

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

Дисципліна: Інженерна та комп'ютерна графіка

Цільова аудиторія: здобувачі освіти I курсу (галузь знань 13 Механічна інженерія; спеціальність G9 «Прикладна механіка», державний код 131; освітньо-професійний ступінь: «фаховий молодший бакалавр»)

Розробник:

викладач інформаційних технологій

ЗПО «Дніпровський професійний технологічний
коледж»

Ігор ПРОЦЕНКО

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. СТАНДАРТИ ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ ТА ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ

ЛЕКЦІЯ 1. Предмет і завдання інженерної графіки. Стандарти ЄСКД/ДСТУ. Формати, масштаби, лінії креслення

1. Інженерна графіка і кресленик як графічна мова техніки

1.1. Предмет, завдання і місце інженерної графіки в підготовці фахівця

Інженерна графіка — навчальна дисципліна, що вивчає теоретичні основи побудови зображень просторових об'єктів на площині (нарисну геометрію) і практичні правила виконання та читання технічних креслеників відповідно до державних стандартів. Предметом дисципліни є кресленик як основний носій конструкторської інформації про форму, розміри й технічні вимоги до деталі чи конструкції. Завдання дисципліни — сформулювати дві взаємопов'язані навички: уміння читати кресленик (розпізнавати за зображенням і умовними позначеннями форму, розміри й технічні вимоги до виробу) і уміння виконувати кресленик (будувати таке зображення самостійно — за наявною деталлю чи її 3D-моделлю або за технічним завданням). Обидві навички формуються поступово впродовж усього курсу: від найпростіших геометричних побудов цього модуля до умовного позначення швів з'єднань зварюванням у модулі 4.

Місце дисципліни в підготовці фахівця зі спеціальності «Прикладна механіка» особливе: інженерна графіка — не загальноосвітній додаток до фаху, а перший професійний інструмент, без якого неможливе вивчення жодної наступної спеціальної дисципліни — деталей машин, технології зварювання, матеріалознавства. Конструкторська документація супроводжує виріб протягом усього його життєвого циклу: від ескізного проєкту до кресленика для виготовлення, від складального кресленика для монтажу до специфікації для контролю комплектності. Фахівець зварювального виробництва щодня працює з кресленнями — читає завдання на виготовлення конструкції, звіряє готовий виріб з робочим кресленням, а нерідко й сам складає ескізи чи вносить зміни до документації за результатами виробничого коригування.

1.2. Кресленик як графічна мова техніки: вимоги до конструкторського документа

Кресленик — конструкторський документ, що містить зображення предмета та інші дані, потрібні для його виготовлення й контролю, виконані відповідно до правил, установлених стандартами. Головна властивість кресленика, яка робить його мовою техніки, — однозначність: будь-який фахівець, що знає стандарти, зчитує з кресленика ту саму інформацію, незалежно від того, хто його виконав, якою мовою розмовляє виконавець і на якому підприємстві виготовлятиметься виріб. Ця властивість принципово відрізняє кресленик від довільного технічного малюнка чи фотографії, які передають лише загальне враження про форму, але не дають точних даних для виготовлення.

Щоб кресленик виконував функцію однозначної мови, до нього висувають низку вимог: повнота (усі дані, необхідні для виготовлення й контролю деталі, мають бути на кресленнику, без потреби додаткових усних пояснень), точність (розміри й форма зображені без спотворень, придатні для безпосереднього вимірювання чи розрахунку), стандартність (зображення, написи й умовні позначення виконано за єдиними правилами, а не довільно) і раціональна мінімальність (кресленик містить мінімально необхідну, але достатню кількість зображень і написів — надлишкова інформація ускладнює читання так само, як і її нестача). Саме ці чотири вимоги ви будете застосовувати практично на кожному занятті цього курсу, оцінюючи, чи достатньо повний, точний і мінімально необхідний ваш власний кресленик чи ескіз.

2. Єдина система конструкторської документації (ЄСКД) та її статус в Україні

Єдина система конструкторської документації (ЄСКД) — комплекс державних стандартів, що встановлюють єдині, обов'язкові для всіх підприємств і галузей правила виконання, оформлення й обігу конструкторської документації. В Україні ці стандарти діють у формі

державних стандартів України (ДСТУ), багато з яких є прямим продовженням чи гармонізованою версією колишньої міждержавної системи ЄСКД, що історично охоплювала й вітчизняне машинобудування. Серед чинних стандартів, на які спирається цей курс, — ДСТУ ISO 5457 (формати), ДСТУ ISO 5455 (масштаби), ДСТУ ISO 128-24 (лінії на машинобудівних креслениках), ДСТУ ISO 3098-0 (шрифти), ДСТУ EN ISO 7200 (графи основних написів) і ДСТУ ГОСТ 2.307 (нанесення розмірів і граничних відхилів). Обов'язковість застосування ЄСКД означає: кресленик металоконструкції, виконаний конструкторським бюро одного підприємства, буде однозначно прочитаний фахівцями будь-якого іншого підприємства — від виробничого цеху до дільниці зварювальних робіт чи відділу технічного контролю.

Стандарти ЄСКД охоплюють практично всі аспекти конструкторської документації: формати аркушів і основні написи, масштаби зображень, лінії креслення, шрифти, правила нанесення розмірів, умовні позначення різьби, зубчастих коліс, з'єднань зварюванням, паянням, клепанням, правила виконання складальних креслеників і специфікацій. Для здобувача освіти практичний висновок один: під час виконання будь-якої графічної роботи цього курсу треба керуватися не інтуїцією чи естетичним відчуттям, а конкретним пунктом конкретного стандарту — саме тому кожна практична робота супроводжується посиланням на відповідний ДСТУ.

3. Формати, масштаби й лінії креслення

3.1. Формати креслеників та основний напис

Формат креслення — стандартизований розмір аркуша, визначений ДСТУ ISO 5457:2006 «Кресленики. Розміри та формати». Основний ряд форматів утворюється послідовним діленням найбільшого формату A0 (площею близько 1 м²) навпіл: A1, A2, A3, A4 — кожен наступний формат удвічі менший за площею за попередній. Формат A4 (210×297 мм) — найменший і найуживаніший у навчальній практиці й діловодстві; більші формати застосовують для складних складальних креслеників і креслеників великогабаритних металоконструкцій, де потрібно розмістити зображення в масштабі, достатньому для читання дрібних деталей. Вибір формату залежить від розмірів і складності зображуваної конструкції, кількості потрібних зображень і прийнятого масштабу — формат обирають так, щоб зображення й написи розміщувалися вільно, без надмірного стиснення чи порожніх площ аркуша.

У правому нижньому куті кожного креслення розташовують основний напис (штамп) — таблицю, графи якої встановлює ДСТУ EN ISO 7200:2005, з позначенням виробу, найменування, матеріалу, масштабу, маси й відповідальних осіб (розробника, перевіряючого, затверджувача). Основний напис — перше, що читає будь-який фахівець, розгортаючи кресленик: він одразу задає контекст усього подальшого аналізу зображення — про яку деталь чи конструкцію йдеться, в якому масштабі вона зображена і з якого матеріалу має бути виготовлена. Детально форму основного напису й правила його заповнення розглянемо на наступній лекції.

3.2. Рамка робочого поля та зона основного напису

Робоче поле кресленика обмежують рамкою, яку проводять суцільною основною лінією на відстані 20 мм від лівого краю аркуша (це поле призначене для підшивання документа) і 5 мм від трьох інших країв. Простір усередині рамки — єдине місце, де розміщують зображення, розмірні лінії, технічні вимоги й таблиці; виходити за рамку не дозволено. Такий формалізований підхід гарантує, що жоден елемент не буде втрачено під час копіювання, сканування чи брошурування комплекту документації.

Основний напис розташовують у правому нижньому куті поля впритул до рамки. Для наступних аркушів багатоаркушевого документа застосовують скорочену форму основного напису, у якій повторюють лише позначення документа й номер аркуша. Здобувач має привчитися відводити місце під основний напис ще до початку компоновання зображень:

типова помилка початківця — розмістити велике зображення так, що штамп «наїжджає» на деталь, після чого весь кресленик доводиться перекомпоновувати.

3.3. Масштаби зображень

Масштаб — відношення розмірів зображення на кресленику до дійсних розмірів предмета, визначене стандартним рядом ДСТУ ISO 5455:2005 «Масштаби». Натуральна величина (масштаб 1:1) — базовий випадок, коли зображення відповідає реальним розмірам деталі; це найзручніший масштаб для читання, оскільки виміряна лінійкою на кресленику величина безпосередньо відповідає дійсному розміру. Масштаби зменшення (1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50 і далі) застосовують для великогабаритних конструкцій — металевих ферм, рам, великих зварних вузлів, які на форматі А4 у натуральну величину просто не помістяться. Масштаби збільшення (2:1, 5:1, 10:1, 20:1, 50:1) застосовують, навпаки, для дрібних елементів — профілю різьби, перерізу шва, деталей запобіжного механізму, де дрібні деталі форми важливі для правильного виготовлення й контролю.

Незалежно від обраного масштабу зображення, на кресленику завжди проставляють дійсні (натуральні) розміри деталі, а не розміри зображення — це принципове правило, яке новачки часто порушують, намагаючись виміряти розмір лінійкою безпосередньо на аркуші замість того, щоб прочитати проставлене розмірне число. Масштаб зазначають у відповідній графі основного напису, а для окремих зображень на тому самому аркуші, виконаних в іншому масштабі, — безпосередньо над зображенням.

3.4. Типи ліній креслення та їхнє призначення

Стандарт ДСТУ ISO 128-24:2005 «Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних креслениках» визначає обмежений набір типів ліній, кожен з яких має строго закріплене призначення й товщину, пропорційну товщині основної суцільної лінії (позначається s). Суцільна товста основна лінія (s) зображує видимий контур предмета — це найтовща й найпомітніша лінія на кресленику, вона одразу привертає увагу як межа форми деталі. Суцільна тонка лінія (близько $s/3-s/2$) застосовується для розмірних і виносних ліній, ліній штрихування перерізів, полиць ліній-виносів. Штрихова лінія тієї самої тонкості зображує невидимий контур — межу деталі, приховану за іншими елементами з погляду обраного напрямку проєціювання.

Штрихпунктирна тонка лінія позначає осі симетрії, лінії центрів отворів і кіл — вона складається з чергування довгих штрихів і крапок і завжди виступає за контур зображення на невеликий відрізок для зручності візуального сприйняття осі. Розімкнена лінія (потовщена, коротка) позначає положення січної площини при побудові розрізу. Суцільна хвиляста лінія застосовується для ліній обриву зображення й меж вигляду й розрізу на одному зображенні. Точне дотримання типу й товщини лінії — не естетична деталь, а частина однозначної графічної мови: переплутана штрихова лінія замість суцільної товстої змінює прочитання кресленика з «видимий контур» на «прихований отвір», що на виробництві призводить до прямої помилки виготовлення.

4. Конструкторська документація: стадії розробки, комплектність і облік

4.1. Стадії розробки конструкторської документації

Конструкторська документація на виріб проходить кілька стадій розробки, кожна з яких має власне призначення й ступінь деталізації, визначені стандартом. Технічна пропозиція й ескізний проєкт — ранні стадії, на яких принципові конструктивні рішення опрацьовують у вигляді спрощених креслеників і схем, без остаточної деталізації розмірів і матеріалів; на цьому етапі важливіше перевірити принципову працездатність конструкції, ніж досягти повної точності документації. Технічний проєкт деталізує обране рішення настільки, щоб можна було остаточно перевірити принципи роботи виробу, але ще не містить повного комплексу документів, придатних для безпосереднього виготовлення.

Робоча документація — заключна, найбільш деталізована стадія, документи якої (кресленики деталей, складальні кресленики, специфікації) безпосередньо передають у виробництво для

виготовлення виробу; саме з робочою документацією ви й працюєте протягом усього цього курсу, виконуючи ескізи й кресленики навчальних деталей. Розуміння того, на якій стадії перебуває конкретний документ, важливе для оцінки того, наскільки повними й остаточними мають бути наведені в ньому дані — ескізний проєкт свідомо не містить усіх розмірів, тоді як робочий кресленик зобов'язаний містити їх повністю.

4.2. Комплектність і облік конструкторської документації

Повний комплект конструкторської документації на виріб зазвичай охоплює не один, а кілька взаємопов'язаних документів: кресленики кожної оригінальної деталі, складальний кресленик (чи кілька — для складальних одиниць різного рівня складності виробу), специфікації до кожного складального кресленика, а за потреби — габаритний кресленик, схеми, текстові документи технічних умов. Кожному документу комплексу присвоюють власне позначення за прийнятою на підприємстві системою класифікації й нумерації, що дозволяє однозначно ідентифікувати документ і зберігати логічний зв'язок між документами одного виробу.

Облік і зберігання конструкторської документації на підприємстві організовує спеціальний підрозділ (архів технічної документації), що відповідає за реєстрацію оригіналів, видачу копій для виробничих потреб і контроль за внесенням змін (таблиця змін, яку розглянемо в лекції 2) — жодна зміна робочого кресленика не набуває чинності для виробництва, доки не пройде встановлену процедуру реєстрації. Для майбутнього фахівця зварювального виробництва це означає: працюючи з кресленням на дільниці, він повинен переконатися, що використовує саме актуальну, зареєстровану версію документа, а не застарілу копію з невнесеними змінами.

5. Культура виконання графічних робіт і самоконтроль

5.1. Робоче місце й культура виконання графічних робіт

Якість виконання будь-якого кресленика чи ескізу залежить не лише від знання стандартів, а й від елементарної культури організації робочого місця: правильно нагострений і підібраний за твердістю олівець для різних типів ліній, чиста поверхня креслярської дошки чи планшета, акуратне поводження з креслярським інструментом. Ця, здавалося б, побутова деталь має пряме відношення до якості результату: неохайний, забруднений аркуш ускладнює читання кресленика так само, як і формальні порушення стандарту.

У добу переважного застосування САПР частина цих навичок втрачає актуальність у буквальному розумінні, але сама культура акуратного, системного підходу до виконання документа лишається професійно значущою: акуратно організований файл, послідовне іменування шарів креслення, системний підхід до побудови — цифровий відповідник тієї самої культури, яка традиційно виховувалася на заняттях ручного креслення.

5.2. Контроль якості власного кресленика перед здаванням

Перш ніж уважати кресленик готовим, його корисно перевірити за коротким переліком: чи відповідає формат розмірам зображень і чи заповнено основний напис; чи всі лінії мають правильний тип і товщину; чи не перетинаються розмірні лінії й чи достатньо розмірів для виготовлення; чи узгоджені масштаб зображення й розмірні числа. Така самоперевірка формує звичку, яка на виробництві реалізується як нормоконтроль — обов'язкова процедура перевіряння документації на відповідність стандартам перед передаванням у виробництво.

6. Стандарти у виробництві зварних конструкцій

6.1. Роль стандартів у виробництві зварних конструкцій

Для майбутнього фахівця зварювального виробництва значення стандартів ЄСКД виходить за межі навчальної формальності. Виготовлення зварної металоконструкції — це послідовність операцій (розкроювання металу, складання, зварювання, контроль), яку виконують різні виконавці, часто на різних дільницях чи навіть різних підприємствах-субпідрядниках. Єдиним джерелом істини про те, яку форму, розміри й з'єднання повинна

мати конструкція, є кресленик — і саме тому вимоги до його однозначності, повноти й стандартності, розглянуті вище, у зварювальному виробництві мають безпосередній економічний і навіть безпековий наслідок: помилка чи неоднозначність у кресленику здатна призвести до браку дорогої металоконструкції або до аварійного руйнування зварного вузла в експлуатації.

Саме тому в модулі 4 цього курсу ви детально вивчите не загальні правила креслення, а вузькоспеціалізований розділ стандартів — умовні позначення швів з'єднань, які зварюють. Але засвоєння цього розділу неможливе без міцного фундаменту загальних правил оформлення креслеників, який закладається саме в модулі 1: без розуміння того, що таке формат, масштаб і тип лінії, неможливо коректно прочитати чи виконати жодне зображення, включно з кресленням зварної конструкції.

6.2. Стандарти позначення швів: ГОСТ 2.312-72 і міжнародна система ISO 2553

Багато національних стандартів ДСТУ, що входять до системи ЄСКД, гармонізовано з міжнародними стандартами ISO — саме такими є, зокрема, стандарти на формати, масштаби, лінії й шрифти, розглянуті в цьому модулі (ДСТУ ISO 5457, ДСТУ ISO 5455, ДСТУ ISO 128-24, ДСТУ ISO 3098-0). Для зварних конструкцій ситуація особлива: вимоги до умовного зображення й позначення швів з'єднань, які зварюють, у цьому курсі подано за ГОСТ 2.312-72, який і нині застосовують у документації українських підприємств, а міжнародну систему умовних позначень швів установлює стандарт ISO 2553. Для підприємств, що виконують замовлення на експорт металоконструкцій, знання обох систем — практична необхідність.

На виробництві трапляються кресленики різних років випуску, виконані за різними системами позначень, тому фахівець має вміти розпізнавати й читати обидві. Структура запису в них принципово подібна — допоміжні знаки, позначення типу шва, розміри, — але конкретні літерні коди типів швів можуть відрізнятися (лекція 12, питання 3.5). Тому в технічних вимогах кресленика зварної конструкції завжди зазначають, за яким саме стандартом виконано позначення швів.

Висновки до Лекції 1

Кресленик — обов'язковий інструмент фахівця зварювального виробництва: без уміння його читати неможливо коректно виготовити чи проконтролювати конструкцію.

Стандарти ЄСКД/ДСТУ обов'язкові для застосування — вони роблять кресленик зрозумілим незалежно від того, хто його виконав і на якому підприємстві він використовується.

Формат аркуша обирають за розмірами й складністю конструкції; основний напис читають першим — він задає контекст для всього подальшого аналізу зображення.

Масштаб змінює розмір зображення, але не розмірні числа на кресленику — вони завжди відповідають дійсним розмірам деталі.

Кожен тип лінії креслення має строго визначене призначення й товщину; переплутаний тип лінії змінює зміст кресленика, а не лише його вигляд.

Наступна лекція деталізує один з елементів сьогоднішньої теми — креслярський шрифт і правила заповнення основного напису.

ЛЕКЦІЯ 2. Креслярські шрифти та правила виконання написів. Основний напис креслення

1. Креслярський шрифт

1.1. Призначення й вимоги стандарту до креслярського шрифту

Креслярський шрифт — стандартизований шрифт для написів на кресленнику, у якому розмір, накреслення, товщина ліній обведення й нахил кожної літери та цифри визначено державним стандартом — ДСТУ ISO 3098-0:2006 «Документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги», — а не особистим почерком виконавця. Головна мета стандартизації шрифту — забезпечити однакову, гарантовану читабельність напису незалежно від того, хто саме його виконав: інженер-конструктор, технік чи здобувач освіти на практичному занятті. У добу ручного креслення стандартний шрифт виконувався від руки за спеціальною сіткою допоміжних ліній; сьогодні в системах автоматизованого проєктування стандартний шрифт «защитий» у бібліотеку системи, але сам принцип суворої регламентації форми літер лишається незмінним.

Розрізняють кілька типів креслярського шрифту: тип А (без нахилу й з нахилом 75°) і тип Б (без нахилу й з нахилом 75°), що відрізняються співвідношенням товщини обвідної лінії до висоти літери: у типі А товщина обведення становить $1/14$ висоти шрифту, у типі Б — $1/10$. Для машинобудівних креслеників ДСТУ ISO 3098-0 надає перевагу шрифту типу Б без нахилу; у межах одного документа тип і нахил шрифту мають бути однаковими. Дотримання типу шрифту — не формальність: суміш різних типів шрифту на одному кресленнику виглядає неохайно й ускладнює швидке візуальне сприйняття напису.

1.2. Розміри шрифту та побудова літер за сіткою

Стандарт визначає розмір шрифту як висоту великих (прописних) літер у міліметрах, обираючи значення зі стандартного ряду (2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20 мм). Вибір конкретного розміру шрифту для того чи іншого напису залежить від формату аркуша й призначення напису: розмірні числа й позначення в технічних вимогах виконують меншим розміром, найменування виробу в основному напису чи заголовок таблиці — більшим. Висота малих (рядкових) літер становить певну частку висоти великих літер того самого розміру шрифту, а товщина обвідної лінії — частку висоти великої літери; ці співвідношення й визначають характерний, легко впізнаваний вигляд креслярського шрифту.

Побудову кожної літери й цифри виконують за допоміжною сіткою: висота літери, ширина, положення характерних точок кривих ліній визначені координатами відносно сітки з кроком, кратним товщині обвідної лінії. У навчальній практиці цю сітку креслять тонкими лініями олівцем перед нанесенням напису, а після виконання напису стирають. Дотримання стандартної побудови особливо важливо для цифр, форма яких визначає правильне прочитання розмірного числа: недбало виконана цифра «6» легко сприймається як «0», а «1» — як «7», що на виробничому кресленнику є прямим джерелом браку.

Ширина більшості великих літер становить $6/10$ висоти шрифту, ширина цифр — $5/10$. Знання цих співвідношень дає змогу заздалегідь розрахувати довжину напису й правильно розмістити його на кресленнику, не виходячи за межі відведеного поля й не наштовхуючись на зображення.

2. Написи й технічні вимоги на кресленнику

2.1. Правила виконання написів і технічних вимог

Написи на кресленнику поділяють на кілька категорій: позначення виду чи розрізу, розмірні числа й граничні відхилення, текст технічних вимог, зміст граф основного напису. Технічні вимоги — текстові пункти, що містять дані, які неможливо чи недоцільно виразити графічно (вимоги до термообробки, покриття, точності виготовлення, посилання на конкретний стандарт зварювання). Текст технічних вимог розташовують над основним написом у визначеному порядку: спочатку загальні вимоги (наприклад, до невказаних граничних

відхилень розмірів), потім специфічні (до окремих поверхонь чи елементів), кожен пункт нумерують послідовно.

Заголовки пунктів технічних вимог і назви таблиць виконують шрифтом більшого розміру або з підкресленням (у ручному кресленні), а сам текст пункту — тим самим розміром шрифту, що й інші пояснювальні написи на аркуші. Важлива вимога стандарту: технічні вимоги формулюють стисло, без зайвих слів, кожне речення — одна конкретна вимога, без переліку кількох незалежних вимог в одному пункті. Це правило прямо стосується майбутньої практики: на кресленнику зварної конструкції, наприклад, технічною вимогою може бути «Зварні шви контролювати візуально-вимірювальним методом за ДСТУ» — стисле, однозначне формулювання без додаткових приміток в тому самому пункті.

2.2. Написи іноземною мовою, скорочення й умовні позначення в текстах кресленика

Стандарт визначає перелік допустимих скорочень слів у технічних вимогах і написах на кресленнику (наприклад, «отв.» — отвір, «повн.» — повний), застосування яких дозволене лише в межах цього переліку — довільне скорочення, зрозуміле лише виконавцю, порушує однозначність документа так само, як і нестандартний шрифт. У випадках, коли документація призначена для міжнародного використання чи спільного проекту із зарубіжним партнером, окремі написи можуть дублюватися іноземною мовою, але основний обсяг технічної інформації в українській конструкторській документації виконують державною мовою, з дотриманням прийнятої термінології ЄСКД.

Умовні позначення (знаки діаметра, радіуса, конусності, ухилу, шорсткості поверхні) стандартизовані окремо від шрифту напису: це графічні символи фіксованої форми, які завжди передують числовому значенню й не підлягають довільній заміні текстовим словом. Наприклад, замість напису «діаметр 20 мм» на кресленнику застосовують стандартний знак діаметра перед числом; змішування текстового й символічного запису того самого параметра на одному кресленнику вважається помилкою оформлення.

3. Основний напис і облік змін конструкторського документа

3.1. Форма основного напису для кресленика деталі

Основний напис (штамп) кресленика деталі заповнюють за формою, встановленою ДСТУ EN ISO 7200:2005 «Розроблення технічної документації. Графи у штампах та основних написах», і розташовують у правому нижньому куті аркуша. Типові графи основного напису: позначення документа (код виробу за прийнятою системою класифікації), найменування виробу, позначення матеріалу (для деталей — марка матеріалу за відповідним стандартом, наприклад марка сталі), маса виробу, масштаб зображення, літера, що позначає стадію розробки документа. В окремих графах зазначають прізвища й підписи осіб, відповідальних за виконання, перевірку й затвердження кресленика, з датами виконання відповідних дій.

Заповнення основного напису — перша операція, яку перевіряє викладач чи виробничий контролер, розгортаючи виконану графічну роботу: невірно чи не повністю заповнений штамп одразу свідчить про недбальство у виконанні всього документа, навіть якщо саме зображення виконано технічно правильно. Тому в навчальній практиці цього курсу заповнення основного напису — обов'язковий елемент оцінювання кожної графічної й самостійної роботи, а не другорядна формальність.

3.2. Форма основного напису для складального кресленика і специфікації

Основний напис складального кресленика за формою й розташуванням граф подібний до основного напису деталі, але має відмінності, зумовлені іншим змістом документа: замість позначення матеріалу однієї деталі складальний кресленик у своєму основному напису переважно не містить графи матеріалу (адже виріб складається з кількох деталей різних матеріалів), натомість підвищується значення графи маси — загальної маси зібраного виробу. Специфікація — окремий текстовий конструкторський документ, що визначає склад складальної одиниці, виконується у вигляді таблиці з графами: номер позиції (відповідає

номеру позиції на складальному кресленику), позначення документа, найменування складової частини, кількість, примітка.

Специфікація складається за встановленою послідовністю розділів: документація, комплекси, складальні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали, комплекти — кожен розділ відокремлюють заголовком, а позиції всередині розділу нумерують послідовно. Для складальних креслеників зварних конструкцій специфікація — практично незамінний документ: саме в ній зазначають, з яких деталей складається конструкція перед зварюванням. Детально специфікацію складального кресленика зварної конструкції розглянемо в лекції 13, коли перейдемо до оформлення виробничої документації модуля 4.

3.3. Додаткові графи, зміни й підписи в конструкторському документі

Окрім основних граф, стандартна форма основного напису передбачає додаткову таблицю змін — невелику таблицю, у якій фіксують кожне коригування кресленика після його первинного затвердження: номер зміни, короткий зміст, підпис особи, що внесла зміну, і дату. Таблиця змін — обов'язковий елемент документообігу на виробництві, оскільки конструкторська документація в реальних умовах рідко лишається незмінною протягом усього життєвого циклу виробу: технологічне коригування процесу зварювання, заміна матеріалу через відсутність на складі чи виправлення виявленої помилки — усе це вимагає задокументованої зміни кресленика, а не мовчазного відхилення від нього під час виконання роботи.

Додатково стандарт визначає порядок нумерації аркушів для багатоаркушевих креслеників (загальна кількість аркушів і номер поточного), а також вимоги до копій документа — позначення, що це копія, а не оригінал. У навчальній практиці цього курсу здобувачі переважно працюють з одноаркушевыми документами, але розуміння логіки багатоаркушевої й версійної документації важливе для подальшої професійної діяльності, де складальні кресленики великих зварних конструкцій нерідко займають кілька аркушів.

4. Якість написів: типові помилки, практичні прийоми, написи в САПР

4.1. Типові помилки виконання написів і заповнення основного напису

Практика перевірки навчальних графічних робіт виявляє кілька типових помилок, пов'язаних саме з написами та основним написом. Перша — недотримання розміру шрифту: змішування кількох розмірів у написах, які за стандартом мають бути однаковими (наприклад, різні розмірні числа на одному кресленику), що ускладнює візуальне сприйняття документа як цілісного. Друга — порушення пропорцій і нахилу літер, коли шрифт виконується «на око» без попередньої розмітки допоміжною сіткою, унаслідок чого літери виходять нерівномірними за висотою й нахилом.

Третя типова помилка — неповне чи неточне заповнення основного напису: пропущена графа матеріалу, невідповідність зазначеного масштабу дійсному масштабу зображення, відсутній підпис виконавця. Четверта, характерна саме для складальних креслеників зварних конструкцій, — розбіжність між номерами позицій на зображенні та в специфікації, коли під час виправлення кресленика забувають узгоджено виправити відповідний запис у специфікації. Усвідомлення цих типових помилок на початку курсу дозволяє свідомо уникати їх у власних графічних роботах протягом усього подальшого навчання.

До типових належать і помилки самої техніки письма: нестала висота літер у рядку, змішування прямого й похилого шрифту, різна товщина обведення, довільні інтервали між літерами й словами. Стандарт установлює мінімальну відстань між літерами (2/10 висоти) і між словами (6/10 висоти); недотримання цих інтервалів робить напис нечитабельним навіть за правильної форми літер. Щоб уникнути таких помилок, на навчальному етапі написи виконують за допоміжною сіткою з тонких ліній, що визначають висоту рядка, висоту рядкових літер і нахил; у міру напруження навички сітку роблять рідшою, а згодом виконують написи лише за двома лініями рядка.

4.2. Практичні прийоми виконання якісного напису на графічній роботі

У навчальній практиці якість виконання шрифту й написів безпосередньо впливає на оцінку графічної роботи, тому корисно засвоїти кілька практичних прийомів. По-перше, допоміжну сітку для літер варто наносити твердим олівцем з мінімальним натиском, щоб її сліди легко стиралися після обведення напису основним інструментом. По-друге, усі написи одного функціонального призначення (наприклад, усі розмірні числа) на аркуші виконують одним і тим самим розміром шрифту без винятків — це вимагає попереднього планування розташування написів на аркуші ще до початку їх нанесення.

4.3. Написи й основний напис у кресленнях, виконаних засобами САПР

У сучасних системах автоматизованого проектування креслярський шрифт задається як налаштований текстовий стиль: розмір, нахил, накреслення обираються зі стилю, який відповідає вимогам стандарту, і застосовуються автоматично до всіх написів обраної категорії — розмірних чисел, технічних вимог, найменувань. Це виключає типову помилку ручного креслення (різні розміри однотипних написів на одному аркуші), але не звільняє виконавця від відповідальності правильно обрати сам стиль тексту відповідно до призначення напису.

Основний напис у файлі САПР найчастіше оформлюють як окремий блок чи шаблон, графі якого заповнюються текстовими полями, пов'язаними з властивостями файлу (найменування, позначення, дата). Такий підхід гарантує однакове розташування граф на будь-якому кресленнику підприємства й пришвидшує заповнення штампа, проте додає нову категорію ризику — заповнення полів шаблону застарілими чи хибно перенесеними даними при копіюванні кресленника деталі для створення нового документа.

5. Написи на креслениках зварних конструкцій і документообіг підприємства

5.1. Формулювання технічних вимог для зварних конструкцій: практичні приклади

Технічні вимоги на кресленнику зварної металоконструкції мають власну, вузькоспеціалізовану лексику, яку здобувач опанує детально в модулі 4, але яку корисно побачити вже зараз як приклад загального правила стислого й однозначного формулювання. Типові пункти: «Зварні шви виконати за ДСТУ, електродами марки, зазначеної в специфікації», «Катети кутових швів — 6 мм, якщо інше не зазначено на зображенні», «Зварні шви контролювати візуально-вимірювальним методом», «Невказані граничні відхилення розмірів — за відповідним класом точності». Кожен пункт — окреме, самодостатнє речення без переліку кількох незалежних вимог.

Порядок розташування технічних вимог на кресленнику зварної конструкції також підпорядкований загальному правилу лекції: спочатку вимоги до матеріалу та підготовки деталей під зварювання, далі — до самого процесу й контролю зварних швів, і насамкінець — довідкові вказівки (наприклад, посилання на інший документ комплекту). Уміння грамотно сформулювати такий пункт — навичка, яку здобувач відпрацює практично в модулі 4 під час оформлення кресленника з'єднання зварюванням.

На креслениках зварних вузлів написи трапляються особливо часто: позначення марок сталі в специфікації, номери позицій деталей, пункти технічних вимог щодо способу зварювання й контролю швів. Усі вони виконуються стандартним шрифтом однакової висоти в межах свого призначення, а номери позицій — шрифтом на один-два розміри більшим за розмірні числа, щоб вони добре читалися на полицях ліній-виносок. Нечітко написана марка електрода чи клас шва може призвести до застосування невідповідного матеріалу й браку відповідального вузла.

5.2. Взаємозв'язок написів кресленика з іншими розділами документообігу підприємства

Повний доступ до матеріалів — виключно для студентів закладу. Документ містить ознайомчий фрагмент (стор. 1–10). Повна версія доступна в електронній бібліотеці закладу після входу в особистий кабінет студента.