

*Колодько С.А., Сташко Д.І., студенти магістратури  
Вінницького державного педагогічного  
університету імені Михайла Коцюбинського*  
*Гаркушевський В.С., кандидат технічних наук, доцент  
Вінницького державного педагогічного  
університету імені Михайла Коцюбинського*  
м. Вінниця  
e-mail: [ktoebgd@gmail.com](mailto:ktoebgd@gmail.com)

## **Шорсткість поверхонь деталей та її нормування у конструкторській документації**

***Анотація.** В статті розглядаються проблеми визначення параметрів шорсткості поверхонь та досліджується вплив шорсткості на властивості деталі. Визначено, що на відміну від ідеальної, що зображується на кресленнях, реальна поверхня деталей не є гладкою, а завжди має мікроскопічні нерівності, утворюючи її шорсткість. Для контролю якості поверхні шорсткість нормують і у вигляді параметрів шорсткості зазначають на кресленнях за певними правилами відповідно до вимог стандарту.*

***Ключові слова:** шорсткість, мікронерівності, властивості поверхні, параметри, креслення.*

***Abstract.** The article deals with the problems of determining the surface roughness parameters and investigates the effect of roughness on the properties of the part. It is determined that, in contrast to the ideal, which is depicted in the drawings, the real surface of the parts is not smooth, but always has microscopic inequalities, creating its roughness. To control the surface quality, roughness is normalized and in the form of roughness parameters are indicated in the drawings according to certain rules in accordance with the requirements of the standard.*

***Keywords:** roughness, microuniversity, surface properties, parameters, drawings.*

**Постановка наукової проблеми.** Актуальність нашого дослідження зумовлена не лише можливістю розгляду ступеню ідеальності поверхонь, наявності шорсткості, мікрорельєфу як загального явища, як основної області обраного дослідження властивостей поверхонь деталей, що пройшли той або інший вид технологічної обробки, а також можливістю вивчення явищ, породжуваних шорсткістю цих поверхонь.

**Короткий аналіз досліджень проблеми.** Нині кількісне оцінювання шорсткості поверхні проводять за допомогою комплексу з шести параметрів. Для позначення шорсткості поверхонь на кресленнях частіше застосовують два параметри: середнє арифметичне відхилення профілю  $R_a$ ; висота нерівностей профілю за десятьма точками  $R_z$ . Параметри  $R_a$  і  $R_z$

визначаються у мікрометрах. Числові значення цих параметрів стандартизовано.

**Мета і завдання статті.** Метою статті є вивчення феномену шорсткості і його впливу на комплекс властивостей деталі, правил зазначення вимог до поверхні в конструкторській документації.

**Виклад основного матеріалу.** Шорсткість поверхні являє собою сліди обробки у вигляді мікронерівностей (виступів і западин) різної величини і форми (рис. 1). Ці нерівності мають вирішальний вплив на міцність, довговічність і працездатність деталі у виробі. Сукупність нерівностей, що утворюють рельєф поверхні деталі, називають шорсткістю поверхні.

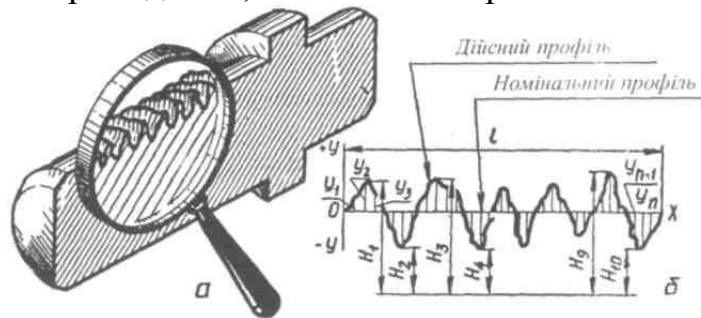


Рис.1. Мікронерівності на поверхні деталі після механічної обробки: а - загальний вигляд; б - схема кількісного оцінювання.

Встановлено 14 класів шорсткості поверхонь. Класи й відповідні до них параметри шорсткості, а також стандартні значення базової довжини, у межах якої вимірюється конкретний параметр шорсткості, наведено у табл. 1.

**Таблиця 1**

**Значення параметрів шорсткості поверхні**

Класи шорсткості	Параметри шорсткості, мкм		Базова довжина, мм
	$R_a$	$R_z$	
1	100	400	8.0
2	50	200	
3	25	100	
4	12.5	50	
5	6.3	25	
6	3.20	12.5	0.8
7	1.60	6.3	
8	0.80	3.2	
9	0.400	1.60	
10	0,200	0.80	0.25
11	0.100	0.40	
12	0.050	0.20	
13	0.025	0.100	
14	0.012	0.050	0.08

Позначають шорсткість поверхні на кресленнях за допомогою спеціальних знаків (рис. 2). Перший знак використовують для позначення

шорсткості поверхні, вид обробки якої не встановлюється (цьому знаку завжди віддають перевагу). Другий знак застосовують для позначення шорсткості поверхні тоді, коли ця поверхня обробляється видаленням шару матеріалу (наприклад, точінням, шліфуванням, шабрінням тощо).

Третім знаком позначають шорсткість поверхні, що утворюється без видалення шару матеріалу (наприклад, литтям, куванням, пресуванням тощо). або взагалі на обробляється за даним кресленням, тобто залишається у заданому вигляді.

Висота  $h$  розміру знака має приблизно відповідати висоті розмірних чисел на кресленні. Висота правої частини знака  $(1,5...3) h$ . Товщина ліній знаків приблизно у два рази тонше від суцільної товстої основної лінії на кресленні. Структуру повного позначення шорсткості поверхні на кресленні показано на рис. 3.

<p>Рис. 2. Знаки для позначення шорсткості.</p>	<p>Рис. 3. Знаки для позначення шорсткості поверхонь.</p>

Застосування двох параметрів  $R_a$  і  $R_z$  для оцінювання шорсткості поверхні пов'язано зі способами і наявними для цього приладами її вимірювання. Шорсткість з 6-го по 12-й клас визначають профілометром, а з 1-го по 5-й клас. 13-й і 14-й класи - профілографом.

Числові значення обох параметрів обирають з табл. 1. Звичайно до позначення шорсткості поверхні включають лише найбільше значення параметра. Якщо потрібно обмежити і найменшу величину значення шорсткості, то тоді вказують обидва значення параметрів одне над одним. Базову довжину в позначенні шорсткості поверхні не вказують, якщо параметри  $R_a$  чи  $R_z$  визначено в межах стандартної базової довжини (відповідно до табл. 1). Вид обробки поверхні вказують лише тоді, коли він може бути єдиним для досягнення потрібної якості поверхні. За потреби до позначення включають і умовне позначення напрямку нерівностей поверхні (табл. 2).

**Таблиця 2**

**Умовні позначення напрямів нерівностей**

Напрямок нерівностей	Схематичне зображення	Позначення на кресленні	Розміщення позначень на кресленні
Паралельний			Паралельно до лінії, що зображує на кресленні поверхню
Перпендикулярний			Перпендикулярно до лінії, що зображує на кресленні поверхню
Перехресний			Перехресування у двох напрямках похило до лінії, що зображує на кресленні поверхню
Довільний			Різні напрями до лінії, що зображує на кресленні поверхню
Коловий			Приблизно колоподібно відносно центру поверхні
Радіальний			Приблизно радіально відносно центру поверхні
Коловий			Довільно відносно лінії, що зображує на кресленні поверхню

Позначення шорсткості поверхонь на кресленнях деталей розміщують безпосередньо на лініях видимих контурів, на виносних лініях (бажано якнайближче до розмірних ліній) чи на поличках ліній-виносок (рис. 4, а, б).

Дозволяється розміщувати позначення шорсткості на розмірних лініях або на їхньому продовженні, а також розривати виносну лінію, коли вона перетинає знак шорсткості (рис. 4, в).

Позначення шорсткості поверхонь, у яких знак має поличку, розміщують відносно основного напису так, як показано на рис. 5,а і 5,б. Позначення, у яких знак не має полички, можна подавати так, як на рис. 5, в.

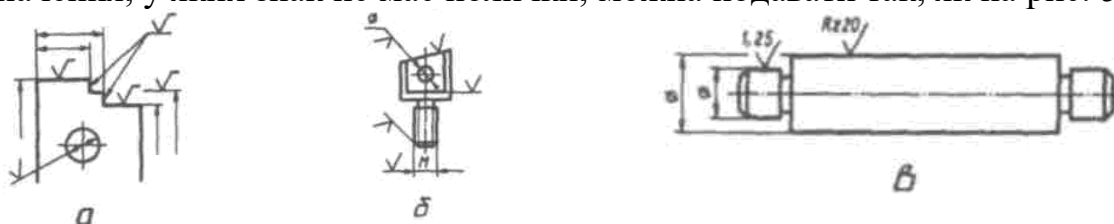


Рис.4. Розміщення знаків умовного позначення шорсткості поверхні.

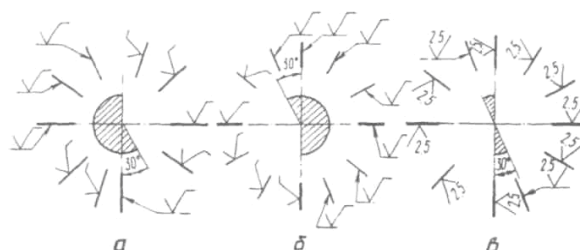


Рис.5. Положення знаків позначення шорсткості відносно основного напису креслення.

Розміри і товщина знака, розміщеного у правому верхньому куті поля креслення, мають бути приблизно у 1,5 рази більшими від знаків, нанесених на зображеннях. Розміри знака, взятого у дужки, однакові з розмірами знаків на зображеннях. Деякі умовності, що застосовують у позначенні шорсткості поверхонь на кресленнях деталей, наведено на рис. 6.

У навчальній діяльності під час виконання й читання робочих креслень деталей для встановлення зв'язку параметрів шорсткості зі зовнішнім виглядом поверхні та способом її обробки можна скористатись табл. 3,4.

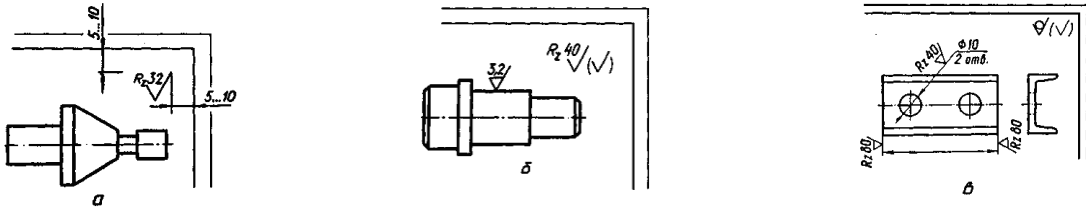


Рис.6. Умовності в позначенні шорсткості поверхонь: а - коли всі поверхні деталі мають однакову шорсткість; б - коли частина поверхонь деталі має однакову шорсткість; в - коли частина поверхонь деталі не обробляється за даним кресленням.

Таблиця 3

**Рекомендації щодо визначення розмірів шорсткості поверхонь**

Шорсткість поверхонь, мкм	Типові поверхні деталей	Способи утворення поверхонь
R =320-40	Поверхні деталей після лиття, кування, штампування; поверхні важелів, корпусів, кронштейнів тощо	Чорнове точіння, різання пилами. Сліди обробки видно візуально
R =40-20	Вільні неспряжені поверхні невідповідальних деталей: стояків, валиків, кронштейнів, корпусів, сальників, втулок, фланців, кришок тощо; вільні поверхні кріпильних деталей: болтів, гвинтів, шпильок, гайок; поверхні отворів на прохід, кріпильних деталей	Свердління, чорнове і напівчистове точіння, фрезкування. Лиття в кокіль і під тиском
R =20-10	Поверхні деталей, які притискуються до інших поверхонь, але не є посадочними: опорні площини корпусів, кронштейнів, кришок, торці боби шок тощо: зовнішні неспряжені поверхні зубчастих коліс, шківів	Чорнове шліфування Сліди обробки мало помітні візуально
R =2,5-1,25	Поверхні невідповідальної кріпильної різьби; базові поверхні деталей; робочі поверхні шпонок і пазів	
1,25-0,63	Посадочні поверхні деталей 7-8-го квалітетів точності: посадочні поверхні зубчастих коліс; місця посадки підшипників кочення; опорні поверхні: центруючі поверхні; робочі поверхні зубців зубчастих коліс, фіксуючі поверхні ділильних і поворотних дисків	Чистове точіння і фрезкування, розгортання, шліфування, протягування,
0,63-0,32	Поверхні конічних і циліндричних штифтів; поверхні відповідальних деталей, які сприймають динамічні навантаження; поверхні шийок колінчастих валів, лопатей турбін і компресорів: робочі поверхні	алмазне точіння. Сліди обробки можна побачити за

	вкладишів підшипників ковзання: поверхні, що забезпечують газонепроникність і піддаються впливу корозії	допомогою лупи
0,32-0,16	Поверхні, що забезпечують антикорозійність і довговічність деталей, поверхні тарілок клапанів поршнів, шийок валів, плунжерів; поверхні отворів у чавунних циліндрах гідроприводів: конічні поверхні центрів	
0,16-0,08	Поверхні корінних і шатунних гайок колінчастих валів, зовнішні поверхні юбок поршнів: поверхні штоків, циліндрів, поршнів, поршневих пальців. поверхні отворів у сталевих циліндрах гідроприводів; бігові доріжки кілець шарикопідшипників: конусні спряження, що забезпечують точне центрування	
0,08-0,04	Поверхні тертя в центрах і цапфах; поверхні кульок для підшипників; ущільнюючі поверхні; деталі без гальванічних покриттів з метою підвищення коефіцієнта відображення теплових променів	Притирання, доводка. полірування. Обробка з мікроскопічними нерівностями
0,10-0,05	Робочі поверхні деталей приладів високої точності; робочі поверхні плоскопаралельних кінцевих мір довжини (розміром понад 100 мм)	Притирання, доводка. полірування. Обробка з мікроскопічними нерівностями
0,05-0,025	Поверхні металевих дзеркал інтерферометрів, оптиметрів; робочі поверхні плоскопаралельних кінцевих мір довжини	Притирання, доводка. полірування. Обробка з мікроскопічними нерівностями

**Таблиця 4**

**Шорсткість поверхонь при різних видах обробки**

Спосіб обробки	Класи шорсткості													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Шліфування плоске	чистове													
	тонке													
Шліфування	тонке													
	чорнове													
Протягування	чистове													
	тонке													
Слюсарна обробка (обдільвання)														
Полірування														
Хонінгування														
Суперфінішування														

Спосіб обробки	Класи шорсткості													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Точіння	чорнове													
	чистове													
Розточування	чорнове													
	чистове													
Підрування торців	чорнове													
	чистове													
Стругання	чорнове													
	чистове													
Розвірчування	чорнове													
	чистове													
Свердління	чистове													
	остаточне													
Фрезювання торцеве	чорнове													
	чистове													
Фрезювання циліндричне	чорнове													
	чистове													

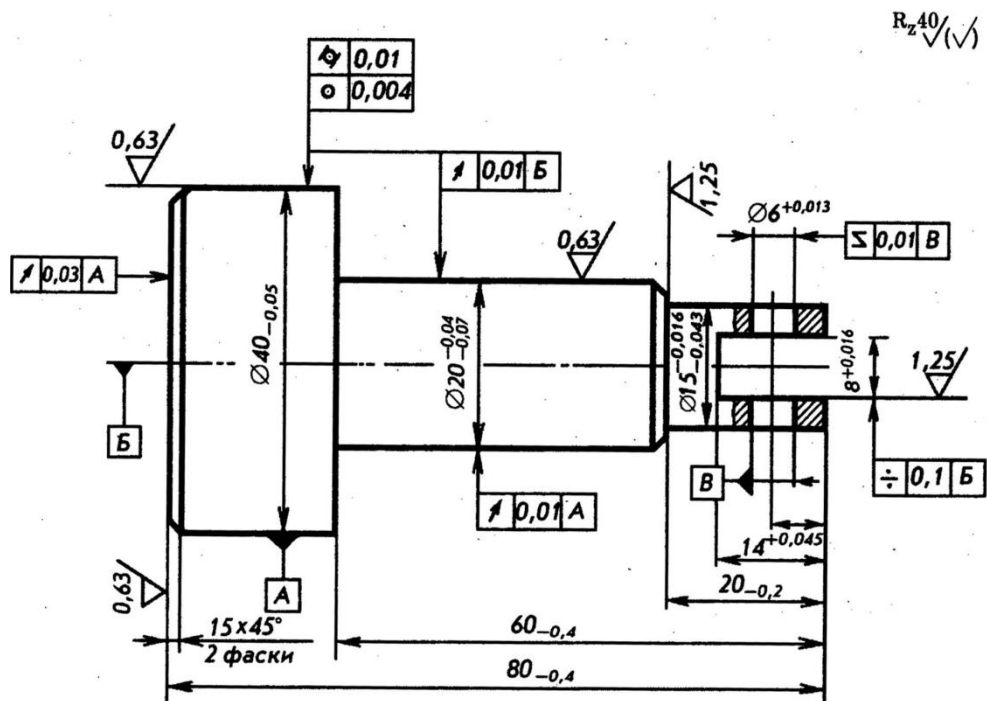


Рис. 7. Приклади позначення шорсткості поверхонь на кресленнях.

**Висновки.** Після застосування чорнових методів обробки шорсткість деталі помітна на перший погляд. Подальше застосування чистових методів (шліфування, полірування тощо) зменшує шорсткість, роблячи її зовні непомітною, але мікроскопічне дослідження визначає шорсткість навіть на дзеркально відполірованій поверхні. Важливо, звичайно, не те, що шорсткість вдається визначити, а те, що навіть зовні непомітні нерівності здійснюють істотний вплив на експлуатаційні властивості деталей.

#### Список використаних джерел:

1. Боженко Л.І. Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні / Л.І.Боженко. – Львів: Світ, 2003. – 328 с.
2. Буланже Г.В. Инженерная графика. Проецирование геометрических

тел: учебное пособие для Вузов / Г.В. Булане. - М: Наука - 2003. - 184 с.

3. Михайленко В.С., Найдиш В.М., Підкоритов А.М., Скидан І.А. Інженерна та комп'ютерна графіка: підручник для ВНЗ / В.С.Михайленко, В.М.Найдиш, А.М.Підкоритов, І.А.Скидан. - К.: Вища школа, 2001. - 346 с.

4. Гаркушевський В.С., Цвілик С.Д. Методика навчання креслення: навчально-методичний посібник / В.С. Гаркушевський, С.Д. Цвілик. – Вінниця: ВДПУ, 2015. – 211 с.

5. Крагельский И. В., Демкий Н. Б. Влияние шероховатости и свойств материала на фактическую площадь касания и сближение / И.В. Крагельский, Н.Б. Демкий // Качество поверхности деталей машин. - № 5. - Изд-во АН СССР. - 1961. – С. 34-47.

6. Кузьменко В.И., Ройтман И.А. Основы машиностроения в черчении: Учебн. для студ. ВУЗов / В.И. Кузьменко, И.А. Ройтман. – М.: Владос, 2000. – Кн.1. - 224 с.

7. Швандар В.А., Панов В.П., Купряков Е.М. Стандартизация и управление качеством продукции: Учебник для вузов / В.А. Швандар, В.П. Панов, Е.М. Купряков. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 487 с.

8. Цвілик С.Д. Наступність графічної підготовки вчителя трудового навчання в контексті сучасної педагогічної технології / С.Д. Цвілик // Трудова підготовка в закладах освіти. – 2003.- №3. – С. 33-37.

9. Цюцюра В.Д., Цюцюра С.В. Метрологія та основи вимірювань / В.Д.Цюцюра, С.В.Цюцюра. – К.: Знання-Прес, 2003. – 180 с.