

Вивчення шорсткості поверхонь деталей та правил її зазначення на робочих креслениках деталей

Анотація. В статті вивчається феномен шорсткості поверхні та його вплив на комплекс властивостей деталі, правила зазначення вимог до поверхні в конструкторській документації. Визначено, що для контролю якості поверхні шорсткість нормують певними параметрами, які зазначають на креслениках за певними правилами відповідно до вимог стандарту.

Ключові слова: властивості поверхні, мікронерівності, шорсткість, параметри, робочий кресленик деталі.

Abstract. The article studies the phenomenon of surface roughness and its influence on the set of part properties, the rules for specifying surface requirements in design documentation. It was determined that in order to control the quality of the surface, the roughness is normalized by certain parameters, which are indicated on the drawings according to certain rules in accordance with the requirements of the standard.

Keywords: surface properties, micro-uniformities, roughness, parameters, working drawing of the part.

Шорсткість поверхні виявляється у вигляді мікронерівностей (виступів і западин) різної величини і форми (рис. 1). Ці нерівності мають суттєвий вплив на міцність, довговічність і працездатність деталі у виробі. Сукупність нерівностей, що утворюють рельєф поверхні деталі, і є шорсткістю поверхні.

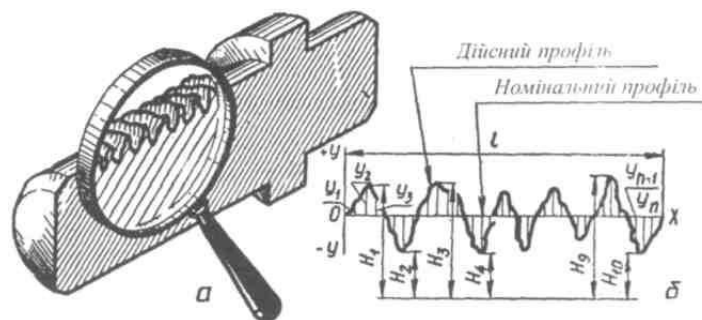


Рис.1. Мікронерівності на поверхні деталі після механічної обробки: а - загальний вигляд; б - схема кількісного оцінювання.

Ідеальність поверхонь деталей визначається шорсткістю, що характеризує мікрорельєф як загальне явище, як область дослідження властивостей поверхонь деталей, що пройшли той або інший вид технологічної обробки та можливість вивчення явищ, породжуваних шорсткістю цих поверхонь.

Нині кількісне оцінювання шорсткості поверхні проводять за допомогою комплексу з шести параметрів, з яких на креслениках частіше застосовують два: 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. 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.

Позначають шорсткість поверхні на креслениках 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, що обробляється видаленням шару матеріалу (наприклад, точінням, шліфуванням, шабрінням тощо).

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	2.5
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	0.25
10	0.200	0.80	
11	0.100	0.40	
12	0.050	0.20	0.08
13	0.025	0.100	
14	0.012	0.050	

Третім знаком позначають шорсткість поверхні, що утворюється без видалення шару матеріалу (наприклад, литтям, куванням, пресуванням тощо). або взагалі на обробляється за даним креслеником, тобто залишається у заданому вигляді. Висота h розміру знака має приблизно відповідати висоті розмірних чисел на кресленику. Висота правої частини знака (1,5...3) h . Товщина ліній знаків приблизно у два рази тонше від суцільної товстої основної лінії на кресленику. Структуру повного позначення шорсткості поверхні на кресленику показано на рис. 3.

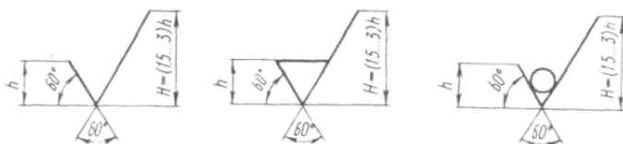


Рис. 2. Знаки для позначення шорсткості.



Рис. 3. Знаки для позначення шорсткості поверхонь.

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 зазначають 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 ліній, що зображає на кресленні поверхню
Перпендикулярний			Перпендикулярно до ліній, що зображає на кресленні поверхню
Перехресний			Перехресцування у двох напрямках похило до ліній, що зображає на кресленні поверхню
Довільний			Різні напрями до ліній, що зображає на кресленні поверхню
Коловий			Приблизно колоподібно відносно центру поверхні
Радіальний			Приблизно радіально відносно центру поверхні
Коловий			Довільно відносно ліній, що зображає на кресленні поверхню

Позначення шорсткості поверхонь на креслениках деталей розміщують безпосередньо на лініях видимих контурів, на виносних лініях (бажано якнайближче до розмірних ліній) чи на полчках 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).

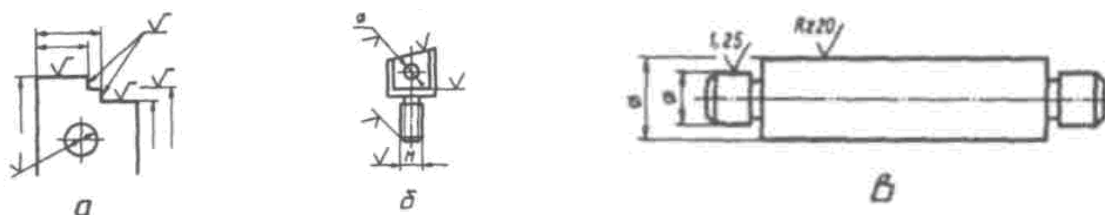


Рис.4. Розміщення знаків умовного позначення шорсткості поверхні.

Розміри і товщина знаку, розміщеного у правому верхньому куті поля кресленика, 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 креслениках деталей, наведено на рис. 5-6.

Під час виконання й читання робочих креслеників деталей для встановлення зв'язку параметрів шорсткості зі зовнішнім виглядом поверхні та способом її обробки можна скористатись табл. 3.

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 на око
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 Чорнове шліфування Сліди обробки мало помітні на око
R = 20-10	Поверхні деталей, які притискаються до інших поверхонь, але не є посадочними: опорні площини корпусів, кронштейнів, кришок, торці боби шок тощо: зовнішні неспряжені поверхні зубчастих коліс, шківів	

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 фрезування, розгортання, шліфування, протягування, алмазне точіння. Сліди обробки можна побачити за допомогою лупи
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 вкладишів підшипників ковзання: поверхні, що забезпечують газонепроникність і піддаються впливу корозії	
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	

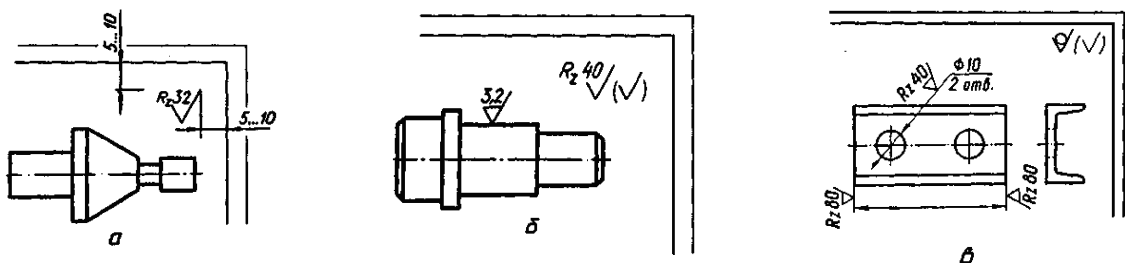


Рис. 5. Умовності в позначенні шорсткості поверхонь: а - коли всі поверхні деталі мають однакову шорсткість; б - коли частина поверхонь деталі має однакову шорсткість; в - коли частина поверхонь деталі не обробляється за даним креслеником.

8. Shymkova, I., Tsvilyk, S., Hlukhaniuk, V, Marushchak O. Content modeling and organization of environmental training of the future labor training teacher in higher education institutions. *Society. Integration. Education. 17th Proceedings of the International Scientific Conference*. Rēzekne: Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija. 2023. Volume I. May 26th, 2023. P.275-287. <http://journals.rta.lv/index.php/SIE/article/view/7129/6078>

9. Iryna Shymkova, Svitlana Tsvilyk, Vitalii Hlukhaniuk, Viktor Solovei, Volodymyr Harkushevskyi USE OF Learning management system ILIAS in teaching technologies for intending teachers of secondary and vocational education. Rezekne: Rezeknes Tehnologiju akadēmija. 2021. Volume V. p. 470-482. <http://journals.rta.lv/index.php/SIE/article/view/6313>

10. Vitaliy M.Hlukhaniuk, Viktor V. Solovej, Svitlana D.Tsvilyk, Iryna V.Shymkova STEAM education as a benchmark for innovative training of future teachers of labour training and technology. *Society. Integration. Education. SIE*. 2020. Volume 5. p. 211-221. <http://journals.rta.lv/index.php/SIE/article/view/5000>