

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1	
ВІДХИЛЕННЯ ТА ДОПУСКИ ФОРМИ І РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ	12
1.1. Основні терміни та визначення	12
1.2. Класифікація відхилень та допусків форми і розташування поверхонь	16
1.3. Відхилення та допуски форми поверхонь	21
1.4. Відхилення та допуски розташування поверхонь	28
1.5. Залежні і незалежні допуски розташування	43
1.5.1. Нормування допусків форми та розташування поверхонь	51
1.5.2. Допуски розташування осей отворів для деталей кріплення	55
1.6. Сумарні допуски форми та розташування поверхонь	57
1.7. Позначення на кресленнях відхилень форми і розташування поверхонь	63
1.8. Допуски форми та розташування поверхонь, що не вказані індивідуально	85
1.9. Гармонізація українських національних стандартів з нормування точності геометрії виробів із міжнародними	87
Контрольні питання	103
РОЗДІЛ 2	
МЕТОДИ І ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ФОРМИ ТА РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ	104
2.1. Контроль площинності і прямолінійності	104
2.2. Контроль відхилень від круглості	108
2.3. Схеми вимірювання радіального і торцевого биття	116
2.4. Визначення овальності та ексцентричності рамових шийок колінчастого вала суднових двигунів по биттю	119
2.5. Приклади перевірки допусків форми і розташування поверхонь у судновій практиці	123
2.6. Перевірка паралельності осі каналу ствола гармати на контрольній площадці	129
2.7. Перевірка зносу каналу ствола карабінів калібру 7,62 мм вимірювальними калібрами	130
Контрольні питання	131

РОЗДІЛ 3	
ЗАДАЧІ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ	132
3.1. Приклади розв'язання задач загального призначення та варіанти завдань	132
3.2. Пояснення до задач із допусків розташування осей отворів для деталей кріплення	169
3.3. Задачі професійної спрямованості для морських фахівців	179
3.4. Задачі професійної спрямованості для військових фахівців	216
ПРИКЛАДИ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗАЛІКОВОГО КОНТРОЛЮ	257
ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА	265
ЛІТЕРАТУРА	267
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	271
ДОДАТКИ	275
Додаток А	276
Додаток Б	284
Додаток В	286
Додаток Г	290
Додаток Д	292
Додаток Е	295
УКЛАДАЧІ	300

ВСТУП

Точність геометричних параметрів деталей характеризується не тільки точністю розмірів їх елементів, але й точністю форми і взаємного розташування поверхонь. Відхилення форми і розташування поверхонь виникають у процесі обробки деталей через неточність та деформацію верстата, деформацію оброблюваного виробу, нерівномірності припуску на обробку, неоднорідності матеріалу тощо. Відхилення форми і розташування поверхонь знижує не тільки експлуатаційні, але й технологічні показники виробу. Для забезпечення необхідної точності параметрів, його працездатності і довговічності в робочих кресленнях деталей необхідна вказівка не тільки граничних відхилень розмірів, але в необхідних випадках – також допусків форми і розташування поверхонь.

У наш час проблемі підвищення якості суден, ракетно-артилерійського озброєння (РАО) та озброєння і військової техніки (ОВТ), економічності їх виробництва і експлуатації приділяється велика увага.

Питання точності, нових стандартів та технічних умов набувають великого значення в суднобудуванні та виробництві військової техніки для прискорення переходу на нові стандарти, технології, виробничі потужності.

У сучасних умовах ринкових відносин визначальними характеристиками стають вимоги до якості та систем управління якістю продукції.

Призначення занадто точних допусків розмірів, форми, розташування та шорсткості поверхонь призводить до невиправданого підвищення вартості виготовлення та контролю деталей суден та військової техніки, а відповідно і зниження конкурентоспроможності виробу. З іншого боку, призначення широких допусків може призвести до зниження якості виробу та погіршення його експлуатаційних характеристик. Перед конструктором стоїть завдання, враховуючи особливості конструкції вузла та технічні вимоги щодо його функціонування, призначити необхідні і достатні, економічно обґрунтовані допуски

геометричних параметрів деталей суден та військової техніки і озброєння.

Для вирішення цих питань необхідно добре орієнтуватися насамперед у допусках форми і розташування поверхонь деталей, правильний та обґрунтований вибір яких дозволить забезпечити надійність роботи суден і безпеку мореплавства, надійну роботу зразків РАО та військової техніки.

Щодо військових, то треба вказати, що незадовільний стан та якісні характеристики озброєння, військової техніки та РАО суттєво впливають на зниження бойового потенціалу військ (сил). Сучасна війна суттєво відрізняється від війн не тільки ХХ ст., але і локальних конфліктів 2000–2013 рр.

Для того, щоб відповідати сучасним тенденціям на полі бою потрібно мати на озброєнні сучасне озброєння та військову техніку, що надасть переваги над противником. Деякі зразки ОВТ та РАО ЗС України за своїм оснащенням не відповідають сучасним вимогам проведення бойових дій та операцій. Саме тому завдання розробки сучасного ОВТ стає надзвичайно важливим на шляху до трансформації і адаптації ЗС України до сучасних загроз і впровадження новітніх принципів ведення бойових дій на оперативному і тактичному рівнях. Сучасна наукова думка не стоїть осторонь від розвитку ОВТ, особливо, коли йдеться про створення сучасної мобільної високоорганізованої армії, яка повинна негайно реагувати на загрози, що можуть виникнути у будь-який час. Перспективні системи ОВТ ЗС України, виробництво яких буде налагоджено або вони будуть закуповуватись, повинні відповідати вимогам збройних конфліктів і локальних війн та бути спроможними до функціонування в умовах максимальної автономності, бути технологічними у виробництві та ремонті, забезпечувати стійкість до вражаючих факторів існуючих і перспективних систем озброєння, в тому числі на нових фізичних принципах. Оновлення парку озброєння та військової техніки – це важливий та безальтернативний шлях до досягнення ефективності застосування РАО та техніки високої боєздатності ЗС України. Виходячи з характеру покладених завдань та з метою їх своєчасного виконання, необхідно

мати: сучасні засоби ближнього бою та розвідки, озброєння і військову техніку.

Якість і ефективність дії машин, приладів, механізмів суден, РАО і ОВТ перебувають у прямій залежності від вимог точності та контролю їх виготовлення, які значною мірою визначені стандартами, допусками та посадками, допусками форми та розташування поверхонь.

Відхилення форми і розташування поверхонь виникають під час виготовлення деталей через: пружність системи ВПІД (верстат – пристосування – інструмент – деталь); неточності верстатів, пристроїв і інструменту; деформації, що зумовлені внутрішніми напруженнями; зношування інструментів; похибки базування, встановлення та інші причини, що спотворюють форму та внаслідок яких виникають відхилення від бажаного взаємного розташування поверхонь. Граничні значення допустимих спотворень деталей цього виду потрібно позначати на кресленнях.

Відхилення розташування характеризується відхиленнями реального розташування елемента (поверхні, осі або площини симетрії) від номінального розташування.

Відхилення форми і розташування поверхонь знижує не тільки експлуатаційні, але й технологічні показники виробу. Для забезпечення необхідної точності параметрів, його працездатності і довговічності в робочих кресленнях деталей необхідно вказівку не тільки граничних відхилень розмірів, але в необхідних випадках також допусків форми і розташування поверхонь.

Метою дисципліни: «Метрологія, стандартизація, системи якості», «Метрологія, вимірювання, стандартизація», «Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання», є формування у майбутніх бакалаврів знань, умінь та практичних навичок використання і дотримання вимог комплексних систем державних стандартів, щодо допусків і відхилень форми та розташування поверхонь. Стандарти передбачають і певні властивості поверхонь спряжених деталей, які створюють оптимальні умови їх взаємодії в контактi між собою і визначають якість поверхні.

Мінімальний об'єм знань з вивчаємих дисциплін повинен містити знання параметрів, за якими нормуються відхилення форми та розташування поверхонь, знання використовуваних умовних знаків та способи їх нанесення на кресленнях.

Навчальний посібник складається з трьох розділів.

У першому розділі розглянуті основні терміни та визначення з допусків та відхилень форми і розташування поверхонь; класифікація відхилень і допусків форми та розташування поверхонь; відхилення та допуски форми; відхилення та допуски розташування поверхонь; залежні і незалежні допуски розташування; сумарні допуски форми та розміщення поверхні; позначення на кресленнях; методи і засоби контролю форми та розташування поверхонь.

У другому розділі розглянуті методи і засоби контролю форми та розташування поверхонь: площинності і прямолінійності, круглості, радіального і торцевого биття, овальності та ексцентричності рамових шийок колінчастого вала ДВЗ по биттю, а також перевірка паралельності осі каналу ствола на контрольній площадці та перевірка зносу каналу ствола карабінів калібру 7,62 мм вимірювальними калібрами.

У третьому розділі, на теоретичній основі першого розділу наведено приклади рішення типових задач. Приведено варіанти завдань, а також розглянуті задачі професійної спрямованості, як для морських так і для військових фахівців РАО та забезпечення військ (сил.)

Для кращого засвоєння матеріалу, навчальний посібник ілюстровано великою кількістю рисунків, конструктивних схем тощо.

Навчальний посібник супроводжується великою кількістю нормативних посилань на національні і міжнародні стандарти, технічні довідкові матеріали тощо.

Значне місце у навчальному посібнику відведено правилам занесення позначень відхилень форми та розташування поверхонь у конструкторську та технологічну документацію.

Особливу увагу у навчальному посібнику приділено сучасній термінології. Зокрема, наведено ключові терміни за темами українською і англійською мовами, взяті з відповідних міжнародних і державних стандартів.

Проте виникла низка питань пов'язаних з термінологією, оскільки в чинних в Україні різних стандартах одночасно використовуються різні терміни, наприклад, «відхилення» – «відхил», «креслення» – «кресленик», «різьба» – «наріз», «підшипник» – «вальниця», «розташування» – «розміщення» тощо. Очевидно, що з часом сформуються загальноприйняті варіанти застосування термінів в науковому, навчальному та виробничому середовищах.

Автори посібника не ставлять собі за мету дати якомога більше різноманітних завдань із розрахунку допусків форми та розташування поверхонь, а обмежуються лише вирішенням найбільш важливих з практичної точки зору задач, які є типовими в інженерній практиці машинобудівного виробництва, ОБТ та РАО.

Основним завданням навчального посібника є надання допомоги студентам ОНМУ та курсантам Військової академії (м. Одеса) у здобутті комплексу системних знань про допуски форми і розташування поверхонь деталей суден, ОБТ та РАО.

Комплекс глибоких знань і певних навичок у галузі допусків форми і розташування поверхонь є необхідною складовою професійної підготовки спеціалістів морських та військових професій.

У навчальному посібнику відокремлене матеріал, що відображає основи системи і розрахованих значень стандартних допусків і відхилень форми та розташування поверхонь з таблицями, що наводять конкретні межі найуживаніших допусків і відхилів форми і розташування поверхонь.

Після першого і другого розділів наведені питання для самоконтролю, а також деякі довідкові матеріали.

Без фундаментальної науки не буде інновацій суден та озброєння, що включає нові передові технічні рішення і технології, що базуються на принципах взаємозамінності, правильному використанні допусків форми та розташування поверхонь.

Отримані знання і вміння будуть у подальшому закріплюватися у процесі вивчення циклу спеціальних дисциплін машинобудівного напряму, курсового і дипломного проектування, виробничої, технологічної і переддипломної практик, а також

при вивченні дисциплін: «Теорія, будова судна та рушії», «Суднові котельні установки», «Суднові турбінні установки», «Суднові допоміжні установки і системи», «Суднові двигуни внутрішнього згоряння», «Суднові вантажні пристрої та палубні механізми», «Суднова холодильна техніка», «Теорія механізмів і машин й деталі машин», «Судновий гідропривод і рульові машини», «Основи організації технічного контролю та прийомки продукції військового призначення», «Експлуатація та військовий ремонт ракетно-артилерійського озброєння», «Основи аналізу та синтезу систем ракетно-артилерійського озброєння», «Основи розвитку та прогнозування систем ракетно-артилерійського озброєння», «Стандартизація та технічні обстеження будівель, споруд та комунальних систем» і при практичній підготовки до захисту кваліфікаційних робіт.

Матеріали, що викладені в навчальному посібнику, призначені для підготовки спеціалістів із технічних спеціальностей вищих закладів освіти III–IV рівнів акредитації, також можуть бути використані для розв'язання практичних інженерних задач, для використання в роботі суднобудівних та машинобудівних підприємств, установ, організацій, науково-технічних та інженерних товариств, міністерств (відомств). Крім того, матеріали навчального посібника призначені для підготовки спеціалістів з РАО та військової техніки, фахівців Забезпечення військ (сил).

Навчальний посібник підготували спільною працею викладачі ОНМУ та Військової академії (факультет РАО):

кандидати технічних наук, доценти: *Пізінцалі Людмила Вікторівна (1, 2, 3 розділи); завідувач кафедри Александровська Надія Ігорівна (1, 2, 3 розділи); Россомаха Олена Ігорівна (1, 3 розділи) – доценти кафедри «КСіС ім. проф. Воробйова» ННМІТІ ОНМУ; доцент ОНМУ, Россомаха Олег Анатольович (3 розділ) – начальник НМВ ОНМУ, доцент кафедри «СЕУ та ТЕ»;*

кандидати технічних наук, доценти: *Робоча Тетяна Валентинівна (1, 3 розділ) – доцент кафедри «Забезпечення військ (сил)», Нікул Станіслав Олексійович (підрозділ: 1, 2, 3 розділи) – начальник кафедри РАО Військової академії (м. Одеса); Булгаков Руслан Валерійович (2, 3 розділи) – начальник*

кафедри ЗВ (сил) Військової академії (м. Одеса); доцент кафедри РАО *Малишкін Олексій Вікторович (3 розділ)* за діючими навчальними програмами.

Автори з вдячністю приймуть усі зауваження, поради і пропозиції, що сприятимуть поліпшенню змісту і методики викладання навчального матеріалу цього навчального посібника.

Автори висловлюють подяку рецензентам за цінні зауваження і рекомендації, враховані під час доопрацювання навчального посібника, та багато в чому сприяли поліпшенню рукопису.

Окрему подяку автори висловлюють кандидату психологічних наук ПІЗІНЦАЛІ Віктору Валентиновичу за допомогу в технічному перекладі українською мовою.

Розділ 1

ВІДХИЛЕННЯ ТА ДОПУСКИ ФОРМИ І РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ

1.1. Основні терміни та визначення

Терміни, визначення, правила позначення на кресленнях допусків форми, розташування, сумарних допусків форми та розташування встановлено ДСТУ ISO 1101:2009, ДСТУ ISO 7083:2009, ДСТУ 2498-94 та ISO 1101:2004 (E). Основні терміни, які використовують під час аналізу точності форми і розміщення поверхонь деталей та нормування відхилень форми і розташування поверхонь наведено за ДСТУ 2498-94, ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 ЄСКД.

Номінальна поверхня (*Nominal surface*) – ідеальна поверхня, розміри і номінальна форма якої задана кресленням або іншою технічною документацією.

Реальна (дійсна) поверхня (*Real (valid) surface*) – поверхня, що обмежує деталь і відокремлює її від навколишнього середовища. Вона має відхилення форми, хвилястість і шорсткість.

Під реальною будемо розуміти поверхню, яка відрізняється від номінальної за своєю формою, тому що були погрішності при виготовленні та деформації.

Допуском форми (*form tolerance*) називають найбільше допустиме значення відхилення форми.

Під відхиленням (похибкою) форми (*form deviation*) розуміють невідповідність між формою реальної поверхні або профілю, одержаної при обробці (виготовленні), і теоретичною (номінальною) формою поверхні або профілю, що задана на кресленні, яка оцінюється найбільшою відстанню від точок реального елемента по нормалі до прилеглого елемента.

Відхилення форми можуть бути комплексними або окремими. Комплексні відхилення форми складаються із декількох