Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування

В. О. Малащенко, В. М. Стрілець,
М. М. Козяр, О. Р. Стрілець

ПРАКТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ І КОНСТРУЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Навчальний посібник

Рівне – 2020

Національний університет водного господарства та природокористування

УДК 621.81(075.8)
П69

Рецензенти:
Кравець С. В., доктор технічних наук, професор Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне;
Пасіка В. Р., доктор технічних наук, професор Національного університету «Львівська політехніка», м. Львів;
Райковська Г. О., доктор педагогічних наук, професор Державного університету «Житомирська політехніка», м. Житомир.

Рекомендовано Вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування.
Протокол № 3 від 27 березня 2020 р.

Малащенко В. О., Стрілець В. М., Козяр М. М., Стрілець О. Р.
П69 Практичне проектування і конструювання деталей машин : навч. посібник. – Рівне : НУВГП, 2020. – 146 с.
ISBN 978-966-327-461-4

Навчальний посібник містить передмову, вказівки щодо вивчення окремих тем, контрольні питання перевірки знань, поради до виконання індивідуального завдання, термінологічний словник та список літератури. Може бути корисним при вивченні інженерних дисциплін, на базі яких виконується курсове проектування деталей машин та дипломних проектів здобувачами вищої освіти та іншими технічними працівниками.

Навчальний посібник рекомендовано для студентів спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 274 «Автомобільний транспорт».

УДК 621.81(075.8)

ISBN 978-966-327-461-4

© В. О. Малащенко, В. М. Стрілець, М. М. Козяр, О. Р. Стрілець, 2020
© НУВГП, 2020

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА 5
1. Основні принципи проектування і конструювання 7
1.1. Зміст понять проектування і конструювання 7
1.2. Основні етапи створення технічних об’єктів 7
1.3. Види виробів та їхні характеристики 8
1.4. Види і комплектність конструкторських документів 9
1.5. Стандарти до виконання конструкторських документів 11
2. Основні категорії і методи проектування і конструювання 46
2.1. Розрахунки при проектуванні і конструюванні 46
2.2. Основні поняття і поділ стандартів 46
2.3. Раціональні ряди чисел 51
2.4. Агрегатування в машинобудуванні 52
2.5. Уніфікація, конвертування, компаундування, модифікації, тощо в машинобудуванні 52
2.6. Методи секціонування, зміни лінійних розмірів, базового агрегату 55
2.7. Сертифікація машин 56
3. Технологічність, розміри, посадки, шорсткість 57
3.1. Технологічність конструкції 57
3.2. Взаємозамінність 57
3.3. Розміри та їхні відхилення 58
3.4. Допуски і квалітети 59
3.5. Посадки і системи їх утворення 61
3.6. Відхилення форми деталей і їх розміщення 63
3.7. Шорсткість поверхонь 67
3.8. Позначення на кресленниках посадок, розміщення та шорсткості поверхонь 70
4. Матеріали машинобудування 78
4.1. Сталь 78
4.2. Чавун 78
4.3. Легкі сплави на основі алюмінію і магнію 80
4.4. Сплави на основі кольорових матеріалів 81
4.5. Пластичні маси 81
4.6. Застосування металів і їх сплавів 82
4.7. Шляхи економії матеріалів при конструюванні деталей 82
4.8. Позначення конструкційних матеріалів на кресленниках 82

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет водного господарства та природокористування

5. Державні стандарти України на деякі вироби машинобудування 89
5.1. Попередні зауваження 89
5.2. Передачі безпосереднім контактом 90
5.3. Передачі гнучким зв'язком 93
5.4. Осі, вали і опори 95
5.5. Механічні муфти 96
5.6. З'єднання деталей машин та їх елементи 97
5.6.1. Болтові з'єднання та їх елементи 97
5.6.2. Шліцьові з'єднання та їх елементи 100
5.6.3. Шпонкові з'єднання та їх елементи 100
5.6.4. Зварні з'єднання та їх елементи 100
5.6.5. Клепані з'єднання та їх елементи 103
6. Комп'ютерне проектування і конструювання деталей 104
6.1. Комп'ютерна графіка та область її застосування 104
6.2. Засоби комп'ютерного проектування інженерних об'єктів 105
6.3. Загальні відомості про AutoCAD 106
6.4. Загальні відомості про Solid Works 111
6.5. Загальні відомості про КОМПАС-3D 114
7. Контрольні питання 117
Тема 1. Основні принципи проектування і конструювання 119
Тема 2. Основні категорії і методи проектування і конструювання 119
Тема 3. Технологічність, розміри, посадки, шорсткість 120
Тема 4. Матеріали машинобудування 121
Тема 5. Державні стандарти України на деякі вироби машинобудування 122
Тема 6. Комп'ютерне проектування і конструювання деталей 124
8. Індивідуальне завдання 123
8.1. Загальні зауваження 123
8.2. Тематика та об'єм розрахунково-графічної роботи 123
8.3. Зміст і структура розрахунково-пояснювальної записки 124
8.4. Зміст і структура графічної частини 125
8.5. Оформлення розрахунково-графічної роботи та її захист 127
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК 129
ЛІТЕРАТУРА 139

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ПЕРЕДМОВА

У Національному університеті водного господарства та природокористування, в Національному університеті «Львівська політехніка», Житомирському державному технологічному університеті здобувачі вищої освіти спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 274 «Автомобільний транспорт» та інші вивчають будову і принцип роботи машин і механізмів, різних засобів механізації технологічних процесів у відповідних галузях промисловості. Для успішного освоєння цих питань у навчальних планах даних спеціальностей передбачено вивчення ряду загально інженерних дисциплін: «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», «Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство», «Теоретична механіка», «Опір матеріалів», «Основи взаємозаміни», «Теорія механізмів і машин», «Деталі машин» і ін. Ці дисципліни мають бути базою не тільки для успішного вивчення будови і принципу роботи машин, а їх створення – проектування і конструювання, виготовлення, експлуатації та ремонту. В минулих навчальних планах даних спеціальностей та інших, вінцем застосування результатів теоретичного вивчення цих дисциплін, були розрахунково-графічні роботи і курсове проектування з основ взаємозаміни, теорії механізмів і машин, деталей машин, що нині відсутні. Для більшого розуміння питань практичного проектування та конструювання деталей машин пропонується дисципліна «Практичне проектування і конструювання деталей машин». Метою навчальної дисципліни «Практичне проектування і конструювання деталей машин» є те, що на основі вивчення інженерних дисциплін, здобувачі вищої освіти мають навчитись застосовувати отримані знання при реальному проектуванні та конструюванні деталей машин і складальних одиниць за заданими вихідними даними. В результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен *знати* основні етапи створення технічних об'єктів; види виробів та їхні характеристики; види і комплектність конструкторських документів; основні вимоги та критерії роботоздатності деталей машин і види їх відмов; основи розрахунків, проектування та конструювання деталей, складальних одиниць і машин в цілому; *вміти* проектувати і

Національний університет водного господарства та природокористування

конструювати деталі і складальні одиниці машин за заданими вихідними даними; користуватися довідковою літературою, стандартами, прототипами конструкцій при проектуванні; оформляти графічну і текстову проектну та конструкторську документацію в повній відповідності з вимогами СКД (ДСТУ, ДСТУ ISO); користуватися при підготовці текстової і графічної документації типовими програмами ПК. Основи знання про проектування і конструювання, в сучасних умовах, можна черпати з Інтернету. Потрібно звертати увагу, що майбутній фахівець машинобудівного профілю повинен бути не тільки експлуатаційни-ком і ремонтником техніки, що в більшій мірі є, а й вміти проектувати і конструювати та виготовляти її. Особливо недоречно буде тим фахівцям технічних напрямків, які на початку свого шляху до мети не зрозуміли цього. Із-за невміння проектувати і конструювати техніку, вони будуть недостатньо конкурентними на ринку праці.

Під час підготовки посібника співавтори виконали таку роботу: розділ 5 і загальне редагування навчального посібника виконано д-р техн. наук, професор Малащенко В.О; передмову, розділи 2, 3, 4 і термінологічний словник підготовив, канд. техн. наук, професор Стрілець В.М.; розділ 1, підрозділ 4.8 підготував д-р пед. наук, професор Козяр М.М.; розділ 6, індивідуальне завдання і контрольні питання підготував канд. техн. наук, доцент Стрілець О.Р. та виконав загальне комп’ютерне форматування.

Посібник буде корисним для підготовки бакалаврів, і магістрів машинобудівної галузі при проектуванні деталей машин, а також для проектувальників, які займаються створенням різної нової техніки.

Автори не претендують на повноту розв’язку даного важливого завдання для сучасного машинобудування і будуть вдячні всім, хто викаже свої зауваги з його покращення та доповнення.

Особиста подяка рецензентам докторам наук, професорам Кравцю С.В., Пасіці В.Р. і Райковській Г.О. за надану допомогу та критичні зауваження, що направлені на поліпшення даного навчального посібника.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Розділ 1. Основні принципи проектування і конструювання

1.1. Зміст понять проектування і конструювання

Нові вироби розробляються науковцями та інженерами шляхом проектування і конструювання.

Проектування – це безперервний процес, в якому наукова і технічна інформація використовується для створення нових виробів, що дають суспільству певну користь.

Конструювання – це процес створення конкретної однозначної конструкції виробу відповідно до технічного проекту.

Проектування і конструювання є процеси взаємопов'язані, доповнюючі один одного. Проектування передує конструюванню і є пошуком науково обґрунтованих, технічно здійснених та екологічно доцільних рішень. Проектування і конструювання мають одну мету – створення одного виробу, який ще не існує або існує в іншій формі та має інші розміри. Однак проектування і конструювання – процеси різні. Проектування виконується для попередньо прийнятих варіантів конструктивного виконання технічного об'єкта. Конструювання базується на результатах проектування і уточнює всі рішення, прийняті при проектуванні.

1.2. Основні етапи створення технічних об'єктів

Залежно від стадії розробки документи поділяють на проектні (технічна пропозиція, ескізний проект, технічний проект) і робочі (робоча документація).

Технічна пропозиція – початкова стадія проектування, яка є першою відповіддю проектувальника на поставлену задачу в технічному завданні.

Ескізний проект – проводиться конструкторське опрацювання оптимального варіанта до рівня, який дає загальне уявлення про будову і принцип роботи технічного об'єкта. В ескізному проекті закладаються основи використання типових стандартних і уніфікованих складових частин технічного об'єкта. Уточнюються технічні вимоги на окремі вироби. Цей проект виконується, коли це передбачено технічним завданням або

Національний університет водного господарства та природокористування

протоколом розгляду технічної пропозиції. Ескізний проект у окремих випадках може виконуватись для декількох варіантів з вибором оптимального.

Технічний проект – виконується після ескізного проектування і містить конструкторські документи, які відображають повне технічне розв'язання проблеми і всі дані про будову технічного об'єкта і його складових частин, принцип роботи і взаємодію основних елементів. У технічному проекті мають бути розв'язані всі питання забезпечення високого технічного рівня створюваного об'єкта в процесі його виготовлення, складання, випробовування та експлуатації.

Робоча конструкторська документація – потрібна для забезпечення виготовлення дослідного зразка або початкової серії сконструйованого виробу. На цій стадії завершується відпрацювання конструкції на технологічність виготовлення і складання, забезпечення техніко-екологічних показників, на точність, надійність, тощо.

Наявність всіх стадій при розробці нових технічних об'єктів не завжди є обов'язковою.

Національний університет водного господарства та природокористування

1.3. Види виробів та їхні характеристики

Згідно з ДСТУ 3321:2004 *виробом* називається довільний предмет або сукупність предметів, які виготовляються на виробництві. До поняття «виріб» належать і технічні об'єкти. Стандарт встановлює такі види виробів: деталь, складальна одиниця, комплекс, комплект.

Деталь – виріб, виготовлений із матеріалу однієї марки без використання складальних операцій.

Складальна одиниця – виріб, який складається з двох і більше деталей, з'єднаних між собою за допомогою складальних операцій для сумісної роботи.

Комплекс – виріб, який складається з кількох окремих виробів, не з'єднаних на підприємстві, яке його виготовляє, складальними операціями, але призначених для виконання взаємопов'язаних експлуатаційних функцій.

Комплект – кілька виробів загального функціонального призначення допоміжного характеру, не з'єднаних на підприємстві складальними операціями.

Національний університет водного господарства та природокористування

1.4. Види і комплектність конструкторських документів

Види та комплектність документів на вироби всіх галузей промисловості встановлені ДСТУ 3321:2004.

Основними конструкторськими документами вважають:

- для деталей – кресленик деталі з необхідними для виготовлення розмірами;
- для складальних одиниць, комплексів і комплектів – складальні креслеників, технічні вимоги та специфікацію.

Основний комплект конструкторських документів виробу об’єднує конструкторські документи, які мають відношення до всього виробу в цілому (наприклад, кресленник складальний, схему електричну принципову, технічні умови, експлуатаційні документи).

Повний комплект конструкторських документів виробу складається з основного комплекту конструкторських документів на даний виріб і сукупності основних комплектів конструкторських документів на всі складові частини цього виробу. Окремі види конструкторських документів наведені в табл. 1.1.

Національний університет водного господарства та природокористування

Таблиця 1.1

Окремі види конструкторських документів

Назва	Код	Визначення документа
Кресленик	-	Графічний конструкторський документ, що містить зображення виробу, визначає його конструкцію та містить дані, згідно з якими розробляють, виготовляють, контролюють, монтують, експлуатують і ремонтують виріб
Кресленик деталі	-	Кресленик, що містить зображення деталі та інші дані, згідно з якими її виготовляють і контролюють
Складальний кресленик	СК	Кресленик, що містить зображення складаної одиниці та інші дані, згідно з якими її складають (виготовляють) і контролюють
Кресленик загального виду	ЗВ	Кресленик, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його складових частин і пояснює принцип роботи виробу

Національний університет
водного господарства
та природокористування

продовження табл. 1.1

Назва	Код	Визначення документа
Теоретичний кресленик	ТК	Кресленик, що визначає геометричну форму (обриси) виробу й координати розташування складових частин
Габаритний кресленик	ГК	Кресленик, що містить контурне (спрощене) зображення виробу з габаритними, встановлювальними розмірами
Монтажний кресленик	МК	Кресленик, що містить спрощене зображення виробу, а також дані, згідно з якими його встановлюють (монтують) на місці експлуатування
Електрично-монтажний кресленик	МЕ	Кресленик, що містить зображення монтованих електричних і радіо електронних виробів, електричних комунікацій між ними й дані, згідно з якими їх монтують
Кресленик пакування	ПК	Кресленик, що містить дані, згідно з якими виріб пакують
Пояснювальна записка	ПЗ	Текстовий конструкторський документ, що містить опис конструкції та принципу дії розроблюваного виробу, обґрунтування прийнятих на стадії його розроблення технічних і техніко-економічних розв’язків
Специфікація	СП	Текстовий конструкторський документ, у якому зазначають склад розспецифіко-ваного виробу (складанної одиниці, комплексу або комплекту) та розробленої на нього конструкторської документації

Залежно від способу виконання та характеру використання документи поділяють на оригінали, правдники, дублікати й ін.

Оригінал – конструкторський документ, виконаний на будь-якому носії та призначений для виготовлення на основі нього правдника конструкторського документа.

Правдник – конструкторський документ, оформлений справжніми установленими підписами й виконаний на будь-якому носії, придатному для виготовлення з нього копії.

Дублікат – конструкторський документ, ідентичний із

Національний університет водного господарства та природокористування

правдником, виконаний на будь-якому носії, придатному для виготовлення з нього копій, і засвідчений підписом особи, яка відповідає за випуск документа.

Копія – конструкторський документ, ідентичний із правдником чи дублікатом, згідно з яким розробляють, виготовляють, експлуатують і ремонтують виріб.

Розрахунок – текстовий документ, який містить розрахунки параметрів і характерних величин виробу.

Інструкція – текстовий документ, який містить вказівки і правила для виготовлення або експлуатації виробу.

1.5. Основні стандарти до виконання конструкторських документів

1.5.1. Формати креслеників

Стандарт «Документація технічна на вироби. Кресленик. Розміри та формати (ISO 5457:1999, IDT) ДСТУ ISO 5457:2006» визначає розміри та формати аркушів, призначених для технічних креслеників у будь-яких галузях техніки, зокрема тих, які виготовляють із застосуванням комп'ютерної техніки (САПР).

Оригінал кресленика потрібно виконувати на найменшому за розміром аркуші, якого достатньо, щоб забезпечити чіткість і розуміння кресленика.

Формат визначається розмірами зовнішньої рамки. Найпоширеніші розміри обрізаних і необрізаних за форматом аркушів, а також розміри полів кресленика основної серії ISO-A наведені в табл. 1.2 та на рис. 1.1.

Потрібно уникати використання подовжених форматів. Але, якщо є у цьому потреба, то їх утворюють комбінуванням розмірів короткої сторони формату серії А (наприклад, А3) з розмірами довгої сторони іншого, більшого за розміром формату серії А (наприклад А1). Як результат утворюється новий формат із абревіатурою А3.1. Спосіб утворення системи форматів показано на рис. 1.2.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

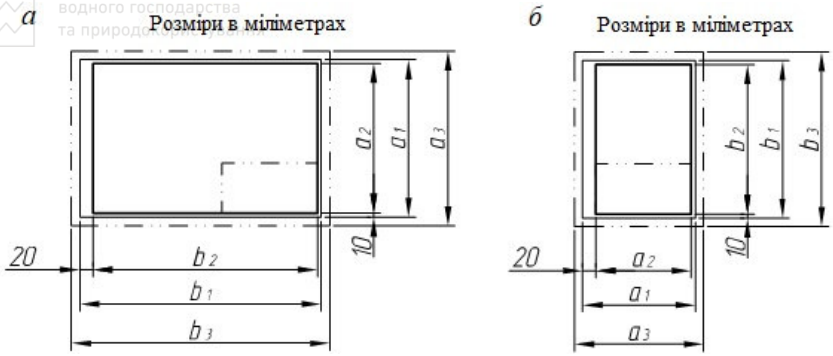


Рис. 1.1. Формати: *а* – А3-А0; *б* – А4

Таблиця 1.2

Розміри обрізаних і необрізаних за форматом аркушів і розміри полів кресленика (розміри в міліметрах)

Позначки формату	Сторони обрізаного за форматом аркуша		Сторони поля кресленика		Сторони необрізаного за форматом аркуша	
	a_1	b_1	± 0,5	± 0,5	± 2	± 2
А0	841	1189	821	1159	880	1230
А1	594	841	574	811	625	880
А2	420	594	400	564	450	625
А3	297	420	277	390	330	450
А4	210	297	180	277	240	330

Національний університет
водного господарства
та природокористування

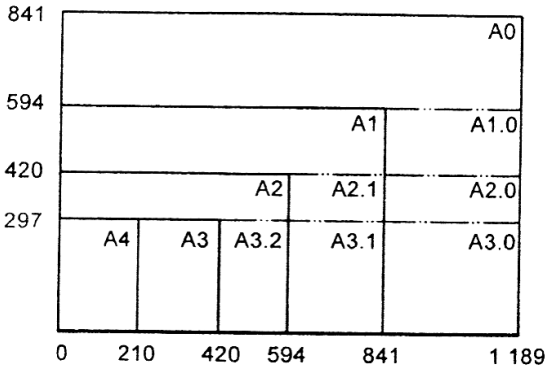


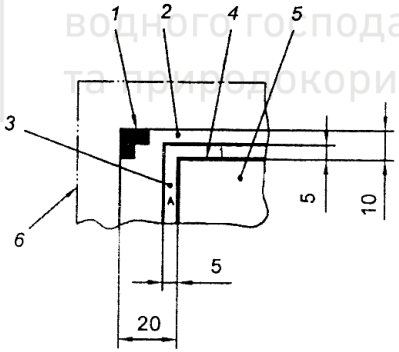
Рис. 1.2. Схема утворювання системи форматів

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Кожний кресленик і конструкторський документ повинні мати основний напис. Розміри та форми основних написів подано у ISO 7200. Основний напис на аркушах форматів А0-А3 розміщують у правому нижньому куті поля кресленика. Для цих форматів дозволено тільки горизонтальне розташування аркушів (рис. 1.1, *а*). Для формату А4 основний напис розміщують на короткій (нижній) частині поля кресленика. Для цього формату дозволено тільки вертикальне розташування аркушів (рис. 1.1, *б*). Напрямок читання креслеників і основного напису має бути однаковим.

Береги, утворені контуром формату, та рамкою, що обмежує поле кресленика, повинні бути з усіх боків. Ширина берега з лівого боку повинна становити 20 мм, враховуючи ширину поля зон. Цей берег можна використовувати як поле для підшивання. Усі інші береги мають ширину 10 мм (рис. 1.3). Рамку, що обмежує поле кресленика, слід виконувати суцільною тонкою лінією товщиною 0,7 мм.

Національний університет
водного господарства
та природокористування



1 – познака обрізання;
2 – обрізаний за форматом аркуш;
3 – поле позначення зон кресленика;
4 – рамка поля кресленика;
5 – поле кресленика;
6 – необрізаний за форматом аркуш

Рис. 1.3. Береги

Для полегшення визначення місцеперебування елементів кресленика в разі копіювання або мікрофотокопіювання, потрібно нанести чотири мітки середини боків. Ці мітки розміщують на кінцях двох осей симетрії боків формату з симетричним допуском 1 мм. Зображення міток довільне. Рекомендується показувати їх суцільними лініями товщиною 0,7 мм, починаючи від межі поля

Національний університет
водного господарства
та природокористування

позначення зон і довжиною 10 мм у напрямку для рамки кресленика (рис. 1.4). Формати, більші за А0, вимагають нанесення додаткових міток у середині кожного фрагмента, який треба скопіювати.

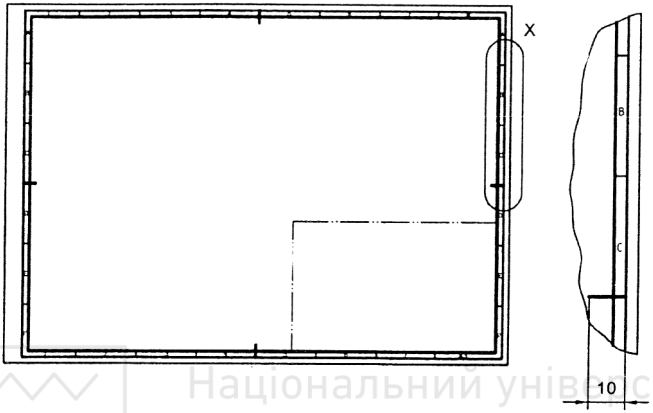


Рис. 1.4. Спосіб позначення зон та міток середин контурних боків

Національний університет
водного господарства
та природокористування

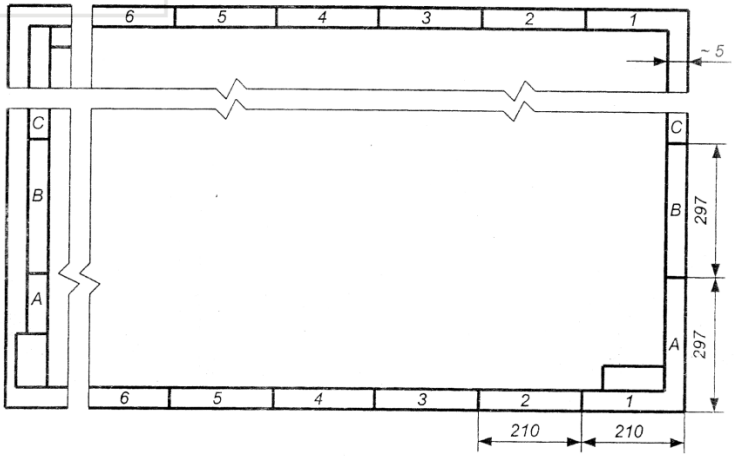


Рис. 1.5. Поділ поля кресленика на зони

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Аркуш слід розбивати на зони для того, щоб на кресленику можна було легко знаходити певні складові частини виробу, доповнення, виправлення тощо (рис. 1.4-1.6).

Кожну із зон потрібно позначати великими літерами (І та О не можна використовувати) зверху до низу та цифрами – зліва направо з обох боків аркуша відповідно. Для формату А4 їх розміщують тільки вгорі з правого боку аркуша. Висота літер і цифр – 3,5 мм. Довжина зон – 50 мм, починаючи від осей симетрії боків формату (мітки середини боків). Кількість зон залежить від формату (табл. 1.3). Залишки довжини, як наслідок поділу, припадають на зони в кутах.

Рис. 1.6. Поділ поля кресленика на зони

Таблиця 1.3

Кількість зон

Познака формату	А0	А1	А2	А3	А4
Довга сторона	24	16	12	8	6
Коротка сторона	16	12	8	6	4

Літери та цифри треба розміщувати на полі для нанесення зон і записувати вертикально відповідно до ISO 3098-1. Лінії на полі для нанесення зон слід виконувати суцільними лініями товщиною 0,35 мм.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Щоб полегшити обрізання аркушів вручну або механічно, в усіх чотирьох кутах формату креслеників наносять познаки обрізання. Ці познаки мають вигляд двох накладених прямокутників із розмірами 10 мм × 5 мм (рис. 1.7).

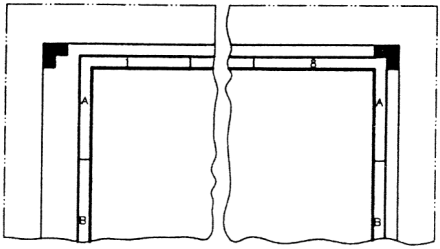


Рис. 1.7. Познаки обрізання аркушів

Основний напис на текстових документах і кресленниках виконують за стандартом «Єдина система конструкторської документації. Основні написи (ГОСТ 2.104-2006, IDT) ДСТУ ГОСТ 2.104:2006» (рис. 1.8). Основні написи та додаткові графи до них виконують суцільними товстими та суцільними тонкими лініями.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

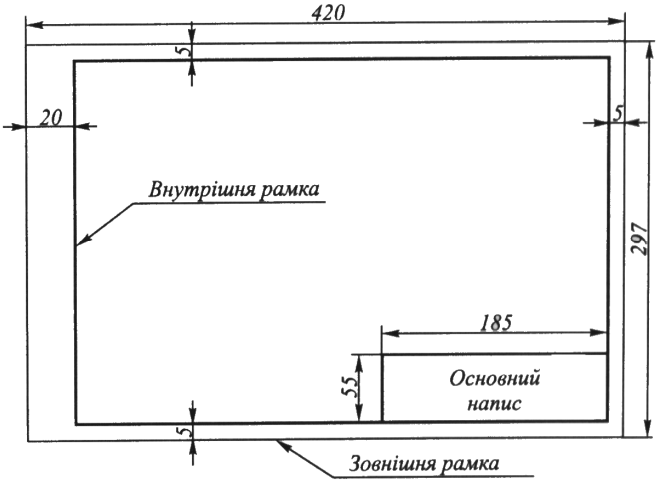


Рис. 1.8. Оформлення форматів креслеників

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Зміст, розташування й розміри граф основного напису для креслеників повинні відповідати рис. 1.9.

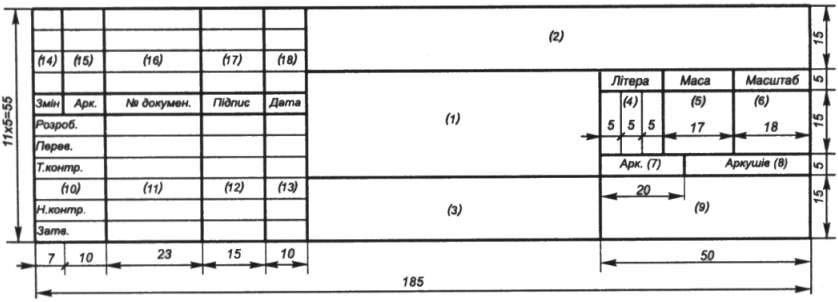


Рис. 1.9. Форма та розміри основного напису

Крім цього, вказують символ методу проекціювання. На рис. 1.10, *а* вказаний символ європейської, на рис. 1.10, б – американської систем проеціювання.

Рис. 1.10. Символи методу проекціювання

Для геометричного та проекційного креслень основний напис можна заповнювати спрощено, для інших креслеників усі графи основного напису мають бути заповнені відповідно до ДСТУ 2.104:2006. Крім того, для цих креслеників обов’язкова додаткова графа розміром 70х14 мм у лівому верхньому куті, де записують (повернутим на 180° відносно основного напису) позначення конструкторського документа.

У графах основного напису кресленика вказують:

1) у графі 1 – назву виробу й назву документа, якщо йому присвоєно шифр;

2) у графі 2 – позначення документа відповідно до ГОСТ 2.202-80;

3) у графі 3 – позначення матеріалу деталі;

4) у графі 4 – літеру, яка присвоєна цьому документу відповідно до ГОСТ 2.103 – 68;

5) у графі 5 – масу виробу відповідно до ГОСТ 2.109-73;

Національний університет водного господарства та природокористування

6) у графі 6 – масштаб (згідно з ДСТУ ISO 5455:2005);

7) у графі 7 – порядковий номер аркуша (на документах, що складаються з одного аркуша, графу не заповнюють);

8) у графі 8 – загальну кількість аркушів документа (графу заповнюють лише на першому аркуші).

1.5.2. Масштаби та їх позначення

Стандарт «Креслеників технічні. Масштаби (ISO 5455:1979, IDT) ДСТУ ISO 5455:2005» визначає рекомендовані для використання масштаби та їх позначення на технічних кресленниках у будь-якій галузі техніки.

Масштаб – відношення лінійного розміру елемента предмета, зображуваного на оригіналі креслеників, до реального лінійного розміру цього елемента.

Повна познака масштабу має складатися зі слова «МАСШТАБ» (або його відповідника на мові, що використана на кресленику) з натуральним наведенням конкретного відношення, як-то:

- МАСШТАБ 1:1 – для натуральної величини;
- МАСШТАБ Х:1 – для масштабу збільшування;
- МАСШТАБ 1:Х – для масштабу зменшування.

Слово «МАСШТАБ» можна не писати, якщо відсутня ймовірність неправильного сприйняття зображення. Познаку масштабу, використаного на кресленику, потрібно вписувати у відповідну графу основного напису креслеників за типом 1:1; 1:2; 2:1 тощо, в інших випадках – за типом (1:1); (1:2); (2:1) тощо.

Якщо виникає необхідність використовувати більше одного масштабу, то у відповідну графу основного напису вписують тільки основний масштаб, а всі інші масштаби записують безпосередньо за номером вписаного елемента відповідної деталі або ідентифікаційної літери додаткового виду (або розрізу/перерізу), наприклад, А (4:1); Б-Б (1:2,5). Ряди масштабів наведені в табл. 1.4.

Масштаб, який обирають для креслеників, залежатиме від складності предмета, який зображають, і мети цього зображення.

В процесі проектування об’єктів на топографічній поверхні допускається застосовувати масштаби 1:25000; 1:100000. Стандарт ISO 5455 дозволяє під час моделювання автомобілів використову-вати масштаб зменшення 1:45.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 1.4

Ряди масштабів

Категорія	Ряди масштабів		
Масштаб збільшування	50:1 5:1	20:1 2:1	10:1
Масштаб натуральної величини			1:1
Масштаб зменшування	1:2 1:20 1:200 1:2000	1:5 1:50 1:500 1:5000	1:10 1:100 1:1000 1:10000

1.5.3. Лінії креслення

Стандарт «Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних кресленниках (ISO 128-24:1999, IDT) ДСТУ ISO 128-24:2005» встановлює типи ліній, їх познаки й конфігурацію, а також загальні правила, позначення ліній на технічних кресленниках. У табл. 1.5 наведено типи ліній і їх застосування. На одному й тому самому кресленику рекомендовано використовувати лінію тільки одного типу.

Таблиця 1.5

Типи ліній і їх застосування

№ з/п	Назва та зображення ліній	Застосування	Посилання на ISO
01.1	Суцільна тонка лінія	1 уявні лінії переходу	-
		2 розмірні лінії	129
		3 виносні лінії	129
		4 лінії-виноски та полиці ліній-виносок	128-22
	———————	5 штриховка	128-50
		6 контури накладених перерізів	128-40
		7 короткі центрові лінії	-
		8 контур гвинтової нарізі по внутрішньому діаметру	6410-1
		9 початок і закінчення розмірних ліній	129

Національний університет
водного господарства
та природокористування

продовження табл. 1.5

№ з/п	Назва та зображення ліній	Застосування	Посилання на ISO
01.1	Суцільна тонка лінія	10 діагоналі для позначення плоских поверхонь	-
		11 лінії згинання на розгортках і деталях після процесу згинання	-
		12 позначання виносних елементів	-
		13 положення повторюваних елементів	-
		14 пояснювальні лінії ознак конусності	3040
		15 позначання розташування багатошарових (пластинчатих) елементів	-
		16 проекційні лінії	-
		17 лінії координатної сітки	-
	Суцільна тонка лінія, виконана від руки	18 виконана вручну познака границі частинних або переривчастих видів (видів із розривами), розрізів і перерізів, якщо ця границя не є лінією симетрії чи центровою лінією	-
	Суцільна тонка лінія із зигзагами	19 інструментально виконана познака границі частинних або переривчастих видів (видів із розривами), розрізів і перерізів, якщо ця границя не є лінією симетрії чи центровою	-

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

продовження табл. 1.5

№ з/п	Назва та зображення ліній	Застосування	Посилання на ISO
01.2	Суцільна товста лінія	1 видимі грані 2 видимі контури 3 контур гвинтової нарізі по зовнішньому діаметру 4 границя ділянки гвинтової нарізі з повним профілем 5 зображення основних ліній на діаграмах, картах, графіках 6 лінії систем (металевих інженерних конструкцій) 7 лінії роз'ємну форм на литих деталях 8 лінії вказівних стрілок розрізів і перерізів	128-30 128-30 6410-1 6410-1 - 5261 10135 128-40
02.1	Штрихова тонка лінія	1 невидимі грані 2 невидимі контури	128-30 128-30
02.2	Штрихова товста лінія	1 позначення поверхні, що підлягає оброблянню (наприклад, термічному)	-
04.1	Довгоштрихово-пунктирна тонка лінія	1 осьові лінії 2 лінії симетрії 3 ділильні кола зубчастих коліс 4 центрові кола	- - 2203 -
04.2	Довгоштрихово-пунктирна товста лінія	1 позначання (обмежених) частин поверхонь обов'язкового оброблянння, наприклад, термічного 2 положення січних площин	- 128-40

Національний університет
водного господарства
та природокористування

продовження табл. 1.5

№ з/п	Назва та зображення ліній	Застосування	Посилання на ISO
05.1	Довгоштрихово-двопунктирна тонка лінія —— .. —— .. —— .. ——	1 контури суміжних деталей	-
		2 граничне положення рухомих деталей	-
		3 центроідальні лінії	-
		4 початкові контури перед наданням форми	-
		5 частини предмета, що розташовані перед січною площиною	-
		6 контури можливих положень	-
		7 контури готової деталі на зображенні заготовки	10135
		8 позначання окремих зон/площ	-
		9 контур заданого виступового поля допуску (розміщення)	10578

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Товщина лінії будь-якого типу залежить від виду та величини зображення. Вона повинна мати одне з вищенаведених значень: 0,13 мм; 0,18 мм; 0,25 мм; 0,35 мм; 0,50 мм; 0,70 мм; 1 мм; 1,4 мм; 2 мм.

На машинобудівних креслениках, як правило, використовують дві товщини однієї й тієї самої лінії. Співвідношення між товщинами цих ліній повинно бути 1:2.

Товщину та групу ліній слід вибирати з врахуванням типу й розміру кресленика та обраного масштабу зображення, а також із дотриманням вимог до мікрофотокопіювання та / (або) інших способів відтворення.

Для креслярського зображення й для маркування можна застосовувати переважно групу ліній 0,5 а для великих форматів А1 і А0 групу ліній 0,7. Група ліній 0,5 з товщиною ліній 0,5; 0,35 (шрифт, графічні символи) і 0,25. Група ліній 0,7 з товщиною ліній 0,7; 0,5 (шрифт, графічні символи) і 0,35. В одному

Національний університет
водного господарства
та природокористування

технічному кресленні слід використовувати по можливості товщини ліній однієї групи.

Приклади застосування ліній наведено на рис. 1.11.

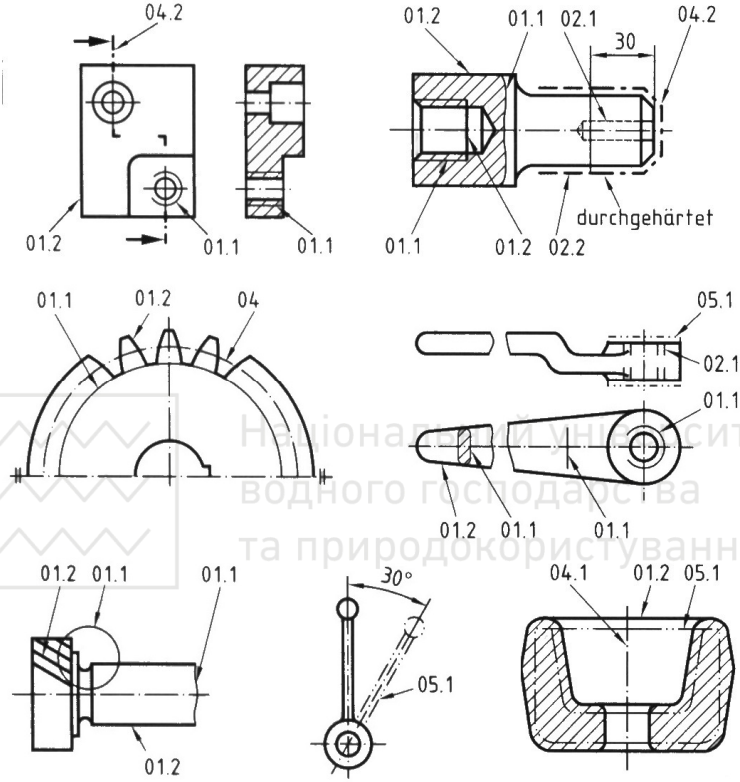


Рис. 1.11. Використання типів ліній за стандартом ДСТУ ISO 128-24: суцільна тонка лінія, суцільна тонка лінія виконана від руки, суцільна тонка лінія із зигзагами хвиляста (01.1); суцільна товста лінія (01.2); штрихова тонка лінія (02.1); штрихова товста лінія (02.2); довгоштрихово-пунктирна тонка лінія (04.1); довгоштрихово-пунктирна товста лінія (04.2); довгоштрихово-пунктирна тонка лінія (05.1)

Штрихово-пунктирні лінії повинні починатися, перетинатися й закінчуватися штрихами (рис. 1.12). Штрихово-пунктирні лінії, які використовують як центрові, слід заміняти суцільними тонкими лініями, якщо діаметр кола або розміри інших геометричних фігур на зображенні менше 12 мм.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

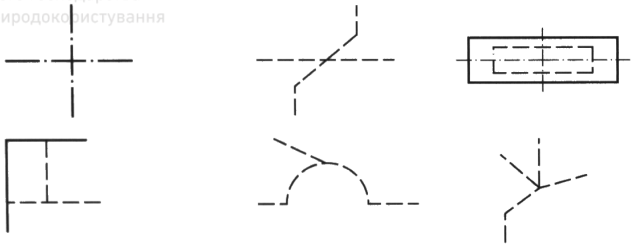


Рис. 1.12. Використання довгоштрихово-пунктирної товстої (тонкої) та штрихової тонкої ліній на кресленику

1.5.4. Креслярські шрифти

Усі написи на кресленниках і інших технічних документах слід виконувати креслярським шрифтом за стандартом «Документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги (ISO 3098-0:1997, IDT) ДСТУ ISO 3098-0:2006». Стандарт встановлює загальні вимоги до написання шрифтів в узгодженні з усіма іншими частинами, використаними для виготовлення технічної документації на вироби.

Номінальний розмір шрифту визначають висотою (***h***) зовнішнього контуру прописних (великих) літер. Розмірів, показаних на рис. 1.13, потрібно дотримуватись як для латинської абетки, так і для кириличної та грецької.

Висота великих літер ***h*** вимірюється перпендикулярно до основи рядка. Висота ж малих літер **c** визначається з відношення їх висоти до розміру шрифту ***h***, наприклад, $c = (7/10)h$.

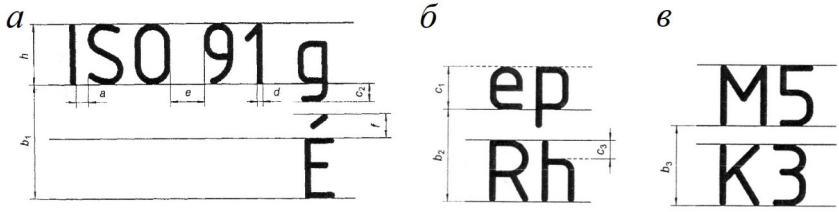


Рис. 1.13. Розміри шрифтів

Ширина літер (***g***) – це найбільша ширина літери, яку визначають по відношенню до розміру шрифту (***h***), наприклад, $g = (6/10)h$, або по відношенню до товщини лінії шрифту (***d***), наприклад, $g = 6d$.

Національний університет водного господарства та природокористування

Товщину лінії шрифту (***d***) визначають у залежності від типу й висоти шрифту. Для типу А без нахилу й із нахилом товщина лінії шрифту $d = (1/14)\ h$), а для типу В без нахилу й із нахилом – $d = (1/10)\ h$. Крок допоміжної сітки, в яку вписують літери, залежить від товщини лінії шрифту.

Відстань між літерами, цифрами та знаками (***a***) визначають з відношення їх висоти (***h***). Для шрифту тип А: $a = 2/14h\ (2d)$; типу В – $a = 2/10h\ (2d)$.

Мінімальну відстань між словами (***e***) також визначають з відношення їх висоти або товщини лінії шрифту (***d***). Для шрифту тип А: $e = 6/14h\ (6d)$; типу В – $e = 6/10h\ (6d)$ (рис. 1.17, абетка кирилична).

Номінальні значення висоти (***h***) і проміжку між знаками (***a***) потрібно брати як базові для визначення положення осьової лінії (див. рис. 1.14). Інші розміри – в табл. 1.6-1.7:

$$h_1 = h - d; \quad a_1 = a + d.$$

Цих розмірів дотримуються в разі написання засобами автоматизованого проектування в усіх галузях техніки.

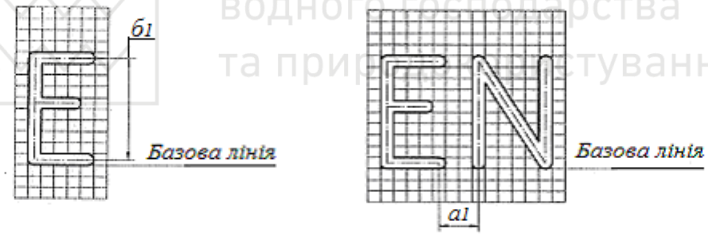


Рис. 1.14. Розташування осьових ліній

Ряд номінальних розмірів шрифтів визначено так: 1,8 мм; 2,5 мм; 3,5 мм; 5 мм; 7 мм; 10 мм; 14 мм; 20 мм.

Збільшений у $\sqrt{2}$ разів ряд висоти шрифтів походить із стандартизованої прогресії розмірів формату паперу.

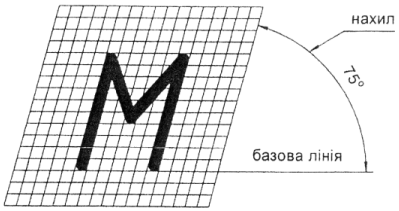


Рис. 1.15. Шрифт похилий

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 1.6

Розміри шрифтів типу А

Познаки		Кратність, *h*	Розміри (*мм*)							
Висота шрифту	*h*	(14/14) *h*	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Висота малих літер	c_1	(10/14) *h*	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
Висота берега для нижнього відростка малих літер	c_2	(4/14) *h*	0,52	0,72	1	1,4	2	2,8	4	5,6
Висота берега для верхнього відростка малих літер	c_3	(4/14) *h*	0,52	0,72	1	1,4	2	2,8	4	5,6
Висота берега для діакритичних знаків (у випадку великих літер)	*f*	(5/14) *h*	0,65	0,9	1,25	1,75	2,5	3,5	5	7
Проміжок між знаками	*a*	(2/14) *h*	0,26	0,36	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8
Найменша відстань між базовими лініями [1)]	b_1	(25/14) *h*	3,25	4,5	6,25	8,75	12,5	17,5	25	35
Найменша відстань між базовими лініями [2)]	b_2	(21/14) *h*	2,73	3,78	5,25	7,35	10,5	14,7	21	29,4
Найменша відстань між базовими лініями [3)]	b_3	(17/14) *h*	2,21	3,06	4,25	5,95	8,5	11,9	17	23,8
Проміжок між словами	*e*	(6/14) *h*	0,78	1,08	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4
Товщина ліній	*d*	(1/14) *h*	0,13[4)]	0,18[4)]	0,25	0,35[4)]	0,5	0,7[4)]	1	1,4[4)]

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 1.7

Розміри шрифтів типу В

Познаки		Кратність *h*	Розміри (*мм*)							
Висота шрифту	*h*	(10/10) *h*	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Висота малих літер	c_1	(7/10) *h*	1,26	1,75	2,5[4)]	3,5	5[4)]	7	10[4)]	14
Висота берега для нижнього відростка малих літер	c_2	(3/10) *h*	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	23	4,2	6
Висота берега для верхнього відростка малих літер	c_3	(3/10) *h*	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Висота берега для діакритичних знаків (у випадку великих літер)	*f*	(4/10) *h*	0,72	1	1,4	2	2,8	34	5,6	8
Проміжок між знаками	*a*	(2/10) *h*	0,36	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Найменша відстань між базовими лініями [1)]	b_1	(19/10) *h*	3,42	4,75	6,65	9,5	13,3	19	26,6	38
Найменша відстань між базовими лініями [2)]	b_2	(15/10) *h*	2,7	3,75	5,25	7,5	10,5	15	21	30
Найменша відстань між базовими лініями [3)]	b_3	(13/10) *h*	2,34	3,25	4,55	6,5	9,1	13	18,2	26
Проміжок між словами	*e*	(6/10) *h*	1,08	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
Товщина ліній	*d*	(1/10) *h*	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

[1)]Спосіб написання: у випадку великих і малих літер із діакритичними знаками (рис. 1.13, *а*.)
[2)]Спосіб написання: у випадку великих і малих літер без діакритичних знаків (рис. 1.13, *б*)
[3)]Спосіб написання: у випадку великих літер (рис. 1.13, *в*)
[4)]Значення округлені; значення розмірів від c_1 до *e* розраховано через округлені значення *d*

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Установлено такі типи шрифтів:

- шрифт типу А, вертикальний (v);
- шрифт типу А, похилий (s);
- шрифт типу В, вертикальний (v);
- шрифт типу В, похилий (s); (переважне застосування).

Коли потрібно підкреслити текст або поле тексту знизу чи вгорі, то рекомендовано лінію підкреслення переривати в місцях, де розміщено відросток малої літери (рис. 1.16, *а*) чи діакритичний знак у випадку написання малої чи великої літери (рис. 1.16, *б*). Якщо це неможливо, збільшують відстань між базовими лініями.

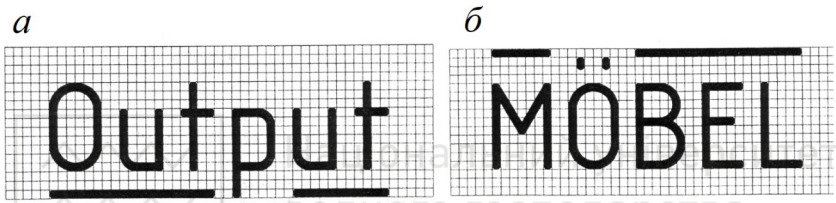


Рис. 1.16. Підкреслювання тексту або поля з текстом знизу й у горі

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Під час виконання написів на кресленику в машинобудуванні в Україні найширше використовують шрифт похилий, а в будівництві – вертикальний.

У стандартах «Документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 2. Латинська абетка, цифри і знаки (ISO 3098-2:2000, IDT) ДСТУ ISO 3098-2:2007», «Документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 3. Грецька абетка (ISO 3098-3:2000, IDT) ДСТУ ISO 3098-3:2007», «Документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 4. Діакритичні і окремі знаки латинської абетки (ISO 3098-4:2000, IDT) ДСТУ ISO 3098-4:2007» та «Документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 6. Кирилична абетка (ISO 3098-6:2000, IDT) ДСТУ ISO 3098-6:2007» наведено основні відомості щодо накреслення літер, цифр і знаків. У креслярському шрифті використовують кирилицю, латинський і грецький алфавіти, арабські та римські цифри, а також знаки. Стандартом рекомендується виконувати шрифти на сітці.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

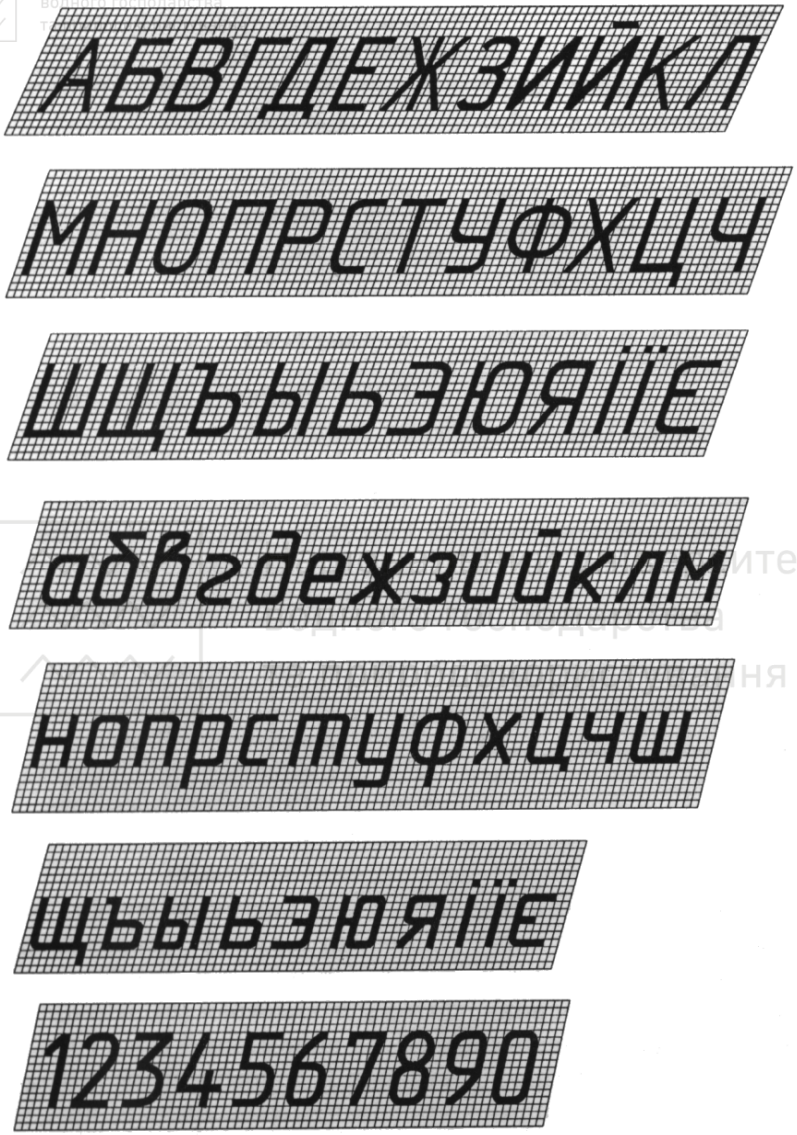


Рис. 1.17. Кирилиця

Національний університет
водного господарства
та природокористування

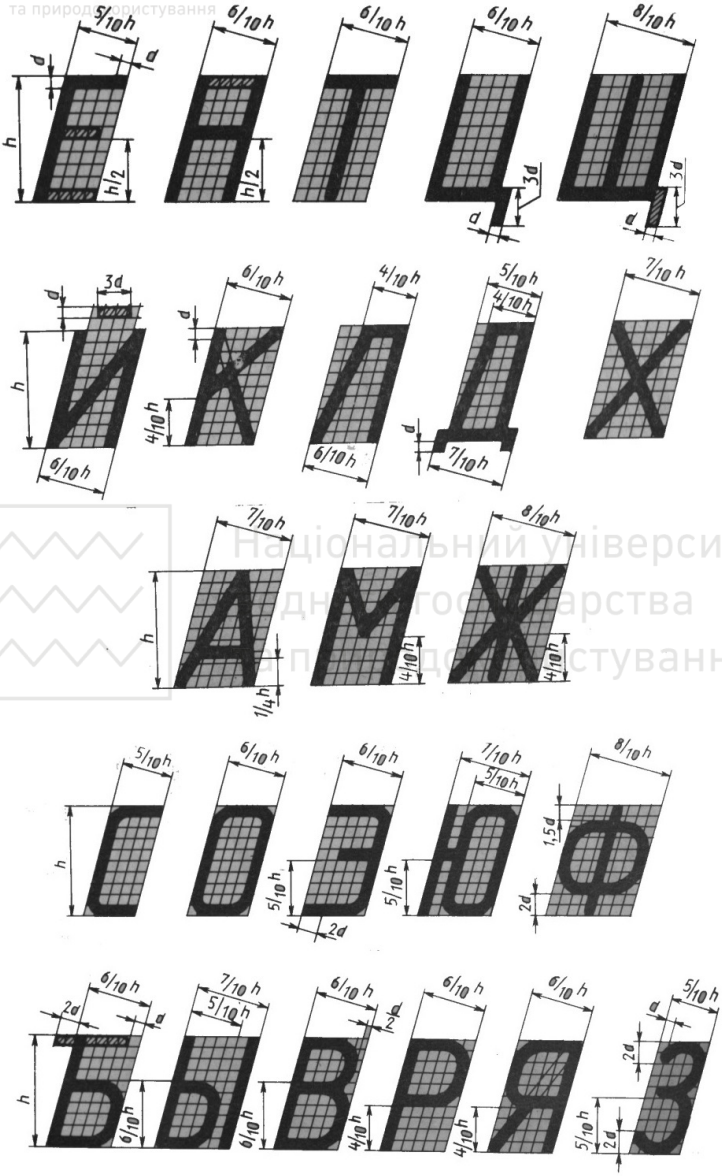


Рис. 1.18. Розміри прописних літер

Національний університет
водного господарства
та природокористування

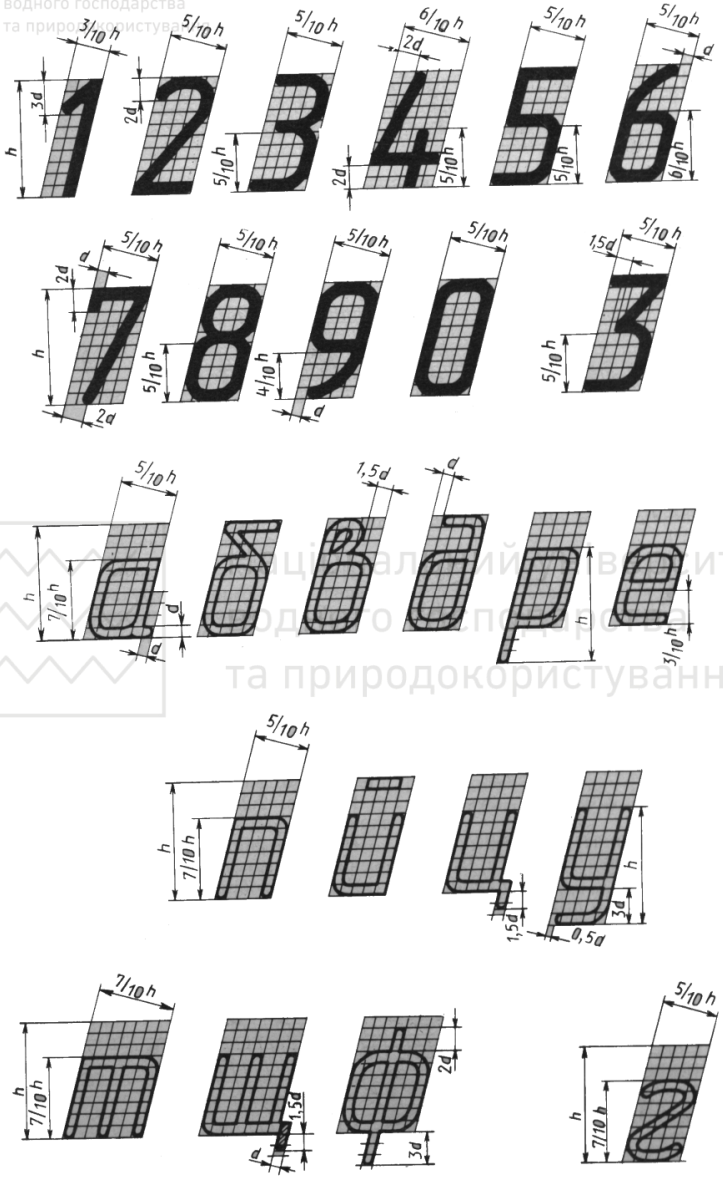


Рис. 1.19. Розміри цифр і міжрядкових літер

Національний університет
водного господарства
та природокористування

1.5.5. Нанесення розмірів

Терміни, визначення та правила нанесення розмірів на кресленниках викладені в СКД ДСТУ 3321-96. Розміри на кресленниках показують розмірними числами та розмірними лініями. Розмірні числа повинні відповідати дійсним розмірам, незалежно від того, у якому масштабі та з якою точністю виконано кресленик. Кількість розмірів на кресленику має бути мінімальною, але достатньою для виготовлення виробу та його контролю.

Розмірні лінії, які показують межі вимірювання, закінчують стрілками. Розмір стрілок залежить від товщини ліній видимого контуру зображення й має бути по можливості однаковим для всього кресленика. Форми стрілок і співвідношення їх елементів наведено на рис. 1.20.

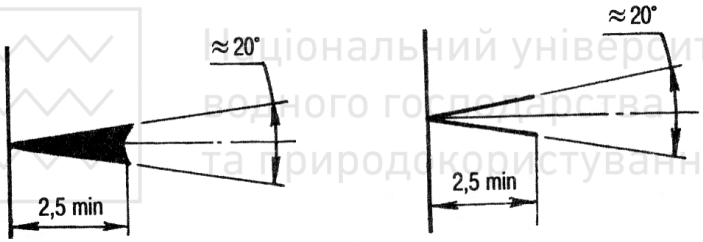


Рис. 1.20. Розмір стрілок

Стрілки повинні торкатися вістрям відповідних ліній контуру, осьових, центрових і виносних ліній. Якщо необхідно показати віддаль між вершинами заокруглених кутів, то виносні лінії проводять від точок перетину тонко проведених сторін заокруглюваних кутів (рис. 1.21).

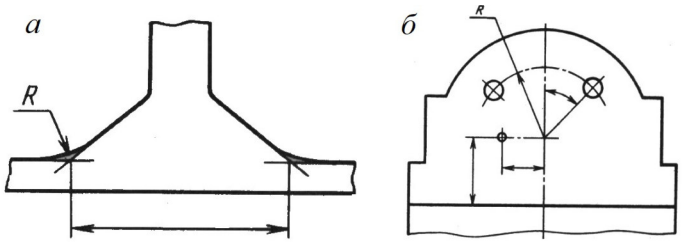


Рис. 1.21. Нанесення розмірів при заокругленнях

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Виносні лінії, які є продовженням ліній видимого контуру, проводять для позначення меж вимірювання. Якщо на кресленні мало місця для розмірної лінії, бо близько розміщена контурна чи виносна лінія, то такі лінії рекомендують переривати (рис. 1.22).

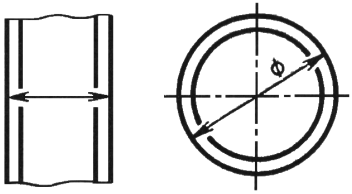


Рис. 1.22. Нанесення розмірів при розріві контурних ліній

Розмірне число не повинно відокремлювати або перетинати будь-які лінії кресленика за винятком виносних ліній. Не можна розривати лінію видимого контуру для нанесення розмірного числа. Не дозволяється також розміщувати розмірне число в місці перетину розмірних, осьових і центрових ліній. Якщо розмірне число потрапляє на осьову лінію, центрові або лінії штриховки, то ці лінії розривають (рис. 1.23).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

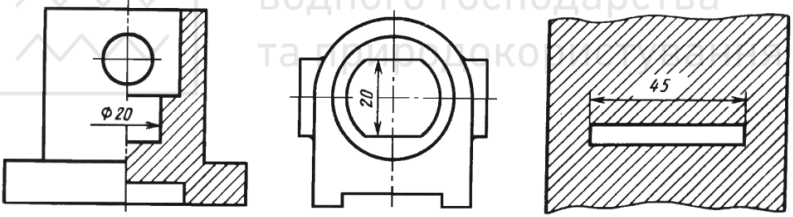


Рис. 1.23. Приклад нанесення розмірів на видах і розрізах

Розмірні та виносні лінії виконують суцільними тонкими лініями. Під час нанесення розміру прямолінійного відрізка, розмірну лінію проводять паралельно цьому відрізку, а виносні – перпендикулярно до розмірної. У разі нанесення розміру кута розмірну лінію проводять у вигляді дуги з центром у вершині цього кута, а виносні лінії – радіально.

Виносні лінії слід продовжувати за стрілки на 1...5 мм. Мінімальна відстань між розмірною лінією та лінією видимого контуру повинна бути 10 мм, а між розмірними лініями – 7 мм (рис. 1.24). Виносні та розмірні лінії не повинні перетинатися між собою.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

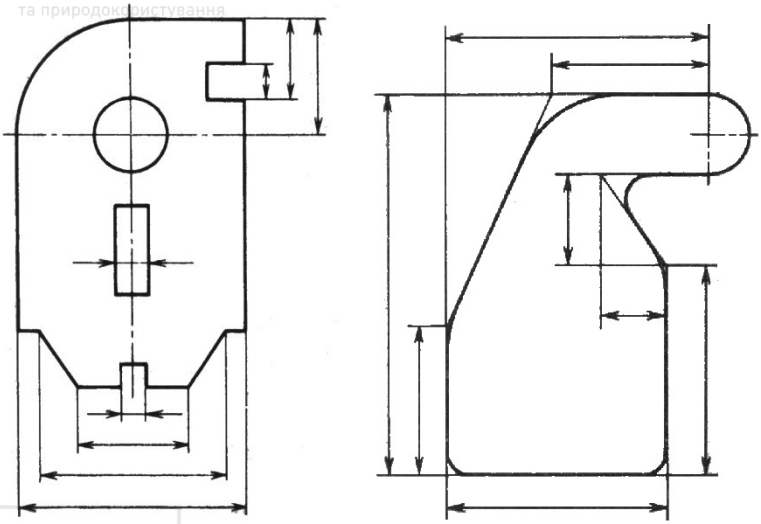


Рис. 1.24. Зразок нанесення розмірів на плоских деталях

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Не допускається в якості розмірних ліній використовувати лінії контуру, осьові, центрові та виносні лінії. Допускається розмірну лінію для діаметра кола проводити з обривом незалежно від того, буде коло показане повністю, або його частина (рис. 1.25, *а*, 1.25, *б*). Якщо на кресленні симетричного предмета елементи зображені тільки до осі симетрії, або з розривом, то розмірні лінії, які відносять до цього елемента, проводять із розривом і розрив розмірної лінії дають далі осі (рис. 1.25, *а*, *б*) або лінії розриву (рис. 1.25, *в*).

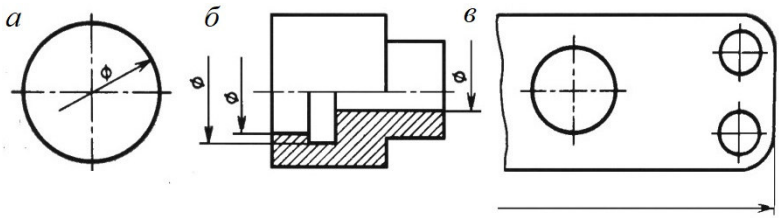


Рис. 1.25. Нанесення розмірів кола, циліндричних та симетричних поверхонь

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Поєднуючи вид з розрізом, розмірні лінії, що належать внутрішнім обрисам предмета, проводять трохи вище за вісь. Коли на кінцях розмірних ліній мало місця для зображення стрілок, то такі лінії рекомендують продовжувати й стрілки наносити з зовнішнього боку елемента (рис. 1.26, *а*). Якщо предмет зображують з розривом, то розмірну лінію проводять суцільною (рис. 1.26, *б*).

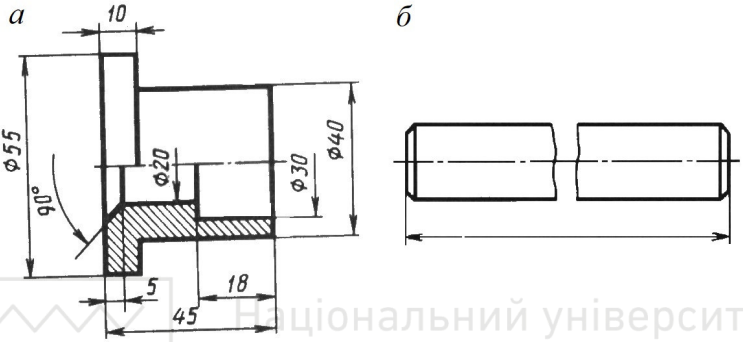


Рис. 1.26. Нанесення розмірів на деталях де поєднується вид з розрізом та деталі з розривом

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Якщо розмірні лінії розміщені ланцюгом і для стрілок немає місця, то допускають їх заміну точками або засічками, які наносять під кутом **45°** до розмірних ліній (рис. 1.27).

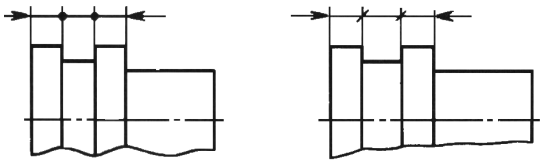


Рис. 1.27. Приклад нанесення розмірів при обмеженні місця для стрілок

Розмірні числа слід проставляти над розмірною лінією паралельно їй і по можливості ближче до її середини. У разі нанесення кількох розмірних ліній на невеликій відстані одна від другої розмірні числа над ними рекомендують розміщувати в шахматному порядку (рис. 1.28).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

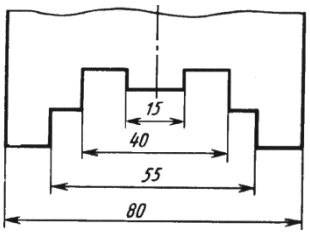
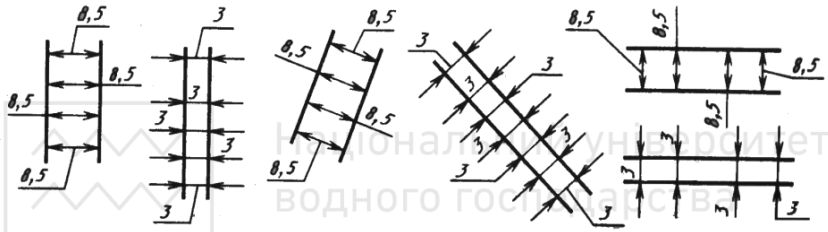


Рис. 1.28 Приклад нанесення розмірів для симетричних поверхонь

Якщо для розмірного числа недостатньо місця, то розмір слід наносити, як наведено на рис. 1.29.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рис. 1.29. Приклад нанесення розмірного числа

Розміри, які відносяться до одного і того ж конструктивного елемента (проточки, отвору і т.п.), слід проставляти в одному місці, розміщуючи їх на тому зображенні, де вони в повній мірі його відображають (рис. 1.30).

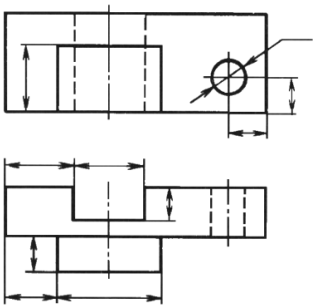


Рис. 1.30. Приклад нанесення розмірів при двох видах

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Не дозволяється на кресленику розміри проставляти у вигляді замкнутого ланцюга. На одній ділянці цього ланцюга розмір не проставляють, так як він отримується в процесі виготовлення деталі. Виключенням є будівельні креслеників або креслеників, на яких один із розмірів є довідковим. Довідковим розміром називають розмір, який не підлягає виконанню за даним кресленником. Його вказують для зручності користування кресленником. Довідковий розмір на кресленику відмічають знаком «*» (рис. 1.31).

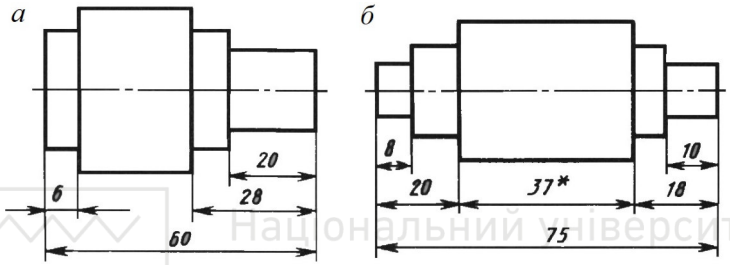


Рис. 1.31. Приклад нанесення розмірів довжин вала

Національний університет
водного господарства
та природокористування

При розміщенні елементів предмета на одній осі розміри, які визначають їх взаємне розміщення, проставляють наступним чином:

а) від загальної бази (поверхні, вісі – рис. 1.32);

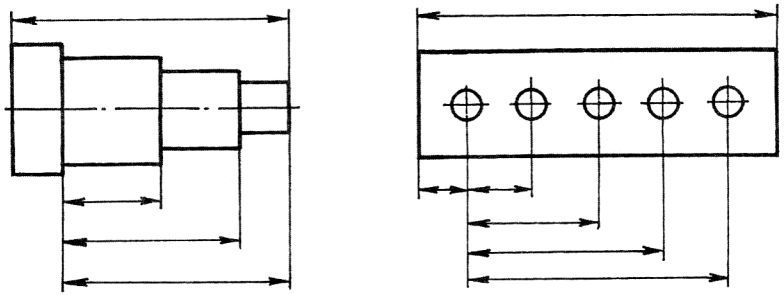


Рис. 1.32. Приклади нанесення розмірів від загальної бази

Національний університет водного господарства та природокористування

б) від кількох баз (рис. 1.33);

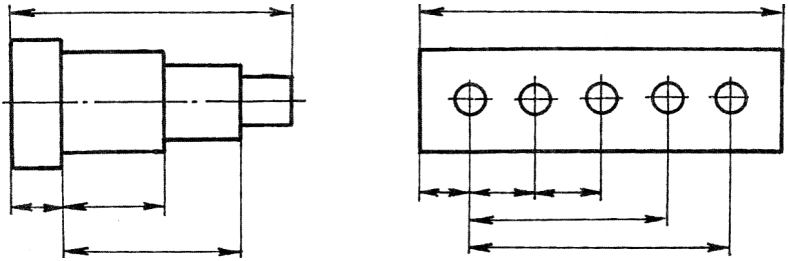


Рис. 1.33 Приклади нанесення розмірів при наявності кількох баз

в) ланцюговим (рис. 1.34).

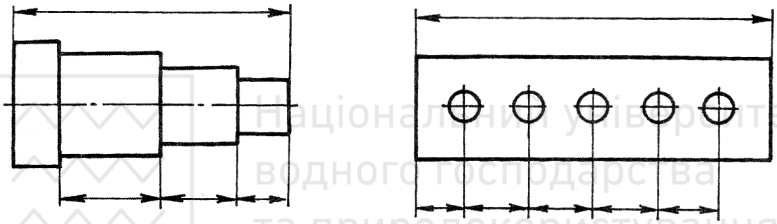


Рис. 1.34. Приклади нанесення розмірів у вигляді ланцюга

Національний університет водного господарства та природокористування

Під час виконання робочих креслеників деталей, виготовлених відливкою, штамповкою, ковкою або прокаткою з наступною механічною обробкою частини поверхні, вказують не більше одного розміру в кожному координатному напрямі, пов'язуючи механічне оброблення поверхні з поверхнями, які не підлягають механічній обробці (рис. 1.35).

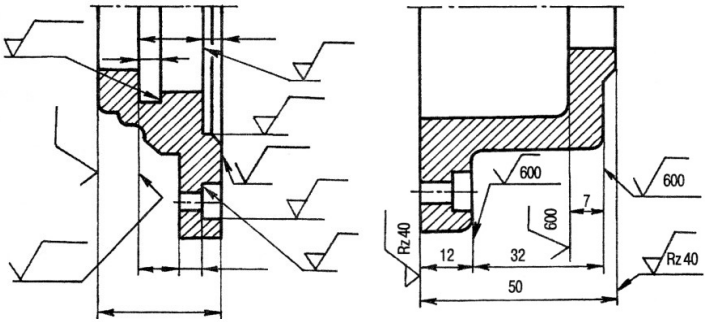


Рис. 1.35. Приклад нанесення розмірів при механічній обробці поверхонь

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Залежно від нахилу розмірних ліній і розташування вимірювальних кутів розмірні числа лінійних і кутових розмірів розміщують так, як показано на рис. 1.36, коли розмірна лінія чи вимірювальний кут розміщені в межах заштрихованої зони, розмірні числа рекомендують виносити на поличку.

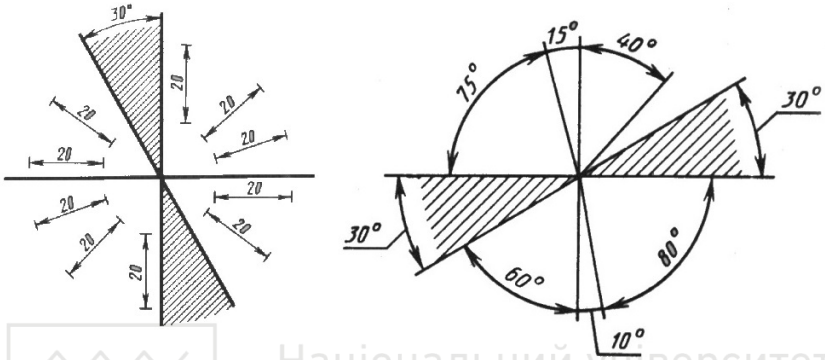


Рис. 1.36. Приклади розміщення розмірних чисел на розмірних лініях в залежності від їх положення

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Кутові розміри слід показувати в градусах, хвилинах і секундах; при цьому градуси та хвилини треба виражати цілим числом.

Для позначення діаметра кола застосовують знак – коло, що перетинається відрізком, нахиленим до розмірної лінії під кутом 75^0. Знак діаметра проставляють перед розмірним числом діаметра в усіх без винятку випадках. Якщо для нанесення розмірного числа в середині кола недостатньо місця, то розмір наносять, як показано на рис. 1.37.

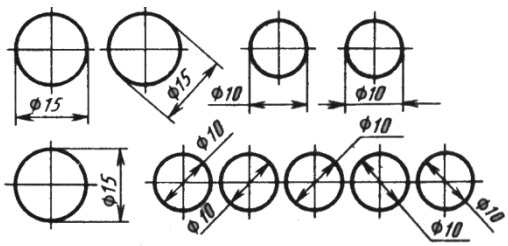


Рис. 1.37. Приклади нанесення розмірів діаметра кола

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Якщо недостатньо місця й для стрілок, то розмір кола слід наносити, як показано на рис. 1.38.

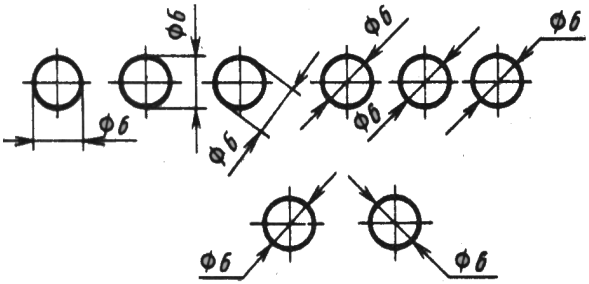


Рис. 1.38. Приклади нанесення розмірів діаметра кола

Розмірне число діаметра (радіуса) сфери також супроводжують знаком діаметра (R) без напису «Сфера». Слово «Сфера» наносять у тих випадках, коли на рисунках важко відрізнити сферу від інших поверхонь (рис. 1.39).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

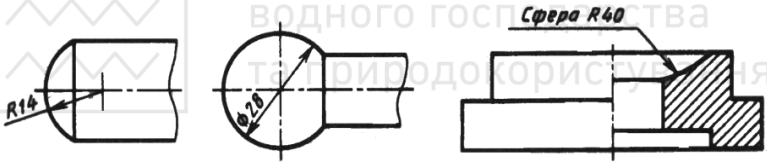


Рис. 1.39. Приклади нанесення розмірів сферичних поверхонь

Перед розмірним числом радіуса також в усіх випадках треба ставити літеру **R** (рис. 1.40).

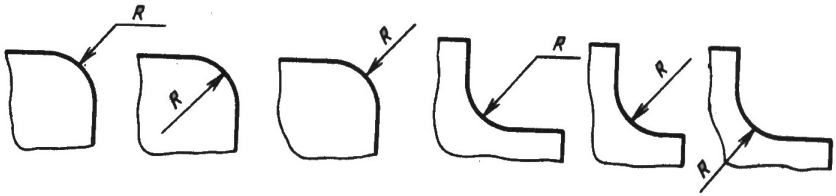


Рис. 1.40. Приклади нанесення розмірів поверхонь із заокругленням

Якщо потрібно нанести розмір, який визначає положення центра дуги, то цей центр треба зафіксувати перетином центрових або виносних ліній (рис. 1.41).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

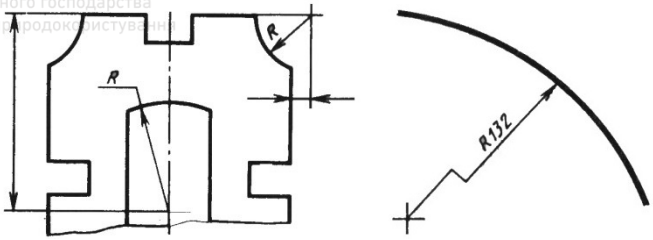
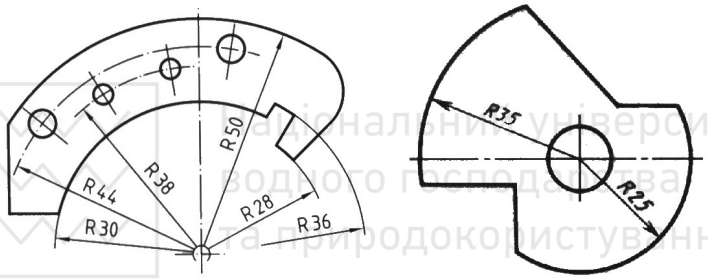


Рис. 1.41. Приклади нанесення розмірів поверхонь із заокругленням

Якщо з одного центра проводять декілька розмірних ліній радіусів дуг, то потрібно слідкувати за тим, щоб дві розмірні лінії не розміщувалися на одній прямій (рис. 1.42).



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рис. 1.42. Приклади нанесення розмірів заокруглених поверхонь

Розмір квадрата й квадратного отвору позначають значком «квадрат» перед розміром сторони квадрата. При цьому на зображенні грані суцільними тонкими лініями наносять діагоналі (рис. 1.43).

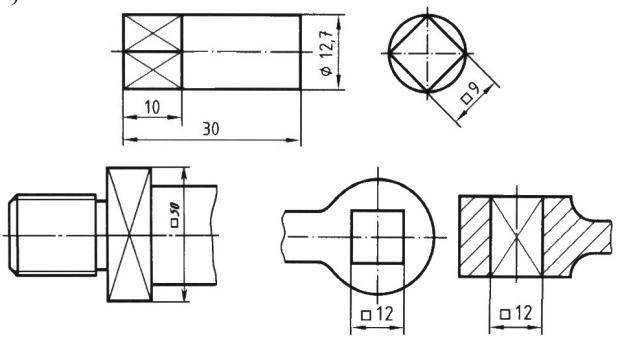


Рис. 1.43. Приклади нанесення розмірів гранних поверхонь

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Багато тіл обертання мають конічну форму, яка характеризується конусністю. Конусність – відношення діаметра кола основи конуса до його висоти (для зрізаного конуса – відношення різниці між діаметрами кіл основ до його висоти). Відношення, що визначає конусність, позначають одиничним дробом або в градусах. Перед розмірним числом, яке характеризує конусність, ставлять знак «конусність» (рис. 1.44), вершина якого звернена в бік вершини конуса.

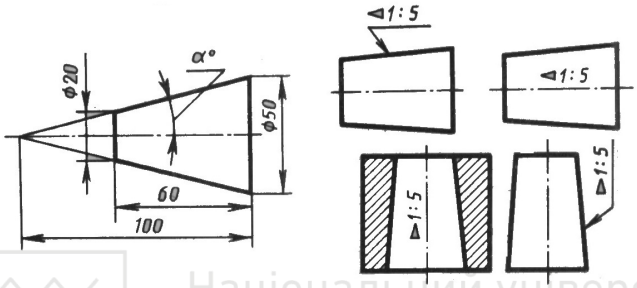


Рис. 1.44. Приклади нанесення розмірів на конічних поверхнях

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Нахил лінії відносно горизонтальної чи вертикальної прямої характеризується похилом, який є тангенсом кута нахилу лінії, тобто відношенням розмірів протилежного й прилеглого катетів. Похил позначається одиночним дробом у відсотках або в градусах. Перед числом, яке характеризує похил, наносять знак «похил» (рис.1.45), вершина кута якого звернена в бік похилу.

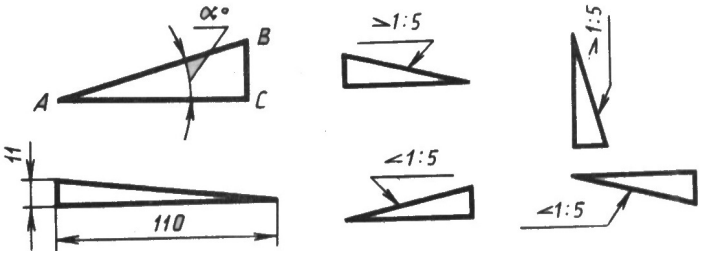


Рис. 1.45. Приклади нанесення розмірів похилих поверхонь

Плоскі, циліндричні та конічні поверхні мають елементи фасок. Фаска – скошена частина гострого ребра або кромки. Фаска на циліндричних і конічних поверхнях являє собою зрізаний конус. Розмір фасок під кутом **45°** або **30°** (**60°**) наносять, як показано на рис. 1.46.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

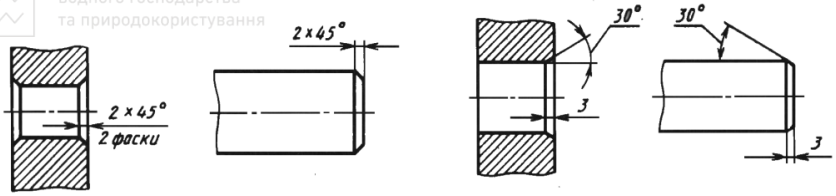
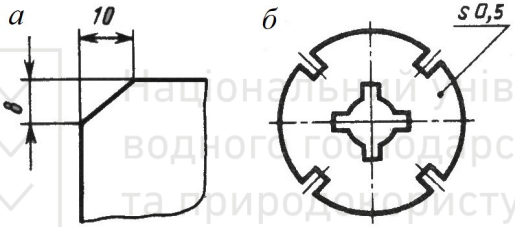


Рис. 1.46. Приклади нанесення розмірів фасок

Плоскі поверхні мають зрізи, які задають вертикальним і горизонтальним катетами. На кресленні їх показують, як наведено на рис. 1.47, *а*.

Якщо потрібно нанести на кресленику розмір товщини заготовки, то необхідно використати символ **S** і вказати товщину (рис. 1.47, *б*).



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рис. 1.47. Приклади нанесення розмірів зрізу та товщини заготовки

Якщо є кілька однакових елементів (отворів, пазів тощо), то наносять розмір одного елемента, зазначаючи кількість цих елементів і взаємне розміщення їх (лінійна відстань, між центрами при прямолінійному розміщенні центрів або кутові розміри при розміщенні центрів на одному колі – рис. 1.48).

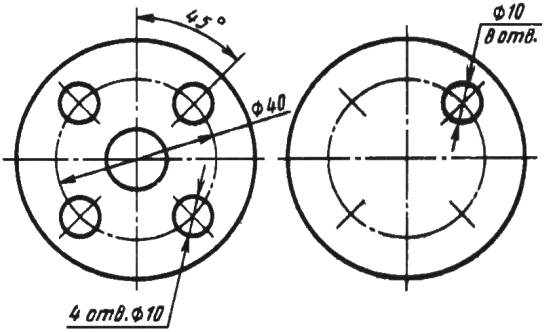


Рис. 1.48. Приклади нанесення розмірів кількох однакових елементів

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Стандарт дозволяє спрощене нанесення розмірів отворів у таких випадках: коли діаметр отвору на зображенні 2 мм і менше; коли відсутнє зображення отвору в розрізах (перерізах) уздовж осі; коли нанесення розмірів отворів за загальними правилами ускладнює читання кресленика (рис. 1.49).

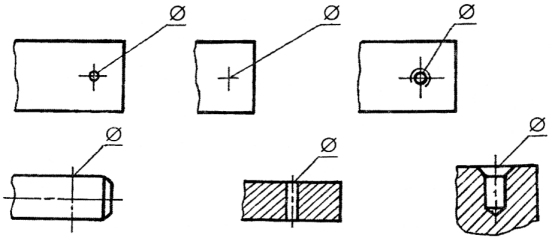


Рис. 1.49. Спрощене нанесення розміру елемента

На рис. 1.50 наведено розміри знаків: «діаметр»; «номер»; «квадрат»; «похил»; «конусність»; «довжина дуги»; «градус»; «хвилина».

Національний університет
водного господарства
та природокористування

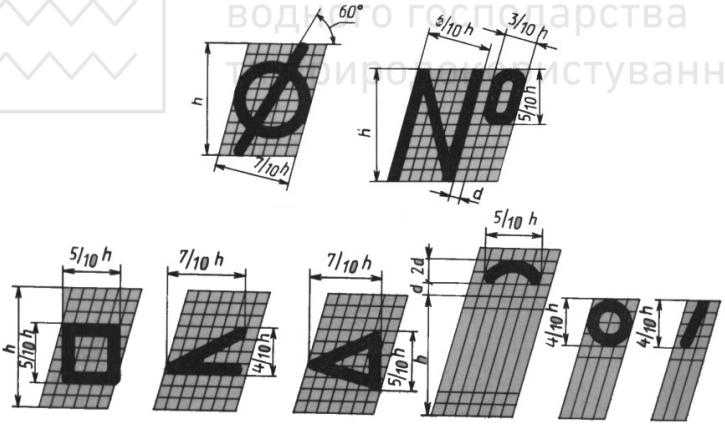


Рис. 1.50. Розміри допоміжних знаків

Під час нанесення розмірів використовують такі методи: ланцюговий метод (у нанесенні їх послідовно, один за одним); базовий метод (нанесення всіх розмірів від якоїсь однієї бази); координатний метод; комбінований (поєднання ланцюгового й координатного). На рис. 1.51 наведено приклади нанесення розмірів різними методами.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

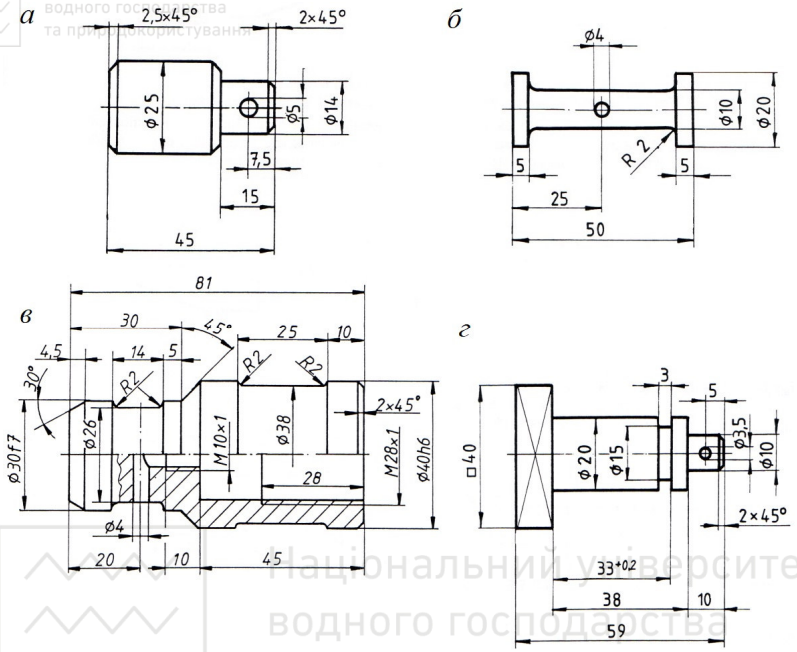


Рис. 1.51. Нанесення розмірів базовим і комбінованим методами

Під час нанесення розмірів на деталі враховують технологічність її виготовлення. Так для деталі обертання, зображеної на рис. 1.52, розміри нанесені з врахуванням технології виготовлення.

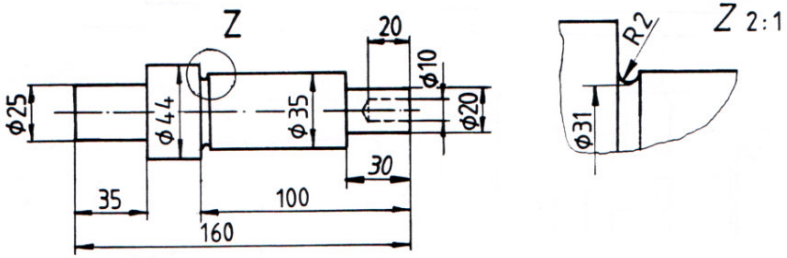


Рис. 1.52. Деталь обертання типу «вал»

Більш широку інформацію з питань розділу 1 можна отримати з літератури [1-18; 24; 25; 29; 42].

Національний університет водного господарства та природокористування

Розділ 2. Основні категорії і методи проектування і конструювання

2.1. Розрахунки при проектуванні і конструювання

Проектування і конструювання виробів нерозривно пов'язані з розрахунками, за допомогою яких встановлюються: технічна характеристика; кінематичні, силові та геометричні параметри; запас міцності, надійність для всіх умов експлуатації і навантажень. Розрахунки залежно від їх місця в усьому процесі проектування і конструювання поділяють на проектні та перевірочні.

Проектні розрахунки використовують для визначення розмірів виробів чи їх елементів. Ці розрахунки виконують, здебільшого, за спрощеними методиками.

Перевірочні розрахунки є обов'язковими і найбільш точними. Вони виконуються за потрібними критеріями роботоздатності на кінцевих етапах проектування і конструювання.

У загальному випадку виконуються такі види розрахунків: геометричні (розрахунок розмірних ланцюгів, координат, зазорів); кінематичні (розрахунок переміщень, швидкостей, пришвидшень, передаточних відношень тощо); динамічні (розрахунок навантажень виробів і їх зміни у часі); розрахунки на міцність, жорсткість, зносостійкість, теплостійкість і вібростійкість; енергетичні (розрахунки затрат енергії, параметрів енергетичного балансу); техніко-економічні (розрахунки продуктивності, вартості, ефективності використання).

Розрахунки на критерії роботоздатності (міцність, жорсткість, зносостійкість, теплостійкість і вібростійкість) потрібно виконувати за схемою:

– підбір вихідних даних для розрахунку;
– складання розрахункової схеми;
– визначення основних критеріїв виробу;
– безпосереднє виконання розрахунку;
– формулювання висновків і заключення.

2.2. Основні поняття і поділ стандартів

Стандартизація – це діяльність, що полягає в установленні положень для загального та неодноразового використання щодо

Національний університет водного господарства та природокористування

наявних чи потенційних завдань і спрямована на досягнення оптимального ступеня впорядкованості в певній сфері. За рівнем стандартизацію поділяють на види: *міжнародна стандартизація* – стандартизація, що проводиться на міжнародному рівні та участь у якій відкрита для відповідних органів усіх країн; *регіональна стандартизація* – стандартизація, що проводиться на відповідному регіональному рівні та участь у якій відкрита для відповідних органів країн певного географічного або економічного простору; *національна стандартизація* – стандартизація, що проводиться на рівні однієї країни.

Метою стандартизації в Україні є забезпечення раціонального використання природних ресурсів, відповідності об'єктів стандартизації їх функціональному призначенню, інформування споживачів про якість продукції, процесів та послуг, підтримка розвитку і міжнародної конкурентоспроможності продукції та торгівлі товарами і послугами.

Національний університет водного господарства та природокористування

Об'єктами стандартизації є: матеріали, складники, обладнання, системи, їх сукупність; правила, процедури, функції, методи, діяльність чи її результати, включаючи продукцію, персонал, системи управління; вимоги до термінології, позначення, фасування, пакування, маркування, етикетування тощо.

Суб'єктами стандартизації є:

1. Центральний орган виконавчої влади з питань стандартизації;
2. Рада стандартизації та технічного регулювання;
3. Технічні комітети стандартизації;
4. Інші суб'єкти, що займаються стандартизацією.

Центральні органи виконавчої влади та організації мають право у відповідних сферах діяльності та в межах повноважень з урахуванням своїх господарських та професійних інтересів організовувати і виконувати роботи із стандартизації, зокрема:

- розробляти, схвалювати, приймати, переглядати, змінювати стандарти відповідного рівня та припиняти їх дію, встановлювати правила їх розроблення, позначення та застосування;
- представляти Україну у відповідних спеціалізованих

Національний університет водного господарства та природокористування

міжнародних та регіональних організаціях стандартизації, виконувати зобов'язання, передбачені положеннями про ці організації;

- створювати і вести реєстри нормативно-правових актів та нормативних документів для забезпечення своєї діяльності та інформаційного обміну;

- видавати та розповсюджувати свої стандарти, документи спеціалізованих відповідних міжнародних та регіональних організацій стандартизації, членами яких вони є чи з якими співпрацюють на основі положень про ці організації або відповідних договорів, а також делегувати ці повноваження іншим організаціям.

Завдання стандартизації полягають у створенні умов для досягнення: економії всіх видів ресурсів; безпеки продукції, робіт і послуг для довкілля, життя, здоров'я і майна; безпеки господарських об'єктів з врахуванням ризику виникнення природних і техногенних катастроф та інших надзвичайних ситуацій; технічної та інформаційної сумісності, а також взаємозамінюваності продукції; якості продукції, робіт і послуг відповідно до рівня розвитку науки, техніки і технології; єдності вимірювань; обороноздатності і мобілізаційної готовності країни.

Стандартизація, як основа технічного регулювання, (діяльність, що спрямована на досягнення оптимального ступеня впорядкованості за даних умов) знаходить дуже широке застосування майже в усіх галузях, вона чітко встановлює вимоги до продукції (військове озброєння, атомна енергетика, аерокосмічна галузь тощо) та питань безпеки, вона дозволяє досягати рівня стандартної (базової) або навіть конкурентоспроможної якості (наприклад, на рівні галузевих стандартів) відповідно до мети застосування.

Національна стандартизація через процес гармонізації з міжнародними нормативними документами, що отримали міжнародне визнання, служить перепусткою на світові ринки для вітчизняних виробників.

Загально-технічні та організаційно-методичні стандарти, як правило, об'єднують в комплекси (системи) стандартів для нормативного забезпечення в певній галузі діяльності. Їх використання дає можливість спростити розробку, конструювання

Національний університет водного господарства та природокористування

і підготовку виробництва нових виробів, скоротити виробничі цикли, здешевити і поруч з тим підвищити якість вдосконаленої продукції. Подальший розвиток стандартизації веде до створення великих комплексів, що охоплюють цілі галузі, а часто такі комплекси стають і міжгалузевими.

До числа міжгалузевих систем входять Єдина система конструкторської документації (ЄСКД), Єдина система технологічної документації (ЄСТД), Система метрологічних стандартів, об'єднаних назвою «Метрологія», Система стандартів безпеки праці (ССБП), Єдина система технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ), Система розробки і впровадження продукції у виробництво (СРПВ), Система стандартів у галузі охорони природи, Система стандартів на коди і кодування інформації тощо. До систем, які не можна назвати міжгалузевими бо мають загальнодержавне значення слід віднести Державну систему стандартизації України. Стандарти Державної системи стандартизації України позначаються перед реєстраційним номером цифрою 1.

Існує, також, низка методичних принципів, що застосовуються в діяльності зі стандартизації, серед яких найважливішими є:

- *застосування системи переважних чисел* полягає у використанні певних, науково обґрунтованих, рядів чисел (номіналів) при виборі номінальних значень параметрів виробів, що проектуються і виготовляються;

- *вибір та оптимізація параметричних рядів виробів*, які передбачають, що параметри об'єктів стандартизації вибираються не довільно, а визначаються за єдиними правилами, які нормуються комплексом стандартів;

- *уніфікація виробів* полягає у виборі оптимальної кількості або в раціональному скороченні числа типів, видів, параметрів і розмірів об'єктів однакового чи близького функціонального призначення;

- *комплексна стандартизація* передбачає розробку системи стандартів, що визначають оптимальні взаємопов'язані та взаємоузгоджені норми і вимоги до самого об'єкта та його елементів, з яких він складається чи від яких він залежить;

- *випереджувальна стандартизація* полягає в установленні

Національний університет водного господарства та природокористування

підвищених вимог і норм відносно досягнутого рівня.

При розробці стандартів використовують науково-технічні результати науково-дослідних, дослідно-конструкторських, дослідно-технологічних, проектних робіт, результати патентних досліджень, міжнародні, регіональні стандарти, правила, норми і рекомендації з стандартизації, прогресивні національні стандарти інших країн та іншу інформацію про сучасних досягненнях вітчизняної та зарубіжної науки, техніки і технології.

Національні стандарти України (ДСТУ) містять вимоги, які стосуються забезпечення безпеки машинобудівної продукції для здоров'я людей і гігієни роботи, забезпечення вірогідності та єдності вимог під час розробки, виготовлення, експлуатації й збереження машинобудівної продукції. Вимоги державних стандартів підлягають безумовному виконанню на всій території України.

Галузеві стандарти України (ГСТУ) розробляються на продукцію, на яку відсутній державний стандарт України, або якщо буде потреба встановити нові вимоги, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів.

Стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок України (СНТС) розширюють результати фундаментальних і прикладних досліджень, отриманих в окремих областях знань або в сферах професійних інтересів.

Технічні умови (ТУ) є нормативним документом, що визначає необхідні експлуатаційні умови продукції, що випускається й для якої відсутній державний або галузевий стандарт.

Стандарт організації України (СОУ) розробляється на продукцію або на технологічний процес, які реалізуються на конкретному підприємстві.

Крім зазначених, до категорії нормативних документів зі стандартизації потрібно віднести: міждержавні стандарти; регіональні стандарти; міжнародні стандарти (ISO); національні стандарти інших країн. Міжнародні, міждержавні, регіональні й національні стандарти інших країн в Україні застосовують у рамках міжнародних договорів у встановленому порядку.

З 1 січня 2016, деякі європейські та міжнародні стандарти діятимуть на території України замість національних стандартів.

Національний університет водного господарства та природокористування

Про це йдеться в наказі Міністерства економічного розвитку і торгівлі України № 1493 «Про прийняття європейських і міжнародних нормативних документів як національних стандартів України, змін до національних стандартів України та скасування національних стандартів України» від 30 грудня 2014 року. На виконання цього наказу було сформовано три переліки прийнятих та скасованих нормативних документів. Відповідні зміни відбуваються за законом «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» та на виконання статей 26 і 124 Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом.

До даного часу на вироби машинобудування розроблені тисячі стандартів.

2.3. Раціональні ряди чисел

Принципіальним положенням стандартизації є раціональні (переважні) числа і їх ряди. Вони суттєво скорочують число оригінальних деталей або їх параметрів. Числа утворюються на основі арифметичної або геометричної прогресій.

В рядах утворених на основі арифметичної прогресії величина любого члена ряду $a_k = a_0 + k\tau$, де a_0 – перший член ряду нульового числа; k – порядковий номер члена; τ – різниця арифметичної прогресії.

Ряди чисел утворені на основі арифметичної прогресії відрізняються відносною нерівномірністю. Їх верхні області більш насичені розмірами, а нижні менше. Відношення кожного члена ряду до попереднього має велике значення для перших членів ряду і різко зменшується у верхніх його областях.

В рядах, утворених за принципом геометричної прогресії величина любого члена ряду $a_k = a_0\varphi^k$, де a_0 – перший член ряду нульового числа; k – порядковий номер члена; $\varphi = \sqrt[n]{10}$ – знаменник геометричної прогресії; n – приймає значення 5, 10, 20, 40 і 80. Відповідно позначають раціональні ряди чисел R 5, R 10, R 20, R 40 і R 80, для яких відповідно φ = 1,6; 1,5: 1,12; 1,06 і 1,03. Зі зменшенням φ інтервали між членами ряду зменшуються, число членів ряду збільшується. Використовуючи геометричну

Національний університет водного господарства та природокористування
прогресію отримуються ряди чисел більш дробові.

На базі раціональних рядів чисел розроблені ряди нормальних лінійних розмірів (ГОСТ 6636 – 69). Ці ряди нормальних лінійних розмірів позначають, відповідно R_a 5, R_a 10, R_a 20 і R_a 40.

Стандарт охоплює лінійні розміри в інтервалі 0,001-20000 мм.

Застосування стандартних лінійних розмірів доцільно для поверхней, які піддаються точній механічній обробці, особливо посадочних, що сприяє стандартизації ріжучого, контрольного та вимірювального інструментів і, при цьому, полегшує налагодження верстатів.

На основі нормальних лінійних розмірів встановлюють ряди діаметрів дроту, прутків, товщини листового прокату, лінійні розміри перетинів фасонного прокату.

2.4. Агрегатування в машинобудуванні

Національний університет водного господарства та природокористування

Агрегатування заключається в створенні машин шляхом поєднання уніфікованих агрегатів, які являють собою окремі складальні одиниці, що встановлюються в різних числах і комбінаціях на загальній станині. Найбільш повне відображення цей принцип отримав в конструкції агрегатних метало оброблюваних верстатів. Такі верстати створюють на основі уніфікованих блоків – основні блоки, механізми синхронізації, поворотні столи, станини, тумби, допоміжні вузли, системи подачі мастильно-охолоджуючих рідин. Велика частина виробів у процесі обробки залишаються нерухомими. До них з різних сторін підводять відповідним образом налаштовані блоки; операції обробки виконуються одночасно, що пришвидшує технологічні процеси. Основними перевагами агрегатування є: скорочення строків і вартості проектування і виготовлення машин, спрощення обслуговування і ремонту, можливість переналадки для виготовлення різноманітних деталей. Крім металообробних верстатів цей метод перспективний і для інших машин. Частковим агрегатуванням є використання стандартних деталей і складальних одиниць із числа серійно випускаючих промисловістю, наприклад, редуктори, насоси, компресори, а також використання з серійно виготовлених виробів, наприклад,

Національний університет водного господарства та природокористування

коробок швидкостей, механізмів переключання муфт, фрикціонів, тощо.

2.5. Уніфікація, конвертування, компаундування, модифікація в машинобудуванні

Уніфікація являє собою ефективний і економічний спосіб створення на базі початкової моделі ряду виробничих машин одного призначення, але різними показниками потужності, продуктивності і таке інше, або машин різного призначення, які виконують якісно інші операції, а також розраховані на випуск другої продукції. Уніфікація заключається в багаторазовому застосуванні в конструкціях одних і тих елементів, що сприяє зменшенню номенклатури деталей і вартості виготовлення, спрощенню експлуатації та ремонту машин. Крім того, уніфікація конструктивних елементів дозволяє скоротити номенклатуру обробляючого, вимірювального і монтажного інструменту. Уніфікації піддають посадочні сполучення (за посадочними діаметрами, посадках і розмірах), нарізеві з'єднання (за діаметрами, типами нарізей, посадками і точністю розмірів), розмірами під ключ, шпоночці і шліцеві з'єднання (за діаметрами, формами шпонок і шліців, посадках і точністю розмірів), зубчасті зачеплення (за модулями, типами зубців і точністю розмірів), фаски і галтелі (за розмірами і типами) і таке інше. Уніфікація оригінальних деталей і складальних одиниць може бути внутрішньою (в межах одного виробу) і зовнішньою (запозичених деталей з інших машин). Найбільший економічний ефект дає застосування деталей машин, що виготовляються серійно, коли деталі можна отримувати в готовому вигляді. Уніфікація марок і сортаменту матеріалів, електродів, типорозмірів кріпильних деталей, підшипників кочення та інших стандартних деталей полегшує постачання заводу-виготовника і ремонтних підприємств матеріалами і стандартними покупними виробами. Це все оправдовує уніфікацію.

При методі конвертування базову машину або основні її елементи використовують для створення агрегатів різного призначення близьких або різних за робочим процесом. Прикладом конвертування може служити перевід поршневих двигунів внутрішнього згоряння з одного виду палива на інший, з

Національний університет
водного господарства
та природокористування

одного виду теплового процесу на інший (з циклу іскрового запалювання на цикл з запалюванням від стиску). Бензинові карбюраторні двигуни легко конвертуються в газові. Для цього достатньо замінити карбюратор змішувачем і змінити степінь стиску та деякі другорядні конструктивні переробки. В цілому двигун залишається таким же. Конвертування бензинового або газового двигуна в дизель являє собою більш складну задачу, головним чином із-за підвищених робочих навантажень, обумовлених високим степенем стиску і великим тиском спалаху. Таким чином, конвертований двигун має володіти значним запасом міцності. Конвертування у даному випадку заключається в заміні карбюратора паливним насосом і форсунками (або насос-форсунками), ступеня стиску (заміною головок циліндрів, збільшення висоти поршнів). Другим прикладом конвертування є перевід роботи поршневих повітряних компресорів на інший газ (наприклад, аміак або фреон). У цьому випадку при переробленні необхідно враховувати різницю фізичних і хімічних властивостей різних реагентів і відповідно вибирати матеріали робочих деталей. Прикладом конвертування агрегатів, які дуже відрізняються за робочим процесом, може служити перетворення двигуна внутрішнього згоряння в поршневий компресор. Конвертування в даному випадку включає заміну головок двигуна клапанними коробками з відповідною зміною механізму розподілу і вимагає значних переробок.

Метод компаундування (паралельного з’єднання машин або агрегатів) застосовують з метою збільшення загальної потужності або продуктивності установки. Зпарені машини можуть бути встановлені рядом, як незалежні агрегати, або зв’язані одна з другою синхронізуючими, транспортними та іншими подібними пристроями, або, накінець, конструктивно об’єднані в один агрегат. Прикладом першого типу є парна установка суднових двигунів, працюючий кожний на свій гвинт, а також установка двох і більше двигунів на крила літака. Крім підвищення потужності, при цьому вдало вирішуються і інші задачі. Так паралельна установка судових двигунів збільшує маневреність суден.

Модифікацією називають переробку машини з метою прилаштувати її до інших умов роботи та операцій без зміни

Національний університет водного господарства та природокористування

основної конструкції. Іноді в поняття модифікації вкладають зміст модернізації машини і покращення її показників. Модифікація машини для роботи у різних кліматичних умовах зводиться переважно до заміни матеріалів. В машинах, які працюють в умовах гарячого і вологого клімату застосовують корозійностійкі сплави, а в машинах, які працюють в областях з дуже холодним кліматом – холодостійкі матеріали. Складніше модифікувати машини з метою їх прилаштування до різних операцій або виробів.

2.6. Методи секціонування, зміни лінійних розмірів, базового агрегату

Метод секціонування полягає в поділі машини на однакові секції і утворенні похідних машин набором уніфікованих секцій. Секціонуванню багато піддаються багато видів підйомно-транспортного обладнання, наприклад, стрічкові і ланцюгові (пластинчасті і скребкові) конвеєри. Секціонування в даному випадку зводиться до побудови каркаса машин із секцій та складання машин різної довжини з новим несучим полотном. Особливо просто секціонують машини з ланковим несучим полотном, наприклад, ковшові елеватори з втулково-роликовими ланцюгами, у яких довжину полотна можна змінити вилученням або добавкою ланок. Економічність утворення машин цим методом мало зазнавати від введення нестандартних секцій, які можуть бути потрібні для прилаштування довжини машини до нових місцевих умов. Секціонуванню піддаються дискові фільтри, пластинчасті теплообмінники, відцентрові, вихрові та аксіальні гідравлічні насоси. В останньому випадку набором секцій можна отримати ряд багатоступінчастих насосів різного тиску.

Метод зміни лінійних розмірів частіше використовують для отримання різної продуктивності машин і агрегатів змінюючи їх довжину, зберігаючи форму поперечного перерізу. Метод застосовують до обмеженого класу машин, головним чином роторних, продуктивність яких пропорціональна довжині ротора. Сюди можна віднести шестеренні насоси, компресори, мішалки і таке інше. Головний економічний ефект тут дає збереження основного технологічного обладнання для обробки роторів і

Національний університет водного господарства та природокористування

внутрішніх порожнин корпусів. Частковим випадком застосування даного методу є підвищення навантажувальної здатності зубчастих передач за рахунок збільшення довжини зубців коліс зі збереженням їх модуля.

Метод базового агрегату в основі якого лежить базова модель машини і перетворюється в машини різного призначення приєднанням до нього спеціального обладнання. Найбільше застосування методу є при створенні дорожніх машин, самохідних кранів, навантажувачів, а також сільськогосподарських машин. Базовим агрегатом в даному випадку є тракторне та автомобільне шасі, що випускається серійно. Монтуючи на шасі додаткове обладнання, отримуємо серію машин різного призначення. Приєднання спеціального обладнання вимагає розробки додаткових механізмів і пристроїв – коробок швидкостей та відбору потужності, підйомних і поворотних механізмів, лебідок, реверсів, гальм, механізмів керування, кабін, які в свою чергу, можна значно уніфікувати.

Національний університет водного господарства та природокористування

2.7. Сертифікація машин

Сертифікація машин – це перевірка і свідоцтво їх показників, гарантуючих якість. Обов’язкова сертифікація машин виконується у відповідності з вимогами стандартів, які проілюструємо на прикладі металообробних верстатів, яких є багато типів і їх модифікацій. Це безпечність конструкцій, електробезпека, електромагнітна сумісність, рівень шуму і вібрацій, вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони, ергономічні параметри і енергоефективність. Роботу з сертифікації машин організовує Держстандарт України, а проводять її органи по сертифікації галузевих інститутів з залученням промислових підприємств і ВНЗ. Крім системи сертифікації України існує міжнародна система сертифікації, яка перевіряє відповідність показників машини міжнародним нормам.

Розширити знання з розділу 2 можна користуючись літературою [20-23].

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Розділ 3. Технологічність, розміри, посадки, шорсткість

3.1. Технологічність конструкції

Деталі машин мають бути технологічними, тобто зручними для виготовлення. Вони мають окреслюватися поверхнями, які легко обробляються на існуючих верстатах: циліндричними, конічними, гвинтовими, евольвент ними або плоскими. Форми литих деталей мають забезпечувати умови для отримання якісних відливок: мати рівномірну товщину стінок, плавні переходи, можливість вільної усадки і зручність формування.

3.2. Взаємозамінність

Одним із найважливіших показників якості виробів, що суттєво впливає на всі критерії роботоздатності та надійності, а також на експлуатаційні параметри – точність виготовлення та складання елементів виробів. Це забезпечується взаємозамінністю.

Принцип конструювання та виготовлення деталей, що забезпечує можливість правильного складання чи заміни при ремонтах незалежно виготовлених деталей та складальних одиниць без додаткової обробки і припасовки їх із збереженням відповідної якості та надійності з'єднань, називається *взаємозамінністю.*

Розрізняють повну і неповну взаємозамінність.

Повна взаємозамінність передбачає правильне з'єднання всіх спряжених деталей, що надходять на складальні операції. Вона забезпечується високою точністю виготовлення деталей.

Неповна взаємозамінність передбачає правильне з'єднання тільки частини деталей, виготовлених з меншою точністю. Для складання, в таких випадках, використовується групове підбирання деталей (селективне складання) або застосовуються різні компенсатори та інші додаткові технологічні засоби.

Деталі неможливо виготовити абсолютно точно. Взаємозамінність деталей забезпечується системою допусків і посадок.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

3.3. Розміри та їхні відхилення

Параметри деталей кількісно оцінюють за допомогою розмірів.

Розмір – числове значення лінійної величини (діаметра, довжини та ін.) у вибраних одиницях. В машинобудуванні розміри назначають у міліметрах.

При виготовленні деталей неможливо дістати ідеально точні розміри. Щоб спряження деталей відповідало цільовому призначенню, його розміри повинні знаходитись між двома допустимими граничними значеннями. Розміри бувають дійсні, граничні і номінальні.

Дійсний розмір – це такий, який встановлюють вимірюванням.

Граничні розміри – два гранично допустимі розміри деталі, між якими знаходиться або яким може дорівнювати дійсний розмір.

Найбільший граничний розмір – найбільший допустимий розмір деталі.

Найменший граничний розмір – найменший допустимий розмір деталі.

Номінальний розмір – це такий, відносно якого визначаються відхилення. Номінальні розміри вибирають під час конструювання на основі розрахунків або за конструктивними міркуваннями і проставляють на кресленні деталі або з'єднанні.

Відхилення – це алгебраїчна різниця між дійсним або граничним розміром і відповідним номінальним розміром.

Дійсне відхилення – це алгебраїчна різниця між дійсним і відповідним номінальним розмірами.

Граничне відхилення – це алгебраїчна різниця між граничним і відповідним номінальним розмірами.

Крім того, розрізняють верхнє і нижнє відхилення.

Верхнє відхилення – це алгебраїчна різниця між найбільшим граничним і відповідним номінальним розмірами.

Нижнє відхилення – це алгебраїчна різниця між найменшим граничним і відповідним номінальним розмірами.

При графічному зображенні полів допусків і посадок використовується нульова лінія.

Нульова лінія – відповідає номінальному розміру, від якої

Національний університет
водного господарства
та природокористування

відкладають відхилення розмірів.

Якщо нульова лінія розміщена горизонтально, то додатні відхилення відкладають угору від неї, а від'ємні – вниз.

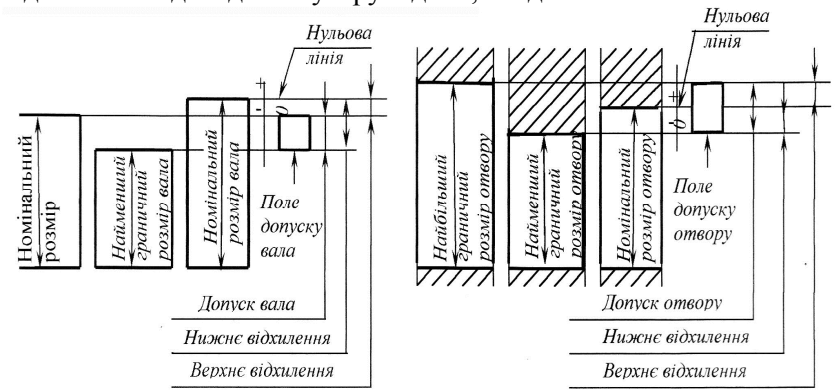


Рис. 3.1. Граничні розміри і поля допусків для вала та отвору

Національний університет
водного господарства
та природокористування

3.4. Допуски та квалітети

Допуск – різниця між найбільшим і найменшим граничними розмірами чи алгебраїчна різниця між верхнім і нижнім відхиленнями.

Поле допуску – поле, що обмежене найбільшим і найменшим граничними розмірами і визначається допуском та його положенням щодо номінального розміру. При графічному зображенні поле допуску обмежене двома лініями, що відповідають верхньому і нижньому відхиленням щодо нульової лінії.

Поля допусків для розмірів спряжених деталей встановлені різними для трьох діапазонів номінальних розмірів: малих – до 1 мм; середніх – від 1 до 500 мм та великих – від 500 до 3150 мм. Найуживанішим є середній діапазон номінальних розмірів.

О с н о в н е відхилення – одне з двох граничних відхилень (верхнє чи нижнє), що визначає положення поля допуску щодо нульової лінії. В стандартній системі допусків таким є відхилення, що ближче до нульової лінії.

Для забезпечення вимог щодо різних деталей та їхніх посадок із певними номінальними розмірами стандартом передбачена гама допусків і основних відхилень, які характеризують положення цих допусків відносно нульової лінії

Національний університет
водного господарства
та природокористування

(показані на рис. 3.1).

Розміщення поля допуску щодо нульової лінії, яке залежить від номінального розміру, позначається буквою латинського алфавіту або і двома – великою для отворів і малою для валів (рис. 3.2).

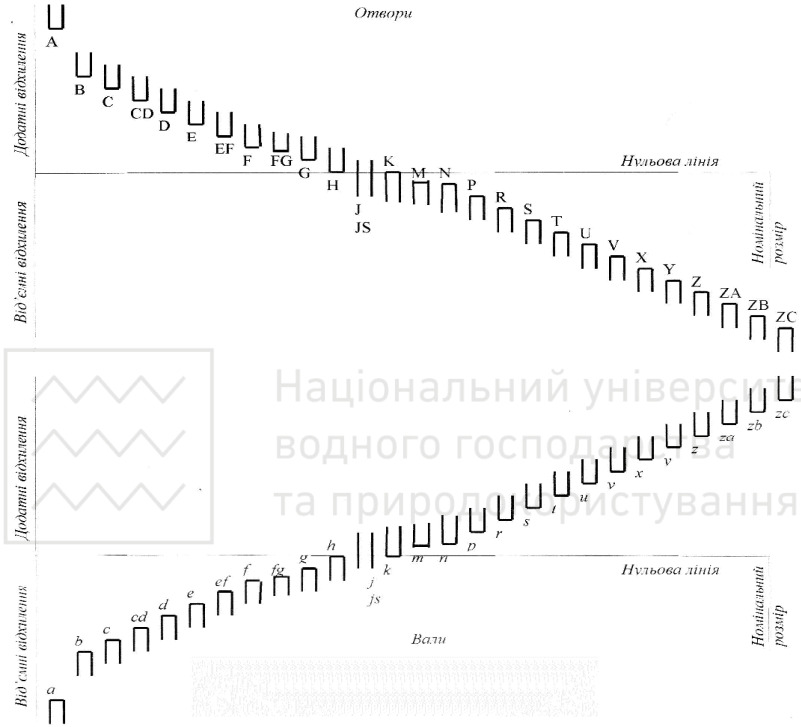


Рис. 3.2. Схема розміщення полів допусків

Чим більший допуск на розмір, тим менші вимоги до точності деталі, простіше і дешевше її виготовлення. Допуск назначається залежно від розмірів деталі. Деталі з одним і тим самим номінальним розміром можуть бути виготовлені більш точно (з меншим полем допуску) і менш точно (з більшим полем допуску). Цей стан характеризується квалітетом.

Квалітет (ступінь точності) – сукупність допусків, що відповідають одному рівню точності для всіх номінальних розмірів.

Стандарт передбачає 20 квалітетів. У порядку зменшення

Національний університет водного господарства та природокористування

точності квалітети позначаються так: 01, 0, 1, 2, 3, ..., 18. Квалітети 01, 0, 1, 2, 3 і 4 призначені для кінцевих мір довжини, калібрів і т.д.; у квалітетах 5...13 даються допуски для розмірів спряжених поверхонь деталей; в квалітетах 14...18 – для розмірів не спряжених поверхонь.

Оскільки поле допуску визначається квалітетом, а його положення щодо нульової лінії позначається буквою, граничні відхилення лінійних розмірів можуть бути вказані на кресленнях деталей умовними позначеннями полів допусків. При цьому за числом, що вказує розмір, йде умовне позначення поля допуску, яке складається з букви та цифри, що позначає квалітет, наприклад, 25Н7 або 40е8.

Поле допуску і граничні відхилення даються у таблицях стандартів.

3.5. Посадки деталей та системи їх утворення

Національний університет водного господарства та природокористування

При складанні двох спряжених деталей розрізняють охоплююча та охоплювана поверхні. Хоч не всі поверхні є циліндричними, умовно охоплююча поверхня називається отвором, а охоплювана – валом.

Згідно зі стандартом встановлена така термінологія:

о т в і р – термін, що умовно вживається для позначення внутрішніх (охоплюючих) елементів виробів, включаючи і нециліндричні;

о с н о в н и й отвір – отвір, нижнє відхилення якого дорівнює нулю;

в а л – термін, що умовно вживається для позначення зовнішніх (охоплюваних) елементів виробів, включаючи і нециліндричні;

о с н о в н и й вал – вал, верхнє відхилення якого дорівнює нулю.

За різницею між розмірами отвору та вала можна судити про вільність відносного руху спряжених деталей або про міцність їхнього нерухомого з’єднання. Характер з’єднання деталей визначається поняттям – п о с а д к а.

П о с а д к а – характер з’єднання двох деталей, що визначається різницею їхніх розмірів до складання.

Н о м і н а л ь н и й розмір посадки – спільний розмір для

Національний університет водного господарства та природокористування

отвору і вала, що утворюють з'єднання.

Залежно від розмірів спряжених поверхонь отвору і вала може виникнути зазор або натяг.

З а з о р – різниця розмірів отвору і вала до складання, якщо розмір отвору більший за розмір вала.

Н а т я г – різниця розмірів вала і отвору до складання, якщо розмір вала більший за розмір отвору.

П о с а д к а із зазором – посадка, при якій завжди забезпечується зазор у з'єднанні, тобто найменший граничний розмір отвору більший найбільшого граничного розміру вала чи дорівнює йому (поле допуску отвору розміщене над полем допуску вала).

П о с а д к а з натягом – посадка, при якій завжди забезпечується натяг у з'єднанні, тобто найбільший граничний розмір отвору менший найменшого граничного розміру вала чи дорівнює йому (поле допуску отвору розміщене під полем допуску вала).

Національний університет водного господарства та природокористування

П е р е х і д н а посадка – посадка, при якій можливі як зазор, так і натяг у з'єднанні залежно від дійсних розмірів отвору і вала (поля допусків отвору і вала перекриваються частково чи повністю).

Розрізняють дві системи утворення посадок – система отвору і система вала (рис.3.3) .

П о с а д к и в с и с т е м і о т в о р у – посадки, в яких потрібні зазори і натяги утворюються з'єднанням різних полів допусків валів із полем допуску основного отвору.

П о с а д к и в с и с т е м і в а л а – посадки, в яких потрібні зазори і натяги утворюються з'єднанням різних полів допусків отворів із полем допуску основного вала.

Щоб мати рухоме з'єднання деталей, потрібно призначити посадки із зазором. При цьому слід використовувати поля допусків від a до h для посадок в системі отвору і поля допусків отворів від A до H для посадок в системі вала.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

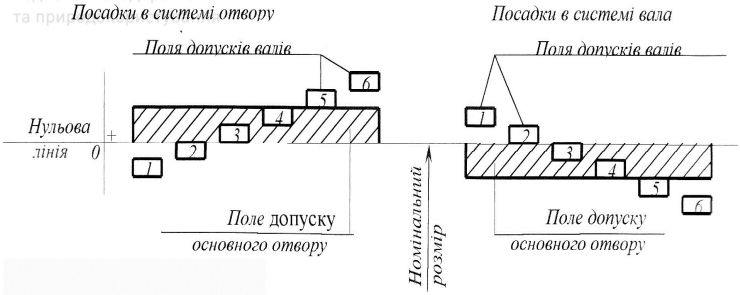


Рис. 3.3. Утворення посадок у системі отвору та у системі вала

Перехідні посадки призначені для утворення нерухомих з'єднань, що підлягають періодичному розбиранню та складанню. Вони можуть бути утворені при використанні полів допусків валів *j, j_s, k, m, n* при виконанні з'єднань в системі отвору і полів допусків отворів *J, J_s , K, M, N* , якщо з'єднання здійснюються в системі вала.

Посадки з натягом використовують для утворення нерухомих нероз'ємних з'єднань деталей. Їх утворюють за допомогою полів допусків валів від *p* до *zc* для посадок в системі отвору і поля допусків отворів від *P* до *ZC* для посадок в системі вала.

При призначенні полів допусків для посадки деталей дозволяється вибирати їх з різними квалітетами: для отворів, які обробляти складніше, беруть більший допуск (більший квалітет), ніж допуск вала (різниця не повинна бути більшою, ніж два квалітети).

3.6. Відхилення форми деталей і їх розміщення

Точність виготовлення деталей характеризується також відхиленнями від заданої форми та відхиленнями у взаємному розміщенні окремих поверхонь. Такі відхилення обмежуються відповідними допусками, що призначаються за конкретних умов роботи спряжених деталей.

В і д х и л е н н я форми деталей. Згідно з ГОСТ 24642-81 до відхилень деталей з плоскими поверхнями, що підлягають спряженню, належать не прямолінійність та не площинність (показані на рис. 3.4).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

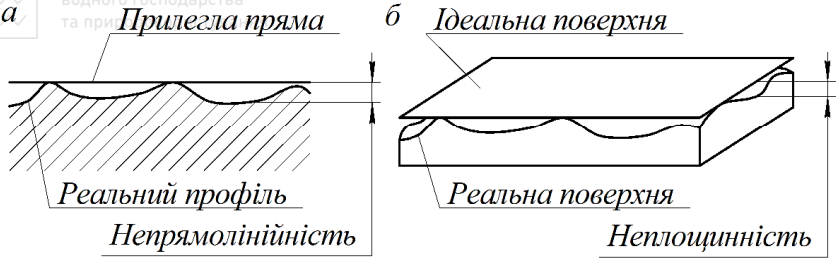


Рис. 3.4. Відхилення форми деталей із плоскою поверхнею

Н е п р я м о л і н і й н і с т ь – відхилення від прямої лінії профілю перерізу поверхні площиною, нормальною до неї в заданому напрямі (див. рис. 3.4, *а*).

Н е п л о щ и н н і с т ь – відхилення від прямолінійності в довільному напрямі по поверхні, наприклад, випуклість, вгнутість (див. рис. 3.4, *б*).

Циліндричні поверхні можуть мати відхилення форми в поперечному і в поздовжньому перерізах, показаних на рис. 3.5.

У поперечному перерізі можливе відхилення контуру поверхні від правильного кола – н е к р у г л і с т ь , частковими видами якої є огранка та овальність (рис. 3.5, *а*), що характеризується різницею d_{max}- d_{min}.

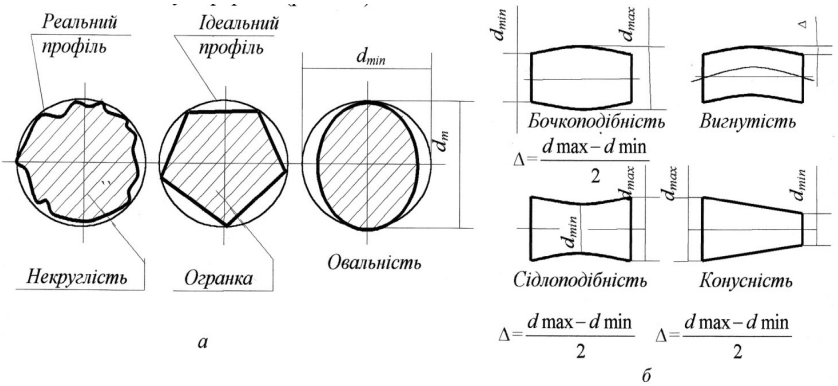


Рис. 3.5. Відхилення форми деталей із циліндричними поверхнями

У поздовжньому перерізі циліндричних поверхонь можливі такі відхилення форми (рис. 3.5, *б*): бочкоподібність, вгнутість,

Національний університет водного господарства та природокористування

сідлоподібність і конусність.

В і д х и л е н н я розміщення поверхонь. Стандарт передбачає такі відхилення розміщення поверхонь деталей:

- для площин: непаралельність, не перпендикулярність;
- для циліндричних поверхонь: неспіввісність, радіальне та торцеве биття;
- для осей: перекіс осей, відхилення від правильного розміщення осей, що перетинаються та мимобіжних (що перехрещуються).

3.7. Шорсткість поверхонь

Ш о р с т к і с т ь поверхонь деталей є наслідком їх механічної обробки, який проявляється у вигляді сукупності виступів та западин різних форм і розмірів. Шорсткість є критерієм оцінки якості обробки поверхонь.

Міждержавний стандарт ГОСТ 2.309-73 відповідає стандарту ISO 1302:1992 – Technical drawings – Method of indicating surface texture (Кресленики технічні – позначення текстури поверхні) та встановлює параметри оцінки якості поверхні. Основними з них є:

1) середнє арифметичне відхилення профілю (символ *Ra*), що визначається як середнє арифметичне значення ординат y_1 деякої кількості точок *n* на базовій довжині *L*:

$$R_a = \int_{l_0}^{l} |y(x)| \cdot dx \approx \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} |y_i| ; \qquad (3.1)$$

2) середня висота нерівностей по 10 точках (символ *Rz*). Це сума середніх абсолютних значень виступів і глибини п’яти найбільших западин профілю в інтервалі базової довжини (рис. 3.6):

$$R_z = \frac{1}{5}\left(\sum_{i=1}^{5} |H_{i\max}| + \sum_{i=1}^{5} |H_{i\min}| \right). \qquad (3.2)$$

Національний університет
водного господарства
та природокористування

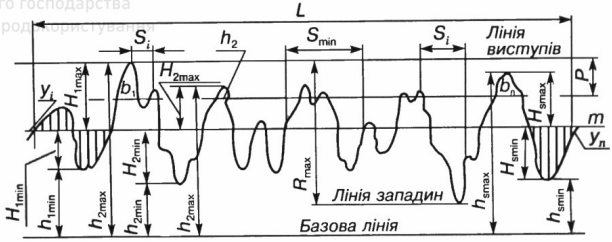


Рис. 3.6. Приклад профілограми шорсткості поверхонь виробів

Вимоги до шорсткості поверхні виробів встановлюють одним або кількома параметрами, якщо це потрібно для забезпечення експлуатаційних властивостей поверхні. Найуживанішим є параметр R_a. Параметр R_z використовують для грубо оброблених та особливо чистих поверхонь. Рекомендовані значення параметрів R_z і R_a подані в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Рекомендовані значення параметрів R_z і R_a

Параметр шорсткості, *мкм*	Поверхня		
	Грубо оброблена	Чиста	Особливо чиста
R_z	200; 100; 50; 25; 12,5; 10	–	0,80; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05; 0,025
R_a	–	3,2; 1,6; 0,8; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05; 0,025	–

Чисті поверхні з малою шорсткістю підвищують міцність та корозійну стійкість деталей, зменшують тертя та спрацювання в спряженнях рухомих деталей. Тому вибір параметрів шорсткості поверхонь деталей має бути економічно обґрунтованим.

Безпосереднього зв’язку між квалітетами точності розмірів та параметрами шорсткості поверхонь не існує. Але не допускається висока точність розмірів із значною шорсткістю поверхонь, оскільки висота нерівностей може бути співрозмірною з допуском на розміри. Вибираючи параметри шорсткості поверхонь, що вимагають механічної обробки, потрібно враховувати можливості різних методів обробки. Деякі орієнтовні дані з цього приводу наведені в табл. 3.2.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 3.2

Параметри шорсткості поверхонь для деяких методів механічної обробки

Вид поверхні	Метод обробки	Параметри шорсткості									
		Rz					*Ra*				
		100	50	25	12,5	10	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зовнішня циліндрична	Обточування:										
	попереднє	x	x	x	x						
	чистове				x	x	x	x			
	тонке								x	x	
	Шліфування:										
	попереднє								x		
	чистове								x	x	
	тонке									x	x

продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Внутрішня циліндрична	Розточування:										
	попереднє	x	x	x	x						
	чистове				x	x	x				
	тонке							x	x	x	
	Розвірчування:								x	x	
	протягування							x	x		
	свердління		x	x	x	x					
	Шліфування:										
	попереднє								x		
	чистове									x	x
Плоска	Стругання:										
	попереднє	x	x								
	чистове			x	x	x					
	Фрезерування:										
	попереднє	x	x	x							
	чистове				x	x	x				
	Торцеве точіння:										
	попереднє	x	x	x							
	чистове				x	x	x				
	Плоске шліфування:										
	попереднє								x	x	
	чистове										x

Національний університет
водного господарства
та природокористування

3.8. Позначення на кресленнях посадок, розміщення та шорсткості поверхонь

Приклади проставляння посадок та полів допусків в системі отвору показані на рис. 3.7: *а* – для з'єднання; *б* – для вала; *в* – для отвору

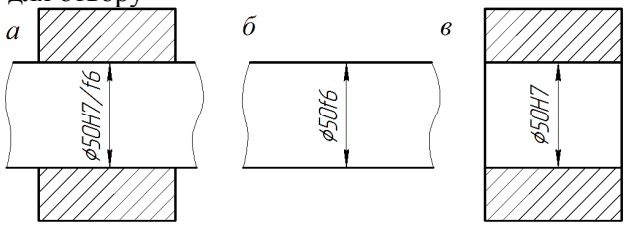


Рис. 3.7. Розміри з посадками та полями допусків в системі отвору

Приклади проставляння посадок та полів допусків в системі вала показані на рис. 3.8: *а* – для з'єднання; *б* – для вала; *в* – для отвору.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

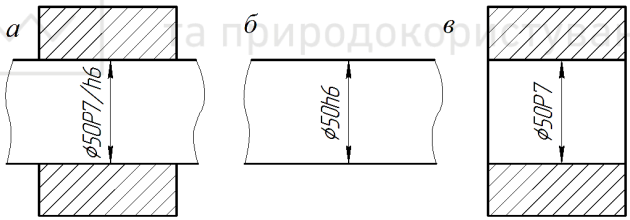


Рис. 3.8. Розміри з посадками та полями допусків в системі вала

Граничні відхилення та розміщення поверхонь позначаються на кресленнях згідно з ГОСТ 2.308-79. Знаки умовного позначення допусків форми та розміщення поверхонь наведені в табл. 3.3.

Приклади позначення допусків форми та розміщення поверхонь показані на рис. 3.9.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

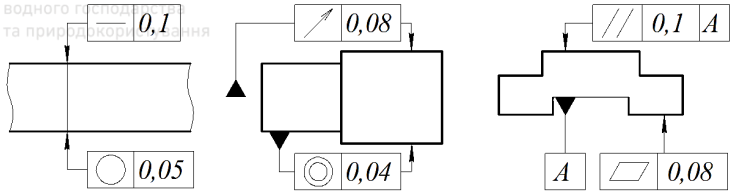


Рис. 3.9. Позначення граничних відхилень форми та розміщення поверхонь

Таблиця 3.3

Знаки умовного позначення допусків форми та розміщення поверхонь

Група допуску	Вид допуску	Знак
Допуск форми	Допуск прямолінійності	–
	Допуск площинності	▱
	Допуск круглості	○
	Допуск циліндричності	⌭
	Допуск профілю поздовжнього перерізу	=
Допуск розміщення	Допуск паралельності	//
	Допуск перпендикулярності	⊥
	Допуск нахилу	∠
	Допуск співвісності	◎
	Допуск симетричності	⌯
	Позиційний допуск	⌖
	Допуск перетинання осей	×

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

продовження табл. 3.3

Сумарні допуски форми і розміщення	Допуск радіального биття Допуск торцевого биття Допуск биття в заданому напрямі	↗
	Допуск повного радіального биття Допуск повного торцевого биття	⌰
	Допуск форми заднього профілю Допуск форми задньої поверхні	◡ ⌓

На кресленнях знак та числове значення відхилення вписують у прямокутну рамку, розділену на дві або три частини. В першій частині (ліворуч) зазначають знак допуску, а в другій – числове значення граничного відхилення в міліметрах, у третій – літерне позначення бази або іншої поверхні. Бази позначаються затіненим рівнобічним трикутником або великою літерою. Напрям відрізку лінії зі стрілкою має відповідати напряму вимірювання відхилення.

Структуру позначення шорсткості поверхні наведено на рис. 3.10. При використанні знака без вказівки параметру й способу обробки його викреслюють без полички.

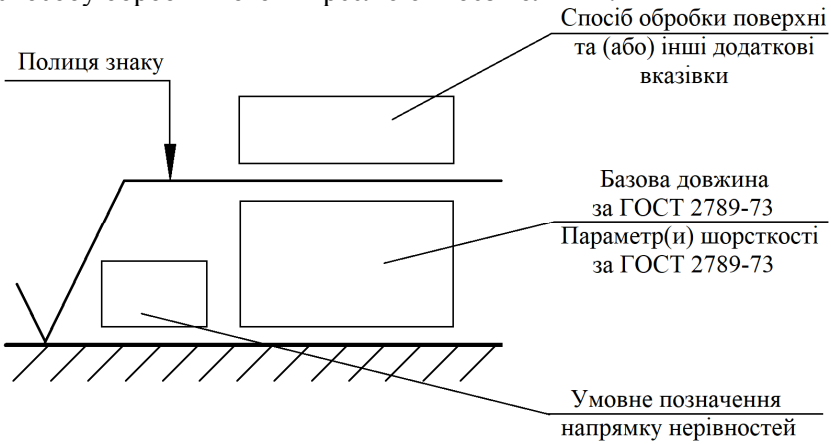


Рис. 3.10. Структура позначення шорсткості поверхні

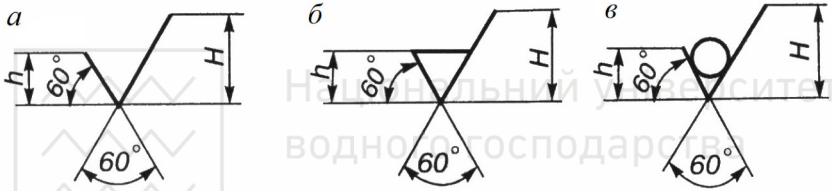
Національний університет
водного господарства
та природокористування

Правила позначення шорсткості поверхні на кресленнях регламентує ГОСТ 2.309-73. Застосовують знаки трьох видів (рис. 3.11) для таких випадків:

а) вид обробки поверхні конструктор не встановлює (рис. 3.11, *а*);

б) поверхня має бути створена зняттям шару металу точінням, фрезеруванням, шліфуванням тощо (рис. 3.11, *б*);

в) поверхня має бути створена без зняття шару металу – литтям, штампуванням, прокатуванням, куванням тощо (рис. 3.11, *в*). Цим же знаком позначають також поверхні, що не обробляють за даним кресленням, тобто зберігають у стані поставки. Причому на цьому документі повинно бути наведено посилання, наприклад, у вигляді наведення асортименту матеріалу у відповідній графі основного напису креслення за ГОСТ 2.104–68.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рис. 3.11. Види знаків для позначення шорсткості

Висота ***h*** знаку приблизно дорівнює висоті цифр розмірних чисел, $H = (1{,}5...5)\ h$. Товщина ліній знаків становить 0,5 *s*, де *s* – товщина суцільної товстої основної лінії на кресленні.

Значення параметру шорсткості згідно ГОСТ 2789-73 вказують у позначенні шорсткості після відповідного символу, наприклад: *Ra* 0,4; *Rmax* 6,3; *Sm* 0,63; *Rz* 50.

Коли вказують найбільше значення параметра шорсткості, то в позначенні наводять параметр шорсткості без граничних відхілень, наприклад:

√Ra0.4 √Rz50

Якщо вказують найменше значення параметра шорсткості, то після позначення параметра слід вказати «min», наприклад:

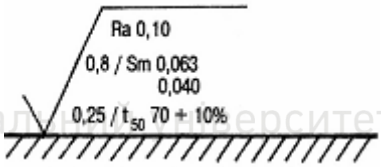
√Ra3.2min √Rz50min

Національний університет водного господарства та природокористування

Коли вказують діапазон значень параметра шорсткості поверхні, то в позначенні шорсткості наводять граничні значення параметра, розміщуючи їх в два рядки. У верхньому рядку наводять значення параметра, який відповідає грубішій обробці. Наприклад:

Ra 0,8;	*Rz* 0,10;	t_{40} 70;	*Rmax* 0,80
0,4;	0,05;	50;	0,32 тощо.

Під час показу двох і більше параметрів шорсткості поверхні в позначення шорсткості значення параметра записують зверху вниз у такому порядку:

параметр висоти нерівностей профілю параметр кроку нерівностей профілю відносна опорна довжина профілю	

Національний університет водного господарства та природокористування

Умовне позначення напряму нерівностей повинно відповідати наведеному на рис. 3.12:

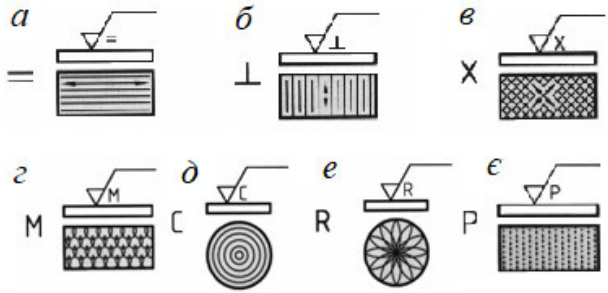


Рис. 3.12. Умовні позначення напряму нерівностей

Висота ***h*** знаків приблизно дорівнює висоті цифр. Товщина ліній ***d*** знаків становить 0,5 *s*, де *s* – товщина суцільної товстої основної лінії на кресленні (рис. 3.13).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рис. 3.13. Розміри позначень напрямів нерівності

Позначення шорсткості поверхні на кресленнях розміщують на лініях контуру, виносних лініях (якомога ближче до розмірної лінії) або на поличках ліній виносок. Якщо не вистачає місця, то позначення шорсткості розміщують на розмірних лініях або на їх продовженнях, а також розривають виносні лінії (рис. 3.14, *а*).

На лінії невидимого контуру наносять знак шорсткості тільки тоді, коли від цієї лінії нанесено розмір. Знаки шорсткості, що не мають полички, наносять відносно основного напису так, як це показано на рис. 3.14, *б*.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

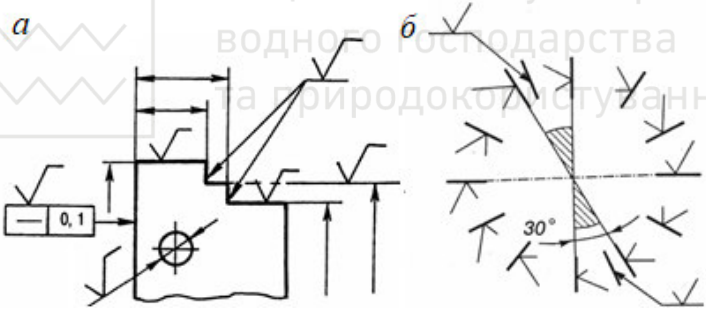


Рис. 3.14. Позначення шорсткості поверхні на кресленнях

Знаки шорсткості, що мають полички, наносять відносно основного напису так, як це показано на рис. 3.15.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

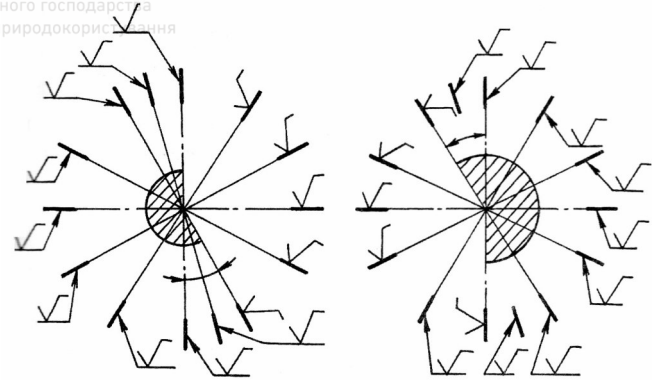


Рис. 3.15. Позначення шорсткості поверхні з поличками

Нанесення шорсткості на поверхнях із різним їх розміщенням наведено на рис. 3.16.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

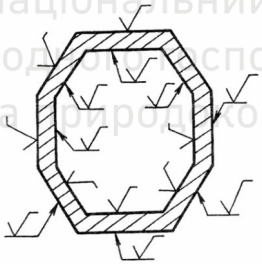


Рис. 3.16. Шорсткість на поверхнях із різним їх розміщенням

При позначенні виробу з розривом, позначення шорсткості наносять тільки на одній частині зображення, ближче до місця нанесення розмірів:

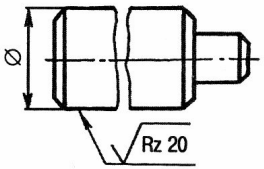


Рис. 3.17. Нанесення шорсткості на поверхнях виробу з розривом

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Якщо всі поверхні деталі мають однакову шорсткість, то її на зображеннях не наносять, а розміщують у правому верхньому куті (рис. 3.18).

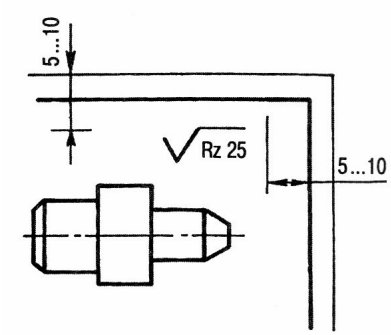


Рис. 3.18. Позначення шорсткості для всіх поверхонь виробу

Розміри й товщина ліній знаку та цифр мають бути приблизно в 1,5 рази більші, ніж розміри цифр на зображеннях.

Якщо шорсткість однакова лише для частини поверхонь деталі, то в правому верхньому куті креслення розміщують позначення однакової шорсткості для переважної більшості поверхонь, і знак у дужках, який означає – «решта» не позначених на кресленнях поверхонь (рис. 3.19).

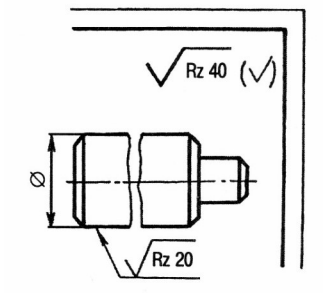


Рис. 3.19. Позначення невказаної на кресленні шорсткості

Позначення шорсткісті за умови, коли більша частина поверхонь не обробляється за даним кресленням, виконують так:

Національний університет
водного господарства
та природокористування

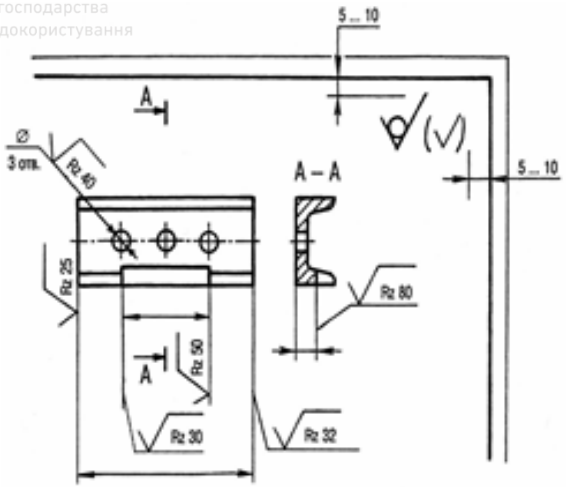


Рис. 3.20. Позначення невказаної на кресленні шорсткості

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Для позначення шорсткості поверхонь по контуру деталі використовують допоміжний знак «О», діаметр якого 4…5 мм (рис. 3.21, *а*).

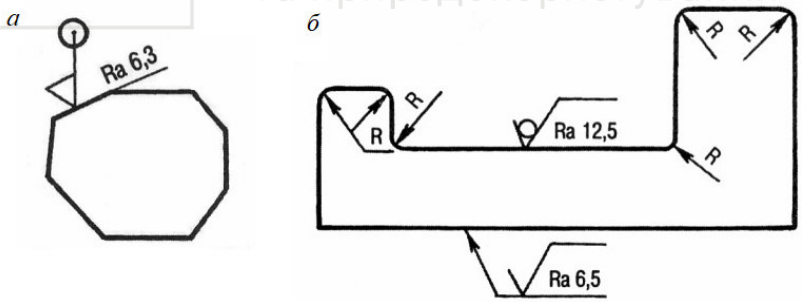


Рис. 3.21. Позначення шорсткості поверхонь по контуру деталі

Для позначення шорсткості поверхні, яка плавно переходить одна в іншу, знак «О» не використовують (рис. 3.21, *б*):

Якщо шорсткість однієї і тієї ж поверхні різна на окремих ділянках, то ці ділянки розмежовують суцільною тонкою лінією з нанесенням відповідних розмірів і позначення шорсткості

Національний університет
водного господарства
та природокористування

(рис. 3.22, *а*). Через заштриховану зону, лінію границі між ділянками не проводять (рис. 3.22, *б*).

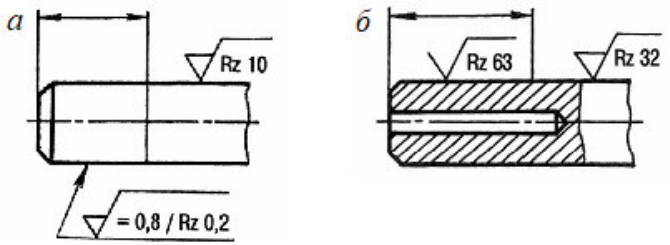


Рис. 3.22. Позначення різної шорсткості однієї поверхні

Позначення шорсткості робочих поверхонь зубів зубчастих коліс і евольвентних шліців умовно наносять на лінії ділильної поверхні (рис. 3.23).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рис. 3.23. Позначення шорсткості робочих поверхонь зубів

Позначення шорсткості нарізі наносять, як наведено на рис. 3.24, радіусів, фасок (рис. 3.25, *а*, *б*), шпоночних і інших видів пазів – рис. 3.25, *в*.

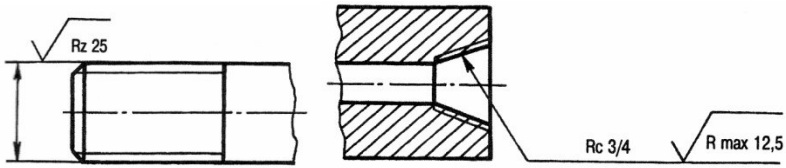


Рис. 3.24. Позначення шорсткості нарізі

Національний університет
водного господарства
та природокористування

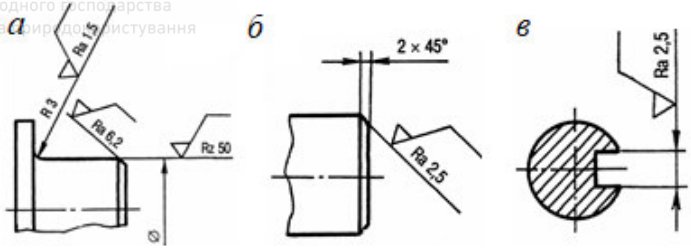


Рис. 3.25. Позначення шорсткості радіусів, фасок та пазів

Позначення однакової шорсткості поверхні складної конфігурації можливо наводити в технічних умовах із посиланням на літерне позначення шорсткості. При цьому літерне позначення поверхні наносять на поличці лінії-виноски, проведеної від потовщеної штрихпунктирної лінії, якою обводять поверхню на віддалі 0,8…1 мм від лінії контура.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Розділ 4. Машинобудівні матеріали

Матеріали деталей машин вибирають відповідно до основного критерію роботоздатності і вимогам про які сказано раніше.

4.1. Сталь

Сталь – це сплав заліза з вуглецем до 2%. Якщо вуглецю до 0,5% сталь володіє високою міцністю, здатністю до легування, термічної і хіміко-термічної обробки. Стальні деталі ефективно виготовляють всіма технологічними методами: тиском (прокатуванням, ковкою, пресуванням), литвом, різанням і зварюванням. Застосовують вуглецеві сталі звичайної якості, які позначаються Ст і номером в порядку підвищення міцності (Ст 0 – Ст 6); сталі вуглецеві якісні, які позначаються сотими долями відсотків вмісту вуглецю (наприклад сталь 15, сталь 45 та інші); леговані сталі, які мають додатково позначення легуючих елементів і відсотки їх вмісту (якщо вони більше 1%), наприклад 12ХН3, значить, що сталь містить 0,12% вуглецю, до 1% хрому і 3% нікелю. Позначення легуючих елементів: В – вольфрам, Г – марганець, М – молібден, Н – нікель, Р – бор, С – кремній, Т – титан, Ф – ванадій, Ю – алюміній.

Деталі механізмів виготовляють в основному із легованих і середньо вуглецевих сталей, а великі металеві конструкції машин, які визначаються міцністю і жорсткістю, виготовляють із низьколегованих або низько вуглецевих сталей.

4.2. Чавун

Чавун – це сплав заліза з вуглецем з вмістом вуглецю більше 2%. Чавуни поділяють на: білі, сірі, високоміцні, ковкі, аустенітно-нікелеві та високолеговані хромисті. Машинобудівні чавуни виготовляють за таких умов, що забезпечують повну або часткову графітизацію – виділення графіту. Тому властивості чавунів визначаються не тільки структурою металевої основи (ферит, перліт), але й формою, розмірами, кількістю й характером розташування в основі графітних виділень. Чавуни можуть мати

Національний університет водного господарства та природокористування

графітні виділення у вигляді пластин, пелюсток із заокругленими краями та кулясті.

Білі чавуни володіють підвищеною твердістю, зносостійкістю і корозійною стійкістю. Їх використовують для виробництва ковких чавунів.

Сірі чавуни отримують безпосередньо заливанням розплавленого металу в ливарні форми. Графіт під час кристалізації формується у вигляді пластинок. Наявність у структурі такого графіту зумовлює матовий сірий колір зламу, від якого походить назва цих чавунів – сірі чавуни. Виплавляють сірі чавуни марок СЧ 10, 15, 20, 25, 30, 35. За ГОСТ 1412-85 марки таких чавунів позначаються літерами СЧ (С – сірий, Ч – чавун) і числами, які відповідають мінімально допустимим значенням границі міцності на розтягування в декопаскалях. Виливки з цих чавунів добре обробляються різанням. Завдяки своїм властивостям сірі чавуни знайшли найбільше застосування в техніці. Їх рекомендується використовувати для виробів, що підлягають переважно стисканню. Та завдяки пластинчастому графіту в сірих чавунах вдало поєднуються добрі антифрикційні властивості, зносотривкість, здатність гасити вібрації та мала чутливість до концентраторів напружень. З них відливають різні деталі для машин, махові колеса, шківи, плити, станини та столи верстатів, корпуси електродвигунів тощо.

Високоміцнц чавуни (ВЧ) отримують виливанням з дотриманням певної технології та використанням спеціальних домішок, таких як магній, рідкоземельних елементів та інших. Чавуни підвищеної міцності з кулеподібним графітом виготовляють марок ВЧ 35, 40, 45, 50, 60, 70. Числа в позначеннях марок – це тимчасовий опір на розтяг в декопаскалях. Чавуни використовують для відливок корпусних деталей: станин, корпусів, плит, стійок, корпусів редукторів і коробок швидкостей, тощо. В стаціонарних машинах, наприклад, в металообробних верстатах, вони займають ведуче місце.

Ковкі чавуни (КЧ) застосовуються у різних галузях промисловості. У них міститься менша кількість вуглицю ніж у сірому і високоміцному чавунах. Такі чавуни широко застосовують в автотракторному і сільськогосподарському машинобудуванні.

Національний університет водного господарства та природокористування

Аустенітно-нікелеві чавуни використовують у таких галузях промисловості, як: нафтова, текстильна, харчова і хімічна. З таких чавунів виготовляють насоси, реактори, котли, трубопроводи, вентилі, клапани, пічну арматуру і багато інших виробів. Крім цього, для створення деталей, які мають високу жаростійкість і жароміцність.

Високолеговані хромисті чавуни володіють високою зносостійкістю і стійкістю до корозії. Їх використовують для виготовлення зносостійких втулок, деталей, що піддаються інтенсивному абразивному спрацюванню.

4.3. Легкі сплави на основі алюмінію або магнію

Легкі сплави на основі алюмінію або магнію мають питому густину не більше 3,5 *кг/см*^{3}, високу питому міцність. Їх поділяють на литвові та деформіровані. Алюмінієві сплаві ділять на силуміни (алюміній з кремнієм, наприклад АЛ 4) і дюралюміни (алюміній з міддю і марганцем, наприклад МЛ 5). Алюмінійові сплави застосовують для деталей, що швидко обертаються і рухомих з великим пришвидшенням, у швидкохідних транспортних машинах, а також для корпусних деталей. Алюмінійові та магнієві сплави широко застосовують у літакобудуванні.

4.4. Сплави на основі кольорових матеріалів

До сплавів на основі кольорових матеріалів, які широко застосовуються у машинобудуванні, відносяться бронзи, латуні і бабіти. *Бронза* – сплав на основі міді, володіє високими антифрикційними властивостями, опором проти корозії і технологічністю. Найкращі антифрикційні властивості в олов’яних бронз, наприклад, БрО10НФ. Свинцеві бронзи із-за їх низької твердості застосовують тільки у вигляді покриттів. Алюмінієві бронзи з доповненнями заліза застосовують при малих швидкостях ковзання і підвищених тисках при гартованих сполучених поверхнях. *Латуні* – сплави міді з цинком, характеризуються високим опором корозії, електропровідністю, технологічністю. Застосовуються для виготовлення арматури, труб, гільз патронів. *Бабити* – це сплави міді з м’якими металами (оловом, свинцем, кальцієм). Вони добре приробляються і

Національний університет водного господарства та природокористування
володіють антифрикційними властивостями.

4.5. Порошкові (спечені) матеріали

Порошкові або спечені матеріали виготовляють з порошків металів, та їхніх сплавів і тугоплавких сполук (карбідів, нітридів, боридів та ін.) методами порошкової металургії. За призначенням порошкові матеріали поділяють на: конструкційні, антифрикційні, фрикційні, електроконтактні, інструментальні, магнітні, пористі, корозійностійкі. Конструкційні порошкові матеріали виготовляють з залізного порошку. Їх застосовують у виробництві шестерень, важелів, кулачків, втулок та інших деталей машин. Для антифрикційних матеріалів використовують порошки бронзи, заліза легованого молібденом і бором, нержавіючої сталі тощо. З них виготовляють підшипники, що їх експлуатують у машинах із застосуванням мастил, в абразивних, корозійних та інших середовищах. Основою деяких фрикційних матеріалів є залізні порошки зі спеціальними доповнювачами. Ці матеріали застосовують у гальмових системах важко навантажених машин. Фрикційними матеріалами на основі бронзи використовуються у вузлах тертя багатьох транспортних, дорожніх та інших машин. З електроконтактних порошкових матеріалів на основі порошку вольфраму і срібла, вольфраму і міді виготовляють контакти високовольтних і надпотужних вимикачів та інших пристроїв, з інструментальних порошкових матеріалів на основі, наприклад, порошку сталі – різальний інструмент. Магнітні порошкові матеріали використовують для магнітопроводів різних приладів, реле, електромагнітних муфт; пористі – для фільтрів, якими очищають повітря, рідини, паливо тощо; корозійностійкі – для пристроїв хімічної промисловості. Унікальні властивості порошкових матеріалів дають їм право на широке застосування при виготовленні деталей машин.

4.6. Пластичні маси

Пластичні маси – матеріали на основі високомолекулярних органічних з’єднань, які володіють у деяких фазах свого виробництва пластичністю і можливістю формувати вироби необхідної конфігурації. Крім основи, яка служить зв’язуючою

Національний університет водного господарства та природокористування

складовою, багато пластмас має наповнювачі для підвищення механічних властивостей. Застосування пластмас росло швидкими темпами, що пояснюється їх технологічними властивостями, практично необмеженими запасами сировини, а також широкими фізико-технічними властивостями. За призначенням пластмаси поділяють на конструкційні, електро- і радіотехнічні, звуко- і теплоізоляційні, антикорозійні. Пластмаси поділяють також на термореактивні і термопластичні. Термореактивні пластмаси в процесі виготовлення під дією високої температури стають твердими і нездатними плавитись при підвищенні температури (текстоліт, гетинакс, деревно-шаровий пластик, стекло пласт, фенопласт, волокніт). Термопластичні пластмаси, які м'якшають при високих температурах, придатні для повторного формування (поліетилен, поліпропілен, вініпласт, фторопласт, поліамід, поліформальдегід, поліуретан, епоксидні полімери, полікарбонати).

Національний університет водного господарства та природокористування

4.7. Застосування металів і їх сплавів

По критерію міцності застосовують переважно загартовані і поліпшені, по критерію жорсткості – нормалізовані та поліпшені сталі. При основних відмовах по контактній міцності застосовують сталі загартовані по поверхні до високої твердості HRC 57-62. При середніх значеннях загальних напружень і складних геометричних формах застосовують литтьові сплави (чавуни, силуміни та інші) в основному без термообробки. При ковзанні під тиском частіше використовують матеріали з підвищеною твердістю в парі з антифрикційними матеріалами (в підшипниках і направляючих) або в парі з фрикційними матеріалами, які мають підвищене тертя (у фрикційних муфтах і гальмах).

4.8. Шляхи економії матеріалів при конструюванні деталей машин та механізмів

Економити матеріали при конструюванні деталей і їх наступному виготовленні можна таким чином:

- вибір оптимальних схем механізмів і складальних одиниць. Наприклад, заміна багатоступінчастих зубчастих

Національний університет водного господарства та природокористування

передач на планетарні дозволяє зменшити масу передачі в декілька разів;

- вибір оптимальних форм деталей в залежності від їх призначення, зменшення або виключення концентраторів напружень;
- зміцнення деталей, наприклад, підвищення твердості зубців коліс НВ 200 до HRC 65 дозволяє зменшити масу редуктора у 8 раз;
- удосконалення заготовчих операцій зменшує відходи матеріалів у стружку в декілька разів.

4.9. Позначення конструкційних матеріалів на кресленнях

На всіх кресленнях деталей використовують два види позначення матеріалів: літерно-цифрове позначення, яке записують у графу «Матеріал» основного напису; графічне позначення, котре використовують тільки при зображенні деталі (у розрізах і перерізах).

Графічне позначення матеріалів є загальним для групи однорідних матеріалів (метали, неметали, скло тощо).

Позначення марок матеріалів регламентується відповідними для них стандартами. Марки матеріалів позначають цифрами, літерами або їх поєднанням, що умовно характеризує якість матеріалу. Сама ж характеристика матеріалу міститься в стандарті, який затверджує вимоги до даного матеріалу.

В основний напис вносять тільки ті відомості, які характеризують матеріал заготовки, а дані про матеріал готової деталі, якщо вони відрізняються від властивостей матеріалу заготовки (наприклад, термообробка), розміщують у технічних вимогах.

В основному написі кресленика не вказується назва «Сталь», «Сірий чавун», «Ковкий чавун», «Бронза» та інші в тих випадках, коли в марці перелічених матеріалів зустрічаються скорочені назви даного матеріалу: «Ст.», «СЧ», «КЧ» та «Бр». Якщо деталь виготовлена з іншого матеріалу, то в технічних вимогах вказують запис по типу: «Матеріал-замінник – БрА7 ГОСТ 18175-78», а в графі основного напису – «БрА7 ГОСТ 18175-78».

Національний університет водного господарства та природокористування

Умовні позначення матеріалів за своїм змістом підрозділяються на дві групи:

а) позначення, що мають тільки кількісну характеристику матеріалу деталі й використовують у тому випадку, коли конструкція деталі визначається кресленням;

б) позначення, котрі мають не тільки кількісну характеристику, але й характеристику профілю сортового матеріалу, з якого виготовлена дана деталь.

У табл. 4.1 наведено графічне позначення матеріалів, які записують у графу «Матеріал» основного напису під час виконання машинобудівних креслеників; табл. 4.2 – приклади застосування найпоширеніших матеріалів.

Таблиця 4.1

Графічне позначення найпоширеніших матеріалів на машинобудівних кресленниках

№ з/п	Назва матеріалу	Приклад позначення на кресленику
1	2	3
1.	Сталь звичайної якості: Ст 0, Ст 1, Ст 2, Ст 3, Ст 13 Г, Ст 4, Ст 5 Гпс, Ст 6	Ст 5 ДСТУ 2651-94
2.	Сталь конструкційна якісна: 08 кп, 08, 10 кп, 10...20, 25, 35, 40, 45, 50, 55, 60	Сталь 45 ГОСТ 1050-88
3.	Сталь легована конструкційна: 15 ХА, 38 ХА, 18 ХГ, 30 ХГТ, 40 ХС, 15 ХМ, 30, ХМ, 30 ХЗМФ, 14 Х2Н3МА	Сталь 12Х2Н4 ГОСТ 4543-7
4.	Сірий чавун: СЧ 10, СЧ 15, СЧ 20, СЧ 21, СЧ 24, СЧ 25, СЧ 30, СЧ 35	СЧ20 ГОСТ 1412-85
5.	Ковкий чавун: КЧ30-6, КЧ33-8, КЧ35-10, КЧ37-12, КЧ45-7, КЧ60-3, КЧ80-1,5	КЧ 30-6 ГОСТ 1215-79
6.	Бронза олов’яна ливарна: Бр010С10, Бр010Ф1, Бр010Ц2, Бр03Ц12С5, Бр03Ц7С5Н1, Бр04Ц4С17, Бр05Ц5С5, Бр08Ц4	Бр03Ц12С5 ГОСТ 613-79

Національний університет
водного господарства
та природокористування

продовження табл. 4.1

1	2	3
7.	Бронза безолов'яна ливарна: БрС30, БрА9Мц2Л, БрА9Жц3Л, БрА10Мц2Л, БрА10Ж4Н4Л	БрА9Мц2Л ГОСТ 493-79
8.	Латунь ливарна: ЛЦ40С, ЛЦ40Сд, ЛЦ40МцЗЖ, ЛЦ25С2, ЛЦ16К4	Л63 ГОСТ 15527-70
9.	Сплави алюмінієві ливарні: АК12 (АЛ2), АК9 (АЛ34)	АК8 (АЛ34) ГОСТ 1583-89
10.	Сортовий матеріал певного профілю: *а*) штабова сталь завтовшки 10 мм, завширшки – 60 мм, за ГОСТ 103-78, марка сталі – Ст 3 *б*) круглий пруток з гарячекатаної сталі за ГОСТ 2590-88 звичайної точності прокатування В діаметром 30 мм і марки Ст 3 за ДСТУ 2651-94, поставляється відповідно до технічних вимог ГОСТ 535-88 *в*) квадратний пруток з гарячека-таної сталі за ГОСТ 2591-88 звичайної точності прокатування В зі стороною квадрата 40 мм, марки 30, категорії 2, підгрупи а, поставляється відповідно до технічних вимог ГОСТ 1050-88 *г*) шестигранник із каліброваної сталі марки 45, розміром «під ключ» 25 мм, класу точності 5 *д*) труба зовнішнього діаметру 60 мм, товщиною стінки 3,5 мм та довжиною, кратною 1250 мм, зі сталі марки 10, виготовляється в групі Б за ГОСТ 8731-87	Штаба 10х60 ГОСТ 103-78 Ст 3 ДСТУ 2651-94 Круг В30 ГОСТ 2590-88 Ст 5 ДСТУ 2651-94 Квадрат В40 ГОСТ 2591-88 30-2-а ГОСТ 1050-88 Шестигранник 25-5ГОСТ 8560-78 45 ГОСТ 1051-73 Труба 60х3,5х1250кр ГОСТ 8732-7 Б10 ГОСТ 8731-87

Національний університет
водного господарства
та природокористування

продовження табл. 4.1

1	2	3
	е) кутник сталевий розміром 50х50х3 мм (ГОСТ 8509-93), марки сталі Ст3 за ГОСТ 380-94, звичайної точності прокатування (Б), що поставляється згідно з технічними вимогами ГОСТ 535-88	Кутник Б-50х50х3 ГОСТ 8509-93 Ст3 ДСТУ 2651-94
10.	*є*) листова сталь: – легована (товщиною 0,8 мм) – вуглецева (товщиною 6 мм) *ж*) двотаврова балка № 14 (ГОСТ 8039-89), марки сталі Ст5 (ГОСТ 380-94), що поставляється згідно з технічними вимогами ГОСТ 535-88 *з*) швелер № 20 (ГОСТ 8240-97), марки сталі Ст4 (ГОСТ 380-94), що поставляється згідно з технічними вимогами ГОСТ 535-88 *к*) стрічка завтовшки 2 мм, завширшки 40 мм (ГОСТ 6009-74), зі сталі БСт2 (ГОСТ 380-94) *л*) пруток із бронзи (ГОСТ 1628-78) марки КМц 3-1, витягнутий круглий діаметром 32 мм	Лист В 0,8 ГОСТ 19903-74 65Г ГОСТ 14959-79 Лист 6 ГОСТ 19903-74 Ст3 Г ГОСТ 14637-89 Двотавр 14 ГОСТ 8239-89 Ст5 ДСТУ 2651-94 Швелер 20 ГОСТ 8240-97 Ст5 ДСТУ 2651-94 Стрічка 2х40 БСт2 ГОСТ 6009-74 Пруток БрКМц 3-1-т-кр 32 ГОСТ 1628-78
11.	Бабіт	Б 16 ГОСТ 1320-74
12.	Вініпласт	Вініпласт ВН ГОСТ 9639-71
13.	Гетинакс (марки I, II, III, IV…)	Гетинакс V I 12,0 ГОСТ 2718-74
14.	Пароніт	Пароніт ПОН 0,6х500х750 ГОСТ 481-80
15.	Текстоліт	Текстоліт А-10,0 ГОСТ 2910-74

Національний університет
водного господарства
та природокористування

продовження табл. 4.1

1	2	3
16.	Гума листова технічна (марок Т, М, КЩ)	Гума 4МБ-А-М ГОСТ 7338-65
17.	Шкіра технічна товщиною 0,5…5 мм, сорта 1, 2, 3	Шкіра 3 ГОСТ 21047-75
18.	Поліетилен високого тиску: 10204-003; 10303-003… 12103-200	Поліетилен 103-03, СОРТ 1, ГОСТ 16337-70
19.	Дріт	Дріт ІІ-4,0 ГОСТ 380-80
20.	Азбестовий шнур (марок ШАП, ШАОН, ШАГ) діаметрів: 0,7; 1; 1,5; 2; 2,5; 3…..20; 22; 25 мм	Шнур азбестовий ШАОН 3 ГОСТ 1779-83
21.	Войлок технічний марок А і Б (довжина 0,8…5,0 мм; ширина 0,7…2,0 мм)	а) для сальників Войлок ПС 10 ГОСТ 6308-71 б) для прокладок марки А Войлок ППрА10 ГОСТ 6308-71 в) для фільтрів Войлок ПФ 10 ГОСТ 6308-71
22.	Картон азбестовий (марок КАОН-1, КАОН-2) товщиною 3; 3,5; 4; 5; 6 мм	Картон азбестовий КАОН-1-5х1000х600 ГОСТ 2850-95
23.	Картон прокладковий (марок А і Б) товщиною 0,3; 0,5; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5 мм	Картон А-1 ГОСТ 9347-74
24.	Капрон, капролактан (марок А, Б у твердому й рідкому стані)	Капролактан А ГОСТ 7850-75
25.	Пластини гумові та гумотканні (марок: ТМКЩ, АМС, МБС) типів І, ІІ; видів Ф і Н; товщина пластин: 1,0; 1,5; 2 … 60 мм	Пластина ІФ-1-ТМКЩ-С-3 ГОСТ 7338-90

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

продовження табл. 4.1

1	2	3
26.	Склотекстоліт конструкційний (КАСТ, КАСТ-В, КАСТ-Р, ВФТ-С) товщиною: 0,5; 0,8; 1; 1,2; 1,5; 2; 2,5;3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6 … 35 мм	Склотекстоліт КАСТ 9,0-0,80 ГОСТ 10292-74
27.	Фібра (ФТ, ФЕ, ФСВ, ФП, ФПК, ФКДГ): довжина 1500…1900, ши-рина 400…700, товщина листів: 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,7; 2; 2,2; 2,5; 3; 4; 4,5; 6;…25	Фібра ФТ лист 0,6. 1 с. чорна ГОСТ 14613-83
28.	Фторопласт-4 марок: С, ПН, П, О, Т	Фторопласт 4 П ГОСТ 10007-801
29.	Фенопласт марок: 02-010-02, 03-019-02, Сп1-342-02, Е2-330-02, Вх5-010-73, У1-301-07…	Фенопласт Ж2-010-60 чорний ГОСТ 5689-79

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 4.2

Приклади застосування найпоширеніших матеріалів

Марка матеріалу	**З а с т о с у в а н н я**
Ст0-Ст2	Шайби спеціальні, кільця набивочні, прокладки регулювання та ін.
Ст3, Ст4	Заклепки, шплінти
Ст5, Ст6	Кожухи, кришки, кронштейни
Ст7- Ст9	Корпуси, важелі, осі, вали, маховики
Сталь 10	Штамповані деталі
Сталь 5, Сталь 20... 50	Болти, гайки, шпильки, втулки, кулачки, диски та ін.
Сталь 60	Колінчасті вали, зубчасті колеса, шпонки, плунжери, штоки та ін.
СЧ10...35	Виливки: кришки, патрубки, корпуси підшипників, частини клапанів, станини, картери, поршневі кільця, кулачки та ін.
КЧ60-3	Катки, золотники, барабани та ін.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

продовження табл. 4.2

Кч30-6Ф	Вироби складної конфігурації й циліндри, кришки, зірочки та інші вироби, які функціонують в умовах динамічного навантаження
Вініпласт	Корпуси вентилів, прокладки, трубки
Гетинакс	Втулки вальців, маховики, кришки, кнопки
Картон	Ущільнювальні кільця, прокладки
Капрон	Зубчасті колеса, вальці ковзання, втулки, крани
Шкіра	Манжети, прокладки, кільця, клапани, сальником набивки, пластини, мембрани, приводні ремні
Поліетилен	Клапани, золотники, зірочки, тонкостінні корпусні великогабаритні деталі
Текстоліт	Безшумні шестерні, напрямні, ролики, втулки, кільця, ручки, клеми, шківи, вилки, кронштейни

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет водного господарства та природокористування

Розділ 5. Державні стандарти України на деякі вироби машинобудування

5.1. Попередні зауваження

Під час виконання будь-якої конструкторської документації важливо є чітке виконання вимог відповідних стандартів. У свою чергу з розвитком галузі машинобудування, особливо технічного її переоснащення, стандарти всіх країн осучаснюються та поновлюються. Така обставина вимагає від конструктора володіння знаннями стосовно сучасних змін стандартів, щоб правильно виконати конструкторську документацію потрібного технічного виробу.

На даний час в нашій країні активно відбувається перехідний процес від старих стандартів (ГОСТ) до державних (ДСТУ) та міжнародних (ДСТУ ISO). Це підтверджує необхідність даного навчального посібника, мета якого полягає у покращенні процесу проектування елементів машин та механізмів тим, що студенти та конструктори зможуть швидше знайти і використати необхідний стандарт. У даному навчальному посібнику наведені основні стандарти, що є необхідні для виконання конструкторських документів під час проектування деталей та складальних одиниць машин і механізмів загального машинобудування. Першою чергою для виконання конструювання будь-якого виробу необхідно користуватися основними вимогами: ДСТУ 1.0-93 Державна система стандартизації України. Основні положення; ДСТУ 3321:2003 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять; ДСТУ 2825-94 Розрахунки та випробування на міцність. Терміни та визначення основних понять; ДСТУ 2470-94 Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення; ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення; ДСТУ Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків та посадок. Терміни та визначення. Позначення і загальні норми та інші, що наведені нижче. Розроблені стандарти України наведено за окремими розділами, що наведені нижче. Це підвищує зручність і швидкість користування ними.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

5.2. Передачі безпосереднім контактом

До передач безпосереднім контактом відносяться: зубчасті; фрикційні; черв’ячні та гвинт-гайка.

ДСТУ ISO 701-2001 Міжнародна система позначень зубчастих передач. Умовні позначення геометричних даних (ISO 701:1998, IDT).

ДСТУ ISO 1122-1:2006 Передачі зубчасті. Словник термінів. Частина 1. Визначення, що стосуються геометрії (ISO 1122-1:1998, IDT).

ДСТУ ISO 1122-2:2006 Передачі зубчасті. Словник термінів. Частина 2. Визначення, що стосуються геометрії черв'ячних передач (ISO 1122-2:1999, IDT).

ДСТУ EN ISO 2203:2018 (EN ISO 2203:1997, IDT; ISO 2203:1973, IDT) Креслеників технічній. Позначення зубчастих передач.

ДСТУ ISO 23509:2010 Передачі зубчасті конічні та гепоїдні. Розрахунок геометрії (ISO 23509:2006, IDT).

ДСТУ 3423-96 Передачі зубчасті. Похибки та допуски. Терміни та визначення.

ДСТУ 2330-93 Передачі зубчасті та фрикційні. Терміни та визначення.

ДСТУ 3175-95 (ГОСТ 30224-96) Передачі зубчасті Новікова циліндричні з твердістю поверхні зубців не менше ніж 35 HRC. Вихідний контур.

ДСТУ ISO 53-2001 Передачі зубчасті циліндричні для загального і важкого машинобудування. Стандартний вихідний контур (ISO 53:1998, IDT).

ДСТУ ISO 54-2001 Передачі зубчасті циліндричні для загального і важкого машинобудування. Модулі (ISO 54:1996, IDT).

ДСТУ ISO 677:2007 Передачі зубчасті конічні прямозубі для загального і важкого машинобудування. Вихідний контур (ISO 677:1976, IDT).

ДСТУ ISO 678:2007 Передачі зубчасті конічні прямозубі для загального і важкого машинобудування. Модулі і діаметральні пітчі (ISO 678:1976, IDT).

Національний університет водного господарства та природокористування

ДСТУ ISO 1328-1:2006 Колеса зубчасті циліндричні. Системи точності ISO. Частина 1. Терміни та визначення понять і встановлені допуски відхилень бокових поверхонь зубців зубчастого колеса (ISO 1328-1:1995, IDT).

ДСТУ ISO 1328-2:2006 Колеса зубчасті циліндричні. Системи точності ISO. Частина 2. Терміни та визначення понять і встановлені допуски відхилень радіальних складників і биття (ISO 1328-2:1997, IDT).

ДСТУ ISO 1340:2008 Передачі зубчасті циліндричні. Параметри, необхідні виробнику для виготовлення зубчастої передачі на замовлення (ISO 1340:1976, IDT).

ДСТУ ISO 1341:2007 Передачі зубчасті конічні прямозубі. Параметри, необхідні виробнику для виготовлення зубчастої передачі на замовлення (ISO 1341:1976, IDT).

ДСТУ ISO 6336-1:2005 Розрахунок навантажувальної здатності циліндричних прямозубих і косозубих передач. Частина 1. Основні принципи, вступна частина і загальні коефіцієнти впливу (ISO 6336-1:1996, IDT).

ДСТУ ISO 6336-2:2005 Розрахунок навантажувальної здатності циліндричних прямозубих і косозубих передач. Частина 2. Розрахунок міцності активної поверхні зубців (ISO 6336-2:1996, IDT).

ДСТУ ISO 6336-3:2005 Розрахунок навантажувальної здатності циліндричних прямозубих і косозубих передач. Частина 3. Розрахунок на міцність зубців при вигині (ISO 6336-3:1996, IDT).

ДСТУ ISO 6336-5:2005 Розрахунок навантажувальної здатності циліндричних прямозубих і косозубих передач. Частина 5. Міцність і якість матеріалів (ISO 6336-5:1996, IDT).

ДСТУ ISO 10300-1:2006 Розраховування навантажувальної здатності конічних передач. Частина 1. Вступна частина і загальні коефіцієнти впливу (ISO 10300-1:2001, IDT).

ДСТУ ISO 10300-2:2006 Розраховування навантажувальної здатності конічних передач. Частина 2. Розраховування міцності активної поверхні зубців (ISO 10300-2:2001, IDT).

ДСТУ ISO 10300-3:2006 Розраховування навантажувальної здатності конічних передач. Частина 3. Розраховування міцності зубців при вигині (ISO 10300-3:2001, IDT).

Національний університет водного господарства та природокористування

ДСТУ ISO/TR 10495:2004 Циліндричні передачі. Розраховування довговічності за змінного навантаження. Умови для циліндричних передач згідно з ISO 6336 (ISO/TR 10495:1997, IDT).

ДСТУ ISO 10825:2008 Передачі зубчасті. Спрацювання та пошкодження зубців зубчастих коліс. Термінологія (ISO 10825:1995, IDT).

ДСТУ ISO 17485:2008 Передачі зубчасті конічні. Система точності ISO (ISO 17485:2006, IDT).

ДСТУ 2452-94 (ГОСТ 30078.3-93) Передачі хвильові. Вихідний контур.

ДСТУ 2453-94 (ГОСТ 30078.1-93) Передачі хвильові. Загальні технічні вимоги.

ДСТУ 2454-94 (ГОСТ 30078.2-93) Передачі хвильові. Типи. Основні параметри та розміри.

ДСТУ 2458-94 (ГОСТ 2144-93) Передачі черв'ячні циліндричні. Основні параметри.

ДСТУ 2983-95 Передачі черв'ячні. Терміни та визначення.

ДСТУ 3523-97 (ГОСТ 19650-97) Передачі черв'ячні циліндричні. Розрахунок геометрії.

ДСТУ ISO/TR 10828:2005 Черв'ячні передачі. Геометрія профілів черв'яка (ISO/TR 10828:1997, IDT).

ДСТУ 2455-94 Передачі черв'ячні циліндричні. Вихідний черв’як та вихідний виробний черв'як.

ДСТУ 2458-94 Передачі черв’ячні циліндричні. Основні параметри.

ДСТУ2845-94 Кулькові гвинтові передачі. Терміни та визначення.

ДСТУ 3597-97 (ГОСТ 30525-97) Варіатори конусні. Параметри.

ДСТУ 3107-95 Редуктори циліндричні. Параметри.

ДСТУ 2280-93 Редуктори зубчасті. Загальні технічні умови.

ДСТУ ISO 81400-4:2008 Конструкція та технічні вимоги до редукторів (ISO 81400-4:2005, IDT).

ДСТУ 3599-97 (ГОСТ 27142-97) Редуктори конічні та конічно-циліндричні. Параметри.

ДСТУ ISO/TR 13593:2005 Редуктори промислового застосування (ISO/TR 13593:1999, IDT).

Національний університет водного господарства та природокористування

ДСТУ 2279-93 Мотор-редуктори зубчасті. Загальні технічні умови.

ДСТУ 2329-93 Редуктори та мотор-редуктори зубчасті. Терміни та визначення.

ДСТУ 2451-94 Мотор-барабани. Основні параметри.

ДСТУ 2743-94 Мотор-редуктори планетарні. Основні параметри.

ДСТУ 2746-94 Редуктори та мотор-редуктори зубчасті, приводи блоково-модульні. Конструктивні виконання за способом монтажу.

ДСТУ 2747-94 Редуктори та мотор-редуктори. Варіанти складання.

ДСТУ 2748-94 Редуктори та мотор-редуктори хвильові зубчасті. Параметри та розміри.

ДСТУ 2796-94 Приводи механічні. Методи випробувань.

ДСТУ 3102-95 Мотор-барабани. Загальні технічні умови.

ДСТУ 3101-95 Варіатори конусні. Загальні технічні умови.

ДСТУ 3597-97 Варіатори конусні. Параметри.

Національний університет водного господарства та природокористування

5.3. Передачі гнучким зв'язком (пасові та ланцюгові)

ДСТУ ISO 4183:2012 Пасові передачі. Паси клинові класичні та вузькі. Шківи з канавками (система, базована на розрахунковій ширині).

ДСТУ ISO 5291:2013 Пасові передачі. Шківи з канавками для поєднання клинових пасів класичного профілю. Профілі канавок AJ, BJ, CJ та DJ (ефективна система).

ДСТУ ISO 9608:2008 Паси клинові. Однорідність пасів. Метод випробування для визначення відхилив міжосьової відстані.

ДСТУ ISO 5295:2007 Паси синхронні. Розрахунок навантажувальної здатності та міжосьової відстані приводу.

ДСТУ ISO 22:2009 Пасові приводи. Паси приводні пласкі та відповідні шківи. Розміри та допуски.

ДСТУ ISO 155:2007 Пасові приводи. Шківи. Граничні значення для регулювання центрів.

ДСТУ ISO 254:2006 Пасові приводи. Шківи. Вимоги до шорсткості і балансування.

Національний університет водного господарства та природокористування

ДСТУ ISO 255:2009 Пасові приводи. Шківи для клинових пасів (система, базована на розрахунковій ширині). Перевіряння геометрії канавок.

ДСТУ ISO 1813:2006 Пасові приводи. Паси полі клинові, складені клинові і клинові, включаючи широкі та шестикутні. Електропровідність антистатичних пасів. Характеристики і методи випробування.

ДСТУ ISO 4184:2010 Пасові приводи. Паси клинові нормальні та вузькі. Довжини в розрахунковій системі.

ДСТУ ISO 5290:2007 Пасові приводи. Шківи з канавками для вузьких клинових пасів. Профілі канавок 9N/J, 15N/J і 25N/J (ефективна система).

ДСТУ ISO 5292:2007 Пасові приводи. Паси клинові і полі клинові. Розрахунок навантажувальної здатності.

ДСТУ ISO 9980:2008 Пасові приводи. Шківи з канавками для клинових пасів (система, базована на ефективній ширині). Контроль геометрії канавок.

ДСТУ ISO 9982:2006 Пасові приводи. Шківи та паси полі клинові для промислового застосування. Профілі PH, PJ, PK, PL та PM. Розміри.

ДСТУ ISO 1604:2009 Приводи пасові. Паси клинові широкі нескінченні для промислових варіаторів і профілі канавок відповідних шківів. Основні розміри та методи їх контролювання.

ДСТУ 2127-93 Варіатори з широким клиновим пасом. Параметри.

ДСТУ 3604-97 Варіатори з широким клиновим пасом. Загальні технічні умови.

ДСТУ ISO 5294:2009 Синхронні пасові приводи. Шківи.

ДСТУ 2285-93 Варіатори з гнучкою пов'яззю. Терміни та визначення.

ДСТУ 2125-93 Варіатори ланцюгові. Параметри.

ДСТУ 2126-93 Варіатори ланцюгові. Загальні технічні умови.

ДСТУ ГОСТ 13568:2006 (ИСО 606-94) Ланцюги приводні роликові та втулкові. Загальні технічні умови.

ДСТУ ГОСТ 13568:2006 (ИСО 606-94) Ланцюги приводні роликові та втулкові. Загальні технічні умови.

ДСТУ 2127-93 Варіатори з широким клиновим пасом. Параметри.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

5.4. Осі, вали і опори

ДСТУ 2744-94 Кінці валів редукторів та мотор-редукторів. Основні розміри, допустимі крутні моменти.

ДСТУ ISO 2768-1-2001. Основні допуски. Частина 1. Допуски на лінійні та кутові розміри без спеціального позначення допусків (ISO 2768–1:1989, IDT).

ДСТУ ISO 2768-2-2001. Основні допуски. Частина 2. Допуски геометричні для елементів без спеціального позначення допусків (ISO 2768–2:1989, IDT).

ДСТУ ISO 286-1-2002. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилень та посадок (ISO 286–1:1988, IDT).

ДСТУ 3012-95. Підшипники кочення та ковзання. Терміни та визначення.

ДСТУ 520:2014 Підшипники кочення. Загальні технічні умови (, NEQ; ISO 199:2005, NEQ).

ДСТУ ISO 2795-2003 Підшипники ковзання. Металокерамічні втулки. Розміри і допуски (ISO 2795-2001, IDT).

ДСТУ ГОСТ ИСО 3548-2003 Підшипники ковзання. Вкладки тонкостінні з буртом або без нього. Допуски, особливості конструкції і методи контролю (ISO 3548-2002, IDT).

ДСТУ ISO 4378-1:2018 (ISO 4378-1:2017, IDT) Вальниці ковзання. Терміни та визначення, класифікація та умовні познаки. Частина 1. Конструкція матеріалів для вальниць та їхні властивості.

ДСТУ 4379 2015 (ISO 4379-1993 IDT) Підшипники ковзання. Втулки з мідними сплавами.

ДСТУ 4383:2015 (ISO 4383:2015, IDT) Підшипники ковзання. Багатошарові матеріали для тонкостінних підшипників ковзання.

ДСТУ ISO 4384-1:2015 (ISO 4384-1:2012, IDT) Підшипники ковзання. Випробування на твердість підшипникових металів. Частина 1. Багатошарові підшипникові матеріали.

ДСТУ ISO 4384-2:2015 Підшипники ковзання. Випробування на твердість підшипникових металів. Частина 2. Підшипники з монолітних матеріалів.

Національний університет водного господарства та природокористування

ДСТУ ISO 4385:2018 (ISO 4385:1981, IDT) Вальниці ковзання. Випробування сплавів вальниць на стиснення.

ДСТУ ISO 6525:2018 (ISO 6525:2018, IDT) Вальниці ковзання. Упорні кільця, виготовлені зі смугового матеріалу. Розміри та допуски.

ДСТУ ISO 7902-1:2003 Гідродинамічні радіальні підшипники ковзання, які працюють в стаціонарному режимі. Круглоциліндричні підшипники. Частина 1. Метод розрахунку (ISO 7902-1-2001, IDT).

ДСТУ ISO 7902-2:2003 Гідродинамічні радіальні підшипники ковзання, які працюють в стаціонарному режимі. Круглоциліндричні підшипники. Частина 2. Функції, використовувані для розрахунку (ISO 7902-2-2001, IDT).

ДСТУ ISO 7904-1:2003 Підшипники ковзання. Умовні позначення. Частина 1. Основні умовні позначення (ISO 7904-1-2001, IDT).

Національний університет водного господарства та природокористування

5.5. Механічні муфти

ДСТУ 2278-93 Муфти механічні. Терміни та визначення.

ДСТУ 3174-95 Муфти запобіжні фрикційні. Параметри, конструкція і розміри.

ДСТУ 2130-93 (ГОСТ 15620-93). Муфти запобіжні кулачкові. Параметри та розміри.

ДСТУ 2131-93 (ГОСТ 20720-93). Муфти кулачково-дискові. Параметри та розміри.

ДСТУ 2123-92 Муфти повздовжньо-скручувальні. Параметри. Конструкція та розміри.

ДСТУ 2124-93 Муфти пружні з тороподібною оболонкою. Типи, параметри та розміри.

ДСТУ 2128-93 Муфти пружні втулково-пальцьові. Параметри та розміри.

ДСТУ 2129-93 Муфти пружні із зірочкою. Параметри, конструкція та розміри.

ДСТУ 2132-93 Муфти ланцюгові. Параметри та розміри.

ДСТУ 2133-93 Муфти пружні з проміжним диском. Параметри та розміри.

ДСТУ2134-93 Муфти запобіжні кулькові. Параметри та

Національний університет водного господарства та природокористування
розміри.

ДСТУ 2742-94 Муфти зубчасті. Технічні умови.

ДСТУ 3172-95 Муфти фланцеві. Параметри, конструкція і розміри.

ДСТУ 3173-95 Муфти втулкові. Параметри, конструкція і розміри.

ДСТУ 3522-97 Муфти шарнірні. Параметри, конструкція і розміри.

ДСТУ 3557-97 Муфти механічні. Ряди номінальних крутних моментів.

ДСТУ 3558-97 Муфти дискові напівжорсткі. Параметри, конструкція і розміри.

ДСТУ 2262-93 Пружини. Терміни та визначення.

5.6. З'єднання деталей машин та їх єлементи

5.6.1. Болтові з'єднання та їх елементи

Національний університет водного господарства та природокористування

ДСТУ Вироби кріпильні. Термінологія та номенклатура.

ДСТУ 2497-94. Різьба і різьбові з'єднання. Терміни та визначення.

ДСТУ ISO 225-2001. Кріпильні вироби. Болти, гвинти, шпильки і гайки. Символи і позначення розмірів (ISO 225:1983, IDT).

ДСТУ ISO 4014-2001. Болти з шестигранною головкою. Класи точності А і В. Технічні умови.

ДСТУ EN ISO 3266:2014. Рим-болти.

ДСТУ ISO 4014-2001; ДСТУ ISO 4015-2007; ДСТУ ISO 4016-2007; ДСТУ ISO 4162:2007; ДСТУ ISO 15072:2009. Болти з шестигранною голівкою.

ДСТУ ISO 16426:2007. Кріпильні вироби. Система забеспечування якості (ISO16426:2002).

ДСТУ ISO 68-1:2005. Нарізі ISO загального призначення. Частина 1. Нарізі метричні.

ДСТУ ISO 885:2005. Болти і ґвинти загального призначення. Метрична серія. Радіуси під головкою (ISO 885:2000, IDT).

ДСТУ ISO 888:2005. Болти, ґвинти і шпильки. Номінальні довжини та довжини нарізей болтів загального призначення

Національний університет водного господарства та природокористування

(ISO 888:1976, IDT).

ДСТУ ISO 898-1:2003. Механічні властивості кріпильних виробів, виготовлених з вуглецевої і легованої сталі. Частина 1. Болти, гвинти і шпильки (ISO 898-1:1999, IDT).

ДСТУ ISO 898-1:2015 (ISO 898-1:2013, IDT). Механічні властивості кріпильних виробів з вуглецевої сталі і легованої сталі. Частина 1. Болти, гвинти і шпильки. Механічні властивості і методи випробувань.

ДСТУ EN ISO 3266:2014. Рим-болти з кованого заліза 4 градації для вантажопідйомного устаткування загального призначення (EN ISO 3266:2010, IDT).

ДСТУ ISO 3506-1:2006. Механічні властивості кріпильних виробів із корозійностійкої нержавкої сталі. Частина 1. Болти, гвинти та шпильки (ISO 3506-1:1997, IDT).

ДСТУ ISO 4014-2001. Болти з шестигранною головкою. Класи точності А і В. Технічні умови (ISO 4014:1999, IDT).

ДСТУ ISO 4016:2007. Болти з шестигранною головкою. Клас точності С. Технічні умови (ISO 4016:1999, IDT).

ДСТУ ISO 4162:2007. Болти з шестигранною головкою та скошеним буртом. Дрібна серія. Технічні умови (ISO 4162:1990, IDT).

ДСТУ ISO 4759-1-2001. Допуски для кріпильних виробів. Частина 1. Болти, гвинти, шпильки та гайки. Класи точності А, В і С (ISO 4759-1:2000, IDT).

ДСТУ ISO 5713:2008. Ґрунтообробне обладнання. Болти кріпильні для ґрунтообробних робочих органів. Основні параметри та розміри (ISO 5713:1990, IDT).

ДСТУ ISO 6157-1:2004. Вироби кріпильні. Дефекти поверхні. Частина 1.Болти, гвинти та шпильки загальної призначеності (ISO 6157-1:1988, IDT).

ДСТУ ISO 6157-3:2005. Кріпильні вироби. Дефекти поверхні. Частина 3. Болти, ґвинти та шпильки спеціальної призначеності (ISO 6157-3:1988, IDT).

ДСТУ 7319:2013. Гусеничні трактори. Болти башмака гусениці. Технічні умови.

ДСТУ ISO 8839:2009. Механічні властивості кріпильних виробів. Болти, гвинти, шпильки та гайки, виготовлені з кольорових металів (ISO 8839:1986, IDT).

Національний університет водного господарства та природокористування

ДСТУ ISO 15071:2009. Болти з шестигранною головкою та скошеним буртом. Малі типорозміри. Клас точності А. Технічні умови (ISO 15071:1999, IDT).

ДСТУ ISO 15072:2009. Болти з шестигранною головкою та скошеним буртом з метричною нарізю та дрібним кроком. Малі типорозміри. Клас точності А. Технічні умови (ISO 15072:1999, IDT).

ISO 225:1983. Кріпильні вироби. Болти, гвинти і гайки. Символи і позначення розмірів.

ISO 724:1993. Різьби метричні гвинтові ISO загальної визначеності. Основні розміри.

ISO 888:1976. Болти, гвинти і шпильки. Номінальні довжини, а також довжини різьб болтів загальної призначеності.

ISO 898-1:1999. Механічні властивості кріпильних виробів, виготовлених з вуглецевої і легованої сталі. Частина 1. Болти, гвинти і шпильки.

ISO 965-1:1998. Різьби метричні гвинтові ISO загальної призначеності. Допуски. Частина 1. Принципи й основні дані.

ISO 3269. Кріпильні вироби. Приймальне контролювання.

ISO 3506:1997. Механічні властивості кріпильних виробів з корозійностійкої нержавіючої сталі. Частина 1. Болти, гвинти і шпильки.

ISO 4017:1999. Гвинти з шестигранною головкою. Класи точності А і В.

ISO 4042:1999. Кріпильні вироби. Покриття, нанесене гальванічним способом.

ISO 4753. Кріпильні вироби. Кінці деталей із зовнішньою метричною різьбою.

ISO 4759-1. Допуски на кріпильні вироби. Частина 1. Болти, гвинти шпильки та гайки. Вироби класів точності А, В і С.

ISO 6157-1:1988. Кріпильні вироби. Розриви поверхні. Частина 1. Болти, гвинти і шпильки загальної призначеності.

ISO 8839:1986. Механічні властивості кріпильних виробів. Болти, гвинти, шпильки і гайки із кольорових металів.

ISO 8992:1986. Кріпильні вироби. Загальні вимоги до болтів, гвинтів, шпильок та гайок.

ISO 10683. Кріпильні вироби. Неелектролітичні покриття тонким шаром цинк.

Національний університет водного господарства та природокористування

5.6.2. Шліцьові з'єднання та їх елементи (Користуються ГОСТами)

ГОСТ 6033-80.ОНВ. Соединения зубчатые шлицевые эвольвентные с углом профиля 30º. Размеры, допуски и измеряемые величины. [Чинний в Україні].

ГОСТ 24969-81. Калибры для контроля шлицевых эвольвентных соединений с углом профиля 30º. Допуски. [Чинний в Україні].

ГОСТ 1139-80 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски. [Чинний в Україні].

5.6.3. Шпонкові з'єднання та їх елементи

ДСТУ ГОСТ 12208:2008. Приспособления станочные. Шпонки призматические скользящие сборные. Конструкция.

ДСТУ ГОСТ 14737:2008. Шпонки призматические привертные. Конструкция.

ДСТУ ГОСТ 14738:2008. Шпонки ступенчатые. Конструкция.

ДСТУ ГОСТ 14739:2008. Шпонки круглые. Конструкція.

ДСТУ ГОСТ 15074:2008. Шпонки к оправкам для горизонтально-фрезерных станков. Конструкция и размеры.

ДСТУ ГОСТ 16194:2008. Шпонки призматические штампов горизонтально-ковочных машин. Конструкция и размеры.

ДСТУ ГОСТ 18733:2008. Шпонки упорные. Конструкция и размеры.

ДСТУ ГОСТ 24069:2005 (ИСО 3117:1977, MOD). Основні норми взаємозамінності. Тангенціальні шпонки та шпонкові пази (ГОСТ 24069-97 (ИСО 3117-77), IDT).

ДСТУ ГОСТ 24071:2005 (ИСО 3912:1977, MOD). Основні норми взаємозамінності. Сегментні шпонки та шпонкові пази (ГОСТ 24071-97 (ИСО 3112-77), IDT).

5.6.4. Зварні з'єднання та їх елементи

ДСТУ EN 1708-1:2015 (EN 1708-1:2010, IDT) Зварювання. Зварні з'єднання сталевих елементів. Частина 1. Зварні з'єднання

Національний університет водного господарства та природокористування

конструкційних елементів, що працюють під тиском.

ДСТУ EN 1708-2:2015 (EN 1708-2:2000, IDT) Зварювання. Зварні з’єднання сталевих елементів. Частина 2. Зварні з’єднання конструкційних елементів, на які не діє внутрішній тиск.

ДСТУ EN 1708-3:2015 (EN 1708-3:2012, IDT) Зварювання. Зварні з’єднання сталевих елементів. Частина 3. Зварні з’єднання з плакованих і промаслених, зморшкуватих конструкційних елементів, що працюють під тиском.

ДСТУ 2092-92 Зварні шви. Положення при зварюванні. Визначення та позначення кутів нахилу і повороту.

ДСТУ 2099-92 (ГОСТ 30021-93) Конструкції зварні. Розряди точності. Граничні відхилення лінійних розмірів, допуски форми та розташування поверхонь.

ДСТУ ISO 2553:2014 Зварювання та споріднені процеси. Умовні познаки на кресленниках. Зварні з'єднання (ISO 2553:2013, IDT).

ДСТУ 3491-96 (ГОСТ 30242-97) Дефекти з’єднань при зварюванні металів плавленням. Класифікація, позначення та визначення.

ДСТУ ISO 4136:2009 Випробування зварних з’єднань металевих матеріалів руйнівні. Випробування на поперечний розтяг (ISO 4136:2001, IDT).

ДСТУ EN ISO 4136:2014 Випробування зварних з'єднань металевих матеріалів руйнівні. Випробування на поперечний розтяг (EN ISO 4136:2012, IDT).

ДСТУ 2099-92 (ГОСТ 30021-93) Конструкції зварні. Розряди точності. Граничні відхилення лінійних розмірів, допуски форми та розташування поверхонь.

ДСТУ 3491-96 (ГОСТ 30242-97) Дефекти з’єднань при зварюванні металів плавленням. Класифікація, позначення та визначення.

ДСТУ EN ISO 4136:2014 Випробування зварних з’єднань металевих матеріалів руйнівні. Випробування на поперечний розтяг.

ДСТУ EN ISO 9692-1:2014 Зварювання та споріднені процеси. Рекомендації щодо підготування зварних з’єднань. Частина 1. Ручне дугове зварювання, зварювання в захисному газі, газове зварювання, TIG – зварювання та променеве зварювання

Національний університет
водного господарства
та природокористування
сталей.

ДСТУ EN ISO 9692-2:2014 Зварювання та споріднені процеси. Рекомендації щодо підготування зварних з'єднань. Частина 2. Дугове зварювання сталей під флюсом.

ДСТУ EN ISO 9692-3:2014 Зварювання та споріднені процеси. Рекомендації щодо підготовки зварних з'єднань. Частина 3. Дугове зварювання алюмінію і алюмінієвих сплавів в інертному газі плавким і вольфрамовим електродом.

ДСТУ EN ISO 21952:2015 (EN ISO 21952:2012, IDT; ISO 21952:2012, IDT) Зварювальні матеріали. Дроти електродні, дроти, прутки та наплавлений метал для дугового зварювання жароміцних сталей у захисних газах. Класифікація.

ДСТУ EN ISO 24598:2015 (EN ISO 24598:2012, IDT; ISO 24598:2012, IDT) Зварювальні матеріали. Дроти електродні суцільні й порошкові та комбінації дріт електродний/флюс для дугового зварювання під флюсом жароміцних сталей. Класифікація.

ДСТУ EN ISO 17641-1:2015 (EN ISO 17641-1:2004, IDT; ISO 17641-1:2004, IDT) Випробування руйнівні зварних з'єднань металевих матеріалів. Випробування на опірність утворенню гарячих тріщин. Дугове зварювання. Частина 1. Загальні положення.

ДСТУ EN ISO 17641-2:2015 (EN ISO 17641-2:2015, IDT; ISO 17641-2:2015, IDT) Випробування руйнівні зварних з'єднань металевих матеріалів. Випробування на опірність утворенню гарячих тріщин. Дугове зварювання. Частина 2. Випробування на самозакріплених зразках.

ДСТУ EN ISO 6520-1:2015 (EN ISO 6520-1:2007, IDT; ISO 6520-1:2007, IDT) Зварювання та споріднені процеси. Класифікація геометричних дефектів у металевих матеріалах. Частина 1. Зварювання плавленням.

ДСТУ EN ISO 6520-2:2015 (EN ISO 6520-2:2013, IDT; ISO 6520-2:2013, IDT) Зварювання та споріднені процеси. Класифікація геометричних дефектів у металевих матеріалах. Частина 2. Зварювання тиском.

ДСТУ EN ISO 10042:2015 (EN ISO 10042:2005, IDT; ISO 10042:2005, IDT) Зварювання. З'єднання з алюмінію та його сплавів, виконані дуговим зварюванням. Рівні якості залежно від дефектів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

5.6.5. Клепані з'єднання та їх елементи

ДСТУ ISO 5845-2:2018 (ISO 5845-2:1995, IDT). Кресленики технічні. Спрощене подання кріпильних деталей у складальних вузлах. Частина 2. Заклепки для аерокосмічного устаткування.

ДСТУ ГОСТ 14797:2008. Заклепки з напівкруглою головкою. Конструкція и розміри.

ДСТУ ГОСТ 14798:2008. Заклепки с потайной головкой (угол 90 <град>) (повышенной точности). Конструкция и размеры.

ДСТУ ГОСТ 14800:2008. Заклепки с плоско-выпуклой головкой (повышенной точности). Конструкция и размеры.

ДСТУ ГОСТ 14801:2008. Заклепки с плоской головкой (повышенной точности). Конструкция и размеры.

ДСТУ ГОСТ 14802:2008. Заклепки (повышенной точности). Диаметры отверстий под заклепки, размеры замыкающих головок и подбор длин заклепок.

DIN 660 ISO 1051. Типи заклепок загального призначення з напівкруглою голівкою.

DIN 661, ISO 1051. Типи заклепок загального призначення з потайною голівкою.

DIN 662, ISO 1051. Типи заклепок загального призначення з напівпотайною голівкою.

DIN 674, ISO 1051. Типи заклепок загального призначення з напівкруглою низькою голівкою.

DIN 7338. Типи заклепок загального призначення з пласкою голівкою.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Розділ 6. Комп'ютерне проектування і конструювання деталей

6.1. Комп'ютерна графіка та область її застосування

Стрімкий науковий прогрес та досягнення у сфері інформаційних технологій привело до розвитку нового способу проектування технічних об'єктів з використанням комп'ютерних технологій. Виникнення комп'ютерних програм з 2D і 3D моделювання стала частиною процесу на шляху від ідеї до результату. Засоби дво- і тривимірного комп'ютерного моделювання знаходять нині все більше застосування. Їх застосування дозволяє ефективно виконувати проектно-конструкторські роботи, дає можливість використовувати звичні принципи проектування від просторової моделі до її двовимірного представлення. Комп'ютерне моделювання широко використовують у різних сферах діяльності, воно завойовує все більшу популярність, а іноді без нього вже неможливо обійтися. Фахівці, що володіють такими знаннями, нині мають великий попит на ринку праці. Вони можуть створювати як ортогональні, так і об'ємні зображення будь-яких предметів з фотографічною точністю.

Комп'ютерна графіка — це створення і обробка зображень (малюнків, креслень і т.д.) за допомогою комп'ютера.

Розрізняють два способи створення предметних зображень – растровий і векторний і, відповідно, два види комп'ютерної графіки – растрову і векторну.

Наприклад, сканер під час сканування розбиває зображення на безліч дрібних елементів (пікселей) і формує з них растрову картинку. Колір кожного пікселя записується у пам'ять комп'ютера за допомогою певної кількості бітів. Чим більше кількість пікселей у зображенні, тим краще його вигляд на екрані і при друці.

Але цей засіб подання зображення не підходить для тих випадків, коли виникає необхідність у масштабуванні зображення у великих межах. Цього браку позбавлені векторні зображення, у яких розмір будь-якого елемента може бути змінений аж «до нескінченності». Векторна графіка створюється за допомогою

Національний університет водного господарства та природокористування

спеціальних програмних засобів типу CorelDRAW, Adobe Illustrator. Також такий формат зображення використовується в усіх програмах САПР (Системи Автоматичного Проектування) (P-CAD, Auto-CAD і тому подібне). Фактично векторне зображення існує у вигляді набору математичних формул, які описують елементи зображення. І, нарешті, векторна графіка не залежить від продуктивності апаратних засобів, яка дозволяє легко змінювати розміри статичних зображень (наприклад, збільшити розмір дверної ручки до розміру дома) без втрати загальної кількості елементів зображення, ясності і чіткості їхніх меж при виведенні на екран монітору або при друці.

За своїм «професійним» призначенням комп'ютерну графіку та анімацію можна розділити на такі групи:

• комп'ютерна графіка для поліграфії;

• двовимірний комп'ютерний живопис;

• презентаційна графіка;

• двовимірна анімація, яка використовується для створення динамічних зображень і спецефектів у кіно;

• двовимірне і тривимірне моделювання, застосоване для дизайнерських та інженерних розробок;

• тривимірна анімація, яка використовується для створення рекламних і музичних клипів і кінофільмів;

• обробка відеозображень, необхідна для накладення анімаційних спецефектів для відеозапису;

• наукова візуалізація.

6.2. Засоби комп'ютерного проектування інженерних об'єктів

Якщо говорити про використання комп'ютерних технологій при проектування і конструюванні деталей машин слід виділити ряд систем автоматизованого проектування (САПР) що широко застосовуються при розробці технічних об'єктів.

У країнах пострадянського простору широкої популярності набув пакет програм КОМПАС-3D, розроблений російською компанією АСКОН. Основною перевагою цього графічного редактора є використання стандартів ГОСТ, більшість з яких ще й досі використовуються в Україні.

Національний університет водного господарства та природокористування

Однією ж з найпотужніших світових інженерних САПР є продукт французької компанії програмного забезпечення Dassault Systèmes під назвою SolidWorks. За інформацією на 2013 рік, програму використовує більше 2 млн інженерів та конструкторів та 165 тис. компаній по світу. Активно на цю платформу переходять і багато вітчизняних підприємств. SolidWorks має зручний інтуїтивний інтерфейс та великий обсяг прикладних бібліотек, що значно спрощують процес проектування, і володіє потужними можливостями інженерного розрахунку та аналізу.

Найбільшу популярність у світі має дво- і тривимірна система автоматизованого проектування і креслення AutoCAD від американської компанії Autodesk. AutoCAD і спеціалізовані додатки на його основі знайшли широке застосування не тільки в машинобудуванні а й у будівництві, архітектурі та інших галузях промисловості. Вперше випущений в 1982 році AutoCAD був однією з перших програм САПР для роботи на персональних комп'ютерах, зокрема, IBM PC. Великою перевагою продуктів Autodesk є можливість широкої інтеграції моделей, створених у форматі DWG, у більшість існуючих інженерних САПР та інших програм тривимірної комп’ютерної графіки.

Згадані програми є китами інженерних системи автоматизованого проектування і їх комерційне використання вимагає придбання дорого вартісних ліцензій, які можуть собі дозволити великі підприємства. Для особистого використання існує ряд безплатного програмного забезпечення, що, однак, значно поступається за функціональними можливостями платним програмам. Це, наприклад, nanoCAD, FreeCAD, T-FLEX CAD free, SketchUp Make.

6.3. Загальні відомості про AutoCAD

Програма AutoCAD існує з 1982 року. В основі її – спроба перейти від систем автоматизованого проектування на базі надзвичайно дорогих мейнфреймів і міні-комп’ютерів, що коштували десятки тисяч доларів, до програм, що працюють на відносно недорогих мікрокомп’ютерах (так тоді називали настільні персональні комп’ютери), які коштували декілька тисяч доларів.

Національний університет водного господарства та природокористування

Призначена програма AutoCAD першочергово для створення креслеників. Кресленики, створені з її допомогою, повинні відповідати державним стандартам, встановленим до різних видів креслярської продукції, які традиційно виконували вручну і часто створюють так і тепер.

Переваги використання AutoCAD:

Точність. Викреслювати лінії, кола й інші фігури з точними розмірами набагато простіше в AutoCAD, ніж на папері.

Простота зміни креслень. Виправляти кресленик на екрані комп'ютера набагато легше, ніж на папері. В усякому разі після змін, зроблених у AutoCAD, на кресленні не залишається ворсу, пилу від гумки і плям від олівцевого грифеля.

Продуктивність. За допомогою AutoCAD креслярські роботи виконують значно швидше, ніж уручну, особливо в тих випадках, коли один кресленик містить декілька однакових фрагментів (наприклад, кресленик багатоповерхової будівлі).

Серед інших САПР AutoCAD вигідно відрізняється значними можливостями з налаштування інтерфейсу, створення власних команд, автоматизації процесів проектування. AutoCAD має великий ресурс у плані 3D-моделювання, а вбудована мова Autolisp надає можливості автоматизації проектування.

AutoCAD – найпопулярніше у світі середовище автоматизованого проектування, обране багатьма розробниками в якості базової графічної платформи для створення машинобудівних, архітектурних, будівельних, геодезичних програм і систем інженерного аналізу.

AutoCAD – розробка компанії Autodesk – найпоширеніша система автоматизованого проектування (САПР), що функціонує в середовищі MS Windows та володіє традиційними, перевіреними часом інструментами інженерної графіки, тривимірного моделювання та візуалізації, постійно доповнюються новими можливостями. Платформа AutoCAD забезпечує вражаюче підвищення продуктивності праці в різних галузях діяльності, які пов'язані з точним графічним представленням результатів, – від астрономічних спостережень до розкрою одягу.

Основу продукту становить досконала система створення різних двовимірних графічних об'єктів-примітивів та управління такими об'єктами: лініями, розмірами, текстами, штрихуваннями

тощо. В AutoCAD також є розвинені можливості створення та управління тривимірними об'єктами: елементарними формами, поверхнями різних типів тощо.

Всі об'єкти існують в єдиному віртуальному тривимірному просторі з координатами X, Y, Z. Проектувальник-користувач самостійно вибирає вид, проекцію, характер подання створених об'єктів.

Важливою перевагою AutoCAD є наявність безлічі способів і інструментів вирішення однієї і тієї ж задачі. Це додає програмі необхідну гнучкість.

Складні типи об'єктів і різноманітні дії з ними визначають спеціальними програмними модулями (ARX-файлами, LISP-файлами).

Під час вирішення проектних завдань потрібен показ об'єктів у різних положеннях: у вигляді креслярських ліній, з демонстрацією накладених текстур матеріалів тощо. Для цього передбачено спеціальну систему візуального представлення, що взаємодіє з графічним адаптером прискорювачем для користувача комп'ютера. Така взаємодія дозволяє представляти об'єкти з реалістичним розфарбуванням, імітувати «ручну» графіку, надаючи високу виразність проектам.

AutoCAD досконало реалізує технології «зв'язування» розподілених даних і окремих файлів. Користувач може управляти як наборами файлів, які складають проект, так і окремими дрібнішими частинами файлів (аркушами, видовими екранами), що дозволяє організовувати роботу як окремого проектувальника, так і цілих проектних колективів.

Особливістю роботи в середовищі AutoCAD є проходження певних процедур, що передбачають чітку і узгоджену послідовність дій: відстеження дій на робочому столі (екрані), роботу з кнопками і колесом миші, введення значень з клавіатури. У сучасному AutoCAD дії з клавіатурою і мишкою зведені до необхідного мінімуму, а пріоритет відданий відстеженню дій на екрані. Користувач повинен чітко уявляти собі кінцевий результат своєї роботи – тоді для досягнення цього результату він зможе використовувати різні процедури.

Всі користувачі AutoCAD розпочинають роботу, спираючись на власні навички виконання креслень. Інструменти

Національний університет водного господарства та природокористування

креслення AutoCAD – найбільш точні, зручні та досконалі серед інструментарію всіх САПР: їх вдосконалення триває вже кілька десятків років. Основою інструментів креслення є система інтелектуального об’єктного відстеження та геометричних «прив’язок», що забезпечує абсолютну точність побудов. Діючи узгоджено з кнопками миші та інструментами навігації, вони утворюють знаменитий «електронний кульман» AutoCAD.

Інструменти креслення розташовують у зручній ієрархії: найпростіші примітиви (точка, відрізок, дуга, полілінія, сплайн тощо), найпростіші двовимірні об’єкти, що складаються з примітивів (штрихування, розміри, тексти тощо), об’єкти «входження» (блоки, растрові зображення, зовнішні посилання), складні параметричні об’єкти (динамічні блоки, об’єкти додатків).

Передбачені найрізноманітніші методи зміни та редагування вже розміщених графічних об’єктів.

Усі кресленики і схеми на 50-90% складаються з типових графічних елементів. В AutoCAD традиційно розвинені засоби, які дозволяють записати будь-який набір графічних об’єктів у спеціальну бібліотеку всередині документа і використовувати вставку вже готового набору, який називають блоком AutoCAD. Можна використовувати прості блоки, що оптимізують роботу з кресленником, або сконструювати складний інтелектуальний об’єкт, що містить накладені математичні залежності між геометричними компонентами блоку. Такий блок називають динамічним.

3D-моделювання в AutoCAD дозволяє проектувальнику бути впевненим, що його розробка адекватно відображає ідею. Процес створення і редагування тривимірних моделей в AutoCAD одночасно логічний і інтуїтивний. Він дає спеціалісту можливість скористатися професійними знаннями в галузі нарисної і аналітичної геометрії, існуючої проектної методологією створення виробів із деталей, конструкцій з елементів тощо. У програмі реалізована різна математика формування тривимірних об’єктів, існують каркасні об’єкти (звичайні 2D-примітиви з атрибутом координати Z), суцільні тіла (використовують математику «твердого тіла» ACIS, розроблену Spatial Technology), традиційні топологічні поверхні, «твердотільні» полігональні поверхні (використовують математику «твердого тіла» ACIS) для

Національний університет водного господарства та природокористування

взаємодії з «Твердими» тілами. Тривимірні об’єкти можуть створювати безпосередньо або шляхом перетворення простих двовимірних об’єктів креслення (відрізків, дуг, поліліній, сплайнів) або імпортуватися з інших програм.

Сучасний інтерфейс AutoCAD 2015 виконаний у темних тонах і включає в себе стрічку, рядок стану і палітри (рис. 6.1). Застосування нової темної колірної теми в поєднанні з традиційно темним простором моделі мінімізує контрастність між простором креслениka і розташованими поруч інструментами, знижуючи навантаження на очі.

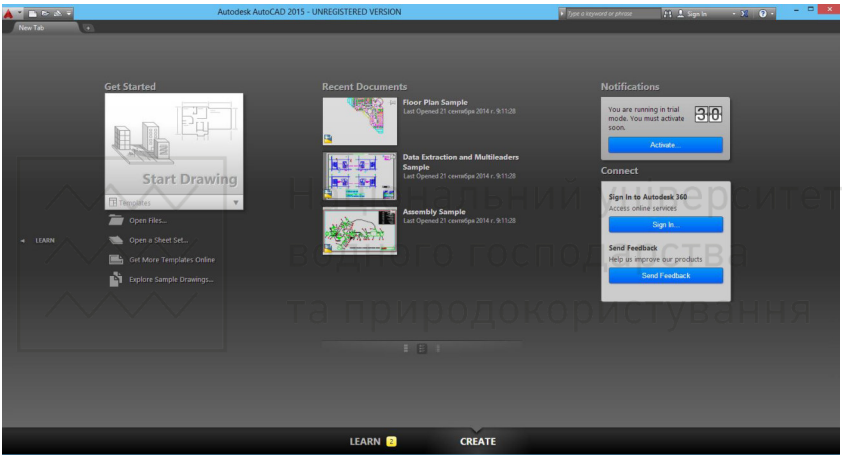


Рис. 6.1. Інтерфейс програми AutoCAD – вікно нової вкладки

Спадаюче меню Workspace Switching (робочий простір) на панелі швидкого доступу в AutoCAD 2015 відключене. Активувати його або перемикати можна за допомогою керуючого елемента в рядку стану.

Існує 4 види робочих просторів: Drafting and Annotation (рисування та анотації); 3D Basics (3D основне); 3D Modeling (3D моделювання); AutoCAD Classic (класичний AutoCAD).

Більшість команд у AutoCAD можна викликати двома способами:

- клікнувши лівою кнопкою миші на кнопці на стрічці;
- ввівши ім’я команди в командний рядок.

Національний університет водного господарства та природокористування

Крім команд у AutoCAD існує значна кількість режимів, що змінюють процес креслення об’єктів, а також змінюють зовнішній вигляд. Ці режими включають на спеціальних панелях.

6.4. Загальні відомості про SolidWorks

SolidWorks (Солідворкс) – програмний комплекс САПР для автоматизації робіт промислового підприємства на етапах конструкторської та технологічної підготовки виробництва. Забезпечує розробку виробів будь-якого ступеня складності і призначення. Працює в середовищі Microsoft Windows. Розроблено компанією SolidWorks Corporation, яка з 1997 року є незалежним підрозділом компанії Dassault Systemes (Франція). Система SolidWorks стала першою САПР, що підтримує твердотільне моделювання для платформи Windows.

Завдання, які вирішуються:

1). Конструкторська підготовка виробництва (КПВ):

- 3D проектування виробів (деталей і зборок) будь-якого ступеня складності з урахуванням специфіки виготовлення;
- створення конструкторської документації в суворій відповідності з ДСТ;
- промисловий дизайн;
- відтворення програмного коду;
- проектування комунікацій (електроджгутів, трубопроводів, тощо);
- інженерний аналіз (міцність, стійкість, теплопередача, частотний аналіз, динаміка механізмів, газо / гідродинаміка, оптика і світлотехніка, електромагнітні розрахунки, аналіз розмірних ланцюгів і ін.);
- експрес-аналіз технологічності на етапі проектування;
- підготовка даних для ІЕТР;
- управління даними і процесами на етапі КПВ.

2). Технологічна підготовка виробництва (ТПВ):

- проектування оснащення і інших засобів технологічного оснащення;
- аналіз технологічності конструкції виробу;
- аналіз технологічності процесів виготовлення (лиття пластмас, аналіз процесів штампування, витяжки, гнучкі та ін.);

Національний університет
водного господарства
та природокористування

- розробка технологічних процесів по ЄСТД;
- матеріальне та трудове нормування;
- механічна обробка: розробка керуючих програм для верстатів з ЧПУ, верифікація УП, імітація роботи верстата. Фрезерна, токарна, токарно-фрезерна і електроерозійна обробка, лазерне, плазмове і гідроабразивне різання, вирубні штампи, координатно-вимірювальні машини;
- управління даними і процесами на етапі ТПВ.

3). Управління даними і процесами:

- робота з єдиною цифровою моделлю виробу;
- електронний технічний і розпорядчий документообіг;
- технології колективної розробки;
- робота територіально-розподілених команд;
- ведення архіву технічної документації по ДСТ;
- проектне управління;
- захист даних ЕЦП;
- підготовка даних для ERP, розрахунок собівартості.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Програмний комплекс SolidWorks включає базові конфігурації SolidWorks Standard, SolidWorks Professional, SolidWorks Premium, а також різні прикладні модулі:

- управління інженерними даними: SolidWorks Enterprise PDM;
- інженерні розрахунки: SolidWorks Simulation Professional, SolidWorks Simulation Premium, SolidWorks Flow Simulation;
- електротехнічне проектування: SolidWorks Electrical;
- розробка інтерактивної документації: SolidWorks Composer;
- механообробка, ЧПУ: CAMWorks;
- верифікація УП: CAMWorks Virtual Machine;
- контроль якості: SolidWorks Inspection;
- аналіз технологічності: SolidWorks Plastics, DFM і ін.

Надаються комерційні та навчальні ліцензії.

Програма SolidWorks має «доброзичливий до користувача» інтуїтивний інтерфейс (рис. 6.2). Вікна програми SolidWorks містять дві панелі. Перша панель містить неграфічну інформацію. Друга панель відображає графічне представлення деталі, зборки або креслення.

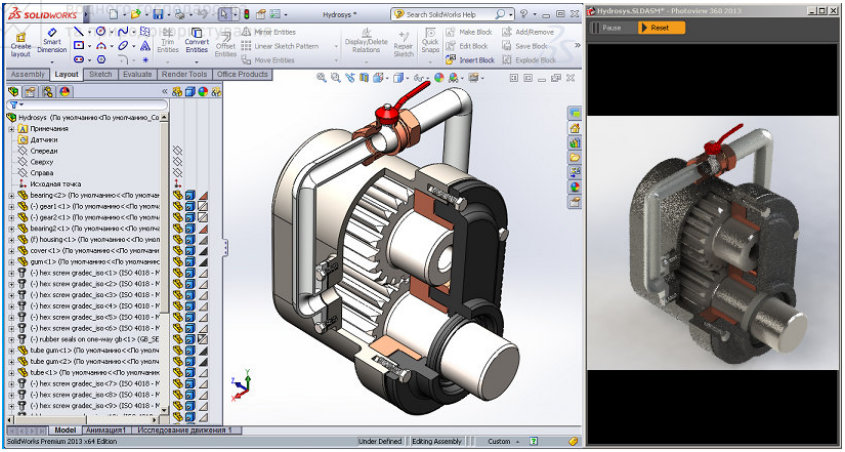


Рис. 6.2. Інтерфейс програми SolidWorks та вікно попереднього перегляду плагіну візуалізації Photoview 360

Ліва панель вікна містить: дерево конструювання – «FeatureManager», «PropertyManager» – менеджер властивостей і «ConfigurationManager» – менеджер конфігурацій (рис. 3.2-3.4).

Права панель – це графічна область, в якій можна створювати і змінювати деталі, збірки або креслення.

Кнопки панелей інструментів – це гарячі клавіші найбільш часто використовуваних команд. Можна встановлювати місце розташування панелей інструментів і вибрати, чи потрібно відображати їх в залежності від типу документа (деталь, зборка або креслення). SolidWorks запам'ятовує для кожного типу документа, які панелі інструментів потрібно відображати і в якому місці. Панелі інструментів з натиснутим відповідним значком або зі значками, зазначеними галочками, стають видні.

Command Manager – це контекстна панель інструментів, яка оновлюється автоматично в залежності від панелі інструментів, до якої потрібен доступ. За умовчанням вона містить вбудовані панелі інструментів в залежності від типу документа. При натисканні кнопки в області управління Command Manager оновлюється і відображає цю панель інструментів. Наприклад, якщо натиснути кнопку Sketch (Ескіз) в області управління, в Command Manager з'являться інструменти ескізу. Command Manager використовується для доступу до кнопок панелі

Національний університет водного господарства та природокористування

інструментів в центральній області, а також для економії місця в графічній області.

В основі будь-якої деталі в SolidWorks лежить ескіз.

Багато деталей створюються за допомогою плоских ескізів, а також інструментів, які створюють об'єм, наприклад витягнута бобишка. Ескіз є основою тривимірної моделі. Його можна створити на будь-якій площині за замовчуванням (спереду, зверху або праворуч) або на створеній допоміжній площині.

Ескіз, також, можна створити на плоскій поверхні або на грані твердотільного об'єкту.

Усі засоби побудови ескізу містить панель інструментів Sketch (Ескіз).

Панель інструментів Елементи містить інструменти для створення тривимірних елементів моделі: витяжка, виріз, обертання, елемент по траєкторії, тощо.

6.5. Загальні відомості про КОМПАС-3D

Національний університет водного господарства та природокористування

Компас-3D, як і попередні програми, є додатком з багатодокументним інтерфейсом, що дозволяє відкривати декілька файлів одночасно, а також використовувати для відображення даних одного документа кілька окремих вікон. (рис. 6.3).

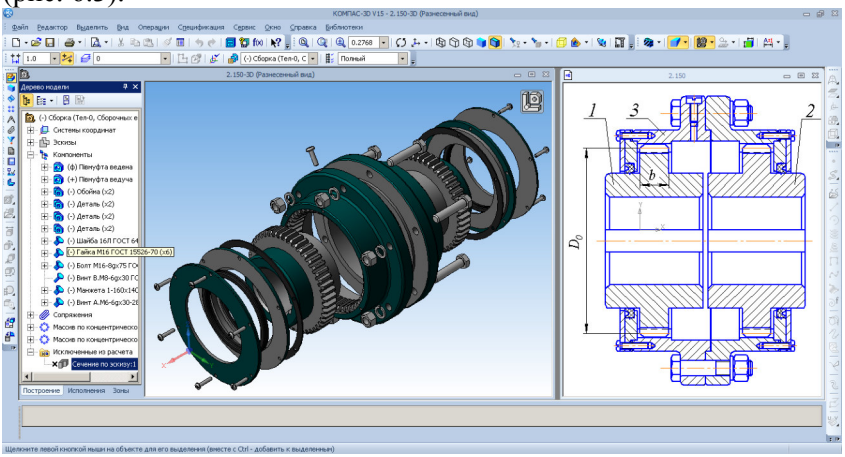


Рис. 6.3. Інтерфейс програми Компас 3D з одночасно відкритими вікнами зборки та креслення

Національний університет водного господарства та природокористування

Таким чином, при виконанні складних проектів можна одночасно працювати з декількома документами в одному сеансі, при цьому документи можуть бути різних типів.

Взагалі, програмний пакет Компас-3D включає три важливі модулі, кожному з яких відповідає специфічний тип файлів:

- Компас-3D – модуль для роботи з тривимірними моделями;
- Компас-графік – креслярсько-графічний редактор;
- редактор специфікацій і текстових документів.

Таким чином, користувачу доступні наступні типи файлів:

Деталь – це документ, що виконується в модулі Компас-3D та містить тривимірне зображення виробу, сформованого шляхом послідовності формотворчих операцій і представляє собою єдине ціле. З версії програми v9 додана можливість багатопільного моделювання – створення деталей з кількох твердих тіл. Документам-деталям відповідає файл з розширенням m3d.

Зборка – це документ трьохвимірного об'єкта, що складається з кількох деталей створених користувачем, або доданих з прикладних бібліотек. Складові деталі закріплені в просторі та з'єднані між собою спеціальними операціями спряження. Файли документів-зборок зберігаються з розширенням a3d.

Креслення – основний графічний документ модуля Компас-графік. Може містити двовимірне графічне зображення об'єкта, основні написи, текст, таблиці, рисунки. Такі документи мають розширення cdw.

Фрагмент – допоміжний графічний документ. Містить інформацію аналогічну документам кресленням без елементів оформлення та можливості вставки кількох видів. Документи-фрагменти відповідають файлам з розширенням frw.

Специфікація – документ, що дозволяє зберігати електронні варіанти специфікацій, переліків та інших текстових технічних документів у файлах типу spw. Документи-специфікацію можуть бути зв'язані з графічними документами, так що всі зміни внесені у пов'язані креслення чи моделі будуть відображатись і в специфікації.

Текстовый документ – документ, що містить звичайний текст. Застосовується для створення пояснювальних записок,

Національний університет водного господарства та природокористування

інструкцій, тощо. Файли мають розширення kdw.

В умовах динамічного розвитку ринку САПР знання основ трьохмірного моделювання, параметризації, створення креслень в cad-системі являється необхідним для інженера-конструктора.

В любій проектно-конструкторській організації, на любому підприємстві та у вищих навчальних закладах в останні роки велика увага приділяється виконанню розрахунків, креслень і документації саме з використанням персональних комп'ютерів.

Технічний спеціаліст, крім знань в своїй області, має добре володіти навичками автоматизованого проектування, легко, точно, а головне – швидко вирішувати поставлені задачі в графічному редакторі або розрахунковій системі. Без цього його підприємство, а значить, і він сам, зазнає жорсткої ринкової конкуренції.

Дуже важливим моментом, впливу на якість роботи інженера-проектувальника, є вибір середовища моделювання.

Серед багатьох інженерних систем для 3D моделювання, відомих сьогодні, небагато таких, які при зручності інтерфейсу, легкості і простоти в освоєнні, володіли б широким функціоналом і мали б доступну ціну є КОМПАС-3D.

Національний університет водного господарства та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Розділ 7. Контрольні питання для самоперевірки

Тема 1. Основні принципи проектування і конструювання

1. Зміст поняття проектування.
2. Зміст поняття конструювання.
3. Основні етапи створення технічних об’єктів.
4. Види виробів та їхні характеристики.
5. Що таке «Деталь» і «Складальна одиниця»?
6. Що таке «Комплекс» і «Комплект»?
7. Види і комплектність конструкторських документів.
8. Що таке кресленик деталі?
9. Що таке складальний кресленик?
10. Що таке кресленик загального виду?
11. Що таке теоретичний кресленик?
12. Що таке габаритний кресленик?
13. Що таке монтажний кресленик?
14. Що таке електромонтажний кресленик?
15. Що таке кресленик пакування?
16. Що таке пояснювальна записка?
17. Що таке специфікація?
18. Що таке правдник?
19. Що таке дублікат?
20. Що таке копія?
21. Що таке розрахунок?
22. Що таке інструкція?
23. Стандартні формати креслеників.
24. Система утворення стандартних форматів креслеників.
25. Що таке масштаб кресленика?
26. Назвіть категорії та деякі ряди масштабів.
27. Типи ліній креслеників та їх застосування.
28. Креслярські шрифти і їх типи.
29. Приклади проставляння розмірів від бази.
30. Приклади проставляння розмірів ланцюгом.

Тема 2. Основні категорії і методи проектування і конструювання

1. Що таке проектні розрахунки?
2. Що таке перевірочні розрахунки?
3. Які задачі вирішуються в розрахунках на міцність?

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет водного господарства та природокористування

4. Які задачі вирішуються в розрахунках на міцність?
5. Які задачі вирішуються в розрахунках на жорсткість?
6. Які задачі вирішуються в розрахунках на зносостійкість?
7. Які задачі вирішуються в розрахунках на теплостійкість?
8. Які задачі вирішуються в розрахунках на вібростійкість?
9. Які задачі вирішуються в енергетичних розрахунках?
10. Які задачі вирішуються в техніко-економічних розрахунках?
11. Що таке стандартизація?
12. Які є рівні стандартизації?
13. Що є об'єктами стандартизації?
14. Що є суб'єктами стандартизації?
15. Як розшифровується скорочення позначених стандартів: ДСТУ, ГСТУ, СНТС, ТУ, СОУ?
17. Як розшифровуються скорочення позначених систем стандартів: ЄСКД, ЄСТД, ССБП, ЄСТПВ, СРПВ?
18. Які знаєте ряди переважних чисел і їх утворення?
19. Що таке агрегатування в машинобудуванні?
20. Що таке уніфікація в машинобудуванні?
21. Що таке конвертування в машинобудуванні?
22. Що таке компаундування в машинобудуванні?
23. Що таке модифікація в машинобудуванні?
24. Що таке метод секціонування в машинобудуванні?
25. Що таке метод зміни лінійних розмірів в машинобудуванні?
26. Що таке метод базового агрегату в машинобудуванні?
27. Що таке сертифікація машин?
28. Для чого виконується сертифікація машин?
29. Хто організовує сертифікацію машин?
30. Крім системи сертифікації машин України яка ще існує система?

Тема 3. Технологічність, розміри, посадки, шорсткість

1. Що означає технологічність конструкції?
2. Що таке взаємозамінність?
3. Що таке повна взаємозамінність?
4. Що таке неповна взаємозамінність?
5. Що таке розмір?
6. Що таке дійсний розмір?

Національний університет водного господарства та природокористування

7. Що таке граничні розміри?
8. Що таке найбільший граничний розмір?
9. Що таке найменший граничний розмір?
10.Що таке номінальний розмір?
11. Що таке відхилення?
12. Що таке дійсне відхилення?
13. Що таке граничне відхилення?
14. Що таке нульова лінія?
15. Що таке допуск?
16. Що таке поле допуску?
17. Що таке основне відхилення?
18. Що таке квалітет?
19. Скільки квалітетів передбачає стандарт і як вони позначаються?
20. Що таке посадка?
21. Що таке посадка з зазором?
22. Що таке посадка з натягом?
23. Що таке перехідна посадка?
24. Що означає посадка в системі отвору?
25. Що означає посадка в системі вала?
26. Що таке не прямолінійність?
27. Що таке не площинність?
28. Наведіть приклади відхилення форми деталей.
29. Що таке шорсткість поверхонь деталей?
30. Позначення шорсткості поверхонь на кресленнях.

Тема 4. Матеріали машинобудування

1. Назвіть машинобудівні матеріали.
2. Що таке сталь?
3. Приведіть марки сталей звичайної якості.
4. Приведіть марки сталей якісних конструкційних.
5. Приведіть марки легованих сталей.
6. Приведіть марки литтьових сталей.
7. Приведіть марки пружинних сталей.
8. Що таке чавун?
9. Приведіть марки сірих чавунів.
10. Приведіть марки високоміцних чавунів.
11. Приведіть марки антифрикційних чавунів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

12. Приведіть марки ковких чавунів.
13. Що таке білі чавуни?
14. Що таке відбілені чавуни?
15. Які матеріали є основою легких сплавів?
16. Що таке матеріал силумін?
17. Що таке матеріал дюралюмін?
18. Де застосовують сплави на основі магнію?
19. Які сплави утворюються на основі міді?
20. Що таке бронза?
21. Навести марки олавяних бронз.
22. Навести марки безолавяних бронз.
23. Що таке латунь?
24. Навести марки латуні.
25. Що таке бабіт?
26. Навести марки бабітів.
27. Якими властивостями володіють кольорові сплави?
28. Які матеріали відносять до пластичних мас?
29. Наведіть приклади широкого застосування пластичних мас.
30. Шляхи економії машинобудівних матеріалів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Тема 5. Державні стандарти України на деякі деталі

1. Приведіть приклади з міжнародної системи позначень зубчастих передач.
2. Які основні параметри стандартизовані для зубчастих передач?
3. Які основні параметри стандартизовані для фрикційних передач?
4. Які основні параметри стандартизовані для фрикційних варіаторів?
5. Які основні параметри стандартизовані для черв’ячних передач?
6. Які основні параметри стандартизовані для передач гвинт-гайка?
7. Які основні параметри стандартизовані для плоскопасових передач?
8. Які основні параметри стандартизовані для клинопасових передач?

Національний університет водного господарства та природокористування

9. Які основні параметри стандартизовані для втулко-роликових ланцюгових передач?

10. Які основні параметри стандартизовані для зубчастих ланцюгових передач?

11. Які основні параметри стандартизовані для осей?

12. Які основні параметри стандартизовані для валів?

13. Який ряд раціональних чисел використовується для діаметрів осей і валів?

14. Які основні параметри стандартизовані для підшипників ковзання?

15. Які основні параметри стандартизовані для підшипників кочення?

16. Які параметри і признаки охоплює система умовних позначень підшипників кочення?

17. Які основні параметри стандартизовані для некерованих муфт?

18. Які основні параметри стандартизовані для керованих муфт?

19. Які основні параметри стандартизовані для самокерованих муфт?

20. Які основні параметри стандартизовані для запобіжних муфт?

21. Які основні параметри стандартизовані для нарізевих з’єднань?

22. Які основні параметри стандартизовані для метричної нарізі?

23. Які основні параметри стандартизовані для трапецевидної нарізі?

24. Які основні параметри стандартизовані для дюймової нарізі?

25. Які основні параметри стандартизовані для упорної нарізі?

26. Які основні параметри стандартизовані для шпонкових з’єднань?

27. Які основні параметри стандартизовані для шліцевих з’єднань?

28. Які основні параметри стандартизовані для зварних з’єднань?

Національний університет водного господарства та природокористування

29. Які основні параметри стандартизовані для клепаних з'єднань?

30. Які основні параметри стандартизовані для заклепок?

Тема 6. Комп'ютерне проектування і конструювання деталей

1. Що таке комп'ютерна графіка?
2. Які розрізняють способи створення предметних зображень?
3. Що таке растрова картинка?
4. Що таке векторна картинка?
5. Назвіть декілька груп комп'ютерної графіки?
6. Що таке САПР?
7. Які системи САПР широко застосовуються при проектуванні?
8. Призначення і можливості системи AutoCAD.
9. В чому простота системи AutoCAD?
10. В якому середовищі існує система AutoCAD?
11. Що становить основу продукту системи AutoCAD?
12. Особливості роботи в середовищі AutoCAD.
13. Як розташовані інструменти креслення в системі AutoCAD?
14. Які технології досконало реалізує система AutoCAD?
15. Що відносять до типових графічних елементів AutoCAD?
16. Які функції виконуються при 3D-моделюванні в AutoCAD?
17. Короткі дані про створення системи SolidWorks.
18. Завдання системи SolidWorks.
19. Які базові конфігурації включає комплекс SolidWorks?
20. Які елементи включає бібліотека проектування програмного комплексу SolidWorks?
21. Назвіть декілька прикладів експертних систем програмного комплексу SolidWorks.
22. Що включає система програмного комплексу SolidWorks Standard?
23. Що виконується за допомогою SolidWorks Simulation Premium?

Національний університет
водного господарства
та природокористування

24. Що вкючає навчальний програмний комплекс SolidWorks?

25. Коротка історія версій програмного комплексу SolidWorks.

26. Історія розробки систами КОМПАС-3D.

27. Завдання систами КОМПАС-3D.

28. Які модулі включає програмний пакет Компас-3D?

29. Що є основним графічним документом модуля Компас-графік?

30. Що є допоміжним графічним документом модуля Компас-графік?

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Розділ 8. Індивідуальне завдання

8.1. Загальні зауваження

Індивідуальне завдання виконується у вигляді розрахунково-графічної роботи, на виконання якої відводиться 10 годин навчального навантаження. Розрахунково-графічна робота студентами виконується паралельно вивченню дисципліни «Практичне проектування і конструювання деталей машин».

Мета розрахунково-графічної роботи – закріпити знання, набуті здобувачами вищої освіти при вивчені теоретичних курсів «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», «Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство», «Теоретична механіка», «Опір матеріалів», «Основи взаємозаміни», «Теорія механізмів і машин», «Деталі машин» та інших, розвивати навики самостійного розв'язування конкретних практичних задач проектування і конструювання деталей машин, складальних одиниць і машин в цілому.

В результаті виконання розрахунково-графічної роботи здобувачі вищої освіти мають уміти проектувати і конструювати деталі і складальні одиниці машин за заданими вихідними даними; враховувати при проектуванні вимоги надійності, технологічності, економічності, безпечності, екології та естетики; вибирати найбільш необхідні матеріали для деталей машин і раціонально їх використовувати; самостійно підбирати і користуватися довідковою літературою, стандартами, прототипами конструкцій при проектуванні; оформляти графічну і текстову конструкторську документацію в повній відповідності з вимогами ДСТУ і ЄСДП; користуватися при підготовці текстової і графічної документації типовими програмами ПК.

8.2. Тематика та об'єм розрахунково-графічної роботи

Темою розрахунково-графічної роботи є проектування і розробка робочого кресленика деталі, кресленика складальної одиниці та виконання її 3D моделі згідно індивідуального завдання. Обсяг розрахунково-графічної роботи складає близько 18-20 сторінок формату А4 розрахунково-пояснювальної записки та трьох аркушів формату А3 графічної частини. Розрахунково-

Національний університет водного господарства та природокористування

графічну роботу здобувачі вищої освіти виконують самостійно, під керівництвом викладача, використовуючи необхідні інструменти і ПК, для оформлення текстових документів і графічної частини.

Для контролю виконання графіка розрахунково-графічної роботи здобувачі вищої освіти використовують такі методи:

- поточний контроль виконання завдання етапу роботи;
- оцінка за захист розрахунково-графічної роботи.

Оцінка в 20 балів виставляється на основі успішного виконання і захисту розрахунково-графічної роботи.

8.3. Зміст і структура розрахунково-пояснювальної записки

Розрахунково-пояснювальна записка розрахунково-графічної роботи має таку структуру і зміст.

8.3.1. Титульний лист

8.3.2. Зміст

8.3.3. Технічне завдання

8.3.4. Розрахунок привода

8.3.4.1. Кінематичний і силовий розрахунки привода

8.3.4.2. Розрахунок зубчастого (черв'ячного) редуктора

8.3.4.3. Визначити мінімальний діаметр одного з валів і згідно схеми призначити діаметри інших ступеней

8.3.4.4. Розробити ескіз вала

8.3.5. Розробка компоновочного креслення складальної одиниці

8.3.5.1. Визначення розмірів деталей встановлених на валу

8.3.5.2. Вибір стандартних деталей встановлених на валу і використання їх розмірів

8.3.5.3. Визначення розмірів корпусних та інших деталей за нормами конструювання

8.3.5.4. Визначення габаритних розмірів і між точками прикладання сил

8.3.5.5. Вибір посадок, відхилення форми поверхонь і шорсткості ділянок вала

8.3.6. Література

8.3.7. Розробляється специфікація до кресленика складальної одиниці

Національний університет водного господарства та природокористування

До розрахунково-пояснювальної записки прикладаються кресленики.

Зауваження до розділів:

- розрахунки в розд. 8.3.4 індивідуального завдання виконуються за методикою викладеною в [32] та іншій літературі з деталей машин;
- згідно ряда раціональних чисел *Ra 40* призначаються розміри ступеней вала, довжини ділянок вала визначаються на основі ескізної компоновки складальної одиниці, де нормативні розміри вибираються, наприклад, з [23];
- розміри стандартних деталей виибираються їз довідників.

8.4. Зміст і структура графічної частини

Графічна частина роботи складається з трьох аркушів *А3*: аркуш 1 – робочий кресленик вала (рис. 8.1); аркуш 2 – кресленик складальної одиниці вала (рис. 8.2) і аркуш 3 – кресленик 3D моделі складальної одиниці (рис. 8.3). На ПК будується робочий кресленик вала, кресленик складальної одиниці в масштабі і визначаються габаритні розміри. На робочому кресленику деталі проставляються посадки, відхилення поверхонь, шорсткість.

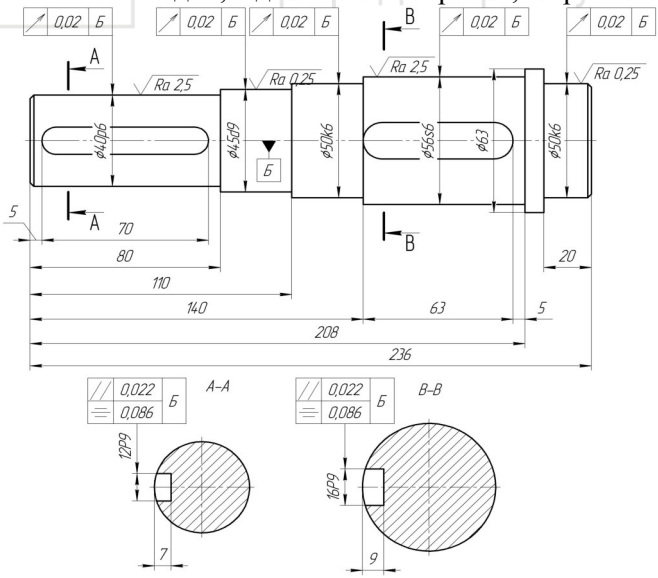


Рис. 8.1. Приклад виконання робочого кресленика деталі

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Відповідні розміри проставляються і на кресленику складальної одиниці.

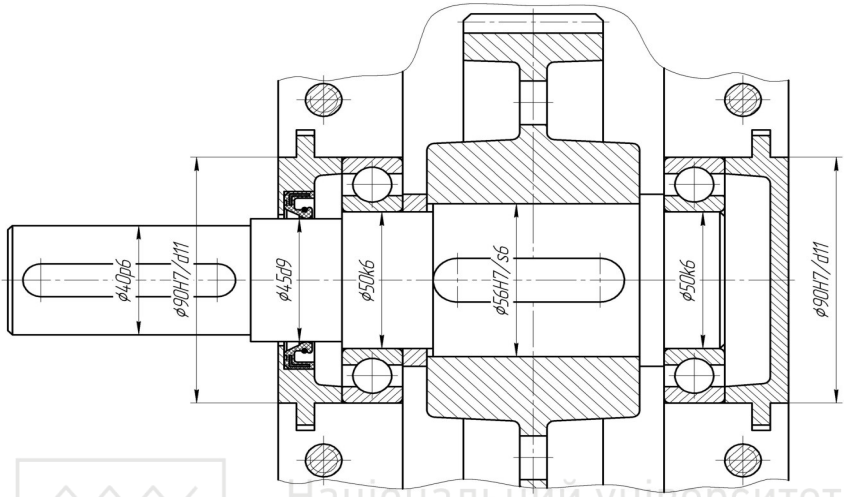


Рис. 8.2. Приклад виконання кресленика складальної одиниці

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Далі розробляється 3D модель складальної одиниці.

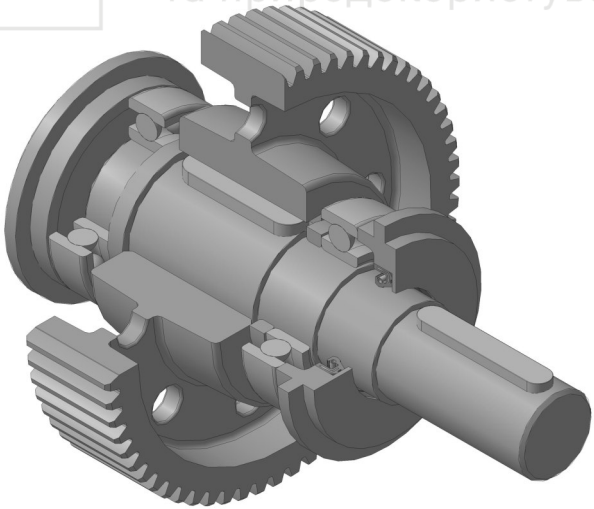


Рис. 8.3. Приклад виконання кресленика 3D моделі складальної одиниці

Національний університет водного господарства та природокористування

Розробка трьохмірних моделей – це творчий процес в якому одну і ту ж модель можна побудувати різними способами та в іншому порядку. Напочатку, наприклад, моделюємо вал, на якому буде встановлене зубчасте колесо. Затим моделюємо зубчасте колесо, розпірні втулки, масло затримуючі кільця, тощо. Стандартні деталі – підшипники кочення, шпонки, шайби і гвинти вибираються із бібліотеки системи 3D моделювання.

Написи на кресленнях виконуються стандартним шрифтом. Масштаби креслення потрібно вибирати стандартними і таким чином, щоб розмістити на аркуші всі необхідні побудови, і щоб аркуш був заповнений. Кожний аркуш креслення повинен мати основний напис (див. рис. 1.10).

8.5. Оформлення розрахунково-пояснювальної записки

Розрахунково-пояснювальну записку слід оформляти акуратно, на одній стороні аркуша білого паперу формату *А4* у відповідності з вимогами ЄСКД.

В записці необхідно стисло і чітко викласти всі етапи розрахунково-графічної роботи з аргументацією вибору тих чи інших методів проектування, а також виконати достатні мотивовані розрахунки, які потрібно застосувати при конструюванні і виконанні креслеників. Порядок записів при обчисленні параметрів:

- записується кінцева формула;
- підставляються числові значення величин без проміжних обчислень;
- записується кінцевий результат обчислень і проставляється розмірність.

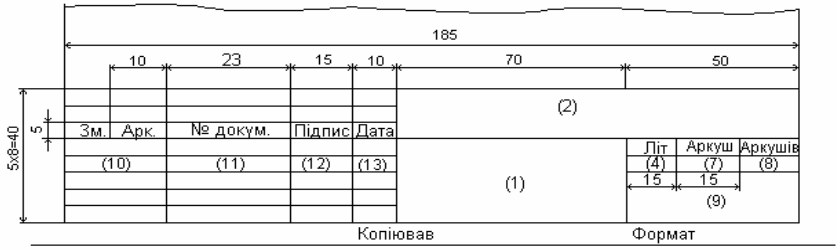
Розрахунки мають ілюструватися розрахунковими схемами та ескізами з розмірами в буквовому вигляді. Надписи до розрахункових схем та ескізів, описи таблиць мають відповідати нормам ЄСКД.

Кожний аркуш записки повинен мати основний напис; перший аркуш розділу за *зразком 8.1,* а всі наступні – за *зразком 8.2.*

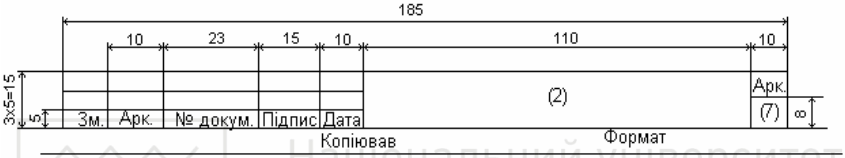
Після завершення розрахунків усі аркуші розрахунково-пояснювальної записки скріплюються в загальний зошит із титульним аркушем.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Зразок 8.1



Зразок 8.2



Виконану розрахунково-графічну роботу здобувач вищої освіти має захистити. Захист розрахунково-графічної роботи проводиться прилюдно перед керівником і здобувачами вищої освіти. При цьому здобувачу вищої освіти задаються запитання. Відповіді мають бути по суті, чіткі, стислі, бажано повні та вичерпні – тоді вони оцінюються вищим балом. Правильність відповідей здобувача вищої освіти, вчасність та якість виконаної роботи оцінюються в балах. За успішне виконання розрахунково-графічної роботи і її захисту виконавець може отримати до 20 балів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

Автомат – це пристрій (або сукупність пристроїв), прилад, апарат, машина, що виконує за заданою програмою без безпосередньої участі людини операції отримання, зберігання, перетворення, передавання і використання енергії, матеріалу або інформації.

Автомобіль – це самохідна колісна машина, яка приводиться в рух встановленим на ній двигуном і призначена для перевезення людей, вантажу, буксирування транспортних засобів, виконання спеціальних робіт та перевезення спеціального устаткування безрейковими дорогами.

Агрегатування – це створення машин шляхом поєднання уніфікованих агрегатів, які являють собою окремі складальні одиниці, що встановлюються в різних числах і комбінаціях на загальній станині.

Безпечність в експлуатації – вимога до виробів у їх нормальній експлуатації протягом визначеного технічною документацією строку служби без аварійних руйнувань, небезпечних для обслуговуючого персоналу, обладнання та суміжних об'єктів.

Болт – це деталь у вигляді циліндричного стержня на одному кінці якого виконана нарізь, а на другому – головка і працює сумісно з гайкою.

Болт чистовий – це болт з точно виготовленим стержнем, діаметр якого більший за зовнішній діаметр нарізі, і встановлюється у з'єднанні без зазору або навіть з натягом.

Болт чорновий – це болт з неточно виготовленим стержнем і встановлюється у з'єднанні з зазором.

Вал – термін, що умовно вживається для позначення зовнішніх (охоплюваних) елементів виробів, враховуючи і нециліндричні.

Вал – це деталь, яка забезпечує обертовий рух встановлених на ній шківів, зірочок, зубчастих та черв'ячних коліс, котків тощо, передаючи корисний крутний момент.

Взаємозамінність – принцип конструювання та виготовлення виробів, що забезпечує можливість правильного складання чи заміни незалежно виготовлених деталей чи

Національний університет водного господарства та природокористування

складальних одиниць без додаткової обробки і припасовки їх із збереженням відповідної якості та надійності з'єднань.

Виріб – довільний предмет або сукупність предметів, які виготовляються на підприємстві.

Вібростійкість – здатність деталей працювати в заданому діапазоні експлуатаційних режимів без недопустимих коливань.

Відхилення – алгебраїчна різниця між дійсним або граничним розміром і відповідним номінальним розміром.

Гайка – це деталь із зовнішнім обрисом довільної форми (найбільше шестикутної) з круглим отвором, у якому виконана нарізь.

Гайковерт – це механізм, який призначений для механізації складальних операцій.

Гвинт – це деталь у вигляді циліндричного стержня на одному кінці якого виконана нарізь, а на другому – виконана головка.

Групове різьбове з'єднання – це з'єднання, утворене двома і більше різьбовими деталями-болтами, гвинтами або шпильками.

Деталь – виріб, виготовлений із матеріалу однієї марки без використання складальних операцій.

Динамічна вантажопідйомність – це постійне навантаження, яке може умовно сприймати підшипник протягом 10^6 обертів при ймовірності безвідказної роботи 90%.

Довговічність підшипника – це строк роботи підшипника кочення під дією відповідного навантаження.

Домкрат гвинтовий – це пристрій для піднімання вантажів з застосуванням передачі гвинт-гайка.

Допуск – різниця між найбільшим і найменшим граничними розмірами чи алгебраїчна різниця між верхнім і нижнім відхиленнями.

Евольвента – це крива, що описується кінцем гнучкої нерозтяжної нитки закріпленої в деякій точці, що змотується з плоскої кривої.

Евтектика – це тип кристалізації розплаву, який складається з певних компонентів у співвідношенні, що відповідає найнижчій температурі їх одночасної кристалізації.

Екологічність – вимога до виробів виконувати свої функції без шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Національний університет водного господарства та природокористування

Економічність – вимога до виробів у затратах на проектування, виготовлення, експлуатацію та ремонт.

Екскаватор – це самохідна землерийна машина для виймання та переміщення м'якого ґрунту, гірської породи тощо.

Елеватор – це вантажопіднімальний пристрій для безперервного транспортування вантажу у вертикальній або круто похилій площині.

Електроталь – це механізм для внутрішньоцехового транспортування вантажів підвішеною монорейкою за допомогою електроенергії.

Енергія – це скалярна фізична величина, загальна кількісна міра руху і взаємодії всіх видів матерії.

Епюра – це графік залежності однієї величини від іншої.

Ескіз – це попередній начерк креслення.

Естетичність – вимога до досконалості зовнішніх форм виробів, їх гарний зовнішній вигляд.

Еталон – це технічний засіб або комплекс технічних засобів, який забезпечує відтворення, зберігання і передачу розміру одиниці фізичної величини.

Ємність – це виріб для рідин, газів, сипучих матеріалів тощо.

Жаростійкість – це властивість матеріалу, що характеризує його здатність протистояти при високій температурі хімічному руйнуванню, переважно, окисненню, а для неметалевих матеріалів і механічному руйнуванню

Жиклер – це деталь з отвором точного розміру або сам отвір для пропускання певної нормованої кількості рідкого палива чи повітря.

Жорсткість – здатність деталей чинити опір зміні форми при дії експлуатаційних навантажень.

Зазор – різниця розмірів отвору і вала до складання, якщо розмір отвору більший за розмір вала.

Заклепка – це деталь, яка має, як правило, циліндричний стержень і закладну головку на одному кінці.

Залізо – це сріблясто-сірий, електропровідний, пластичний і ковкий метал.

Зварне з'єднання – це з'єднання, яке здійснюється при місцевому нагріванні стику деталей до їх розплавленого стану.

Національний університет водного господарства та природокористування

Зірочка – це деталь – елемент ланцюгової передачі, який встановлюється на валу або осі.

Знімач гвинтовий – це пристрій для розбирання з'єднань вал-втулка утворених пресовою посадкою із застосуванням передачі гвинт-гайка.

Зносостійкість – здатність деталей чинити опір спрацюванню внаслідок тертя рухомих поверхонь, що контактують.

Зубчаста конічна передача – це трьохланковий механізм, у якого дві рухомі ланки є зубчасті конічні колеса, третя нерухома ланка – стояк.

Зубчаста циліндрична передача – це трьохланковий механізм, у якого дві рухомі ланки є зубчасті циліндричні колеса, третя нерухома ланка – стояк.

Зубчасте колесо – це більше із двох зубчастих коліс.

Зубчастий вінець – це елемент зубчастого колеса або зірочки, де нарізані зуби.

Інерція – це явище незмінності швидкості руху матеріальної точки за відсутності зовнішніх сил.

Інструкція – це правовий акт, який створюється органами державного управління для встановлення правил, що регулюють організаційні, науково-технічні, технологічні, фінансові та інші спеціальні сторони діяльності та відносин установ, закладів, підприємств, службових осіб.

Інструмент – це технологічне оснащення (знаряддя або пристрій), які в процесі праці безпосередньо стикаються з предметом праці з метою зміни чи контролю його форми, стану, властивостей тощо.

Квалітет – сукупність допусків, що відповідають одному рівню точності для всіх номінальних розмірів.

Кінематична пара – місце рухомого з'єднання двох ланок.

Клепане з'єднання – це з'єднання за допомогою спеціальної деталі-заклепки, яку встановлюють в отвори з'єднуваних деталей.

Ключ – це інструмент, який служить для загвинчування різьбових деталей при утворенні нарізевого з'єднання.

Ключ граничний – це ключ, в конструкції якого передбачена можливість відключення при досягненні заданого крутного моменту.

Національний університет водного господарства та природокористування

Ключ динамометричний – це ключ, який має прилад із шкалою та стрілкою що безперервно показує значення крутного моменту.

Комбінований шов – це шов, який складається з лобового і флангового швів.

Компаундування – це метод паралельного з'єднання виробів з метою збільшення загальної потужності або продуктивності.

Комплекс – виріб, який складається з кількох окремих виробів, не з'єднаних на підприємстві, яке його виготовляє, складальними операціями, але призначених для виконання взаємопов'язаних експлуатаційних функцій.

Комплект – кілька виробів загального функціонального призначення допоміжного характеру, не з'єднаних на підприємстві складальними операціями.

Конструювання – це процес створення конкретної однозначної конструкції технічного об'єкта згідно з проектом.

Корозійна стійкість – здатність деталей протистояти дії зовнішніх хіміко-термічних впливів.

Коток – це елемент фрикційної передачі циліндричної, конічної та інших форм обертання.

Ланка – деталь або жорстке з'єднання декількох деталей, що несе елементи кінематичних пар.

Ланцюг – це гнучкий зв'язок зірочок ланцюгової передачі у вигляді полотна, зібраного з окремих ланок втулково-роликових, зубчастих або гакових.

Ланцюгова передача – це передача у найпростішому вигляді складається з двох зірочок та гнучкого зв'язку у вигляді замкнутої форми приводного ланцюга.

Лобовий шов – це шов, який виконаний перпендикулярно до лінії дії сили.

Максимальний коловий модуль – це модуль, через який визначаються максимальні розміри зубчастої конічної передачі.

Маточина – це елемент зубчастого колеса, зірочки, шківа тощо, для з'єднання їх з валом або віссю.

Механічна передача – це механізм, що передає енергію від двигуна до робочого органу машини з перетворюванням параметрів руху.

Національний університет водного господарства та природокористування

Механічний привод – це механічна передача одноступінчаста або багатоступінчаста, яка передає енергію від двигуна до робочого органу машини з перетворенням параметрів, як правило, обертального руху, але інколи і характер руху – обертальний рух перетворює у поступальний.

Міцне заклепкове з'єднання – це з'єднання, яке забезпечує міцність конструкції.

Міцність – здатність деталей чинити опір руйнуванню.

Міцно-щільне заклепкове з'єднання – це з'єднання, яке забезпечує міцність і щільність конструкції.

Модифікація – це переробка виробів при конструюванні, з метою покращення їх показників без зміни основної конструкції.

Модуль – це число міліметрів діаметра ділильного кола, що припадає на один зуб.

Муфта – це виріб, що з'єднує вали і передає крутний момент.

Муфта автоматична – це муфта, що передає крутний момент і здатна з'єднувати і роз'єднувати вали під час зупинки і роботи привода автоматично – самокерувати технологічними процесами.

Муфта глуха – це муфта, що з'єднує вали і передає крутний момент.

Муфта запобіжна – це муфта, що з'єднує вали, передає крутний момент і здатна захистити деталі привода від перевантажень.

Муфта зчіпна – це муфта, що передає крутний момент і здатна з'єднувати і роз'єднувати вали під час зупинки і роботи привода.

Муфта компенсуванна – це муфта, що з'єднує вали, передає крутний момент і компенсує похибки взаємного розміщення валів.

Надійність – вимога, що визначає такий стан виробу, при якому він здатний виконувати функції з параметрами, заданими технічною документацією впродовж наперед заданого тривалого проміжку часу.

Напружене з'єднання – це з'єднання, у різьбових деталях якого виникають напруження до прикладання зовнішніх навантажень.

Національний університет водного господарства та природокористування

Нарізеве з'єднання – це таке з'єднання, яке виконується за допомогою деталей, що мають нарізь.

Натяг – різниця розмірів вала та отвору до складання, якщо розмір вала більший за розмір отвору.

Ненапружене з'єднання – це з'єднання, у різьбових деталях якого не виникають напруження до прикладання зовнішніх навантажень.

Нероз'ємні з'єднання – це такі з'єднання, які допускають розбирання з'єднаних деталей з пошкодженням.

Нероз'ємні з'єднання – це такі з'єднання, які допускають розбирання з'єднаних деталей з пошкодженням.

Номер підшипника кочення – це умовне позначення підшипника кочення в якому зашифровані діаметр внутрішнього кільця, серія, тип, конструктивні особливості та клас точності.

Обід – це зовнішня частина колеса.

Обойма – це кільцевидна деталь машини, механізму, в яку вкладаються дрібніші деталі для їх закріплення в певному положенні.

Основні ряди чисел – ряди переважаючих чисел розмірів згідно ГОСТ 8032-84.

Ось (вісь) – це деталь, яка забезпечує обертовий рух встановлених на ній шківів, зірочок, зубчастих та черв'ячних коліс, котків тощо, не передаючи корисного крутного моменту.

Отвір – термін, що умовно вживається для позначення внутрішніх (охоплюючих) елементів виробів, враховуючи і нециліндричні.

П'ята – це опорна ділянка осі або вала, яка сприймає осьову силу.

Пас – це гнучкий зв'язок шківів пасової передачі у вигляді стрічки з поперечним перетином, найбільше прямокутної, або клинової, або круглої, або поліклинової форми .

Пасова передача – це передача у найпростішому вигляді складається з двох шківів та гнучкого зв'язку у вигляді замкнутої форми приводного паса.

Підп'ятник – це підшипник, як правило, ковзання, який сприймає осьову силу.

Підшипник ковзання – це опора, яка забезпечує обертальний рух валів і осей, взаємодія між опорою і валом або віссю здійснюється через тертя ковзання.

Національний університет водного господарства та природокористування

Підшипник кочення – це опора, яка забезпечує обертальний рух валів і осей, взаємодія між опорою і валом або віссю здійснюється через тертя кочення.

Посадка – характер з'єднання двох деталей, що визначається різницею їхніх розмірів до складання.

Прес гвинтовий – це пристрій для виконання пресових робіт, правки і гнуття деталей .

Проектування – це неперервний процес, в якому наукова і технічна інформація використовується для створення нового технічного об'єкта, що дає суспільству певну користь.

Радіальний підшипник – це підшипник, що здатний сприймати радіальне навантаження.

Радіально-упорний підшипник – це підшипник, що здатний сприймати радіальне-осьове навантаження.

Роботоздатність – вимога, що визначає такий стан виробу, при якому він здатний виконувати функції з параметрами, заданими технічною документацією.

Роз'ємні з'єднання – це такі з'єднання, які допускають розбирання з'єднаних деталей без пошкодження.

Роз'ємні з'єднання – це такі з'єднання, які допускають розбирання з'єднаних деталей без пошкодження.

Розмір – числове значення лінійної величини у вибраних одиницях.

Секціонування – це метод в розділенні виробу на однакові секції і утворенні похідних виробу набором уніфікованих секцій.

Середній коловий модуль – це модуль, через який визначаються середні розміри зубчастої конічної передачі.

Серія підшипника – це характеристика, яка відрізняє підшипники кочення один від другого за зовнішніми розмірами.

Складальна одиниця – виріб, який складається з двох і більше деталей, з'єднаних між собою за допомогою складальних операцій для сумісної роботи.

Стандартизація – це закон, що регламентує конструкції та типорозміри деталей, складальних одиниць, комплексів і комплектів, які широко застосовуються у машинобудуванні.

Статична вантажопідйомність – це таке статичне навантаження на підшипник, якому відповідає залишкова деформація тіл кочення і кілець, що дорівнює 0,0000d, де d – діаметр тіла кочення.

Стопоріння – це запобігання само відгвинчуванню

Національний університет водного господарства та природокористування

нарізевих деталей.

Теплостійкість – здатність деталей не втрачати своїх експлуатаційних показників при змінах температури.

Технічний об'єкт – створений людиною реально існуючий пристрій, призначений для задоволення певної потреби.

Технологічність – вимога до виробів у мінімальних затратах матеріалів, часу і праці у виготовленні, експлуатації та ремонті.

Тип підшипника – це характеристика підшипника кочення, де зашифровані конструктивні відмінності і напрям сприймання навантаження.

Трубопровід – це виріб для транспортування різних рідин, газів, пару тощо.

Удар – це подія, при якій фізичні тіла взаємодіють між собою зі значними силами впродовж відносно короткого проміжку часу.

Уніфікація – метод багаторазового застосування у виробах одних і тих самих елементів, що дозволяє зменшити номенклатуру деталей, спростити експлуатацію і ремонт.

Упорний підшипник – це підшипник, що здатний сприймати осьове навантаження.

Утилізація – це здійснення будь-яких технологічних операцій, пов'язаних зі зміною фізичних, хімічних або біологічних властивостей відходів, з метою їх екологічно безпечного видалення.

Фланговий шов – це шов, який виконаний вздовж лінії дії сили.

Фрикційна передача – це трьохланковий механізм, у якого дві рухомі ланки є фрикційні котки, третя ланка – стояк і передача енергії здійснюється за рахунок тертя між притиснутими котками.

Фрикційний варіатор – це передача зі змінним передаточним числом, дозволяє плавно змінювати швидкість веденого вала.

Цапфа – це опорна ділянка осі або вала, яка сприймає радіальну силу.

Цівково-зубчаста передача – це передача обертального руху між валами за допомогою зубчатого колеса із зубами спеціального профілю, зчепленого з іншим колесом, що складається з диска з закріпленими на ньому по колу циліндричними цівками, що відіграють роль зубів.

Національний університет водного господарства та природокористування

Черв'як – це елемент черв'ячної передачі у вигляді гвинта циліндричної або глобоїдної форми.

Черв'ячна передача – це трьохланковий механізм, у якого дві рухомі ланки є: одна – черв'як-гвинт, а друга – зубчасте черв'ячне колесо, третя нерухома ланка – стояк.

Черв'ячне колесо – це зубчасте колесо, яке працює у парі з черв'яком.

Шестерня – це менше із двох зубчастих коліс.

Шийка – це цапфа, розміщена на деякій відстані від країв осі або вала.

Шип – це кінцева цапфа (цапфа розміщена на кінці осі або вала).

Шків – це деталь – елемент пасової передачі, який встановлюється на валу або осі.

Шліцьове з'єднання – це з'єднання за допомогою шліців, що нарізуються на поверхнях вала і маточини деталі, яка з'єднується з валом.

Шорсткість – це показник механічної обробки поверхні виробу, який проявляється у вигляді сукупності виступів та западин різних форм і розмірів.

Шпилька – це деталь у вигляді циліндричного стержня, на одному і на другому кінцях якого нарізана різьба.

Шпонка – це деталь, яку встановлюють у пази вала і маточини з метою утворення з'єднання, здатного передавати крутний момент від вала до маточини або від маточини до вала.

Шпонкове з'єднання – це з'єднання вал-маточина, утворене за допомогою шпонки.

Щільне заклепкове з'єднання – це з'єднання, яке забезпечує щільність конструкції.

Щока лещат – це частина лещат, що безпосередньо контактує з деталлю, що закріплюється.

Юбка – у техніці це бокові стінки циліндричного виробу, наприклад, поршня.

Якір мотора – це частина електромашини, в обмотках якої виникає індукція (при взаємному обертанні обмоток і головного магнетного поля) та з'являється електрорушійна сила. Поняття «якір» звичайно відносять до машин постійного струму (на відміну від ротора).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 3321:2004. Система конструкторской документації. Терміни та визначення основних понять. К. : Держстандарт України, 2005. 31 с.

2. ГОСТ 2.001:2006. Єдина система конструкторської документації. Загальні положення. К. : Держстандарт України, 2007. 87 с.

3. ДСТУ ISO 5457:2006. Документація технічна на вироби. Кресленики. Розміри та формати (ISO5457:1999, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2007. 6 с.

4. ГОСТ 2.104:2006. Єдина система конструкторської документації. Основні написи (ГОСТ 2.104-2006, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.

5. ДСТУ ISO 7573:2006. Кресленики технічні. Специфікація (ISO7573:1983, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2007. 4 с.

6. ДСТУ ISO 6433:2006. Кресленики технічні. Позиції (ISO6433:1981, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2008. 4 с.

7. ДСТУ ISO 129-1:2007. Кресленики технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи (ISO129-1:2004, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2010. 24 с.

8. ДСТУ ISO 128-34:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 34. Види на машинобудівних кресленикaх (ISO128-34:2001, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.

9. ДСТУ ISO 128-44:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 44. Розрізи та перерізи на машинобудівних кресленикaх (ISO128-44:2001, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2006. 8 с.

10. ДСТУ ISO 5456-2:2005. Кресленики технічні. Методи проеціювання. Частина 2. Ортогональні зображення (ISO5456-2:1996, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2007. 10 с.

11. ДСТУ ISO 5455:2005. Кресленики технічні. Масштаби. (ISO5455:1979, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2006. 4 с.

12. ДСТУ ISO 3098-0:2006. Документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги (ISO3098-0:1997, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2008. 8 с.

Національний університет водного господарства та природокористування

13. ДСТУ ISO 3098-6:2007. Документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 6. Кирилична абетка (ISO3098-6:2000, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2009. 8 с.

14. ДСТУ ISO 128-20:2003. Креслeники технічні. Загальні принципи подавання. Частина 20. Основні положення про лінії (ISO128-20:1996, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2004. 10 с.

15. ДСТУ ISO 128-22:2005. Креслeники технічні. Загальні принципи подавання. Частина 22. Основні положення та правила застосування ліній-виносок і полиць ліній-виносок (ISO128-22:1999, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2007. 8 с.

16. ДСТУ ISO 128-24:2005. Креслeники технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних кресленниках (ISO128-24:1999, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2004. 10 с.

17. ДСТУ ISO 128-30:2005. Креслeники технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 30. Основні положення про види (ISO128-30:2001, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2006. 8 с.

18. ДСТУ ISO 128-40:2005. Креслeники технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 40. Основні положення про розрізи та перерізи (ISO128-40:2001, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2007. 6 с.

19. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х томах. М. : Машиностроение, 1979. Т. 1. 728 с.; Т. 2. 559 с.; Т. 3. 557 с.

20. Детали машин / Андриенко Л. А., Байков Б. А., Ганулич И. К. и др. ; под ред. О. А. Ряховского. 2-е изд., перераб. *Сер. Механика в техническом университете*. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Баумана, 2004. Т. 8. 520 с.

21. Дмитриев В. А. Детали машин. Л. : Судостроение, 1970. 792 с.

22. Заблонський К. І. Деталі машин. Одеса : Астропринт, 1999. 404 с.

23. Киркач Н. Ф., Баласанян Р. А. Расчет и проектирование деталей машин. Х. : Основа, 1991. 275 с.

24. Козяр М. М. Технічне креслення : підручник. К. : Каравела, 2011. 418 с.

Національний університет водного господарства та природокористування

25. Козяр М. М., Фещук Ю. В. Машинобудівні креслеників : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2011. 196 с.

26. Козяр М. М., Фещук Ю. В. Комп'ютерна графіка. AutoCAD : навч. посіб. Херсон : Грінь Д.С., 2015. 304 с.

27. Козяр М. М., Фещук Ю. В., Парфенюк О. В. Комп'ютерна графіка. SolidWorks : навч. посіб. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 252 с.

28. Кузьмин А. В., Чернин И. М., Козинцов Б. С. Расчеты деталей машин : справ. пособие. Мн. : Выш. шк., 1986. 400 с.

29. Курмаз Л. В. Основи конструювання деталей машин : навч. посіб. Харків : НТУ «ХПІ», 2010. 532 с.

30. Малащенко В. О. Муфти приводів. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2006. 196 с.

31. Малащенко В. О., Стрілець В. М., Новіцький Я. М., Стрілець О. Р. Деталі машин і підйомно-транспортне обладнання : навч. посіб. Львів-Рівне : НУВГП, 2017. 227 с.

32. Малащенко В. О., Стрілець В. М., Стрілець О. Р., Новіцький Я. М. Практикум з дисципліни «Деталі машин і підйомно-транспортне обладнання» : навч. посіб. Львів-Рівне : НУВГП, 2018. 227 с.

33. Малащенко В. О., Стрілець В. М., Стрілець О. Р. Методи графічних розрахунків деталей машин : навч. посіб. з грифом МОНУ. Рівне : НУВГП, 2013. 320 с.

34. Малащенко В. О., Стрілець В. М., Стрілець О. Р. Нові муфти механічних приводів машин : монографія. Рівне : НУВГП, 2019. 189 с.

35. Малащенко В. О., Янків В. В. Деталі машин. Курсове проектування : навч. посіб. Львів : Новий Світ-2000, 2004. 232 с.

36. Малащенко В. О., Янків В. В. Деталі машин. Проектування елементів механічних передач : навч. посіб. Львів : Новий Світ-2000, 2014. 264 с.

37. Малащенко В. О. Деталі машин : підручник з грифом МОНУ. Львів : Новий Світ-2000, 2015. 196 с.

38. Малащенко В. О., Куновський Г. П. Навантажувальна здатність великомасових систем. Львов : Новий Світ-2000, 2016. 150 с.

39. Малащенко В. О., Сологуб Б. В. Деталі машин : конспект лекцій. Львів : видав. «Львівська політехніка», 2014.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

152 с.

40. Малащенко В. О., Стрілець В. М., Стрілець О. Р., Федорук В. А. Нові муфти механічних приводів машин : монографія. Рівне : НУВГП, 2019. 197 с.

41. Орлов П. И. Основы конструирования : справочно-методическое пособие. В 2-х кн. / под ред. П. Н. Учаева. М. : Машиностроение, 1988. Кн. 1. 560 с.; Кн. 2. 544 с.

42. Павлище В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. К. : Вищ. шк., 2003. 560 с.

43. Павлище В. Т. Підшипники кочення. Львів : Інтелект Захід, 2001. 136 с.

44. Цехнович Л. И., Петриченко И. П. Атлас конструкций редукторов. К. : Вищ. шк., 1990. 151 с.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Навчальне видання

Малащенко Володимир Олександрович
Стрілець Володимир Миколайович
Козяр Микола Миколайович
Стрілець Олег Романович

ПРАКТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ І КОНСТРУЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Навчальний посібник

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Друкується в авторській редакції

Технічний редактор *Галина Сімчук*

Підписано до друку 28.02.2020 р. Формат 60×84 $^{1}/_{16.}$
Ум.-друк. арк. 8,5. Обл.-вид. арк. 8,8.
Тираж 100 прим. Зам. № 5481.

Видавець і виготовлювач
Національний університет
водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.