

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ  
З ДИСЦИПЛІНИ “ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА”**

Для студентів інженерно-фізичного факультету

Київ 2011



## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	
<b>1. ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ</b> .....	
<b>2. ПОСЛІДОВНІСТЬ ТА СТРОКИ ВИКОНАННЯ ЕТАПІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ</b> .....	
<b>3. РОЗРОБКА ЕСКІЗІВ ДЕТАЛЕЙ</b> .....	
3.1. З'ясування призначення деталі.....	
3.2. Вибір матеріалу заготовки й способів її обробки.....	
3.3. Аналіз геометричної форми деталі.....	
3.4. Вибір головного вигляду, типу й кількості зображень.....	
3.5. Вибір формату, масштабів зображень і компоновання ескізу.....	
3.6. Нанесення розмірів.....	
3.7. Вибір розмірів стандартних конструктивних елементів.....	
3.8. Вибір розмірів стандартних технологічних елементів.....	
3.9. Вибір шорсткості поверхонь деталі.....	
3.10. Позначення хіміко-термічної обробки (ХТО).....	
3.11. Позначення допусків на розміри.....	
3.12. Розробка й оформлення технічних вимог.....	
3.13. Особливості ескізування деяких деталей.....	
<b>4. РОЗРОБКА СКЛАДАЛЬНОГО КРЕСЛЕНИКА З ЕЛЕМЕНТАМИ КРЕСЛЕНИКА ЗАГАЛЬНОГО ВИДУ</b> .....	
4.1. Особливості СК та КЗВ.....	
4.2. Послідовність виконання СК.....	
4.3. Умовності й спрощення на СК.....	
4.4. Нанесення розмірів.....	
4.5. Складання специфікації.....	
4.6. Позначення номерів позицій.....	
4.7. Введення в ЄСДП.....	
<b>5. ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ</b> .....	
5.1. Загальні вимоги до оформлення.....	
5.2. Вступ.....	
5.3. Призначення, устрій та принцип дії складальної одиниці.....	
5.4. Розробка СК з елементами КЗВ.....	
5.5. Послідовність складання й розбирання складальної одиниці.....	
5.6. Розробка ескізів деталей.....	
5.7. Висновки.....	
5.8. Вимоги до оформлення списку використаної літератури.....	
5.9. Додатки.....	
5.10. Зміст.....	
5.11. Брошування ПЗ.....	
<b>6. ЗАХИСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ</b> .....	
<b>7. ПРИКЛАДИ ВИКОНАННЯ ДЕЯКИХ ЕТАПІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ</b> .....	
7.1. Розробка ескізу корпусу водорозбірного крану.....	
7.2. Призначення посадок і допусків на розміри.....	
<b>ДОДАТКИ</b> .....	
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	

## ВСТУП

Метою виконання курсової роботи є набуття початкових навичок розробки й оформлення конструкторської документації на складальну одиницю в складі специфікації, складального кресленника, ескізів деталей і пояснювальної записки. У курсовій роботі моделюється реальна виробнича ситуація: поновлення втраченої або відсутньої конструкторської документації на механізм, що вийшов з ладу, для його аварійного ремонту.

У ході виконання курсової роботи студенти повинні навчитися вирішувати наступні інженерні завдання:

- 1) ескізувати з натури деталі типу вала, втулки, кришки, корпуса відповідно до нормативних документів;
- 2) обґрунтовувати вибір матеріалу, виду заготовки й способів її обробки;
- 3) призначати (по аналогах) і позначати на креслениках (ескізах) деталей шорсткість поверхонь;
- 4) аналізувати геометричну форму й розміри деталей;
- 5) вибирати розміри стандартних конструктивних елементів: шпонкових пазів, шестигранників під ключ, нарізей;
- 6) вибирати розміри стандартних технологічних елементів: центрових отворів, фасок, канавок, проточок;
- 7) оформляти технічні вимоги до деталей;
- 8) розробляти складальний кресленник (в подальшому СК) з елементами кресленнику загального виду (КЗВ) із застосуванням умовностей і спрощень, регламентованих нормативними документами;
- 9) вибирати по аналогах і позначати на КЗВ посадки для типових сполучень деталей;
- 10) по заданим (або обраним) посадкам призначати й позначати на креслениках (ескізах) деталей допуски на розміри;
- 11) оформляти текстові конструкторські документи: специфікацію, пояснювальну записку, у тому числі титульний аркуш, зміст, рубрикацію (заголовки), основні написи до текстових документів, таблиці, рисунки, текстові описи, список літератури, додатки;
- 12) складати кресленник;
- 13) привселюдно захищати виконану роботу.

## 1. ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

Робочий екземпляр завдання студент оформлює в день видачі курсової роботи (3-й тиждень семестру) на бланку формату А4 ручкою чорного, синього або фіолетового кольору й затверджує у викладача в день видачі. Приклад оформлення завдання наведений у додат. 1.

1.1.1. Тема курсової роботи - розробка конструкторської документації на складальну одиницю, назву якої студент уточнює по технічному паспорту на неї у відповідності зі своїм варіантом, номер якого збігається із двома останніми цифрами в номері залікової книжки.

1.1.2. Строк здачі студентом закінченої роботи - 12-й тиждень семестру. На виконання курсової роботи надається 10 тижнів.

1.1.3. Вихідні дані до курсової роботи:

- 1) складальна одиниця в натурі;
- 2) технічний паспорт на складальну одиницю.

1.1.4. Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити наступні основні розділи:

- 1) призначення, устрій і принцип дії складальної одиниці;
- 2) послідовність складання й розбирання її;
- 3) розробка складального кресленника з елементами КЗВ (з вибором посадок для всіх пар спряжених деталей);

4) розробка ескізів 4-5 деталей з вибором матеріалу, шорсткості поверхонь і способу їхньої обробки із призначенням допусків на розміри.

1.1.5. Перелік графічних робіт (креслеників):

1) складальний кресленик (з елементами КЗВ) формату А1 або А2;

2) ескізи 4-5 деталей (типу корпусу, кришки, вала й втулки) форматів А3-А4.

## **2. ПОСЛІДОВНІСТЬ ТА СТРОКИ ВИКОНАННЯ ЕТАПІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

Календарний план роботи складається при видачі завдання з наведенням конкретних дат виконання кожного етапу й оформлюється на зворотному боці бланку завдання (додат.1).

Враховуючі недостатній досвід в ескізуванні у студентів першого курсу, ескізи доцільно виконувати починаючи з простих деталей і завершити ескізом корпусу, після чого приступати до виконання СК.

Розділи пояснювальної записки слід писати паралельно виконанню відповідних графічних робіт.

## **3. РОЗРОБКА ЕСКІЗІВ ДЕТАЛЕЙ**

Форма й розміри кожної деталі визначаються її функціональним призначенням, технологією виготовлення, а також економічними й ергономічними міркуваннями. Тому, приступаючи до ескізування деталей, необхідно ознайомитися із призначенням, будовою і принципом дії складальної одиниці за її технічним паспортом або по спеціальній літературі. Роботу над ескізом кожної деталі та її описом у пояснювальній записці доцільно виконувати в нижченаведеній послідовності.

### **3.1. З'ясування призначення деталі**

Керуючись призначенням, будовою, принципом дії складальної одиниці й назвою деталі, необхідно встановити:

1) основне функціональне призначення деталі;

2) додаткові (допоміжні) її функції (якщо вони є);

3) вид з'єднання (спряження) даної деталі з іншими деталями складальної одиниці (рухоме, нерухоме, перехідне);

4) характер переміщення деталі (для рухомих деталей) – обертальне, поступальне або комбіноване й т.п.;

5) умови роботи деталі - температуру, тиск, середовище (вода, повітря, газ і т.п.).

Таким чином, на цьому етапі треба виявити всі конструктивні елементи деталі, їхнє функціональне призначення й умови експлуатації.

### **3.2. Вибір матеріалу заготовки й способів її обробки**

Вибір матеріалу визначається вимогами до міцності, зносостійкості, корозійної й температурної стійкості деталі відповідно до умов її експлуатації, а також способом одержання заготовки й вартістю матеріалу. Так, при роботі деталі в агресивних середовищах необхідно застосовувати антикорозійні матеріали - кольорові метали й сплави з неіржавіючої сталі (додат.2). При цьому варто пам'ятати, що ці матеріали в кілька разів дорожче чорних металів, сплавів-чавунів і вуглецевих сталей.

Спосіб одержання заготовки (лиття, штампування, кування, прокатка, пресування й т.п.) у свою чергу залежить від форми, розмірів деталі та серійності її виготовлення. Прості за формою деталі (вали, втулки, кришки з перетином до 100...150 мм) при невеликій серійності одержують різанням із заготовки у вигляді прокату круглого, квадратного, прямокутного або шестигранного перетину. Заготовкою для деталі зі складною формою внутрішніх поверхонь і тонкими стінками

(типу корпусу або кришки), незалежно від розмірів і серійності служить виливок. Як заготівка для корпусу й кришки гідроапаратури, що працює при високих тисках (понад 10 атм), використовується поковка (при одиничному й дрібносерійному виробництві) або штампування (при середньо- і великосерійному виробництві). При цьому для литих деталей необхідно застосовувати ливарні сплави, а для кутих і штампованих – матеріали що деформуються (додат.2).

Як правило, всі поверхні деталі, що сполучаються з іншими деталями, необхідно додатково піддати обробці різанням:

- а) поверхні обертання (зовнішні і внутрішні) - токарній обробці, а при високій чистоті поверхні - ще й круглому шліфуванню;
- б) плоскі поверхні - фрезеруванню або струганню, а при високій чистоті поверхні - плоскому шліфуванню;
- в) циліндричні отвори й порожнини діаметром до 30...50 мм - свердління, а більше 30...50 мм - ще й розточуванню;
- г) отвори й порожнини не круглого перетину - фрезеруванню або довбанню;
- д) нарізі діаметром до 20 мм: внутрішні - мітчиками, зовнішні - лерками або плашками; при діаметрі зовнішніх і внутрішніх нарізей більше 20 мм - різцями на токарно-гвинтонарізних або розточувальних верстатах;
- е) поверхні зубів на шестірнях - зубофрезеруванню або зубодовбанню;
- ж) поверхні пазів типу шпонкових: на валу - фрезеруванню пальцевою або дисковою фрезою, в отворі - довбанню або протяганню;
- з) складні фасонні поверхні - фрезеруванню по копію або на верстатах зі ЧПУ.

Виходячи із призначення деталі, умов її роботи, форми й розмірів, з урахуванням викладеного й рекомендацій у додат.2, студент повинен обґрунтувати вибір матеріалу, вид заготівки й способи її механічної обробки. При цьому потрібно орієнтуватися на одиничне виробництво (ремонт складальної одиниці).

### **3.3. Аналіз геометричної форми деталі**

Цей етап необхідний як попередній для вибору виду й числа зображень і нанесення розмірів на кресленику (ескізі) деталі. Для аналізу слід уявно розділити деталь на типові й стандартні конструктивні й технологічні елементи та визначити геометричну форму кожного з них. При цьому доцільно виділити чотири групи таких елементів:

- 1) типові конструктивні елементи на зовнішній поверхні деталі;
- 2) типові конструктивні елементи на внутрішній поверхні деталі;
- 3) стандартні конструктивні елементи (зовнішні й внутрішні): нарізі, шліци, зуби, шпонкові пази й т.п.;
- 4) стандартні технологічні елементи: ливарні або штампувальні ухили й радіуси, центрові отвори, фаски, канавки, проточки і т.п.

### **3.4. Вибір головного вигляду, типу й кількості зображень**

Головний вигляд повинен давати максимум інформації про форму деталі й відповідати її положенню при обробці основних поверхонь. Число інших зображень (основних і додаткових виглядів, розрізів, перетинів, виносних елементів) повинне бути мінімальним, але достатнім для визначення форми й розмірів кожного елемента деталі. З метою скорочення кількості зображень необхідно (по можливості) сполучати частину вигляду й розрізу, замість декількох простих розрізів застосовувати складний, а замість розрізу - перетин.

### **3.5. Вибір формату, масштабів зображень і компоновання ескізу**

Обрані формат, масштаби зображень (приблизні для ескізів) і компоновання повинні забезпечити можливість нанесення всіх розмірів кожного елемента деталі, розміщення необхідних написів (позначення виглядів, розрізів, перетинів, виносних елементів, технічних

вимог та ін.), а також раціональне використання площі ескізу (зображення й написи повинні займати не менше 75% робочої площі ескізу).

Ескізи необхідно виконувати на папері в клітинку без застосування креслярських інструментів.

### **3.6. Нанесення розмірів**

Число розмірів повинне бути мінімальним, але достатнім для однозначного завдання форми деталі. Для виконання цієї вимоги для кожного з виділених при аналізі елементу деталі необхідно задати розміри форми й розміри положення. Розміри форми визначають геометричну форму даного елемента, а розміри положення - координати його щодо прийнятих для цієї деталі координатних площин (осей), названих базами. Розрізняють бази конструкторські (задаються конструктором і звичайно прив'язуються до осей або до площин симетрії головних елементів деталі) і технологічні (задаються технологом). Технологічні бази у свою чергу підрозділяють на чорнові (необроблені) і чистові (оброблені різанням), основні й допоміжні.

У курсовій роботі розміри положення елементів деталі варто задавати головним чином від технологічних баз. У якості останніх потрібно використовувати опорні й привалочні площини для деталей типу "корпус" і "кришка", торці деталей типу тіл обертання - для розмірів положення, паралельні осі обертання, і вісь обертання - для розмірів, перпендикулярних до неї.

Розміри форми кожного елемента деталі рекомендується групувати на ескізі на тому зображенні цього елемента, що найбільш повно відображає його форму. Так, для глухого циліндричного отвору всі розміри краще проставляти на його осьовому розрізі, а для канавки або паза постійного перетину - на його поперечному розрізі або перетині.

Для всіх виявлених при аналізі розмірів форми й положення деталі необхідно нанести на ескізі виносні й розмірні лінії й тільки потім приступати до вимірів і проставлення числових значень.

### **3.7. Вибір розмірів стандартних конструктивних елементів**

Форма, види розмірів і їхні числові значення для стандартних конструктивних елементів регламентовані відповідними державними стандартами. Для однієї групи таких елементів числові значення розмірів спочатку необхідно приблизно визначити виміром за допомогою штангенциркуля або лінійки, а потім відповідно стандарту вибрати найближчі значення з розмірного ряду цих параметрів. Так, при ескізуванні нарізевих ділянок потрібно візуально за формою профілю нарізі визначити її тип, приблизно виміряти зовнішній діаметр для зовнішньої нарізі або внутрішній для внутрішньої, по відбитку на смужці паперу визначити крок різьблення (для метричних і ходових нарізей) і по таблиці параметрів вибрати найближчі стандартні значення: для метричної - за ГОСТ 8724-81, трапецеїдальної - за ГОСТ 24737-81, упорної - за ГОСТ 10177-82, трубної циліндричної - за ГОСТ 6357-81 або конічної - за ГОСТ 6211-81 [1]. Аналогічно вибирається розмір під ключ, як найближчий стандартний розмір за ГОСТ 6424-73 [2] (додат.3).

Для іншої групи стандартних конструктивних елементів числові значення розмірів необхідно вибирати по таблицях відповідних стандартів залежно від числового значення певного вхідного параметра. Наприклад, розміри перетину шпонкового паза призначаються залежно від діаметра ділянки вала (або отвору), на якому цей паз розміщений: для призматичних шпонок - за ГОСТ 23360-78, для сегментних - за ГОСТ 24071-80 [1].

Крім стандартних розмірів форми, для кожного стандартного конструктивного елемента на ескізі деталі необхідно, як правило, задати також розміри його положення. Наприклад, для шпонкового паза на валу потрібно задати розмір положення його щодо одного з торців вала.

### **3.8. Вибір розмірів стандартних технологічних елементів**

Стандартні технологічні елементи істотно спрощують і здешевлюють процес виготовлення деталі за рахунок застосування стандартного устаткування, інструмента й технології.

Такими елементами є:

- 1) ливарні ухили й ливарні радіуси - для литих деталей;
- 2) штампувальні ухили й штампувальні радіуси - для штампованих деталей;
- 3) фаски нарізеві;
- 4) центрові отвори на валах;
- 5) проточки нарізеві;
- 6) канавки для виходу шліфувального інструменту.

### 3.8.1. Ливарні ухили

Виконуються на всіх поверхнях виливків, перпендикулярних до площини рознімання ливарної форми. Сприяють полегшенню вилучення моделі із земляної форми й видалення самого виливка з металевої форми. Розмір ливарних ухилів регламентований ГОСТ 3212-92 і задається на ескізі (кресленіку) деталі в технічних вимогах відразу для всіх або для більшості литих поверхонь із ухилами.

### 3.8.2. Ливарні радіуси

Застосовуються на всіх зовнішніх і внутрішніх кутах виливка з метою виключення термічних тріщин при остиганні виливка й для підвищення стійкості ливарної форми на зовнішніх і внутрішніх кутах під впливом струменя розплавленого металу. Ливарні радіуси регламентовані ГОСТ 3212-92 і задаються на ескізі (кресленіку) деталі в технічних вимогах.

### 3.8.3. Штампувальні ухили

Виконуються на поверхнях штампування, перпендикулярних до площини рознімання штампів. Необхідні для полегшення видалення штампування зі штампа. Регламентуються ГОСТ 7505-85 і задаються на ескізі (кресленіку) деталі в технічних вимогах аналогічно ливарним ухилам.

### 3.8.4. Штампувальні радіуси

Застосовуються на зовнішніх і внутрішніх кутах штампування для підвищення стійкості штампів. Регламентуються ГОСТ 7505-85 і задаються на ескізі (кресленіку) деталі в технічних вимогах аналогічно ливарним радіусам.

### 3.8.5. Центрові отвори

Використовуються для затиску в центрах витягнутих деталей типу тіл обертання (при довжині, що перевищує 5-кратний діаметр) при обробці їх на токарних й круглошліфувальних верстатах. Форма (тип) і розміри центрових отворів регламентовані ГОСТ 14034-74. Розміри отвору призначаються по цьому стандарту залежно від діаметра щабля деталі, на якому воно розміщено. Центрові отвори на ескізі (кресленіку) деталі зображуються умовно за ГОСТ 14034-74, а форма (тип) і його розміри зазначаються у позначенні центрального отвору [ 2 ] .

### 3.8.6. Фаски нарізеві

Виконують на початковій (західній) ділянці нарізей всіх типів. Призначені для спрямування ріжучого інструменту, а також для взаємного спрямування деталей на початковому етапі їх згвинчування. Зовнішні фаски обробляють прохідним різцем звичайно з кутом у плані 45°. Внутрішні фаски у великих отворах (діаметром більше 30 мм) обробляють також різцем з кутом 45°, а в отворах меншого діаметра - свердлом з кутом заточення 120°. У всіх випадках катет фаски (висота усіченого конуса) повинен бути трохи більше висоти профілю нарізі, тому його вибирають для нарізей всіх типів за ГОСТ 10948-64 залежно від кроку нарізі [2, табл.14]. На ескізі (кресленіку) деталі обидва розміри фаски (висоту (катет) і кут нахилу утворюючого січеного конуса до його осі ) наносять по одному з варіантів:



- 1) для фасок з кутом  $45^\circ$  і катетом, наприклад 1,5 мм, обидва розміри наносять над розмірною лінією катета по типі 1,5x45°;
- 2) при інших кутах фаски кожний розмір (кут і катет) наносять окремо над своїми розмірними лініями. Розміри однакових фасок наносять один раз, указавши під розмірною лінією число фасок.

### 3.8.7. Проточки нарізеві

Застосовуються в тих випадках, коли нарізь повинна бути нарізана по всій довжині заданої ділянки вала або отвору, тобто коли недоріз і збіг нарізі не допускаються. Глибина проточки повинна бути трохи більшою, ніж висота профілю нарізі. Стандартна форма проточки для різних типів нарізей наведена в [ 1 ]. Розміри проточки вибираються залежно від кроку нарізі. На ескізі (кресленику) деталі форма й розміри проточок задаються за допомогою виносних елементів, виконаних у збільшеному масштабі. При цьому на основному вигляді деталі проточка зображується спрощено (прямокутної форми).

### 3.8.8. Канавки для виходу шліфувального кола

Призначені для виключення утворення галтелі наприкінці шліфованої ділянки, що утвориться внаслідок зношування по радіусу прямокутної крайки шліфувального кола. Форма й розміри таких канавок регламентовані ГОСТ 8820-69 і залежать від діаметра ділянки, що шліфується, а також від виду шліфування: по циліндру, торцю або комбінованого [1; 2]. На ескізі (кресленику) деталі форма й розміри цих канавок зображуються аналогічно проточкам нарізевим.

## 3.9. Вибір шорсткості поверхонь деталі

На ескізі (кресленику) деталі необхідно вказати параметри шорсткості всіх її поверхонь, тому що від цього залежать працездатність деталі та її собівартість. Із всіх установлених за ГОСТ 25142-82 параметрів шорсткості ( $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{max}$ ) переважнішим є параметр  $R_a$  - середнє арифметичне абсолютних значень висоти (у мікронах) всіх мікро нерівностей (виступів і западин) на деякій базовій довжині. Чим вище вимоги до шорсткості поверхні, тим нижче повинне бути значення  $R_a$  і навпаки. Числове значення параметра  $R_a$  не можна призначати довільно: воно повинне відповідати одному зі значень I, II або III ряду нормованих значень  $R_a$  за ГОСТ 2789-73 (додат.4), причому перший ряд переважніше другого, другий - третього. Однак не слід призначати  $R_a$  нижче необхідного за умовами роботи деталі, тому що зі зменшенням цього параметра в геометричній прогресії збільшуються трудомісткість і вартість обробки. Для призначення обґрунтованої шорсткості кожної поверхні при ескізуванні деталі необхідно керуватися функціональним призначенням цих поверхонь і рекомендаціями, наведеними в додат. 4, 5 а також рекомендаціями з наближеної візуальної оцінки шорсткості поверхонь, даними в додат. 6.

## 3.10. Позначення хіміко-термічної обробки (ХТО)

ХТО металів - це сукупність технологічних процесів, що приводять до зміни хімічного складу, структури й властивостей поверхні металу без зміни складу, структури й властивостей серцевинних зон. ХТО металів здійснюється за допомогою дифузійного насичення їхньої поверхні різними елементами при підвищених температурах. Вибір елемента визначається необхідними властивостями поверхні деталі. Насичення роблять вуглецем (цементация), азотом (азотування), азотом і вуглецем (нітроцементування, ціанування), бором (борування), кремнієм (сіліцювання). ХТО деталі дозволяє надати виробу підвищену зносостійкість, жаростійкість, корозійну стійкість, та ін.

На креслениках виробів, що піддаються ХТО, вказують показники властивостей, що набуваються в результаті обробки: твердість (HRC<sub>3</sub>, HRB, HRA, HB, HV), межа міцності ( $\sigma_B$ ), межа пружності ( $\sigma_Y$ ), ударну в'язкість (KCU, KCV, KCT) і т.п.

Правила позначення ХТО на креслениках установлені ГОСТ 2.310-68. Позначення можуть бути записані в технічних вимогах або на полках - винесеннях. У технічних вимогах запис виконується, якщо обробці піддаються окремі ділянки поверхні. У цьому випадку оброблювані ділянки виділяються штрих пунктирними потовщеними лініями, від яких відводять винесення, що закінчуються полками для запису показників властивостей матеріалів (додат. 7). У запису вказують глибину обробки й число твердості матеріалів наприклад: " h 0,7...0,9 мм; HRC 58. ..62". Найменування видів обробки записують тільки в тих випадках, якщо вони єдині, що забезпечують необхідні властивості матеріалів, наприклад: "цементувати h 0,6...0,8 мм; 42...48 HRC<sub>3</sub>; азотувати h 0,3...0,5; HV 800.. .940"

### 3.11. Позначення допусків на розміри

На виробничих креслениках (ескізах) деталей повинні бути задані допуски на всі розміри й допуски на форму деталі. У курсовій роботі необхідно задати допуски тільки на розміри, тому що до призначення допусків на форму деталі студенти ще не готові.

Оскільки на етапі ескізування деталей посадки, які і визначають допуски на спряжені поверхні, ще не призначені, ці допуски на ескізах деталей необхідно нанести після вибору посадок. Але допуски на не спряжені (вільні) розміри потрібно вказати в технічних вимогах вже на етапі ескізування деталей.

### 3.12. Розробка й оформлення технічних вимог

У пунктах технічних вимог на ескізах (креслениках) деталей, розміщених над основним написом, дають додаткову технологічну інформацію, яка відсутня в основному написі й на зображеннях:

- 1) про матеріали (наприклад, про можливість заміни матеріалу, зазначеного в основному написі, іншими матеріалами);
- 2) про види термічної й хіміко-термічної обробки;
- 3) про показники властивостей матеріалу (наприклад, твердості);
- 4) про граничні відхилення розмірів, не заданих на зображенні;
- 5) про спільну обробку з іншими деталями;
- 6) про покрив;
- 7) про довідкові розміри та ін.

### 3.13. Особливості ескізування деяких деталей

Деталі різного призначення (типу корпусу, кришки, валу й втулки) відрізняються характерними типовими й стандартними конструктивними елементами, які визначають способи їхньої обробки, а також вид застосованих стандартних технологічних елементів. Обумовлені цим особливості ескізів (і креслеників) таких деталей проявляються насамперед у виборі головного вигляду (відповідно до положення деталі при основній обробці), типу й кількості інших зображень, способу нанесення розмірів і т.п. Так, корпусні деталі, що мають складну форму зовнішньої й внутрішньої поверхонь, які виконані литтям або штампуванням з наступною обробкою різанням спряжених поверхонь, варто розташовувати на головному вигляді відповідно до положення їх при литті або при штампуванні (по можливості врахувати при цьому положення корпусу на складальному кресленнику для полегшення виконання останнього). Для відображення форми всіх зовнішніх елементів корпусу (фланців, приливів, бобишок, платиків і т.п.) і внутрішніх елементів (порожнин, каналів, отворів) необхідні, як правило, три та більше основних зображень (вигляди, розрізи або їх сполучення), а часто ще й додаткові зображення (місцеві й повні вигляди, розрізи, перетини, виносні елементи).

При нанесенні розмірів на ескізі литих або штампованих корпусів відповідно ГОСТ 2.307-68 по кожному координатному напрямку вказують не більше одного розміру, що зв'язує механічно оброблювані поверхні з необроблюваними. Іншими розмірами зв'язують тільки оброблювані поверхні з оброблюваними, а необроблювані - з необроблюваними.

Аналогічні особливості мають литі й штамповані кришки складної форми. Для кришок простої форми з оброблюваними різанням основними поверхнями обертання головний вигляд вибирають із горизонтальним розташуванням осі обертання відповідно до їх положення при обробці на верстаті.

Вали й втулки, що є тілами обертання, зображують на головному вигляді також з горизонтальною віссю обертання. У цьому випадку головний вид служить єдиним основним зображенням. Для відображення форми й розмірів елементів, що не є поверхнями обертання, застосовують виносні перетини (для шпонкових пазів, шліців, хвостовиків квадратного перетину, лисок і т.п.), місцеві розрізи (для радіальних і осьових отворів) і виносні елементи (для канавок, проточок і т.п.).

На ескізі кожної з сопряжених деталей, необхідно забезпечити відповідність номінальних значень посадкових розмірів. Інші особливості ескізування зазначених деталей, описані в [2-4].

## **4. РОЗРОБКА СКЛАДАЛЬНОГО КРЕСЛЕНИКА З ЕЛЕМЕНТАМИ КРЕСЛЕНИКА ЗАГАЛЬНОГО ВИДУ**

### **4.1. Особливості СК та КЗВ**

Кресленник загального вигляду (КЗВ) - конструкторський документ, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його складових частин, а також форму й розміри всіх деталей (включаючи посадки) і принцип його роботи. Він входить до складу проектної документації й розробляється на стадії технічного проекту виробу. По КЗВ на стадії робочого проекту виробу розробляють кресленники деталей.

Складальний кресленник (СК) - конструкторський документ, що містить зображення виробу та інші дані, необхідні для його складання і контролю цього процесу. Він входить до складу виробничої документації й у відповідності зі своїм призначенням вимагає менш докладного зображення комплектуючих виробів і значно меншої, чим на КЗВ, кількості нанесених розмірів (тільки тих, які забезпечуються або контролюються при складанні, а також деяких довідкових). СК розробляють тільки для виробів серійного й масового виробництва, а в одиничному й дрібносерійному виробництві в якості СК використовують КЗВ.

У СК і КЗВ використовують умовності і спрощення, регламентовані ГОСТ 2.109-73.

У даній курсовій роботі, з огляду на недостатній рівень конструкторської підготовки в студентів першого курсу, необхідно виконати СК лише з деякими елементами КЗВ, зокрема, з позначенням посадок.

### **4.2. Послідовність виконання СК**

Розробку СК починають із вибору головного вигляду, типу й кількості інших зображень. Головний вигляд повинен давати максимум інформації про устрій складальної одиниці, тобто містити максимально можливе число деталей. Як правило, на його місці розташовують повний або сполучений з виглядом розріз. Для відображення деталей та їхнього взаємозв'язку, не показаних на головному виді, виконують інші зображення (основні і додаткові), тип і число яких визначаються складністю складальної одиниці. З навчальною метою у курсовій роботі на СК необхідно виконати не менш трьох основних зображень виробу.

СК виконується на аркуші формату А1. Масштаб і компоновання зображень СК повинні забезпечити досить чітке відображення форми всіх деталей та їхніх з'єднань. При цьому зображення й написи повинні займати не менш 2/3 поля кресленника.

Основні зображення на СК обов'язково поміщають у проєкційному зв'язку. Додаткові вигляди й виносні елементи не допускається розташовувати вище, лівіше та між основними зображеннями. Виконання головного зображення СК починають із зображення контурів корпусу, а потім послідовно доповнюють його зображеннями інших деталей. Деталі на СК зображують із використанням розроблених ескізів з урахуванням умовностей і спрощень, регламентованих ГОСТ 2.109-73. Аналогічно виконують інші зображення на СК.

### 4.3. Умовності та спрощення на СК

ГОСТ 2.109-73 допускає такі умовності і спрощення на СК і КЗВ:

1) гвинти, болти, шпильки, шпонки, шатуни, гайки, шайби та ін. деталі в поздовжньому розрізі показують не розсіченими;

2) такі елементи, як спиці маховиків, шківів, зубчастих коліс, тонкі стінки типу ребер жорсткості й т.п., розсікають, але показують не заштрихованими, якщо січна площина спрямована уздовж осі або довгої сторони елемента /ГОСТ 2.305-68/;

3) штрихування суміжних деталей на СК виконують у протилежних напрямках і під кутом 45° або зі зміщенням штрихів /ГОСТ 2.306-68/;

4) якщо деталь закриває конструктивні особливості виробу, її зображують окремо, а над відповідною проєкцією роблять запис типу: "Деталь поз. 7 не показана";

5) на виглядах і розрізах пружин обмежуються зображенням 2-3 витків з кожного боку, а частини виробу, що лежать за пружиною, зображують лише до зони, обмеженої осьовими лініями перетинів витків;

6) при зображенні вкрученого в отвір стержня з наріззю, зовнішню нарізь на стержні зображують повністю, а внутрішню в отворі - тільки там, де вона не закрита наріззю стержня;

7) якщо виріб має декілька однакових складових частин, допускається повне зображення лише однієї частини, а інші варто зображувати спрощено.

Допускається не показувати на складальному кресленнику:

1) фаски, скруглення, проточки, дрібні виступи, поглиблення, рифлення, ухили та ін.;

2) зазори між нарізевим стержнем та отвором;

3) написи на табличках, шкалах і т.п.

Особливості СК для гідро- і пневмоапаратури:

1) у типових ущільнювальних пристроях /сальниках кранів і вентилів/ натискну втулку зображують у крайньому висунутому положенні; набивання в сальниковій камері заштриховують, як неметалічні матеріали;

2) крани й вентиля зображують у робочому положенні відкритими;

3) на головному вигляді крани й вентиля необхідно розташовувати так, щоб напрямок руху газу або рідини був зліва направо і знизу вгору;

4) деталі, що рухаються, на СК зображують в основному робочому положенні, крайні положення їх показують штрих пунктирною тонкою лінією.

### 4.4. Нанесення розмірів

На СК наносять наступні види розмірів:

1) габаритні, що визначають висоту, довжину й ширину виробу;

2) приєднувальні (розміри кріпильних отворів і елементів для з'єднання складальної одиниці з "обстановкою");

3) монтажні, що вказують взаємне розташування деталей у виробі, наприклад, відстані між осями валів, від осі отвору до базової поверхні й т.п.;

4) експлуатаційні, що характеризують параметри виробу, наприклад, розміри прохідних отворів, хід поршня, клапана й т.п.

При наявності рухомих частин механізму, на кресленнику вказують розміри при крайніх їх положеннях.

#### 4.5. Складання специфікації

Специфікація це основний конструкторський документ на складальну одиницю, який визначає її склад. Відповідно до ГОСТ 2.108-68 її виконують на аркушах формату А4 за формою І (перший аркуш) і 1а (наступні аркуші). На першому аркуші основний напис виконують за формою 2 (185x40мм), на наступних аркушах - за формою 2а (185x15 мм).

У загальному випадку специфікація складається з розділів, розташованих у такій послідовності: 1) документація; 2) комплекси; 3) складальні одиниці; 4) деталі; 5) стандартні вироби; 6) інші вироби; 7) матеріали; 8) комплекти. Наявність тих або інших розділів визначається складом виробу.

Правила складання й оформлення специфікації наведені в [1; 4].

#### 4.6. Позначення номерів позицій

Всі складові частини виробу нумерують відповідно до номерів позицій, зазначених в специфікації. Правила нанесення номерів позицій на складальному кресленнику викладені в [3; 4].

#### 4.7. Введення в ЄСДП

Для забезпечення необхідного типу спряження деталей у складальній одиниці (рухомого, нерухомого, перехідного), без чого неможлива її робота, розміри спряжених деталей, необхідно задавати відповідно до вимог Єдиної Системи Допусків і Посадок /ЄСДП/ за ГОСТ 25346-89 і ГОСТ 25347-82 [4].

##### 4.7.1. Основні поняття ЄСДП (рис.4.1)

Спряжені деталі - деталі, з'єднані між собою так, що одна деталь (отвір) охоплює іншу деталь (вал).

Номінальний розмір ( $D_{ном}$  - для отвору й  $d_{ном}$  - для вала) - теоретичний, ідеально точний розмір, що задається конструктором.

Фактичний розмір - розмір конкретної деталі, що завжди відрізняється від номінального розміру через погрішності при її виготовленні.

Граничні відхилення розмірів: верхні  $EI$ ,  $ei$  і нижні  $ES$ ,  $es$  відповідно для отвору й вала. Поле допусків - область припустимих відхилень відносно нульової лінії, причому  $EI$ ,  $ei$  та  $ES$ ,  $es$  є відповідно верхніми й нижніми межами поля допуску отвору й вала;  $IT$  - ширина поля допуску й отвору, й вала.

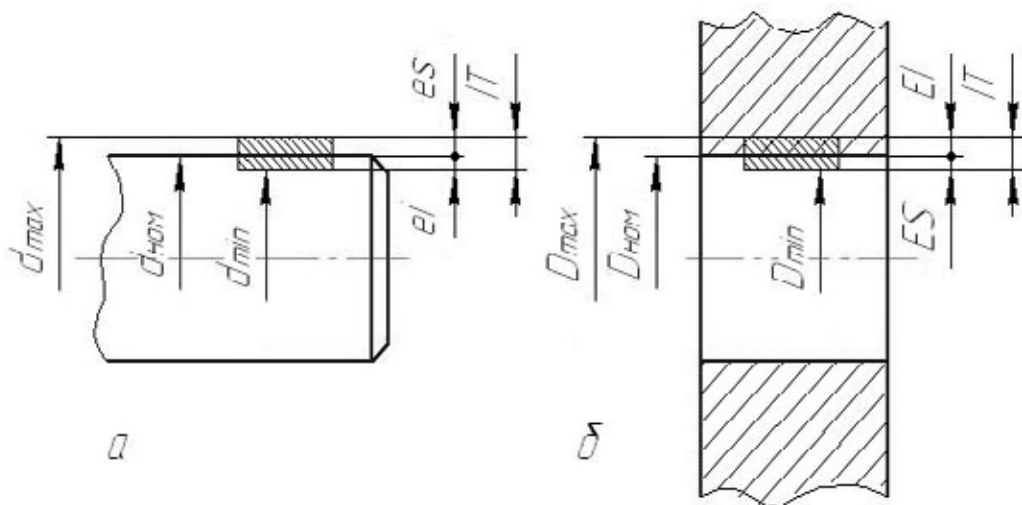


Рис.4.1 Основні поняття ЄСДП

Основне граничне відхилення це те, що ближче до нульової лінії (на рис.4,2, виділено подвійним штрихуванням).

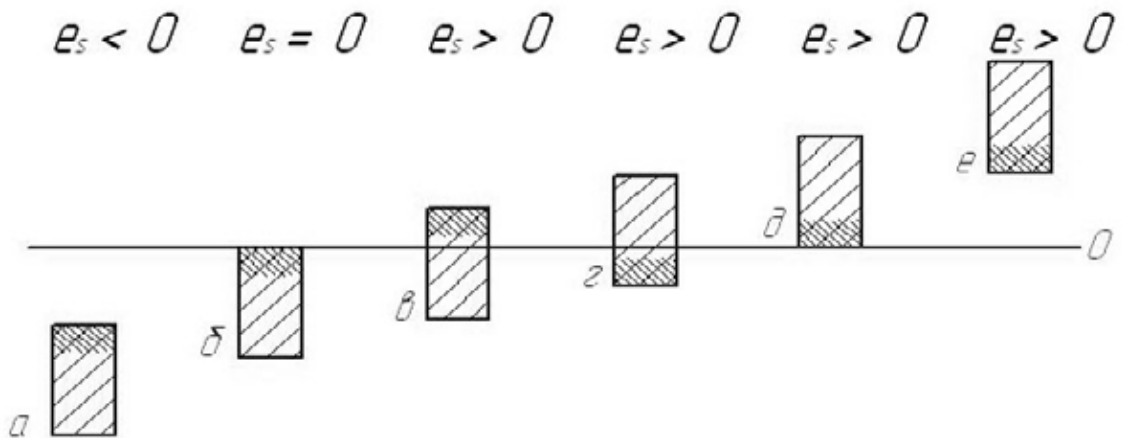


Рис.4.2 Варіанти розташування полів допусків

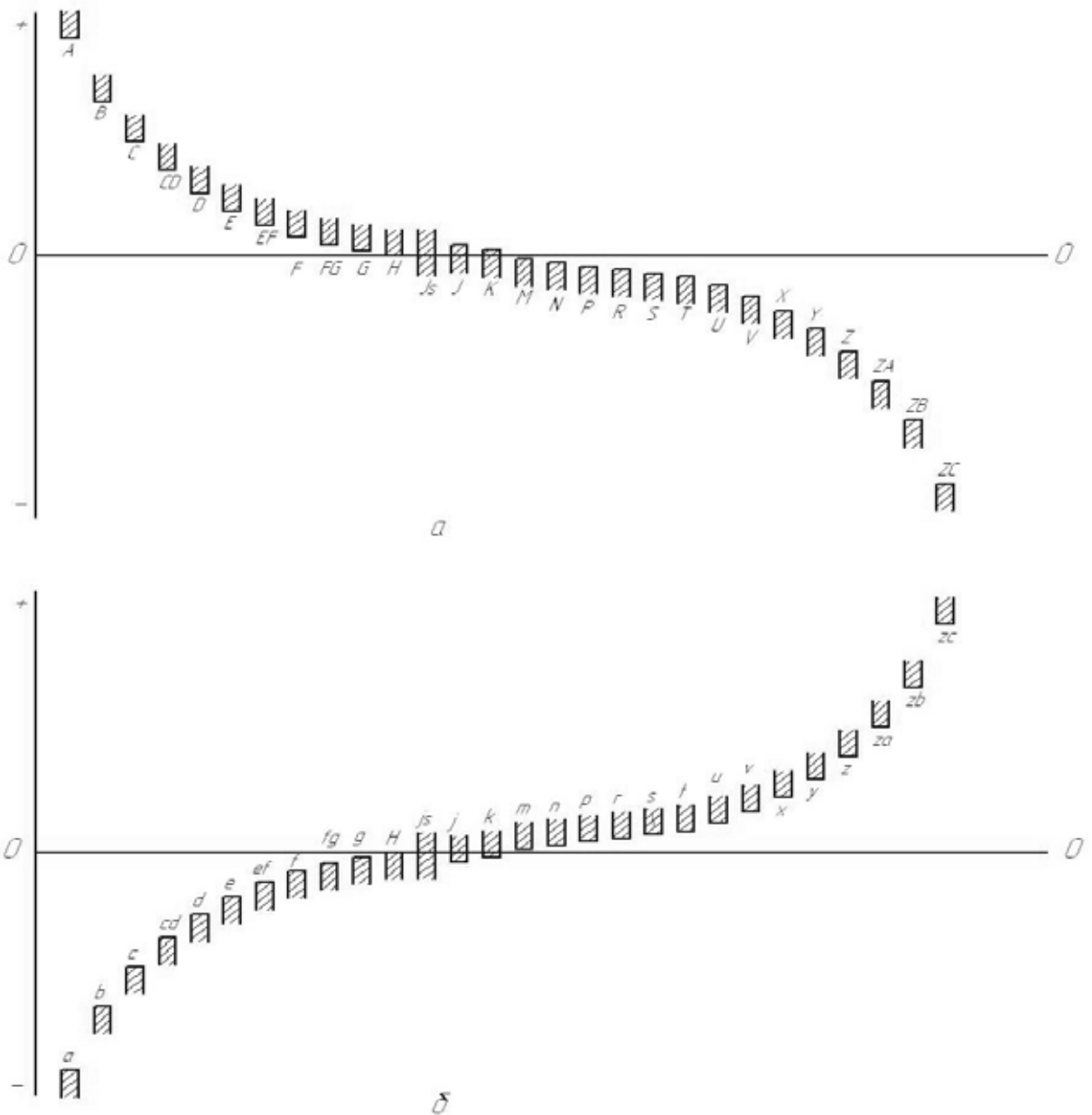


Рис.4.3 Розташування полів допусків: а – отворів, б – валів

ГОСТ 25346-89 встановлює 28 шаблів числових значень основних граничних відхилень, позначених прописними латинськими літерами (A, B, C, CD, ..., H, JS, J, ..., X, Y, Z, ZA, ZB, ZC) для отвору й рядковими (a, b, c, cd, ..., h, js, j, ..., x, y, z, za, zb, zc) для валу (рис.4.3).

Основне граничне відхилення задає тільки одну межу поля допуску, найближчу до нульової лінії (рис.4.3). Другу межу поля допуску можна знайти, якщо задати його ширину  $IT$ , що визначає по суті клас точності. ГОСТ 25346-89 передбачає 19 класів точності, які називаються "квалітетами" і позначаються арабськими цифрами 01, 0, 1, 2, 3, ..., 17 (тут 01 - самий точний, а 17 - самий грубий квалітет). У загальному машинобудуванні застосовують звичайно квалітети 4-14.

Позначення поля допуску в ЕСДП складається з латинської літери (прописної - для отвору, рядкової - для валу), що задає основне граничне відхилення, і число арабськими цифрами, що задає номер квалітету, тобто ширину поля допуску, наприклад, H10, h6, G8, g6.

Теоретично можливе сполучення кожного з 28 основних граничних відхилень із кожним з 19 квалітетів, однак з метою уніфікації ГОСТ 25346-89 встановлює рекомендовані й додаткові поля допусків [ 5, табл. 3,4].

#### 4.7.2. Системи посадок в ЕСДП

Посадка - це сполучення поля допуску отвору з полем допуску валу, що забезпечує необхідне сполучення деталей між собою: рухоме (із зазором  $t$ ), нерухоме (з натягом  $S$ , тобто негативним зазором) або перехідне (можливий як невеликий зазор  $t$ , так і натяг  $S$ ) /рис.4.4/.

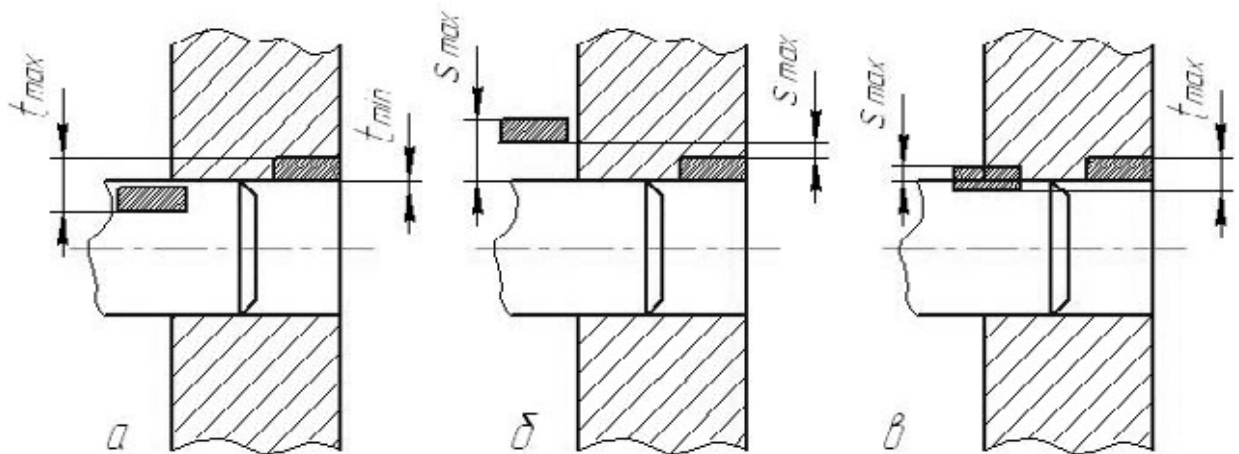


Рис.4.4. Розташування полів допусків валу й отвору при посадках:  
а - із зазором; б - з натягом; в - перехідне

Різні посадки (тобто розміри зазорів або натягів) для заданого номінального розміру деталей, що сполучаються, можна одержати при незмінному полі допуску отвору за рахунок зміни поля допуску валу (це посадки в системі отвору) або при незмінному полі допуску валу за рахунок зміни поля допуску отвору (це посадки в системі валу). Система отвору є основною, тому що для забезпечення різних посадок вимагає меншої кількості типорозмірів інструменту. У системі отвору основне граничне відхилення отвору приймають H і називають основним отвором. Тоді для валу граничні відхилення будуть:

а/ для посадок із зазором: a, b, c, cd, d, e, ef, g, h ;

б/ для посадок з натягом: p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc ;

в/ для перехідних посадок: js, j, k, m, n.

Аналогічно допускам, ГОСТ 25346-82 встановлює рекомендовані й додаткові посадки [5].

#### 4.7.3. Позначення посадок і допусків на кресленнях

На кресленні загального виду повинні бути задані посадки всіх пар спряжених деталей. Позначення посадки вказують над розмірною лінією відразу за номінальним значенням розміру.

Воно містить у собі позначення полів допуску отвору й вала, розділених горизонтальною або похилою рисою (у вигляді дробу), або дефісом, причому першим, (у чисельнику) задають поле допуску отвору. Наприклад, посадку для спряжених отвору та валу з номінальним діаметром 30 мм і полями допусків H7 і e7 відповідно, можна задати на КЗВ одним з наступних способів (рис.4.5, в): 1)  $\text{Ø}30\text{H}7/\text{e}7$ ; 2)  $\text{Ø}30\text{H}7/\text{e}7$ ; 3)  $\text{Ø}30\text{H}7\text{-e}7$ .

На креслениках (ескізах) деталей повинні бути задані допуски на всі розміри. При цьому поля допусків на розміри спряжених поверхонь вказують над розмірними лініями відразу за їх номінальними числовими значеннями по одному з наступних варіантів (для наведеного вище випадку):

для отвору (рис.4.5,б,д)

1)  $\text{Ø}30\text{H}7$ ; 2)  $\text{Ø}30^{+0,021}$ ; 3)  $\text{Ø}30\text{H}8$  ( $^{+0,021}$ );

для валу (рис.4.5,а,г)

1)  $\text{Ø}30\text{e}7$ ; 2)  $\text{Ø}30_{-0,061}^{-0,040}$ ; 3)  $\text{Ø}30\text{e}7_{-0,061}^{-0,040}$

Допуски на інші (не спряжені) розміри деталі задають у відповідному пункті технічних вимог за зразком:

Незазначені граничні відхилення розмірів: отворів H14, валів h14, інші  $\pm IT14/2$ .

або в скороченому вигляді:

Незазначені граничні відхилення розмірів: H14, h14,  $\pm IT14/2$ .

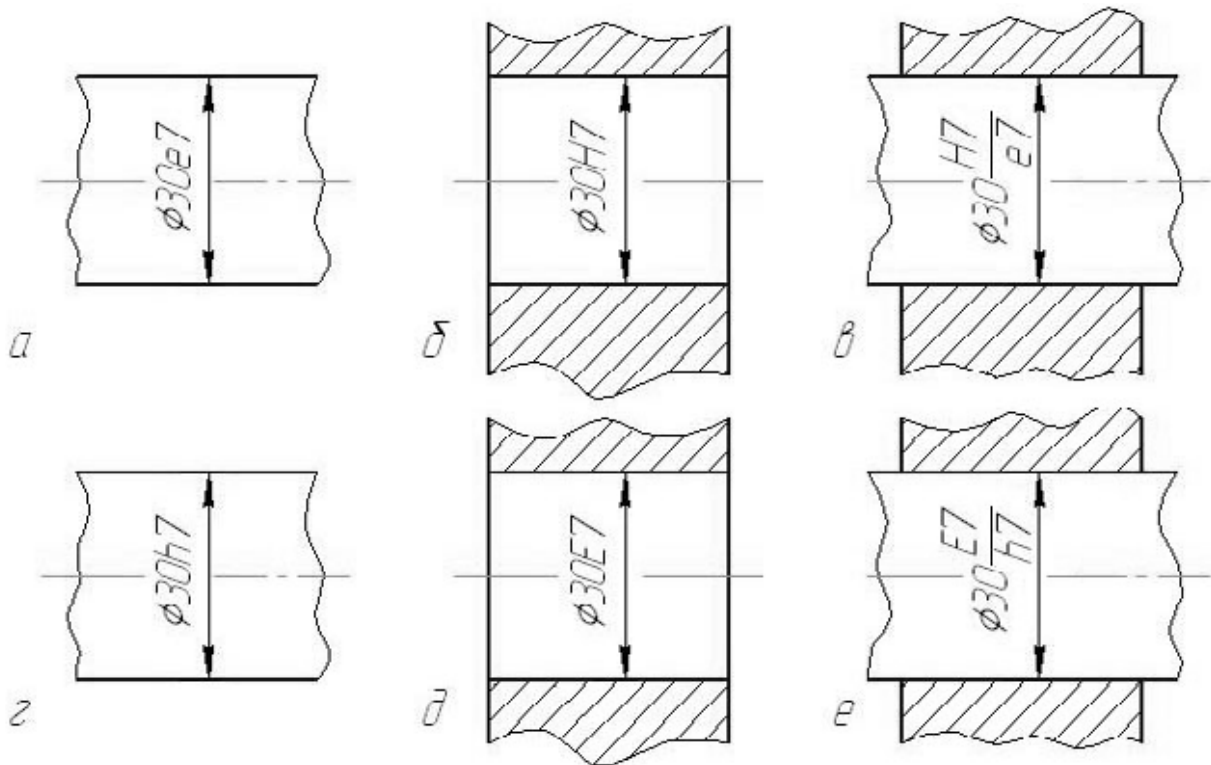


Рис.4.5. Нанесення допусків і посадок на креслениках: а-в - система отвору; г-е - система валу

#### 4.7.4. Призначення посадок

Посадки призначають або розрахунковим методом [6] або по аналогах. У даній курсовій роботі варто застосовувати другий метод. Із цією метою, аналізуючи складальний кресленик, необхідно виписати всі пари спряжених деталей з номінальними числовими значеннями розмірів у таблицю й по аналогах, наведеним у додат.8, вибрати для них відповідні посадки. У додат.9 наведені числові значення верхнього і нижнього граничного відхилення для кожного з спряжених розмірів окремо для отвору і валу.

Всі призначені в такий спосіб посадки необхідно вказати на КЗВ, а позначення полів допусків для поверхонь кожної деталі на ескізах цих деталей (див. п.3.11).



## 5. ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

### 5.1. Загальні вимоги до оформлення

Загальні вимоги до оформлення текстових документів установлені ГОСТ 2.105-79 (СТ СЭВ 2667-80), а до пояснювальних записок (ПЗ) - [7].

#### 5.1.1. Структура пояснювальної записки

Пояснювальна записка згідно [7] повинна містити матеріали, скомпоновані в такій послідовності:

- титульний аркуш (додат.10);
- завдання на курсову роботу, оформлене на типографському бланку (див. розд.1 і додат.1);
- зміст;
- вступ;
- основні розділи пояснювальної записки (перелік у додат.1);
- висновки;
- додатки;
- література.

#### 5.1.2. Титульний аркуш

Титульний аркуш повинен бути оформлений тушшю, чорнилом або фломастером чорного кольору на щільному креслярському папері формату А4 за зразком, наведеному в додат.10 (краще сполучити його із задньою стороною обкладинки на одному аркуші ватману, передбачивши припуск 10...15 мм на підшивку). Всі написи на титульному аркуші ПЗ виконувати креслярським шрифтом за ГОСТ 2.304-81 із симетричним розміщенням тексту в рядку, причому найменування складальної одиниці писати шрифтом № 7, інші написи - шрифтом № 5.

#### 5.1.3. Оформлення аркушів ПЗ

Весь текст ПЗ оформляти чорнилом /пастою/ чорного кольору на аркушах паперу для письма білого кольору формату А4. Всі аркуші ПЗ, крім завдання, повинні мати рамку з полями /ліворуч 20 мм, інші - по 5 мм/ і основний напис для текстових документів відповідно до ГОСТ 2.104-68 [3;4] і за формою 2 на першому після завдання аркуші ПЗ (як для першого аркуша специфікації) і за формою 2а - на всіх інших (як на наступних аркушів специфікації) [4].

#### 5.1.4. Рубрикація

Текст основної частини ПЗ необхідно розбити на розділи, розділи - на підрозділи, підрозділи - на пункти, пункти - на підпункти (при необхідності). Розділи нумерувати арабськими цифрами із крапкою ("Зміст", "Вступ", "Висновки", "Додатки", "Література" - не нумеруються). Підрозділи нумерувати номером відповідного розділу й через крапку - номером підрозділу у цьому розділі із крапкою наприкінці. Аналогічно нумерувати пункти й підпункти. Складові в тексті розділу, підрозділу, пункту або підпункту, перелік вимог, вказівок, положень і т.п. позначати арабськими цифрами з дужкою, наприклад: 1), 2), 3) і т.п.

Як приклад використати рубрикацію і нумерацію цього посібника.

#### 5.1.5. Оформлення заголовків

Кожний розділ потрібно починати з нової сторінки. Найменування розділів записувати у вигляді заголовка креслярським шрифтом прописними літерами симетрично тексту,

найменування підрозділів, пунктів і підпунктів (при необхідності) - у вигляді заголовків з абзацу креслярським шрифтом рядковими літерами, крім першої заголовної літери. Переноси слів у заголовках не допускаються. Крапку наприкінці заголовка не ставити (якщо заголовок складається із двох речень, їх розділяють крапкою).

Заголовки не підкреслювати, а виділяти зверху й знизу порожніми рядками висотою по 15 мм для розділів і по 10 мм - для підрозділів.

#### 5.1.6. Виклад тексту ПЗ

1) Текстову частину ПЗ виконувати чорнилом (пастою) чорного кольору із кроком рядків 10 мм і висотою рядкових літер 2,5...3,5 мм, а прописних і цифр - 3,5...5 мм відповідно. При цьому написання формул, цифр, заповнення таблиць, заголовки розділів і підрозділів виконувати тільки шрифтом за ГОСТ 2.304-81.

2) Відстань від рамки до границь тексту залишати: на початку рядків - не менше 5 мм, наприкінці рядків - не менше 3 мм, вище першого й нижче останнього рядку - не менше 10 мм.

3) Абзаци в тексті починати з відступом 15...17 мм.

4) Помилки, описки й графічні неточності, виявлені в процесі написання ПЗ, допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою й нанесенням на тому ж місці виправленого тексту (графіки).

5) Текст ПЗ повинен бути коротким, чітким і не допускати різних тлумачень. При викладі обов'язкових вимог у тексті повинні вживатися слова "повинен", "треба", "необхідно" і похідні від них.

6) Текст необхідно викладати від першої особи множини без уживання займенника "ми", наприклад: приймаємо (знаходимо, вибираємо) значення..., визначимо (розрахуємо, знайдемо) величину... і т.п.

7) Застосовувати тільки стандартні або загальноприйняті науково-технічні терміни. Не допускається застосовувати скорочення слів, крім установлених стандартами або правилами орфографії.

8) Повне найменування виробу на титульному аркуші й при першому згадуванні в тексті повинне збігатися з найменуванням його в основному конструкторському документі (КЗВ). У подальшому тексті порядок слів у найменуванні виробу повинен бути прямий, тобто на першому місці повинне бути прикметник, а потім - іменник. При цьому допускається вживати скорочене найменування виробу (наприклад, замість "роздавальний кран" - просто "кран").

#### 5.1.7. Ілюстрації

1) Кількість ілюстрацій (рисуноків) повинна бути достатньою для пояснення тексту.

2) Ілюстрації потрібно розташовувати або по тексту ПЗ (якнайближче до відповідних частин тексту), або наприкінці його, або в додатках.

3) Ілюстрації в ПЗ до даної курсової роботи необхідно виконувати відповідно до вимог ГОСТ 2.305-68, ГОСТ 2.109-73 та ін.

4) Всі ілюстрації (якщо їх у ПЗ більше одної) повинні бути пронумеровані. Номер ілюстрації повинен складатися з номеру розділу й порядкового номеру ілюстрації в даному розділі, розділених крапкою. Наприклад, рис.1.1, рис.1.2 і т.д. Допускається наскрізна нумерація ілюстрацій у межах всієї ПЗ.

5) При посиланні в тексті ПЗ на окремі елементи деталей (канали, отвори, пази, канавки й т.п.) їх потрібно позначати на відповідному рисунку прописними літерами українського алфавіту, розмістивши їх на полку-виноску (як номери позицій на складальному кресленіку).

#### 5.1.8. Таблиці

Таблиці служать компактною й наочною формою подання інформації, зокрема, для однотипних чисельних розрахунків, систематизованого цифрового матеріалу, а також різних довідкових даних, результатів вимірів і т.п.

Таблиці повинні оформлятися відповідно до вимог ГОСТ 2.105-79.

1) Всі таблиці (якщо їх у ПЗ більше одній) повинні бути пронумеровані. Номер таблиці повинен складатися з номеру розділу й порядкового номеру даної таблиці в цьому розділі, розділених крапкою. Допускається наскрізна нумерація таблиць у межах всієї ПЗ. Номер записується над таблицею праворуч із додаванням слова "Таблиця" (без скорочення) і без знака №, наприклад: Таблиця 1.1.

2) Таблиці потрібно розташовувати або в розриві тексту безпосередньо за першим посиланням на них, або на окремих аркушах, розміщених після сторінки з першим посиланням на них, або в додатку.

3) Якщо таблиця розміщена відразу після першого посилання на неї в тексті, давати їй заголовок (найменування), крім слова "таблиця..." не потрібно (тут крапки позначають номер таблиці). У всіх інших випадках таблиці повинні мати заголовки, які розміщують між словом "таблиця" і самою таблицею.

Заголовки пишуть рядковими літерами (крім першої прописної) і розміщують над таблицею посередині. Заголовок повинен бути коротким і повністю відображати зміст таблиці. Крапка наприкінці заголовка не ставиться.

Якщо в ПЗ тільки одна таблиця, номер їй не привласнюють і слово "таблиця" не пишуть.

При переносі частини таблиці на інший аркуш (аркуші) слово "таблиця" і заголовок (при його наявності) вказують тільки на першому аркуші, а над наступними частинами писати "Продовження табл. ..."

4) Заголовки (найменування) граф у голівці таблиці починати із прописних літер, а підзаголовки - з рядкових, якщо вони становлять одне речення із заголовком. Підзаголовки, що мають самостійне значення, писати із прописної літери. Наприкінці заголовків і підзаголовків розділові знаки не ставити. Заголовки вказувати в однині. Аналогічно оформляти заголовки й підзаголовки в рядках таблиць (у так званому боковику), якщо вони є.

5) Графу "№ п/п" у таблицю не включають. При необхідності нумерації параметрів і інших даних порядкові номери вказують в боковику таблиці перед найменуванням. Для полегшення посилань у тексті ПЗ допускається нумерація граф.

6) Повторюваний у графі таблиці текст, що складається з одного слова, допускається замінити лапками, якщо рядки в таблиці не розділені лініями. Якщо повторюваний текст складається із двох і більше слів, при першому повторенні його варто замінити словами "то ж", а далі - лапками. Ставити лапки замість повторюваних цифр, марок, знаків, математичних і хімічних символів не допускається.

7) На всі таблиці повинні бути посилання в тексті ПЗ, при цьому слово "таблиця" у тексті потрібно писати повністю, якщо таблиця не має номеру, і скорочено, якщо має номер, наприклад: Результати розрахунку зведені в табл.2.

Додаткові вимоги до оформлення таблиць наведені в [7].

#### 5.1.9. Формули

1) Кожну формулу необхідно розміщувати симетрично в окремому рядку відразу після першого посилання на неї в тексті, виділяючи її зверху й знизу порожніми рядками.

2) Цифри й позначення параметрів буквами, що входять в формулу, необхідно писати в ПЗ тільки чорнилом (пастою) чорного кольору й тільки креслярським шрифтом № 5, а індекси при них - шрифтом 2,5 мм за ГОСТ 2.304-81.

3) Розшифровку всіх літерних позначень, що входять у формулу, слід давати безпосередньо під цією формулою, причому значення кожного символу з нового рядка в тій послідовності, в якій вони наведені у формулі. Перший рядок слід починати словом "де" без двокрапки після нього. Наприкінці розшифровки кожного параметру необхідно вказати його одиницю вимірювання.

4) Всі формули (якщо їх у ПЗ більше однієї) потрібно пронумерувати арабськими цифрами. Номер формули повинен складатися з номеру розділу й номеру формули у розділі, розділених крапкою. Номер формули вказувати в круглих дужках із правої сторони аркушу на рівні формули. Допускається наскрізна нумерація формул у межах всієї ПЗ.

5) Подання в ПЗ результатів обчислень по формулі необхідно супроводжувати попереднім записом підставлених у формулу числових значень вхідних у неї параметрів і коефіцієнтів.

б) Посилання в тексті на номер формули давати в круглих дужках з обов'язковим додаванням повного (без скорочень) слова "формула" (або "рівняння"), наприклад: Результати розрахунків по формулі (1.2) зведені в табл.1.1.

#### 5.1.10. Посилання на джерела

На всі використані й наведені наприкінці ПЗ джерела необхідно давати по тексту посилання із вказівкою в квадратних дужках його порядкового номера в списку.

### 5.2. Вступ

У вступі до ПЗ необхідно вказати мету, основні завдання курсової роботи відповідно варіанту завдання (див. Вступ), а також обґрунтувати актуальність теми курсової роботи, пояснивши застосування розроблювальної складальної одиниці. Обсяг вступу до однієї сторінки.

### 5.3. Призначення, устрій та принцип дії складальної одиниці

У цьому розділі ПЗ, керуючись даними, наведеними в технічному паспорті на складальну одиницю, необхідно вказати її основне функціональне призначення. Наприклад:

- подача (переміщення) рідин або газів під заданим тиском - для насосів;
- регулювання витрати технологічного середовища - для кранів, вентилів і засувок;
- регулювання тиску - для редукторів і клапанів;
- зміна напрямку потоків рідини або газу - для золотників, розподільників, запобіжних клапанів і т.п.

Тут же необхідно зазначити вид застосованого технологічного середовища (вода, масло, газ, пара, повітря й т.п.) та його характеристику, корозійний і екологічний вплив, температуру, тиск та ін.

Також слід вказати всі складові частини виробу в порядку їхньої значимості з посиланнями на номери позицій на рисунку, що ілюструє устрій і принцип дії механізму. При цьому номери позицій деталей на рисунку повинні відповідати послідовності згадування деталей у тексті опису пристрою. Тут же необхідно пояснити способи з'єднання деталей між собою, засобу забезпечення герметичності з'єднань і т.п.

При описі принципу дії складальної одиниці необхідно дати характеристику режимів роботи й способів їхнього забезпечення.

### 5.4. Розробка СК з елементами КЗВ

В цьому розділі обґрунтувати вибір: головного вигляду, типу й кількості інших зображень, вибір масштабів зображень, формату й компонування СК, послідовність виконання зображень, умовності й спрощення, прийняті на СК, розміри, що проставляються на СК, нанесення номерів позицій, вибір посадок і позначення їх на СК (КЗВ), призначення допусків на спряжені деталі, відповідно до позначених на ескізах деталей, розробка технічних вимог на СК (при необхідності, докладніше в підрозд.3.12).

### 5.5. Послідовність складання й розбирання складальної одиниці

Перед описом цього етапу в ПЗ доцільно змодельовати процес складання розроблювального механізму спочатку подумки, користуючись СК, а потім реалізувати складання в натурі, дотримуючись наміченої на першому етапі послідовності. Процес складання й розбирання потрібно описувати, використовуючи розроблений кресленик СК і нанесені на ньому номери позицій.

## 5.6. Розробка ескізів деталей

Коротке обґрунтування прийнятих студентом рішень на всіх етапах ескізування деталей необхідно дати в ПЗ тільки для корпусної деталі у відповідності з рекомендаціями, наведеними в розд.3.

## 5.7. Висновки

У цьому розділі ПЗ варто перелічити найважливіші результати роботи з основних етапів завдання (див. розд.1) з короткою характеристикою кожного.

## 5.8. Вимоги до оформлення списку використаної літератури

- 1.Список повинен містити перелік всіх джерел, використаних при виконанні курсової роботи.
- 2.На кожне джерело в тексті ПЗ повинно бути хоча б одне посилання.
3. Джерела в списку варто розташовувати в порядку появи посилань на них.
4. Відомості про джерела необхідно давати відповідно до ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 "Библиографическая запись. Библиографическое описание" у такій послідовності:
  - а) прізвище автора і його ініціали (якщо авторів більше двох, потрібно обмежитися вказівкою перших двох з додаванням слів "та ін.");
  - б) повний заголовок (назва) книги (збігається з таким на її титульному аркуші);
  - в) порядковий номер видання (для повторних видань);
  - г) місто, де видана книга (слова "Москва" і "Ленінград" записують скорочено; М. і Л.);
  - д) назва видавництва або організації, що видає, (як правило, загальноприйняте скорочене й без лапок);
  - е) рік видання (записують арабськими цифрами без додавання слова "рік");
  - ж) кількість сторінок з додаванням скороченого слова "ст" (сторінок) із крапкою.

Ще про правила бібліографічного опису див. в [7].

Як приклад наприкінці даних методичних вказівок наведений список літератури. Там же зазначені види й розміщення розділових знаків між даними, що приводяться.

## 5.9. Додатки

Додатки оформлюють як продовження ПЗ. У додатки включити наступні матеріали у такій послідовності: специфікацію до СК; СК і далі ескізи деталей у послідовності що відповідає номерам позицій у специфікації.

У правому верхньому куті аркушу кожного додатка вказати його порядковий номер шрифтом № 5 прописними буквами: "ДОДАТОК 2". Аркуші додатків форматів, більших чим А4, привести до формату А4 складанням так, щоб основний напис був розташований зверху. Правила складання креслень викладені в [7].

## 5.10. Зміст

Зміст оформлюють на окремих аркушах ПЗ і розміщують відразу після завдання на курсову роботу. Він включає найменування всіх розділів, підрозділів і пунктів, наявних у тексті ПЗ, із вказівкою номерів сторінок, на яких розміщується початок кожного з них. При цьому найменування підрозділів записують із відступом 16...17 мм щодо розділів, а пунктів - щодо підрозділів (див. приклад оформлення змісту в даних методичних вказівках).

## 5.11. Брошування ПЗ

ПЗ повинна бути зброшурована тасьмою через отвори або міцними білими нитками. Лінія зшивки повинна бути на відстані близько 10 мм від лівого краю аркушів ПЗ.

## 6. ЗАХИСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Повністю завершена, оформлена і підписана викладачем курсова робота повинна бути захищена перед комісією кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки, що складається із двох викладачів, що ведуть заняття по інженерній графіці в даній групі. На захисті можуть бути присутнім завідувач кафедрою, його заступник або відповідальний від кафедри з ІФФ, які прирівнюються до членів комісії.

Захист проводиться строго за графіком, складеному керівником роботи, й починається з доповіді студента. У доповіді необхідно відбити призначення і принцип дії складальної одиниці, послідовність її складання й розбирання.

Після доповіді студент повинен відповісти на питання членів комісії зі змісту доповіді, ПЗ і етапів виконання курсової роботи.

За курсову роботу виставляють усереднену оцінку по доповіді, відповідям на питання, пояснювальній записці й графічним роботам з урахуванням ритмічності і якості роботи студента в семестрі. Після захисту пояснювальну записку викладач здає до архіву кафедри.

## 7. ПРИКЛАДИ ВИКОНАННЯ ДЕЯКИХ ЕТАПІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ

### 7.1. Розробка ескізу корпусу водорозбірного крану

#### 7.1.1. Функціональне призначення корпусу

Корпус (рис.7.1) призначений для об'єднання в єдиний вузол всіх деталей крану, що забезпечують його нормальне функціонування та є основною деталлю. У корпусі розміщені робоча порожнина та канали, що підводять та відводять робоче середовище (воду або іншу рідину). Для кріплення усередині корпусу деталей запірних й регулюючих пристроїв крану, в робочій порожнині виконано метричну нарізь. Для приєднання крану до трубопроводу на патрубку, що підводить, є зовнішня трубна нарізь. Перемичка з отвором, що має похилу й горизонтальну частини, відокремлює канал, що підводить, від робочої порожнини.

#### 7.1.2. Вибір матеріалу, заготовки й способів її обробки

З огляду на наявність порожнин складної форми з відносно тонкими стінками й перемичкою, заготівку для корпусу необхідно одержувати литтям.

Для більш рівномірного остигання зовнішніх і внутрішніх стінок виливку, внутрішня перемичка тонше зовнішніх стінок на 15...20%. Щоб уникнути термічних напруг всі переходи стінок від однієї товщини до іншої виконані плавно, у місцях взаємного перетинання поверхонь і на торцях патрубків передбачені округлення.

У зв'язку з недостатньою точністю і якістю поверхні литої заготовки, поверхні корпусу, що сполучаються з іншими деталями, необхідно обробити різанням:

- 1) відторцювати вертикальний і впускний патрубки;
- 2) нарізати метричну внутрішню нарізь у вертикальному патрубку, попередньо розточивши (розсвердливши) його порожнину й знявши фаску;
- 3) нарізати зовнішню трубну циліндричну нарізь на впускному патрубку, попередньо обточивши його й знявши фаску;
- 4) відторцювати бобишку на внутрішній перемичці.

З урахуванням роботи крана (постійний контакт з водою, що викликає корозію металів) і способу одержання заготовки як основний матеріал для корпусу вибираємо ливарну латунь ЛА 67-2,5 за ГОСТ 17711-80. При необхідності можлива заміна матеріалу аналогічною по властивостях ливарною безолов'яною бронзою Бр А10ЖЗ Мц 2 за ГОСТ 493-79 (додат.2).

### 7.1.3. Вибір типу й кількості зображень

Для відображення форми внутрішньої поверхні корпусу на місці його головного видгляду виконуємо повний фронтальний розріз. При цьому корпус розташовуємо так, як він перебуває в робочому положенні у водогінній мережі й на головному видгляді складального кресленника. Для відображення форми поперечного перерізу центральної частини корпусу й форми шестигранного бурту на вхідному патрубку виконують вигляд зліва, сполучений з розрізом Б-Б. Форму шестигранного фланцю на вертикальному патрубку центральної частини корпусу крану відображають на вигляді зверху, сполученому з розрізом А-А. Форму й розміри бобишки в зоні перемички показують за допомогою виносного елемента В. Ці зображення повністю задають зовнішню й внутрішню форми корпусу водорозбірного крану.

### 7.1.4. Вибір формату, масштабу й компоновання ескізу

Ескіз корпусу (див.рис.7.1) виконують на аркуші формату А3. Це дозволяє раціонально розмістити у проекційному зв'язку три основні зображення в окомірному масштабі, близькому до 1:1. На вільному полі розміщують виносний елемент у збільшеному окомірному масштабі, близькому до 4:1. Ескіз компонують так, щоб на ньому можна було розмістити позначення зображень, всі розміри, параметри шорсткості й технічні вимоги.

### 7.1.5. Нанесення розмірів

Вимірявши штангенциркулем всі параметри корпусу, їх переносять на ескіз (див. рис.7.1) відповідно до ГОСТ 2.307-81. При цьому групують розміри форми кожного геометричного елемента (ГЕ) на тім його зображенні що максимально відбиває його форму.

Розміри положення задаємо від відповідних баз. Параметри нарізей призначають: метричної за ГОСТ 8724-81, трубної - за ГОСТ 6357-81 [1;2].

Ливарні радіуси й ухили задають за ГОСТ 3212-92 у технічних вимогах (див. рис.7.1).

### 7.1.6. Призначення шорсткості поверхонь

Шорсткість оброблюваних різанням поверхонь корпусу (див.п.7.1.2) призначають відповідно до рекомендацій, наведених в додат.4 і 5:

- для торців впускного й вертикального патрубка  $R_a=6,3$  мкм;
- для нарізей  $R_a=3,2$  мкм;
- для торця й отвору в перемичці  $R_a=3,2$  мкм.

Шорсткість інших, не оброблених різанням литих поверхонь, указують у правому верхньому куті ескізу знаком

☞ (✓).

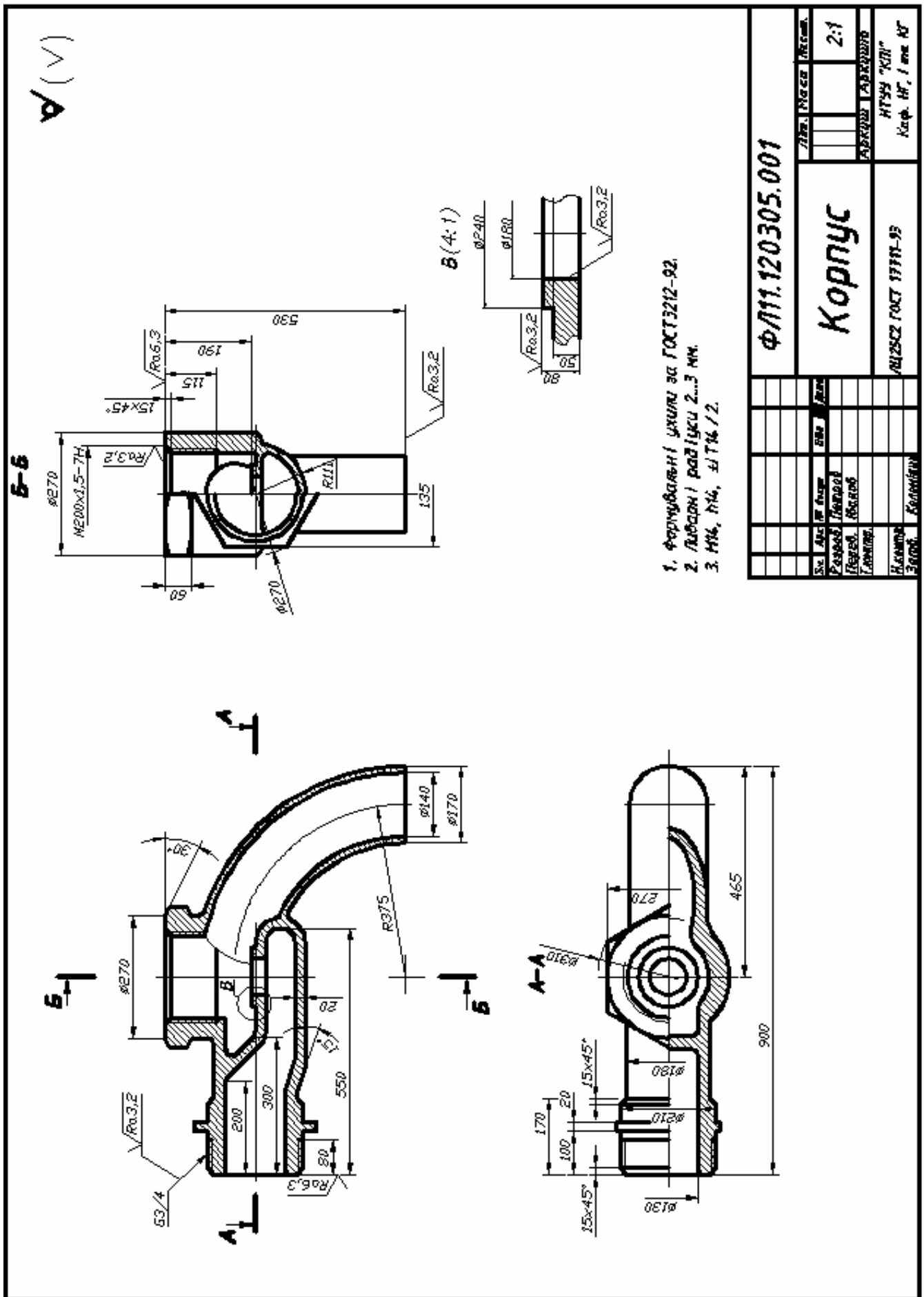


Рис 7.1 Ескіз корпусу водорозбірного крану



## 7.2. Призначення посадок і допусків на розміри

Посадки й допуски наведені в табл.7.3 у яку, аналізуючи СК крана (рис.7.2), звели всі пари спряжених деталей (графіа 1), тип спряжень (графіа 2) та їх номінальні розміри (графіа 3). По таблиці типових посадок (додат.8) вибрали посадки (графіа 4) і по додат.9 призначили допуски (у мікрометрах) для отвору й валу (графіа 5 і 6) відповідно до номіналу й позначенням їх полів допусків у посадці.

Таблиця 7.3 Визначення посадок і допусків спряжених деталей

Деталі (отвір/вал)	Характеристика спряження	Номінальний розмір	Позначення посадок	Числове значення полів допусків	
				отвору	валу
1	2	3	4	5	6
1. <u>Корпус 1</u> Кришка 2	Нарізе́ве	M20x1,5	7H/6g	+21 0	-7 -20
2. <u>Кришка 2</u> Шпіндель 3	Нарізе́ве	T12x2	7H/6g	+18 0	-6 -17
3. <u>Кришка 2</u> Втулка 4	Нарізе́ве	M16x1	7H/6g	+18 0	-6 -17
4. <u>Маховик 7</u> Шпіндель 3 /по хвостовику/	Гладке із зазором /по квадрату/	8	H9/e8	+36 0	-25 -47
5. <u>Шпіндель 3</u> Золотник 8	Гладке із зазором	6	H8/f8	+18 0	-10 -28

Призначенні в табл.7.3 посадки перенесли на кресленик СК із елементами ВЗ (див. рис.7.2), а допуски - на ескізи спряжених деталей (див. рис.7.1).

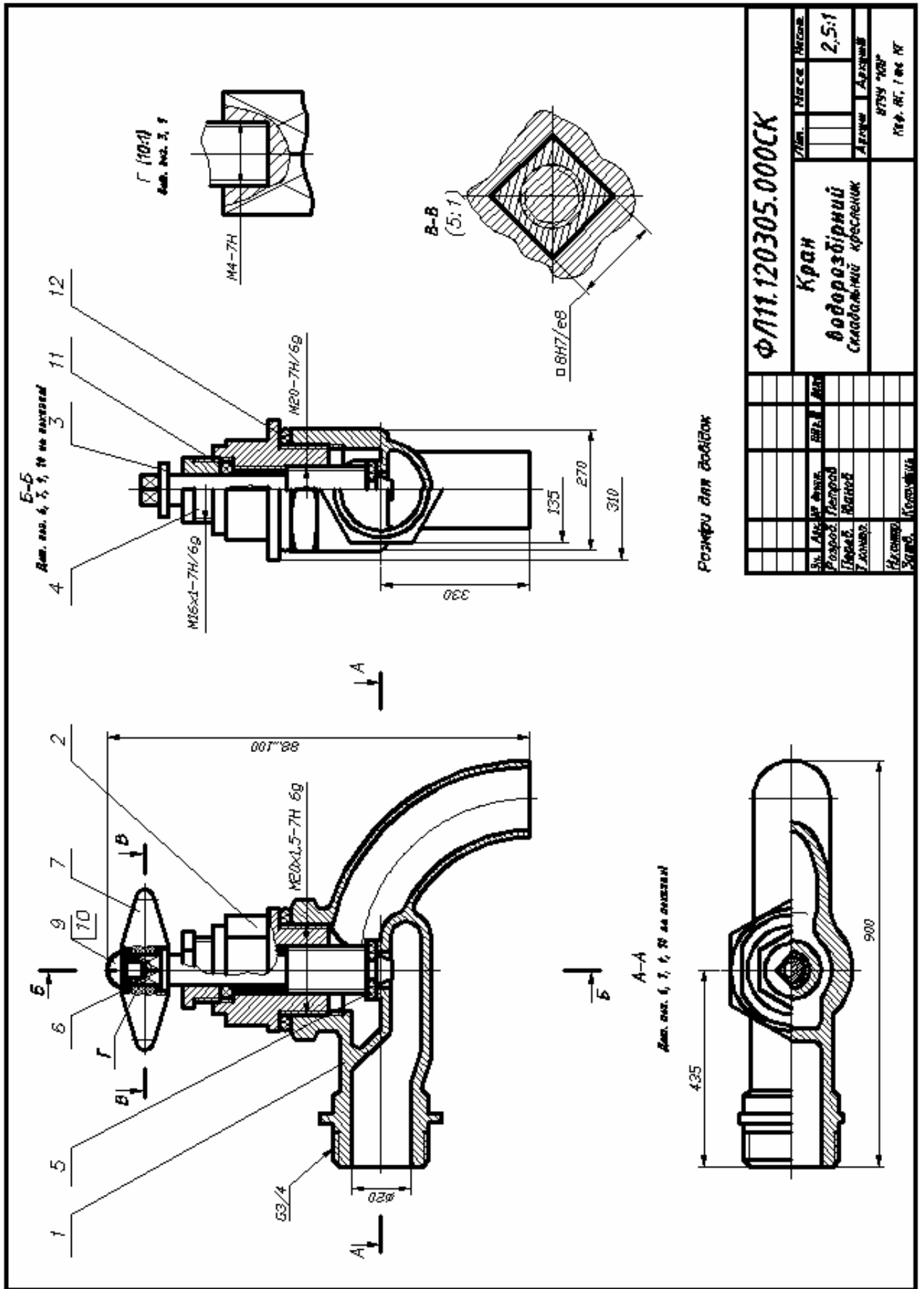


Рис.7.2 СК крану

# ДОДАТКИ

## Додаток 1. Зразок оформлення завдання для курсової роботи

Форма №У6.01  
Затв. наказом Мін. науки та освіти України  
від 3 серпня 1994р. №251

### НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки

Дисципліна інженерна графіка

Спеціальність ливарне виробництво чорних та кольорових металів

Курс I Група ФЛ-11 Семестр 2

### ЗАВДАННЯ

на курсовий проект (роботу) студента

Іванова Петра Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) розробка конструкторської документації на складальну одиницю «Кран водорозбірний»

2. Строк здачі студентом закінченого проекту (роботи) (XII тиждень семестру)

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

1) Кран водорозбірний в натурі, варіант 830-10.

2) технічний паспорт на кран водорозбірний

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)

4.1 Призначення, устрій та принцип дії крана

4.2 Розробка СК з елементами КЗВ (посадками)

4.3 Послідовність складання та розкладання крану

4.4 Розробка ескізів деталей (з вибором матеріалу, шорсткості, допусків)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників) \_\_\_\_\_

5.1 Ескізи 4-6 деталей (типу валу, втулки, кришки, корпусу) форматів А3...А4

5.2 СК з елементами КЗВ

5.3 Специфікація

6. Дата видачі завдання III тиждень семестру\*

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів курсового проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)*	Примітка
1	Видача завдання, вивчення призначення пристрою, принцип дії складальної одиниці	III тиждень семестру	
2	Ескіз деталі типу «Вал»	V	
3	Ескіз деталі типу «Втулка»	V	
4	Ескіз деталі типу «Кришка»	VI	
5	Ескіз деталі типу «Корпус»	VIII	
6	Складальний кресленик	X	
7	Специфікація	XI	
8	Пояснювальна записка:	XII	
	Титульний лист	IV	
	Бланк завдання (типографічний)	XI	
	Зміст	XII	
	Вступ		
	1. Призначення, устрій та принцип дії складальної одиниці	IV	
	2. Розробка СК з елементами КЗВ	X	
	3. Послідовність складання та розкладання складальної одиниці	IX	
	4. Розробка ескізу корпусу	VIII	
	Висновки. Література		

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.

Примітка. Замість \* поставити конкретну дату практичного заняття по інженерній графіці за розкладом у відповідності з номером тижня в семестрі.

## Додаток 2. Деякі матеріали, які використовуються в машинобудуванні

Позначення	Призначення
1. Сталь вуглецева звичайної якості (ГОСТ 380-2005)	
Ст.2, Ст.3	Осі, важелі, кільця, циліндри, кришки, кріпильні деталі, пробки
Ст.5	Вали, шпинделі, осі, корпуси, штуцери, кріпильні деталі, зубчасті колеса, клапани
2. Сталь вуглецева якісна конструкційна (ГОСТ 1050-88)	
15, 20, 30, 35, 40, 45	Шпинделі, заглушки, осі, шестерні, кріпильні деталі, втулки, штуцери
3. Легована конструкційна сталь (ГОСТ 4543-71)	
40x13, 06x18ТІ та ін..	Клапани, пробки, деталі, які працюють в агресивних середовищах
4. Корозійностійкі сталі та сплави (ГОСТ 6632-72)	
40x, 45x, 50x	Зубчасті колеса, осі, шпинделі, вали, шпонки
5. Ресорно-пружинна сталь (ГОСТ 14959-79)	
60С2, 60С2А	Пружини різних типів і призначень
6. Сірий чавун (ГОСТ 1412-85)	
СЧ10, СЧ18, СЧ20	Корпуси, кришки, пробки, вентиля, маховики
7. Алюмінієві ливарні сплави (ДСТУ 2839-94 (ГОСТ 1583-93))	
АК12П, АК13	Корпуси, кришки
8. Багатокомпонентна латунь, що деформується (ГОСТ 15527-70)	
Л96, Л90, ЛАЖ60-1-1	Кріпильні деталі, арматура
9. Ливарні латуні (ГОСТ 17711-93)	
ЛЦ40С, ЛЦ40Сд	Різні деталі гідро-, пневмоапаратури
10. Ливарні безолов'яні бронзи (ГОСТ 493-79)	
БрА10ЖЗМц2	Арматура
11. Ливарні олов'яні бронзи (ГОСТ 613-79)	
Бр010ЖЗМц2	Арматура

## Додаток 3. Розміри під ключ за ГОСТ 6424-73, мм

Розмір под ключ S	5	5,5	6	7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	55	65
Діаметр описаного кола	5,3	5,9	6,4	7,5	8,6	10,9	14	19	21	24	26	30	33	35	39,6	45,2	50,9	60,8	71,3

**Додаток 4. Нормування значення шорсткості поверхні  $R_a$  і способи їх досягнення**

Клас шорсткості за ГОСТ 2789-73	Параметр $R_a$ , мкм			Спосіб обробки для різних поверхонь		
	I ряд	II ряд	III ряд	Циліндрична зовнішня	Циліндрична внутрішня	Плоска
1	50	100	80	Точіння	Точіння	Точіння, стругання
2	25	50	40	Точіння	Точіння	Точіння, стругання, фрезерування
3	12,5	25	20	Точіння	Точіння, свердління, зенкування	Точіння, стругання, фрезерування
4	6,3	12,5	10	Точіння	Точіння, свердління, зенкування	Точіння, стругання, фрезерування
5	3,2	6,3	5	Точіння	Точіння, зенкування, протягування	Точіння, стругання, фрезерування
6	1,6	3,2	2,5	Точіння, шліфування	Точіння, зенкування, розгортання, протягування, шліфування	Точіння, стругання, фрезерування, шліфування
7	0,8	1,6	1,25	Точіння, шліфування	Точіння, розгортання, протягування, шліфування, притирання	Точіння, стругання, фрезерування, шліфування
8	0,4	0,8	0,63	Точіння, шліфування, притирання	Точіння, розгортання, протягування, шліфування, притирання	Точіння, стругання, фрезерування, шліфування, притирання
9	0,2	0,4	0,32	Точіння	Точіння	Точіння

## Додаток 5. Рекомендації по нормуванню шорсткості різних типів спряжених поверхонь деталей [2]

### 1. Спряження робочої циліндричної поверхні деталей

Вид посадки	Квалітет	Значення параметра $R_a$ , мкм			
		Номінальний розмір поверхні			
		Валу	Отвору	Валу	Отвору
		До 50 мм		Більше 50 мм	
З зазором	5	0,2	0,4	0,4	0,8
	6	0,4	0,4...0,8	0,8	0,8...1,6
	7	0,4...0,8	0,8	0,8...1,6	1,6
	8	0,8	0,8...1,6	1,6	1,6...3,2
Без зазору	5	0,1...0,2	0,2...0,4	0,4	0,8
	6-7	0,4	0,8	0,8	1,6
	8	0,8	1,6	0,8...1,6	1,6...3,2

### 2. Спряження робочої поверхні циліндрів, поршнів, золотників, гідравлічних систем

Вид поверхні	Високий тиск		Звичайне виконання	Низький тиск
	Діаметр, мм			
	До 10	Більше 10		
Вал	0,025	0,05	0,1	0,2
Отвір	0,05	0,1	0,2	0,4

### 3. Робочі поверхні:

#### а) нарізевих з'єднань

Вид поверхні	Ступінь точності	
	6:7	8:9
1. Кріпильна нарізь на болтах, гайках	3,2	3,2...6,3
2. Нарізь циліндрична і конічна на валах, штоках, втулках	1,6	3,2
3. Ходова нарізь на гвинтах, гайках	0,8	1,6
4. Гладкі отвори під болти, гвинти, шпильки	12,5	25

#### б) інші поверхні

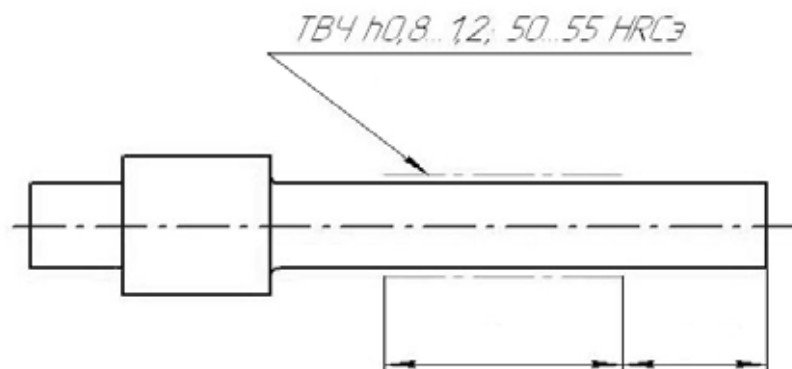
Вид поверхні	Параметр $R_a$ , мкм
1. Поверхня валу під манжету	0,4
2. Поверхня валу під підшипник котіння	0,8
3. Поверхня рукояток і ободів маховиків	0,4...1,6

4. Поверхня валу зі шпонковим пазом	1,6
5. Бокова поверхня шпонкового пазу	3,2
6. Дно шпонкового пазу	6,3
7. Канавки, фаски, проточки, зенківки, закруглення	3,2...12,5
8. Підшви станин, корпусів	12,5...25

### Додаток 6. Критерії приблизної візуальної оцінки шорсткості поверхні деталей

Характеристика поверхні	Шорсткість поверхні $R_a, \mu\text{м}$
1. Дзеркальний блиск без видимих рисок	0,025...0,05
2. Матовий блиск з дрібними переривчастими рисками (подряпинами) від абразивного круга глибиною в товщину людської волосини	0,8...1,6
3. Матовий блиск з ледве помітними неперервними паралельними або концентричними слідами обробки різцем	3,2...6,3
4. Грубі паралельні або концентричні неперервні сліди обробки різцем при глибині близько 0,1; 0,2; 0,3 мм	12,5; 25; 50
5. Матовий блиск на поверхні кольорових металів та сплавів без помітних слідів обробки різцем або шліфувальним кругом (лиття в кокіль або холодна об'ємна штамповка)	✓
6. Безформні раковини-відбитки поверхні піщаної ливарної форми або штампку при гарячій штамповці глибиною 0,1...1 мм (часто зі слідами окалини)	✓

### Додаток 7. Приклад позначення ХТО на креслениках деталей





## Додаток 8. Рекомендовані посадки для типових спряжених деталей

Спряжені деталі: отвір/вал	Характеристика спряження	Позначення посадок
1. Корпус / Кришка	Гладке (з зазором)	H9/d9
2. Корпус / Кришка	Нарізе́ве	7H/6g
3. Кришка / Шпindelь	Гладке (з зазором)	H9/h9
4. Кришка / Шпindelь	Нарізе́ве	7H/6g
5. Корпус / Золотник	Рухоме з дуже малим зазором	H7/g6
6. Втулка / Вал	Рухоме з зазором	H8/f8
7. Гайка / Болт	Нарізе́ве	7H/6g
8. Вал / Шпонка	Шпонкове нерухоме	P9/h9
9. Шестерня / Шпонка	Шпонкове рухоме	D10/h9
10. Піднабивне кільце / Вал	Гладке рухоме з зазором	H11/d11
11. Маховик / Хвостовик валу	Гладке з зазором (по квадрату)	H9/e8
12. Корпус / Втулка	Нерухоме з натягом (запресоване)	H7/n6

**Додаток 9. Граничні відхилення розмірів в системі отворів, мкм (за ГОСТ 25347-82, ГОСТ 25348-82)**

Номинальний розмір, мм	Поле допуску															
	отвору				валу											
	H7	H8	H9	H11	e8	e9	f8	g6	h6	h7	h8	h9	h11	js9	k6	n6
Св.3 до 6	+12	+18	+30	+75	-20	-20	-10	-4	0	0	0	0	0	+15	+9	+16
	0	0	0	0	-38	-50	-28	-12	-8	-12	-18	-30	-75	-15	+1	+8
6...10	+15	+22	+36	+90	-25	-25	-13	-5	0	0	0	0	0	+18	+10	+19
	0	0	0	0	-47	-61	-35	-14	-9	-15	-22	-36	-90	-18	+1	+10
10...14	+18	+27	+43	+110	-32	-32	-16	-6	0	0	0	0	0	-21	+12	
	0	0	0	0	-59	-75	-43	-17	-11	-18	-27	-43	-110	-21	+1	+23
14...18	+18	+27	+43	+110	-32	-32	-16	-6	0	0	0	0	0	+21	+12	+12
	0	0	0	0	-59	-75	-43	-17	-11	-18	-27	-43	-110	-21	+1	
18...24	+21	+33	+52	+130	-40	-40	-20	-7	0	0	0	0	0	+26	+15	
	0	0	0	0	-73	-92	-53	-20	-13	-21	-33	-52	-130	-26	+2	+28
24...30	+21	+33	+52	+130	-40	-40	-20	-7	0	0	0	0	0	+26	+15	+15
	0	0	0	0	-73	-92	-53	-20	-13	-21	-33	-52	-130	-26	+2	
30...40	+25	+39	+62	+160	-50	-50	-25	-9	0	0	0	0	0	+31	+18	
	0	0	0	0	-89	-112	-64	-25	-16	-25	-39	-62	-160	-31	+2	+33
40...50	+25	+39	+62	+160	-50	-50	-25	9	0	0	0	0	0	+31	+18	+17
	0	0	0	0	-89	-112	-64	-25	-16	-25	-39	-62	-162	-31	+2	

**Додаток 10. Зразок титульного аркуша**

*Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»  
Кафедра нарисної геометрії, інженерної та  
комп'ютерної графіки*

**КУРСОВА РОБОТА**

*з дисципліни інженерна графіка*

*тема*

**КРАН ВОДОРОЗБІРНИЙ**

**ФЛ – 11.020305.000**

*Керівник Петров Т.Л.*

*Виконав Іванов П.Н.*

*Допущений до захисту*

*студент I курсу групи ФЛ – 11*

*« 30 » квітня 2011 р.*

*Особистий підпис керівника*

*Захищено з оцінкою*

*залікова книжка № \_\_\_\_\_*

*Підпис*

*2011*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Справочное руководство по черчению Н.В.Богданов, И.Ф.Мележик, А.П.Верлоха. – М.; Машиностроение, 1989. – 846 с.
2. Методические указания к изучению темы «Эскизы и рабочие чертежи» по курсу «Техническое черчение» для иностранных студентов./ Сост. В.В.Ванин, А.Е.Изволенская, Н.А.Парахина. – К.; КПИ, 1991. – 71 с.
3. Справочник по Единой системе конструкторской документации / В.П.Градиль, А.К.Моргун, Р.А.Егошин; Под ред.. А.Ф.Раба. – 4-е изд., перераб. и доп. – Харьков: Прапор, 1988. – 255 с.
4. Хаскин А.М. Черчение. – К.: Выща шк., 1985. – 447 с.
5. Допуски и посадки: Справочник / Ю.Е.Кирилюк. – К.: Выща шк., 1987. – 120 с.
6. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник. – 5-е изд. – М.: Машиностроение, 1979. – 343 с.
7. Стандарт предприятия. Курсовые проекты. Требования к оформлению документации. СТ КПИ 2.001-83. – К.: КПИ, 1984.
8. Козловский Ю.Г., Кардаш В.Ф. Аннотированные чертежи деталей машин. – К.: Выща шк., 1987. – 224 с.