАНДАРТИЗАЦІЇ В ЗВ'ЯЗКУ ІЗ ВСТУПОМ УКРАЇНИ ДО ЄС	13
ГАРМОНІЗАЦІЯ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ В ГАЛУЗІ НОРМУВАННЯ ВИКИДІВ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ АВТОМОБІЛІВ	21
СЕРТИФІКАЦІЙНІ ВИПРОБУВАННЯ ТА ВАЛІДАЦІЯ ВИПРОБУВАЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ ЯК ОСНОВА РЕГУЛЮВАННЯ ПОЛОЖЕНЬ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ.....	30
ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ПЛАСТМАС	39
СЕКЦІЯ «ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ І СТАНДАРТИЗАЦІЇ»	42
ПОРІВНЯННЯ ДОПУСКІВ ФОРМИ ТА РОЗТАШУВАННЯ ЗА ГОСТ 3325-85 ТА ЗАРУБІЖНИХ ФІРМ.....	42
ВИБІР ПОСАДОК РОЛИКОВОГО РАДІАЛЬНОГО ПІДШИПНИКА ...	47
ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДВИГУНІВ, ВПЛИВАЮЧИХ НА ЇХ РЕМОНТОПРИДАТНІСТЬ	52
РОЗМІРНІ ЛАНЦЮГИ.....	68
ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧИ.....	75
ВИЗНАЧЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ДОПУСКІВ ДЛЯ РІЗНИХ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ЗМІЩЕННЯ ВИХІДНОГО КОНТУРУ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС.....	82
РОЗРАХУНОК ВИМІРЮВАЛЬНОЇ МІЖОСЬОВОЇ ВІДСТАНИ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС	89
ЗМІСТ	93

Наукове видання

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЇ У МАШИНОБУДУВАННІ

Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції
молодих учених і студентів
5-6 квітня 2017 р.
м. Миколаїв

Технічний редактор: П.М. Полянський

Комп'ютерна верстка: П.М. Полянський

Формат 60x84/16. Ум. друк арк. 6
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.
