

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра нарисної геометрії та комп'ютерної графіки

ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХОНЬ
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
з дисципліни *“ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА”*

Харків 2013

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Нарисна геометрія та комп'ютерна графіка» 16 січня 2012 р., протокол № 6.

Методичні вказівки рекомендуються для студентів механічних спеціальностей денної форми навчання.

Укладач

доц. Н.В. Кондусова

Рецензент

доц. Л.І. Путятіна

ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХОНЬ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з дисципліни “Інженерна графіка”

Відповідальний за випуск Кондусова Н.В.

Редактор Еткало. О.О.

Підписано до друку 20..02.12 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк.0,75. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейсрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

ВСТУП

Усі поверхні деталей у залежності від матеріалу, способу та технологічного процесу їх виготовлення мають різну шорсткість. Шорсткість поверхні – це сукупність макро- та мікронерівностей, виступів та западин з відносно малими кроками на базовій довжині. Ці нерівності формують рельєф поверхні та визначають її якість. Шорсткість поверхні виникає головним чином унаслідок пластичної деформації поверхневого шару заготовки при її обробці інструментом з нерівними різальними кромками, тертя, виривання часток матеріалу з поверхні заготовки, вібрації заготовки тощо.

Шорсткість поверхні є важливим показником у технічній характеристиці виробу, який впливає на експлуатаційні властивості деталей та вузлів машин. Це зносостійкість поверхонь тертя, міцність від втоми, корозійна стійкість, зберігання натягу при нерухомих посадках та ін. Вимоги до шорсткості поверхні встановлюють виходячи з функціонального призначення поверхонь деталей та їх конструктивних особливостей.

Зменшення шорсткості поверхні значно покращує антикорозійну стійкість деталей. Це має особливо важливе значення у випадку, коли для поверхонь не можуть бути використані захисні покриття (поверхні циліндрів двигунів та ін.).

Належна якість поверхні має велике значення і в сполученнях, які відповідають умовам щільності, герметичності, теплопровідності.

При читанні креслення окремої деталі (якщо не мати повного уявлення про її взаємодію з іншими деталями) необхідно окремо визначати поверхні, для яких задані підвищені вимоги до шорсткості. Ці поверхні найчастіше сполучені або привалкові.

Якщо для сполученої поверхні (особливо для посадок із зазором) будуть знижені вимоги до шорсткості, то може порушитися правильна робота механізму та скоротитися строк його служби завдяки порушенню заданих зазорів; але якщо сполучена поверхня деталі виконана за більш високими параметрами шорсткості, ніж це передбачено кресленням, то час її виготовлення та вартість зростуть.

Відхилення у бік підвищення вимог до шорсткості сполучених елементів може негативно вплинути на роботу всього механізму, тому що сила молекулярного зчеплення при особливо гладких поверхнях збільшує тертя. Тому надмірно гладкі поверхні, які труться, погано змащуються мастилами – з'являється сухе тертя.

Невелику шорсткість поверхні іноді необхідно використовувати для надання гарного зовнішнього вигляду деталі або для зручності утримання поверхні у чистоті.

Для вимірювання шорсткості поверхні застосовують такі методи: контактний – щуповими приладами (профілометрами і профілографами) та безконтактний – оптичними приладами. У машинобудуванні часто використовують візуальний метод, порівнюючи поверхню, що контролюється, з поверхнею зразка деталі, шорсткість якої атестована.

У теперішній час шорсткість поверхні регламентується ГОСТ 2.789-73* та ГОСТ 2.309-73*. Перший – установлює вимоги до якості поверхні, враховуючи властивості шорсткості поверхні незалежно від способу її обробки. Другий – установлює структуру позначення шорсткості поверхні та правила нанесення її на кресленні.

ПАРАМЕТРИ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ

ГОСТ 2.789-73* регламентує вимоги до шорсткості поверхні та містить номенклатуру параметрів і базових довжин, а також спосіб задання вимог шорсткості поверхонь у технічних і нормативно-технічних документах.

Стандартом передбачається шість параметрів, які може використовувати конструктор при встановленні вимог до шорсткості поверхні в залежності від її функціонального призначення. Ці параметри дають можливість характеризувати практично всі показники якості виробів, які залежать від шорсткості поверхні, та забезпечити значення вибраних параметрів відповідно до технологічних процесів. На рисунку 1 показана багаторазово збільшена профілограма нерівностей поверхні на деякій її ділянці – базовій довжині (приблизно 10 мм), отриманій перетином поверхні нормальною до неї площиною.

Установлено такі параметри шорсткості:

а) висотні:

- 1 Ra – середньоарифметичне відхилення профілю;
- 2 Rz – висота нерівностей профілю за 10 точками;
- 3 $Rmax$ – найбільша висота профілю;

б) крокові:

- 4 S – середній крок нерівностей профілю по вершинах;
- 5 Sm – середній крок нерівностей профілю по середній лінії;

в) висотно-кроковий:

- 6 tp – відносна опорна довжина профілю.

Переважно рекомендується використовувати параметр Ra - середнє значення відстаней точок виступів і западин $y_1, y_2 \dots y_n$ від середньої лінії m в межах базової довжини l (рисунок 1):

$$Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|,$$

де y_i – відхилення профілю.



Рисунок 1

Допускається використовувати параметр Rz , який розраховується за формулою

$$Rz = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |H_{i \max}| + \sum_{i=1}^5 |H_{i \min}| \right),$$

або

$$Rz = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 h_{i \max} + \sum_{i=1}^5 h_{i \min} \right),$$

де $H_{i \max}$ – п'ять найвищих точок виступів;

$H_{i \min}$ – п'ять найнижчих точок западин у межах базової довжини l .

Найбільша висота нерівностей профілю R_{max} – це відстань між лінією виступів і лінією западин профілю у межах базової довжини l .

Кроком нерівностей профілю називають довжину відрізка середньої лінії m , який перетинає профіль у трьох сусідніх точках і обмежений двома крайніми точками. Середній крок нерівностей профілю по вершинах S – це середньоарифметичне значення кроку нерівностей профілю по вершинах у межах базової довжини l .

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i, \quad S = \frac{1}{N-1},$$

де N – число максимумів профілю.

Середній крок нерівностей профілю S_m – середньоарифметичне значення кроку нерівностей у межах базової довжини l .

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_m, \quad S_m = \frac{2l_0}{k-1},$$

де k – кількість нулів профілю;

l_0 – довжина відрізка середньої лінії в межах базової довжини, обмежена першим та останнім непарним перетином профілю по середній лінії $l_0 \leq l$.

Відносна опорна довжина профілю t_p є відношення опорної довжини (довжина площі контакту шорсткості поверхонь на заданому рівні перетину) до базової довжини l .

$$t_p = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^n b_i \cdot 100 \%,$$

де b – відрізок у межах базової довжини, що відтинається на заданому рівні у матеріалі виступів профілю лінією, яка еквідистантна середній лінії (еквідистанта – від лат. *aequidistans* — рівновіддалений, для даної плоскої кривої L – це множина кінців рівних відрізків, відкладених у визначеному напрямку на нормалях до L);

p – рівень перетину профілю, який визначається як відстань між лінією виступів профілю та лінією, яка перетинає профіль еквідистантної лінії виступів профілю.

Цей параметр найбільш повно характеризує висотні властивості профілю з точки зору стабільності заданих зазорів.

Найчастіше, у тому числі і для найбільш грубих поверхонь, нормують параметр Ra , що більш інформативно, ніж Rz і $Rmax$ характеризує нерівності профілю, оскільки визначається по всіх точках (або досить великому числу точок) профілю.

Між висотними параметрами Ra , Rz , $Rmax$ установлені такі кореляційні залежності:

для лезової обробки $Rz = 5 \cdot Ra$; $Rmax = 6 \cdot Ra$;

для шліфування $Rz = 5,5 \cdot Ra$; $Rmax = 7 \cdot Ra$;

для полірування і притирання $Rz = 4 \cdot Ra$; $Rmax = 5 \cdot Ra$.

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ

У навчальному процесі при нормуванні шорсткості рекомендується використовувати висотні параметри Ra і Rz . На рисунку 2 наведені значення цих параметрів для деяких елементів деталей і з'єднань, які найбільш часто зустрічаються на практиці.

При позначенні шорсткості поверхні деталі необхідно уявляти умови її роботи у виробі. Це завдання достатньо легко вирішується при виконанні ескізів деталей складальної одиниці або кресленні деталей при деталюванні креслення загального вигляду.

Поверхні, які працюють в умовах, коли стабільність зазора має вирішальне значення (наприклад, поверхонь осей і валів швидкохідних двигунів, поверхні кульок і роликів підшипників тощо) та поверхні, які утворюються шляхом тонкого шліфування та інших довідних операцій, мають шорсткість по шкалі Ra 0,05...0,100 мкм. Шорсткість на таких поверхнях можливо побачити тільки у потужну лупу.

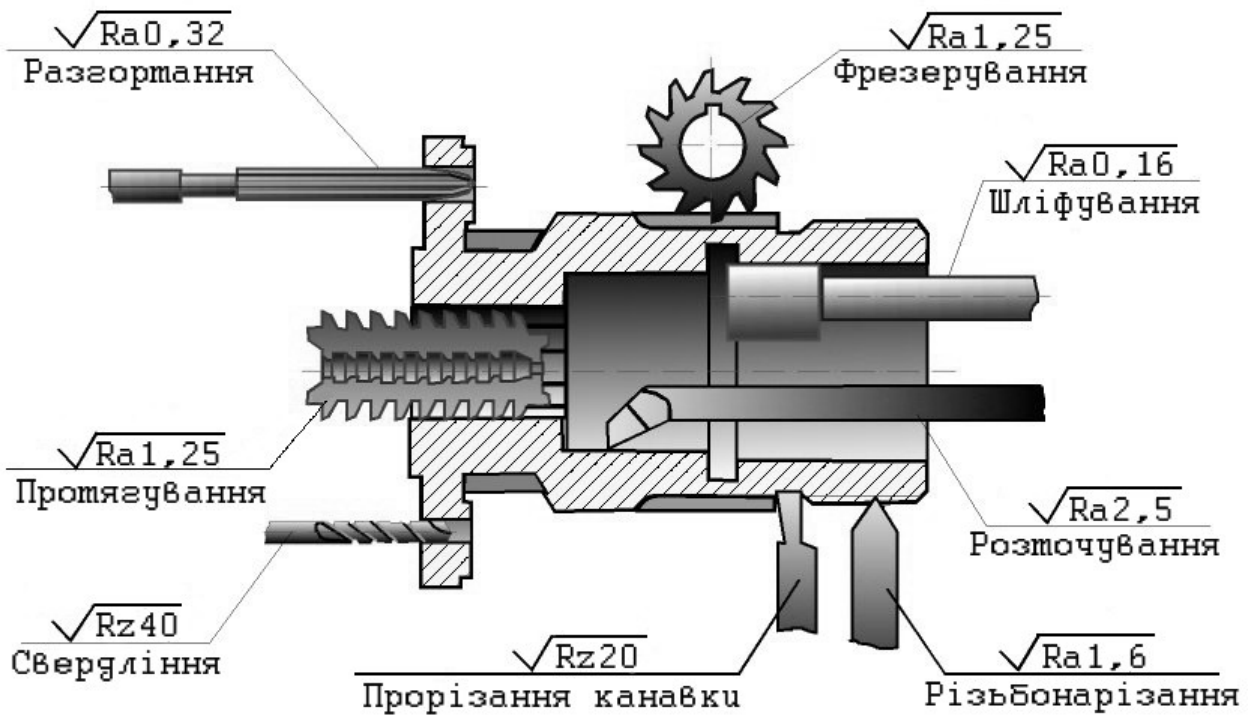


Рисунок 2

Поверхні нерухомих відповідальних з'єднань, які зазнають великих навантажень (наприклад з'єднання зубчастого колеса високої точності з валом), що утворюються шляхом чистого шліфування, мають шорсткість Ra 1,60...0,60 мкм. Шорсткість на них можливо побачити тільки у лупу.

Поверхні рухомі і менш відповідальні (наприклад, звичайні з'єднання зубчастих коліс та черв'яків із валами, тертьові поверхні клапанів кранів тощо) та нерухомі (наприклад, привалкові поверхні при герметичному з'єднанні без прокладок) мають шорсткість Ra 3,2...1,6 мкм. Шорсткість ледве помітна.

Поверхні у маловідповідальних рухомих та нерухомих з'єднаннях, коли стабільність зазора не має великого значення (наприклад, поверхні деталей, що прилягають до інших деталей, поверхні під запресування, втулок, вкладишів тощо). Поверхні, які утворюються чистовим точінням, грубим шліфуванням, литтям під тиском та іншими операціями, мають шорсткість Ra 6,3...3,2 мкм. Шорсткість помітна.

Поверхні отворів під болти, гвинти, шпильки та ін. (коли зазор

передбачений для вільного з'єднання деталей), створені вирубуванням на штампах, чорновим точінням, свердлінням та іншими операціями мають шорсткість за шкалою Rz 80...20 мкм. Шорсткість явно помітна й легко виявляється на дотик.

Поверхні, утворені без зняття шару матеріалу, наприклад литтям у земляні форми, які не торкаються у виробі до інших поверхонь, мають шорсткість за шкалою Rz 80...400 мкм. Шорсткість добре помітна.

Шорсткість поверхонь деяких видів виробів стандартизована, наприклад, поверхні стандартних болтів і гайок класу точності B повинні мати шорсткість за шкалою Ra 12,5...6,3 мкм.

Значення параметра шорсткості Ra для деяких найбільш поширених видів поверхні наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Значення параметра шорсткості Ra для різних видів поверхонь

Вид поверхні	Значення параметра Ra , мкм
1	2
Різьби зовнішні: рядові підвищеної точності	6,3...1,6 1,6...0,8
Різьби внутрішні: рядові підвищеної точності	6,3...3,2 3,2...1,6
Різьби ходові: гвинт гайка	0,8 1,6...0,8
Ущільнювальні поверхні ніпелів, штуцерів	0,8...0,2
Прямозубі колеса (робочі поверхні зубів)	1,6...0,8
Стики під прокладки: із м'яких матеріалів із неметалів	0,2...0,1 1,6...0,4
Привалкові площини	3,2...0,8

Продовження таблиці 1


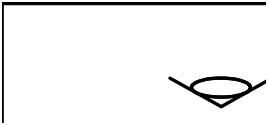
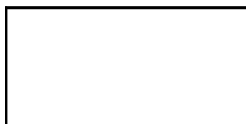





1	2
Отвори під кріпильні деталі	6,3...3,2
Опорні поверхні під головки болтів, гвинтів, під гайки	6,3...1,6

Центрувальні буртики (фланців, кришок): отвори буртик	3,2...1,6 1,6...0,8
Торці пружин стиску	3,2...1,6
Поршні (робочі поверхні): з чавуну та сталі зі сплавів	0,2...0,1 0,1...0,05
Поршневі пальці	0,2...0,05
Клапани з конічними поверхнями: робоча поверхня клапана робоча поверхня сідла	0,1...0,025 0,2...0,05
Конічні пробкові крани (робоча поверхня): пробка отвір	0,8...0,05 0,8...0,05
Вільні поверхні (торці, фаски, проточування, неробочі поверхні зубчастих коліс та ін.)	6,3...3,2
Шестигранники (та інші елементи з плоскими гранями)	12,5...3,2
Шпонково-пазові з'єднання (робочі грані): пази шпонки	3,2...0,8 1,6...0,4
Шліцьові з'єднання, центрування: за зовнішнім діаметром: отвір вал за внутрішнім діаметром: отвір вал за гранями шліців: охоплюючи поверхні охоплювальні поверхні	0,8...0,2 0,4...0,1 0,2...0,1 0,8...0,2 0,8...0,2 0,4...0,1
Напрямні призматичні поверхні: охоплюючі охоплю вальні	0,4...0,1 0,2...0,05
Стики геометричні (метал по металу з притиранням)	0,1...0,05


Величина параметра шорсткості поверхні визначається її функціональним призначенням у залежності від стану та способу обробки даної поверхні (таблиця 2).








Таблиця 2 - Параметри шорсткості в залежності від стану та способу обробки поверхонь

Параметр шорсткості, мкм	Поверхня	Спосіб обробки
1	2	3

	Поверхні заготовок у стані поставки, що не пройшли механічну обробку та не визначені даним кресленням	Прокатка, кування, лиття, штампування, волочіння та ін.
	Поверхні, які не доторкаються до інших поверхонь (кромки після штампування та різання, поверхні литих деталей та ін.)	Зачищення напилком, різання автогеном
	Зовнішні механічно оброблені поверхні, які не доторкаються до інших поверхонь (поверхні фланців арматури, гайок та ін.)	Чорнове точіння, чорнове фрезерування, свердління, обдирне шліфування
	Прохідні отвори під болти, гвинти, шпильки та ін.	Свердління, зенкерування
	Опорні поверхні станин, кронштейнів, захисних кожухів; поверхні галтелей, канавок, фасок, фланців, шківів, торці труб та ін.	Напівчистове точіння та розточування, чорнове стругання, свердління, зенкерування
	Корпус патрона, вільні поверхні валів, шківів корпусів; невідповідальні профілі різьб; поверхні отворів з діаметром до 15 мм під болти, гвинти, шпильки та ін.	Свердління, зенкерування, напівчистове точіння
	Приєднувальні поверхні корпусів, кронштейнів; зовнішні вільні поверхні зубчастих коліс та ін.	Чистове точіння, напівчистове фрезерування та стругання, чистове розточування, чистове стругання
	Сполучені поверхні нерухомих з'єднань, наприклад, опорні площини рейок, напрямного типу «хвіст ластівки», внутрішні поверхні корпусів під підшипники кочення; робочі поверхні шпонок та шпонкових пазів; евольвентні поверхні профілю зуба сталевих зубчастих коліс	Чистове свердління, чистове шліфування, нарізування різьб і зубошліфування, зубодовбання

Продовження таблиці 2

1	2	3
	Посадочні поверхні зубчастих коліс, черв'яків, втулок;	Чистове точіння, чистове фрезерування,

	внутрішня поверхня підшипників ковзання	чистове шліфування, притирання
	Сполучені поверхні бронзових зубчастих коліс, робочі шийки колінчатих та розподільних валів та гвинтів; поверхні валів під підшипники кочення	
	Посадочні поверхні осей і валів малого діаметра, робочі поверхні центрів	Тонке шліфування, чистове точіння, притирання
	Поверхні, що працюють в умовах тертя, наприклад, найбільш відповідальні осі і вали підвищеної точності; робочі поверхні колінчатих та розподільних валів швидкохідних двигунів; поверхні відповідальних циліндричних та призматичних напрямних	Притирання, доведення
	Внутрішні поверхні циліндрів поршневих машин, зовнішні поверхні пальців поршневих коліс, поверхні тертя, робочі шийки прецизійних швидкохідних верстатів	Притирання, доведення
	Робочі поверхні деталей вимірювальних приладів у рухомих сполученнях середньої точності, вимірювальні поверхні калібрів	Тонке притирання, доведення, полірування
	Вимірювальні поверхні деталей вимірювальних приладів та робочі поверхні приладів у рухомих сполученнях високої точності	
	Дзеркальні поверхні кінцевих мір довжини	

ПОЗНАЧЕННЯ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХОНЬ

Значення параметра шорсткості вказується умовним знаком, який передбачений ГОСТ 2.309-73*. Цей стандарт установлює

декілька умовних знаків для позначення шорсткості поверхні на кресленні (рисунок 3):

- знак для позначення шорсткості поверхонь, вигляд обробки яких конструктором не встановлений;
 - знак для позначення шорсткості поверхонь, що утворюються видаленням шару матеріалу (точіння, фрезерування, свердління) без позначення способу обробки;
 - знак для позначення шорсткості поверхонь, що утворюються без видалення шару матеріалу (лиття, штампування, прокатка);
- з єдиним позначенням виду обробки.

Спосіб обробки задається у позначенні шорсткості на кресленні тільки у випадку, коли він є єдиним додатком для отримання зазначеної якості поверхні.

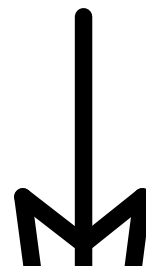


Рисунок 3

Висота h повинна приблизно дорівнювати висоті цифр розмірних чисел на кресленні. Висота H дорівнює $(1,5...3) h$. Товщина ліній знаків повинна приблизно дорівнювати половині товщини суцільної основної лінії, застосованої на кресленні.

При позначенні однакової шорсткості поверхонь для всіх поверхонь деталі позначення шорсткості розташовують у правому верхньому куті креслення і на зображенні не наносять (рисунок 4). Розміри й товщина ліній знака в цьому випадку у 1,5 рази більше

знаків, нанесених на зображенні.

Рисунок 4

Якщо частина поверхонь виробу має однакову шорсткість, то позначення наноситься як показано на рисунку 5. Знак означає слово «решта».



Рисунок 5

Якщо шорсткість поверхні різна на окремих її ділянках, то ці ділянки розмежовують суцільною тонкою лінією. Повністю заштриховану зону не розривають лінією межі між ділянками (рисунок 6).

Рисунок 6

При однаковій шорсткості по всьому контуру позначення наноситься один раз та використовується допоміжний знак «○», діаметр якого 4...5 мм (рисунок 7).



Рисунок 7

У позначенні однакової шорсткості, яка плавно переходить одна в іншу, знак «○» не наводять (рисунок 8)

Рисунок 8

ПРАВИЛА НАНЕСЕННЯ ПОЗНАЧЕННЯ ШОРСТКОСТІ

Відповідно до ГОСТ 2.789-73*, окрім параметра шорсткості, конструктор має можливість указати на кресленні ряд допоміжних відомостей у відповідності до схеми, яка зображена на рисунку 9.

П О Л И Ц Я

Рисунок 9

Геометричні розміри деталі спочатку формуються в думках конструктора, потім ці розміри наносяться на кресленні відповідно до правил нанесення розмірів за ГОСТ 2.307-68*. Те ж саме стосується і нанесення шорсткості: спочатку необхідно подумки призначити параметри шорсткості всіх поверхонь деталі, після чого розташувати знаки шорсткості на кресленні відповідно до ГОСТ 2.309 – 73*.

Нанесення шорсткості виконують у два етапи. На першому етапі конструктор вирішує, які поверхні і з якою чистотою необхідно обробити. Параметри шорсткості призначаються в залежності від умов взаємодії деталі з іншими деталями в складі механізму. У першу чергу слід звернути увагу на поверхні, що доторкаються.

На навчальних кресленнях, виконуваних у курсі нарисної геометрії, можна призначити чистоту поверхонь орієнтовно, користуючись таблицями, у яких зазначені параметри шорсткості в залежності від застосування деталей у загальному машинобудуванні (див. таблицю 2). Призначені параметри шорсткості слід нанести на зображення деталі. Це другий етап роботи, при виконанні якого слід

керуватися правилами, викладеними в ГОСТ 2.309 – 73*.

Знак шорсткості («галочка»), показаний на рисунку 9, може займати в площині креслення будь-яке повернуте положення, але дзеркально повертати цей знак не допускається. Якщо поверхня розташована у заштрихованій зоні, то позначення шорсткості наносять на полицю лінії-винесення.

Рисунок 9

Вістря знака шорсткості дотикається до оброблюваної поверхні тільки з того боку, звідки можливе підведення різального інструменту.

На зображенні виробу позначення шорсткості слід розташовувати на виносних лініях, при цьому по можливості ближче до розмірних ліній (див. рисунок 9). Це найкраще положення знака шорсткості на кресленні. При цьому дозволяється переривати виносну лінію, щоб проставити знак шорсткості. Однак на складних кресленнях не завжди вдається проставити ці знаки якнайкраще тому ГОСТ 2.309 - 73* допускає проставляння знаків шорсткості безпосередньо на лініях контуру, на полицях ліній-винесень і на розмірних лініях.

Розмірні числа і знаки шорсткості на кресленні не повинні перетинатися ніякими лініями. Тому на місці проставляння

розмірного числа або знака шорсткості виносні лінії, осі симетрії і лінії штрихування - перериваються.

Повторювати будь-який розмір деталі або параметр шорсткості не допускається. Позначення шорсткості будь-якої поверхні може бути нанесено тільки один раз, незалежно від числа зображень. У зв'язку з цим шорсткість поверхонь елементів виробу, що повторюються (отворів, пазів, канавок, фасок і т.п.), кількість яких зазначена на кресленні, також наносять тільки один раз.

Усі розміри будь-якого одного конструктивного елемента деталі необхідно групувати в одному місці креслення.

Не допускається діаметр отвору вказувати на одній проекції, глибину того ж отвору - на другій, а шорсткість - на третій.

Приклад нанесення шорсткості поверхонь литих, штампованих деталей з подальшою механічною обробкою

На рисунку 10 надане креслення типової штампованої деталі - кришки шатуна. Радіуси округлення і штампувальні уклони на зображеннях не проставляють, а дають, як це заведено для елементів креслення, які повторюються, текстові вказівки по типу «Невказані радіуси 3...5 мм, уклони 5^0 ».

Позначення шорсткості в правому верхньому куті показує, що шорсткість поверхонь, отриманих безпосередньо з-під штампа, обумовлена технічними вимогами на штампування для даних габаритів, матеріалу та ін.

Основні робочі поверхні кришки шатуна - це циліндрична поверхня

Ø 64 (див. вид ліворуч); оброблена шліфуванням до чистоти Ra 0,63 і нижня площина (площина роз'єму), оброблена до Ra 1,25. Ці дві основні поверхні взаємно скоординовані (осьова лінія циліндра Ø 64 знаходиться в площині роз'єму).

Окрім основних поверхонь, механічній обробці підлягають бічні торці кришки (див. вид ліворуч) і кріпильні отвори (шорсткість Ra 12,5). Габаритний розмір 100 (див. вид зверху) також забезпечується механічною обробкою.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 ГОСТ 2.309-73* Единая система конструкторской документации. Обозначение шероховатости поверхностей. - [Действительный от 1975-01-01]. – М.: ИПК изд-во стандартов, 1975. – 12 с.

2 Годик Е.М., Хаскин А.М. Справочное руководство по черчению. М.: Машиностроение, 1974. – 696 с.

3 Суворов С.Г., Суворова Н.С. Машиностроительное черчение в вопросах и ответах: Справочник. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 368 с.

4 Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна графіка: Підручник / За ред. В.Є. Михайленка. – К.: Каравела, 2008. – 272 с.

5 Левицкий В.С. Машиностроительное черчение: Учеб. для студентов высших технических учебных заведений – М.: Высш. шк., 1988. – 351 с.

6 Бабулин Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей: Учеб. пособие для профессионального обучения рабочих на производстве. – 8-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1987. – 319 с.

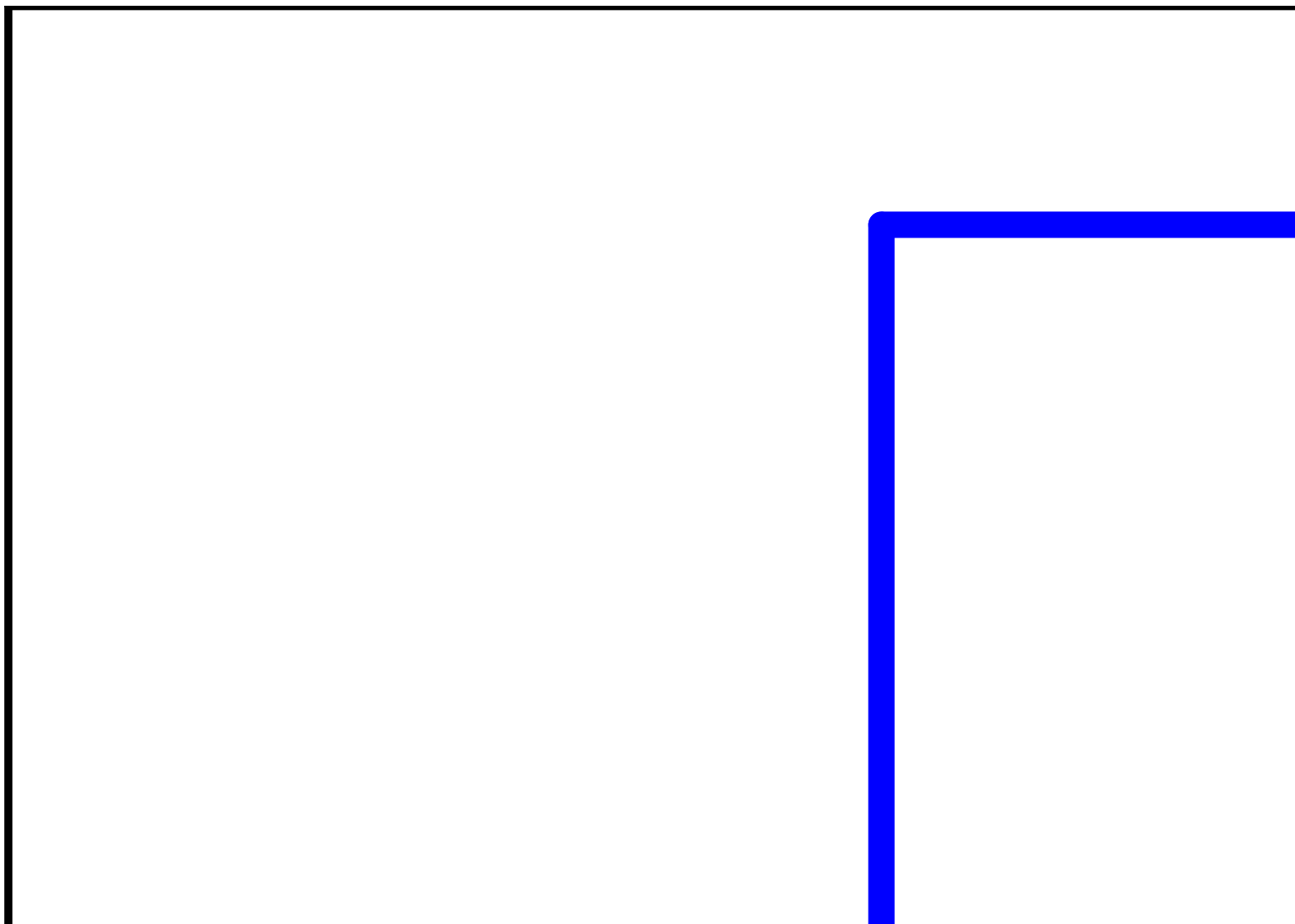


Рисунок 10