

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

«Харківський політехнічний інститут»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичного заняття

«Допуски і посадки шпонкових з'єднань»

з дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»

Харків

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичного заняття
«Допуски і посадки шпонкових з'єднань»

з дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»

для студентів спеціальності «Прикладна механіка»
денної, заочної та дистанційної форм навчання,
а також для курсантів факультету озброєння та військової техніки
Військового інституту танкових військ

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 2 від 25.06.20 р.

Харьков
НТУ «ХПІ»
2020

Методичні вказівки до виконання практичного заняття «Допуски і посадки шпонкових з'єднань» з дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання» для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання, а також для курсантів факультету озброєння та військової техніки Військового інституту танкових військ/ Уклад.: Н.В. Зубкова, Н.В. Козакова. – Харків: НТУ «ХП», 2020. – 36 с.

Укладачі: Н.В. Зубкова,
Н.В. Козакова

Рецензент Л.І. Пупань

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф. Семка

ВСТУП

Необхідною складовою частиною професійної підготовки фахівців з машинобудування є комплекс глибоких знань і певних навичок у галузі забезпечення якості виробів, особливо з використанням процесів оптимізації параметрів і вимог до точності, стандартизації, метрологічного забезпечення і технічного контролю.

Основна мета дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання» – навчити студентів правильно призначати допуски, посадки, шорсткість і інші технічні вимоги у відповідності з експлуатаційним призначенням деталей і вузлів та позначати їх на кресленнях, грамотно використовувати відповідні стандарти, коректно обирати методи і засоби технічного контролю.

У методичних вказівках надано огляд застосування з'єднань з призматичними, сегментними, клиновими, тангенціальними і циліндричними шпонками у машинобудуванні. Розглянуто питання орієнтовного вибору посадок на елементи шпонкових з'єднань, призначення параметрів шорсткості на поверхні шпонок і шпонкових пазів.

Для виконання індивідуального завдання, що передбачене практичною роботою, надано достатню кількість варіантів вихідних даних, наведено методику розв'язання задач і приклади оформлення креслень.

Вказівки містять ілюстративний матеріал, таблиці довідкових даних, список рекомендованої літератури і питання для самоперевірки.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

У машинобудуванні широко застосовуються шпонкові з'єднання для сполучення різних тіл обертання (зубчастих коліс, маховиків, шківів та інш.) з валами, а також для з'єднання валів між собою за допомогою муфт.

Це роз'ємні нерухомі з'єднання, за допомогою яких передають крутний момент, а також рухомі з'єднання, за допомогою яких втулка пересувається вдовж вала.

Найчастіше шпонкові з'єднання використовують у малонавантажених тихохідних передачах, у великогабаритних передачах важких машин, у конічних з'єднаннях, в одиничному виробництві продукції.

Особливістю шпонкових з'єднань є те, що в сполученні бере участь три елементи: поверхня паза на валу, поверхня паза у втулці і поверхня шпонки (рис. 1).

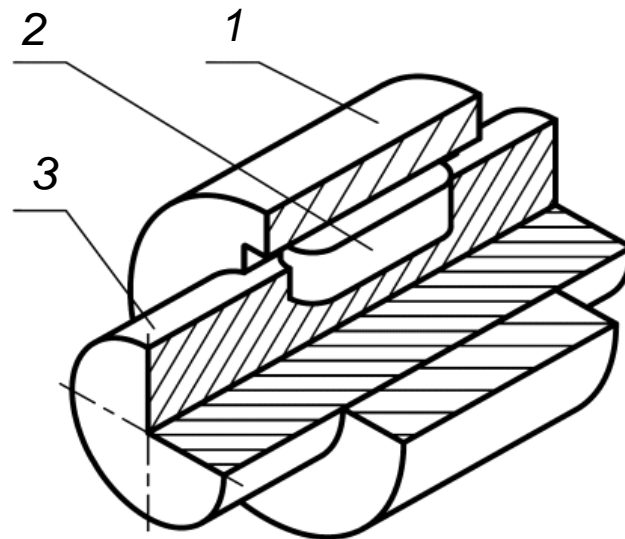


Рисунок 1 – Шпонкове з'єднання: 1 – втулка; 2 – шпонка; 3 – вал

Шпонки служать для передачі обертального моменту, запобігання провертання втулки на валу, забезпечення переміщення втулки вздовж валу або фіксації взаємного положення деталей у вузлі. За їх допомогою досягається порівняно легке розбирання і складання вузла. Шпонки повинні забезпечувати гарне центрування і виключення відносного провороту сполучених деталей.

Основні типи шпонок стандартизовано. Шпонкові пази у валах отримують фрезеруванням, а у втулці – протягуванням.

Завдяки простоті та надійності конструкції, порівняльно низькій вартості, а також зручності монтажу і демонтажу шпонкові з'єднання широко застосовують у машинобудуванні. До недоліків шпонкових з'єднань належить послаблення вала та маточини (втулки) шпонковими пазами, які зменшують поперечний переріз і спричиняють значну концентрацію напружень, що приводить до втомного руйнування валів. У зв'язку з цим шпонки використовуються, як правило, у мало навантажених з'єднаннях.

Усі шпонкові з'єднання поділяють на дві групи: 1) ненапружені, в яких використовують призматичні і сегментні шпонки; 2) напружені, які виконують

клиновими, тангенціальними та круглими шпонками. У машинобудуванні найбільш поширені ненапружені з'єднання.

З'єднання клиновими шпонками. Клинові шпонки виготовляють з нахилом 1:100. Цей же нахил передбачається і для паза втулки. Клинові шпонки виготовляють без головки (рис. 2 а) та з головкою (рис. 2 б). Для шпонкових з'єднань з клиновими шпонками встановлено поля допусків: на ширину шпонки – $h9$, а на ширину паза на валу і у втулці – $D10$.

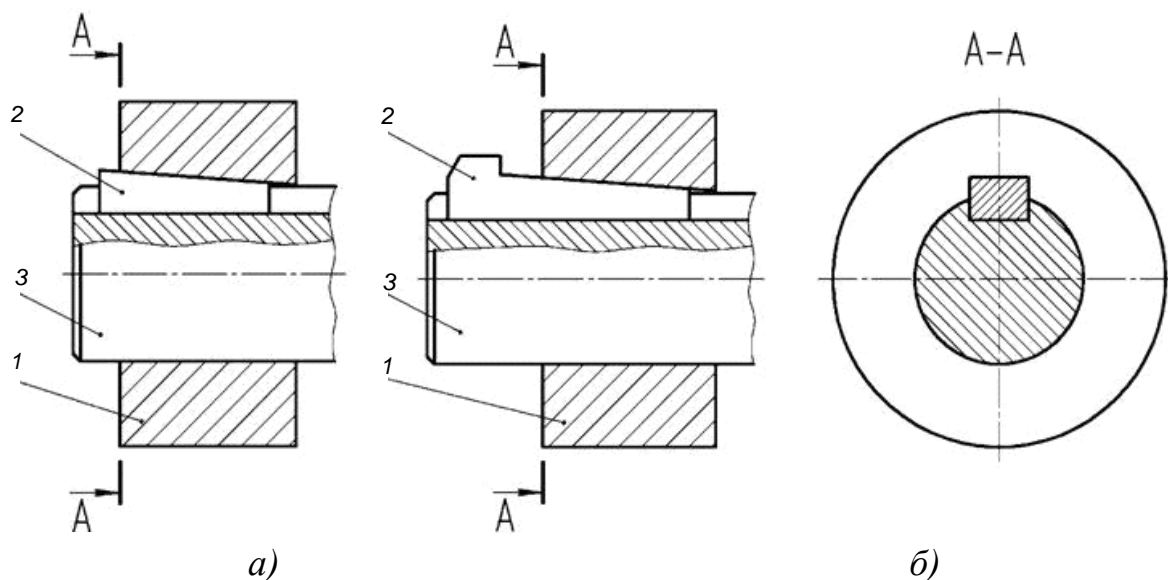


Рисунок 2 – З'єднання клинковою шпонкою: а – з головкою; б – без головки:
1 – втулка; 2 – шпонка; 3 – вал

З'єднання клиновими шпонками передають обертовий момент за рахунок сил тертя на широких робочих гранях. Ці сили тертя створюються відповідним натягом у радіальному напрямі при забиванні шпонок. Тому зі сторони бічних граней клинових шпонок передбачаються зазори.

Взагалі клинові шпонки мають обмежене застосування, оскільки вони спричиняють зміщення осі маточини відносно осі вала. Якщо перекіс деталі, розміщеної на валу, не допускається, наприклад для зубчастих коліс, то клинові шпонки не застосовують. Область використання клинових шпонок у новому проектуванні обмежується тихохідними машинами при необхідності частого розбирання з'єднань.

Для шпонкових з'єднань з клиновими шпонками встановлено такі поля допусків: на ширину шпонки – $h9$, а на ширину паза на валу і у втулці – $D10$.

З'єднання тангенціальними шпонками. Тангенціальні шпонки (рис. 3) відрізняються від інших клинових шпонок тим, що натяг між валом та маточиною створюється шпонками не в радіальному, а в дотичному напрямі.

Одна із широких граней тангенціальної шпонки направлена по дотичній до перерізу вала, а одна із вузьких граней – по радіусу вала. Таке розміщення тангенціальної шпонки спричиняє постановлення в з'єднанні двох шпонок, розміщених під кутом $120\text{--}135^\circ$. За технологічними міркуваннями кожна тангенціальна шпонка виконується з двох однобічно скошених клинів. Тангенціальна шпонка використовується головним чином у важкому машинобудуванні при значному діаметрі з'єднання.

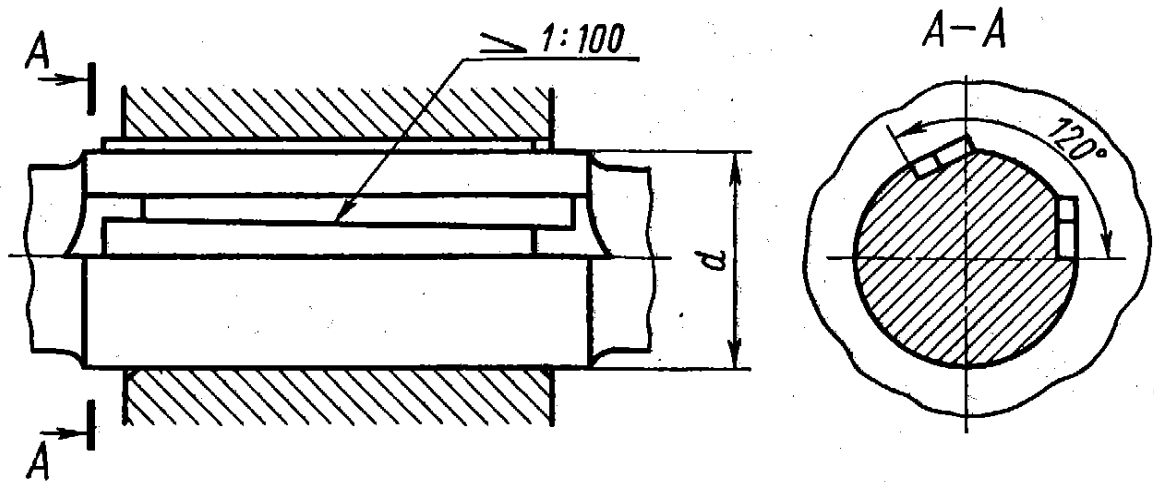


Рисунок 3 – З'єднання тангенціальними шпонками

З'єднання циліндричними шпонками. Циліндричні шпонки (рис. 4) – це циліндричні штифти, що вставляються в отвори паралельно осі з'єднання, за посадками з натягом (наприклад, посадка $H7/r6$). Такі шпонки можуть використовуватись для закріплення деталей на кінці вала. Отвір під шпонку свердлять та обробляють розверткою після посадки деталі на вал. Розміри циліндричних шпонок стандартизовано. Якщо міцність з'єднання з однією шпонкою не забезпечується, то ставлять дві або три циліндричні шпонки, зміщені відповідно на кут 180° або 120° .

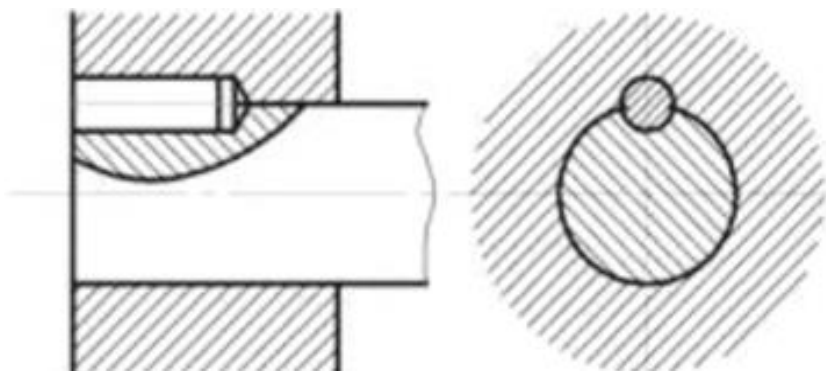


Рисунок 4 – З'єднання циліндричною шпонкою

З'єднання сегментною шпонкою. Глибока посадка сегментної шпонки на валу забезпечує їй більш стійке положення, ніж з'єднання призматичною шпонкою (рис. 5), що запобігає перекошуванню шпонок під навантаженням. Однак глибокий паз значно послаблює вал, тому сегментні шпонки використовують головним чином для з'єднання деталей на малонавантажених ділянках валів, наприклад на кінцях валів. З'єднання сегментними шпонками є технологічним, оскільки виготовлення як шпонок, так і пазів на валах досить просте.

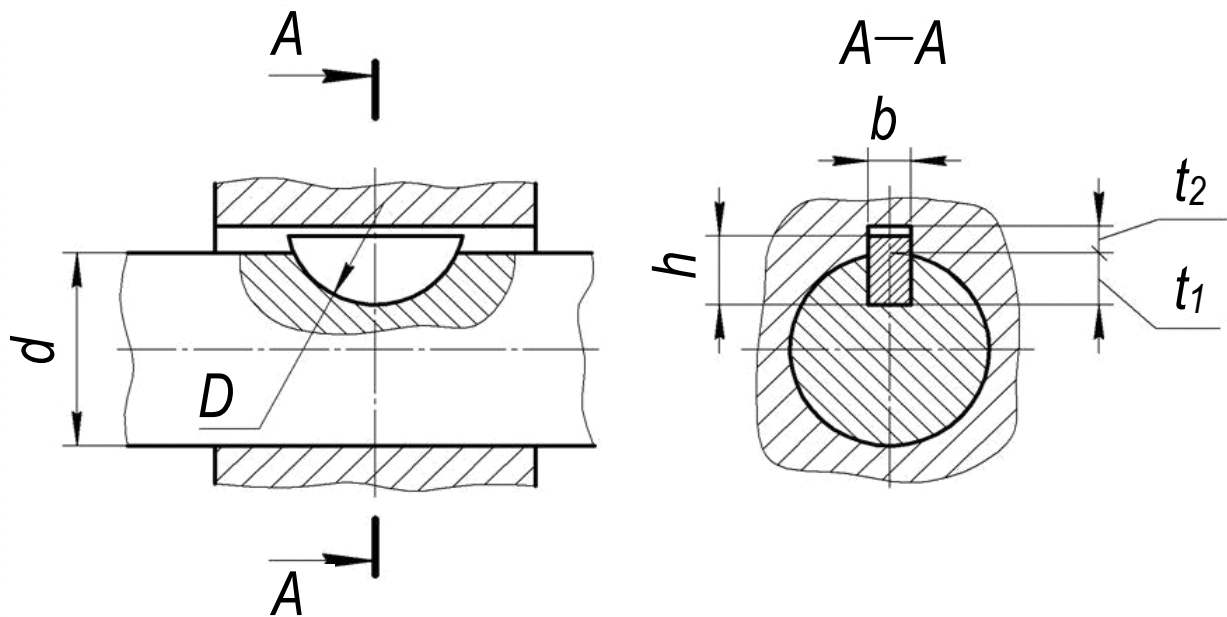


Рисунок 5 – З'єднання сегментною шпонкою

Сегментні шпонки стандартизовано. Розміри сегментних шпонок та пазів вибирають за стандартом залежно від діаметра вала d . Стандарт встановлює такі поля допусків елементів з'єднань з сегментними шпонками: для ширини шпонок – $h9$; для ширини паза на валу – $N9, P9$ (допускається $H9$); для ширини паза у втулці – $J59, P9$ (допускається $D10$). Решта вимог щодо точності елементів з'єднань з сегментними шпонками, є такими ж, як і для з'єднань з призматичними шпонками.

З'єднання призматичними шпонками найбільш поширено у вузлах машин та механізмів (рис.6). Призматичні шпонки за призначенням бувають звичайні та напрямні. Звичайні призматичні шпонки призначено для нерухомого з'єднання втулки з валом. Вони бувають із скругленими або плоскими торцями. Напрямні шпонки застосовують у тих випадках, коли деталі, розміщені на

валах, можуть рухатись уздовж валів. Напряму шпонку закріплюють до вала гвинтами.

Розміри перерізів шпонок і пазів, допуски і посадки регламентуються ГОСТ 23360–78 «Основні норми взаємозамінності. Шпонкові з'єднання з призматичними шпонками. Розміри перерізів шпонок і пазів. Допуски і посадки».

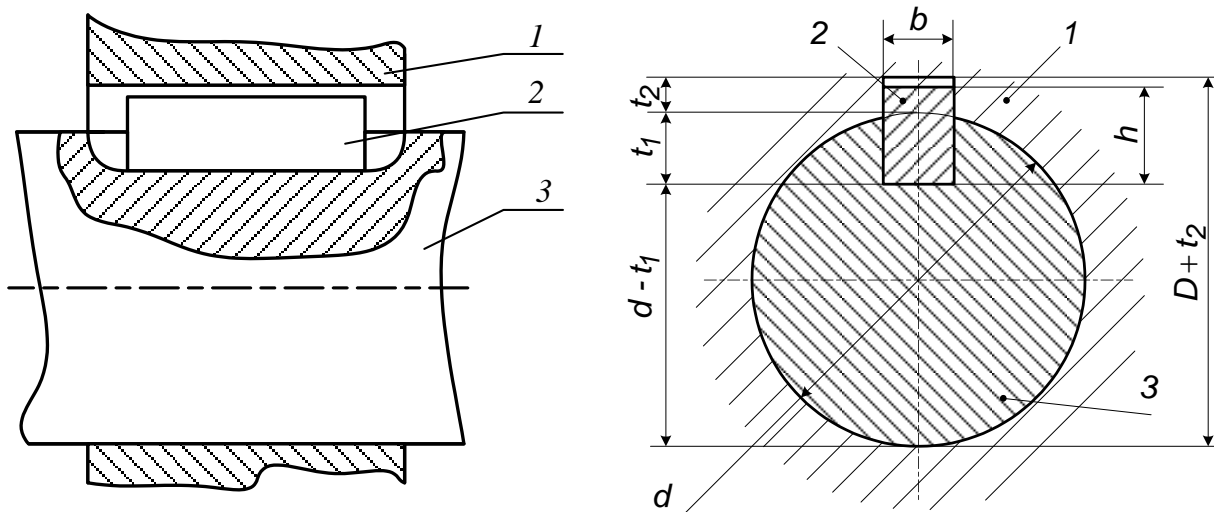


Рисунок 6 – З'єднання призматичною шпонкою

Основні конструктивні розміри шпонкового з'єднання (рис. 6):

1 – втулка; 2 – шпонка; 3 – вал;

d (D) – діаметр циліндричної поверхні вала і отвору відповідно;

b – ширина шпонки, шпонкових пазів вала і втулки;

t_1 – глибина паза на валу;

t_2 – глибина паза у втулці;

$d - t_1$ и $D + t_2$ – розміри для контролю вала і втулки відповідно;

h – висота шпонки;

l – довжина шпонки (на рисунку не вказано);

L – довжина шпонкового паза на валу (на рисунку не вказано).

Циліндрична поверхня діаметром $D(d)$ забезпечує точність розташування точок робочої поверхні зубчатого колеса, шківів, маховика за один оберт відносно осі обертання вала. Тому розміри $D(d)$ виконують з високою точністю – в межах від 5-го до 8-го квалітету.

Невеликі зазори при складанні вала зі спряженими деталями (шків, маховик и т.п.) забезпечуються в системі отвору за рахунок використання основних відхилень вала h, j_s, k, m . Таким чином, посадки за циліндричною поверхнею можуть бути: $\frac{H5}{h5}; \frac{H6}{j_s5}; \frac{H7}{k6}; \frac{H7}{m6}; \frac{H8}{k8}$ і інші.

Розміри, допуски, посадки і граничні відхилення з'єднань з призматичними шпонками встановлено ГОСТ 23360-78.

Згідно із стандартом ширину призматичної шпонки b і висоту h вибирають залежно від діаметра вала d . Стандарт також регламентує глибину паза на валу t_1 і у втулці t_2 . Довжину шпонки l вибирають за шириною деталі, розміщеної на валу, перевіряють розрахунком на міцність і також узгоджують зі стандартом.

Робочими гранями призматичних шпонок є їхні бічні грані, які контактують з бічними гранями пазів.

Ширина шпонки b виконується по $h9$.

Висота шпонки h виконується:

- 1) при $b = h$ граничні відхилення приймають по $h9$.
- 2) при $b \neq h$ граничні відхилення приймають по $h11$.

Довжина шпонки l виконується по $h14$.

Довжина шпонкового паза на валу L виконується по $H15$.

Для полегшення складання і створення нерухомих чи рухомих з'єднань валів і втулок шпонка бічними гранями (за шириною b) часто сполучається з пазами вала і комплектної до нього втулки з різними посадками.

Необхідні посадки отримують, змінюючи поля допусків пазів при незмінному полі допуску шпонки, тобто за шириною шпонкових з'єднань застосовують посадки в системі вала.

Стандарт регламентує три види з'єднань за шириною шпонки (рис.7):

Вільне	Нормальне	Щільне
$\frac{D10}{h9} \text{ і } \frac{H9}{h9}$	$\frac{Js9}{h9} \text{ і } \frac{N9}{h9}$	$\frac{P9}{h9} \text{ і } \frac{P9}{h9}$
Посадки шпонки в пазу вала і в пазу втулки призначають відповідно наступні		

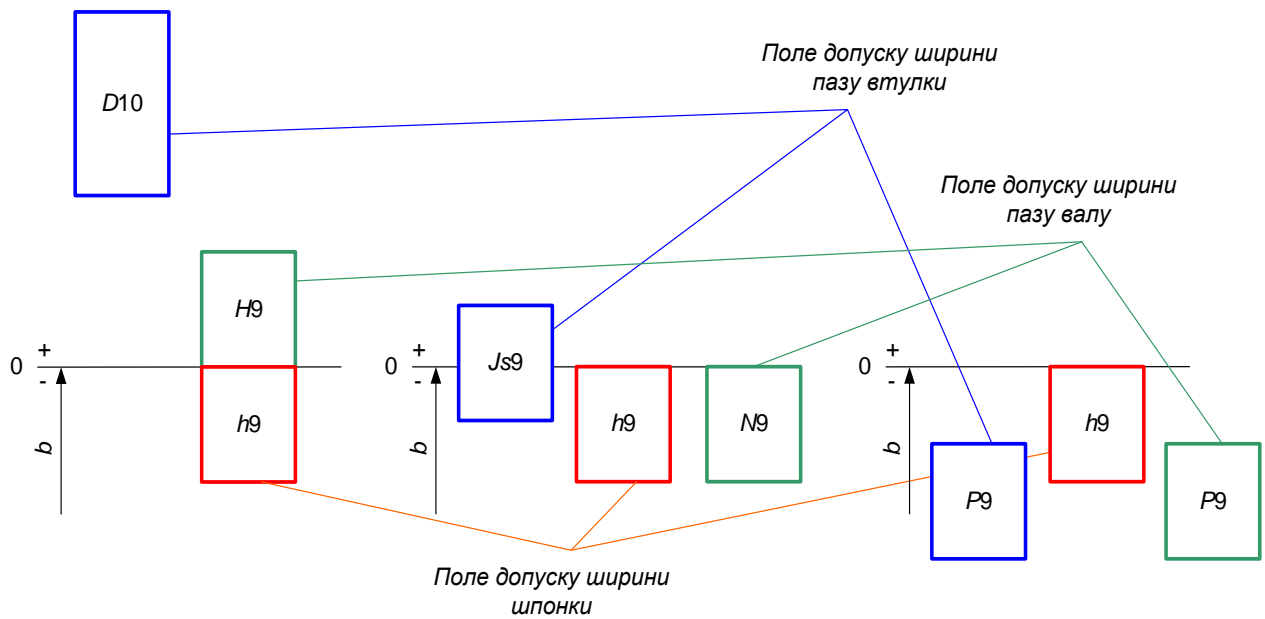


Рисунок 7 – Регламентовані шпонкові з'єднання

Вільне з'єднання застосовується при утруднених умовах складання і дії нереверсивних рівномірних навантажень, а також для одержання рухомих з'єднань за легких режимах роботи.

Нормальне з'єднання – це нерухоме з'єднання, що не вимагає частих розбирань, не сприймає ударні реверсивні навантаження і відрізняється сприятливими умовами складання.

Щільне з'єднання характеризується імовірністю одержання приблизно однакових невеликих натягів у з'єднаннях шпонок з обома пазами; складаються напружуванням; застосовується при рідких розбираннях і реверсивних навантаженнях.

ПРИКЛАДИ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ

Завдання. Для заданого з'єднання з призматичною шпонкою (табл. А1 або за варіантом, призначеним викладачем) вибрати розміри шпонки та шпонкових пазів, призначити посадки, навести схеми полів допусків; виконати ескізи з'єднання, вала та втулки з позначенням параметрів точності.

Примітка. Наведено приклади розв'язання задач для вільного, нормального і щільного характерів з'єднань за шириною шпонки.

Приклад 1

Посадка за циліндричною поверхнею – $\varnothing 75H7/h6$. Характер з'єднання за шириною шпонки – вільний.

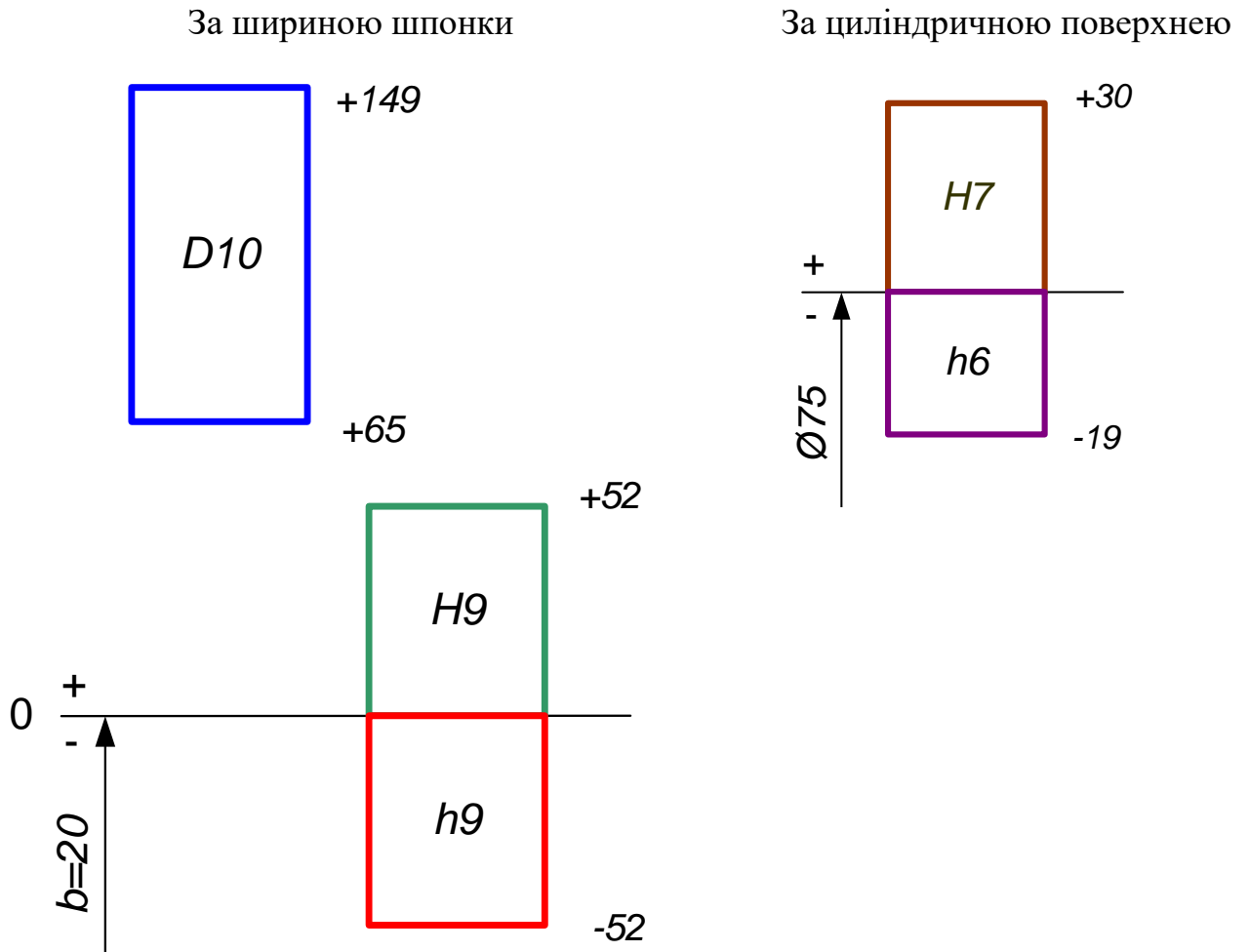
1. Визначаємо основні розміри деталей шпонкового з'єднання, поля допусків на розміри, граничні відхилення.

Розмір		Поле допуску	Граничні відхилення, мкм		
визначення	величина, мм		верхнє	нижнє	таблиця
діаметр вала	$d = 75$	$h6$	$es = 0$	$ei = -19$	Б.2, Б.4
діаметр втулки	$D = 75$	$H7$	$ES = +30$	$EI = 0$	Б.3, Б.4
ширина шпонки табл.Б.1	$b = 20$	$h9$	$es = 0$	$ei = -52$	Б.2, Б.4
висота шпонки табл.Б.1	$h = 12$	$h11$	$es = 0$	$ei = -110$	Б.2, Б.4
довжина шпонки табл.Б.1	$l = 80$	$h14$	$es = 0$	$ei = -740$	Б.2, Б.4
глибина паза вала табл.Б.1	$t_1 = 7,5$	–	$ES = +200$	$EI = 0$	Б.5
глибина паза втулки табл.Б.1	$t_2 = 4,9$	–	$ES = +200$	$EI = 0$	Б.5
розмір для контролю вала	$d - t_1 = 67,5$	–	$es = 0$	$ei = -200$	Б.5
розмір для контролю втулки	$D + t_2 = 79,9$	–	$ES = +200$	$EI = 0$	Б.5
ширина паза вала	$b = 20$	$H9$	$ES = +52$	$EI = 0$	Б.6
ширина паза втулки	$b = 20$	$D10$	$ES = +149$	$EI = +65$	Б.6

2. Визначаємо параметри шорсткості поверхонь деталей шпонкового з'єднання, Ra не більш, мкм.

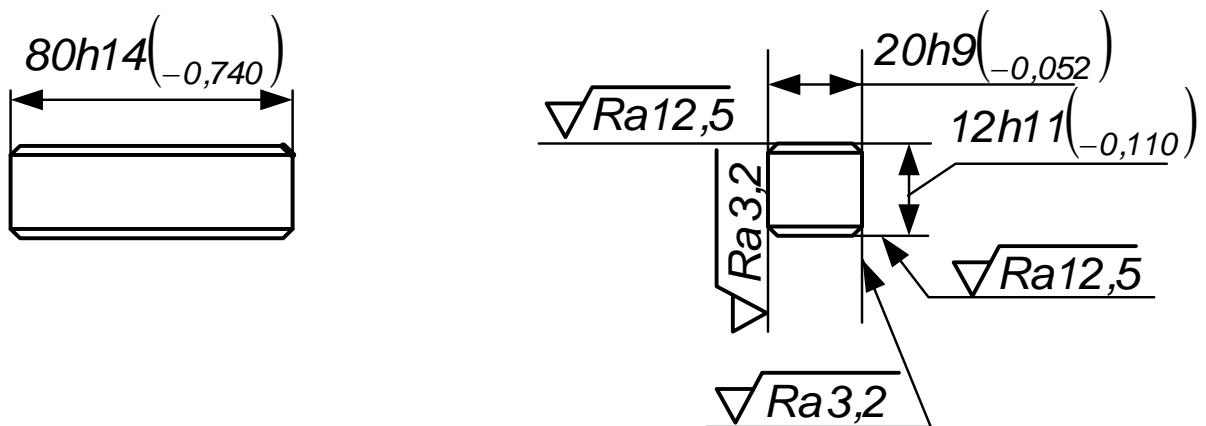
Циліндрична поверхня, табл. Б.7		Робочі поверхні деталей, табл. Б.8			Неробочі поверхні деталей, табл. Б.8		
вала	втулки	ширина шпонки	ширина паза вала	ширина паза втулки	висота шпонки	дно паза вала	дно паза втулки
1,6	3,2	3,2	3,2	3,2	12,5	12,5	12,5

3. Будуємо схему розташування полів допусків:

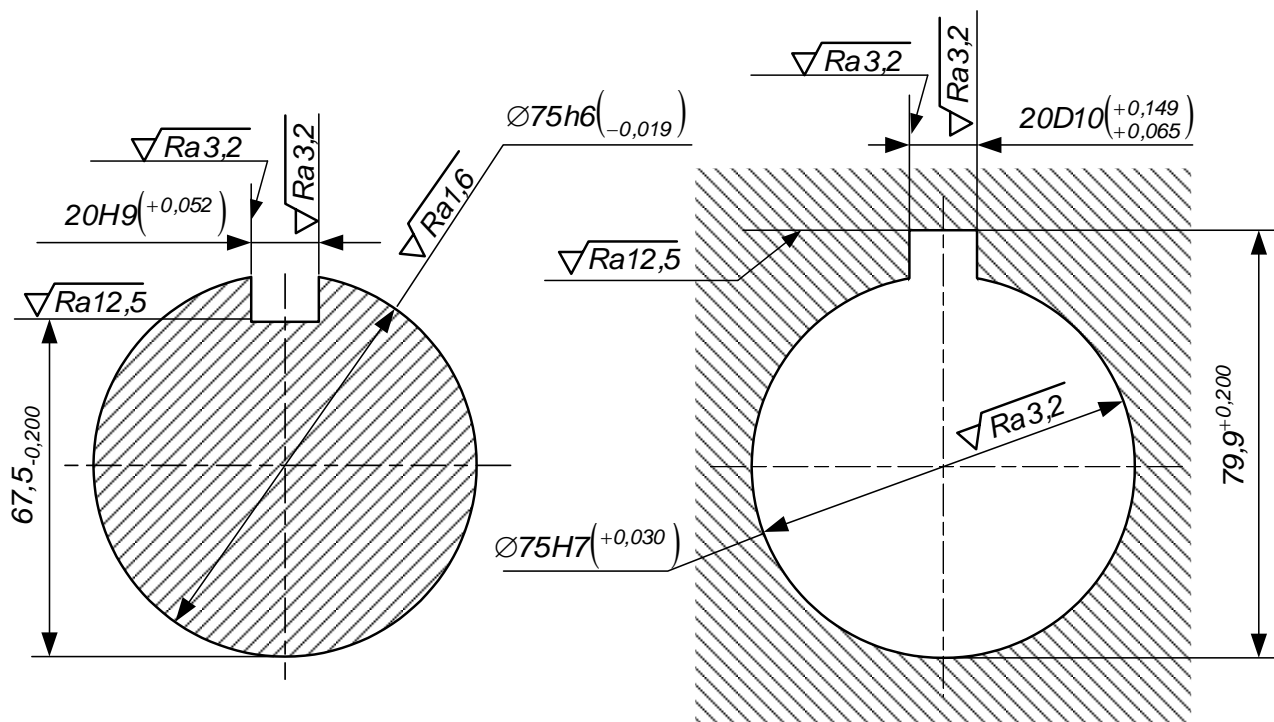


4. На ескізах шпонки, вала і втулки позначаємо розміри і параметри шорсткості.

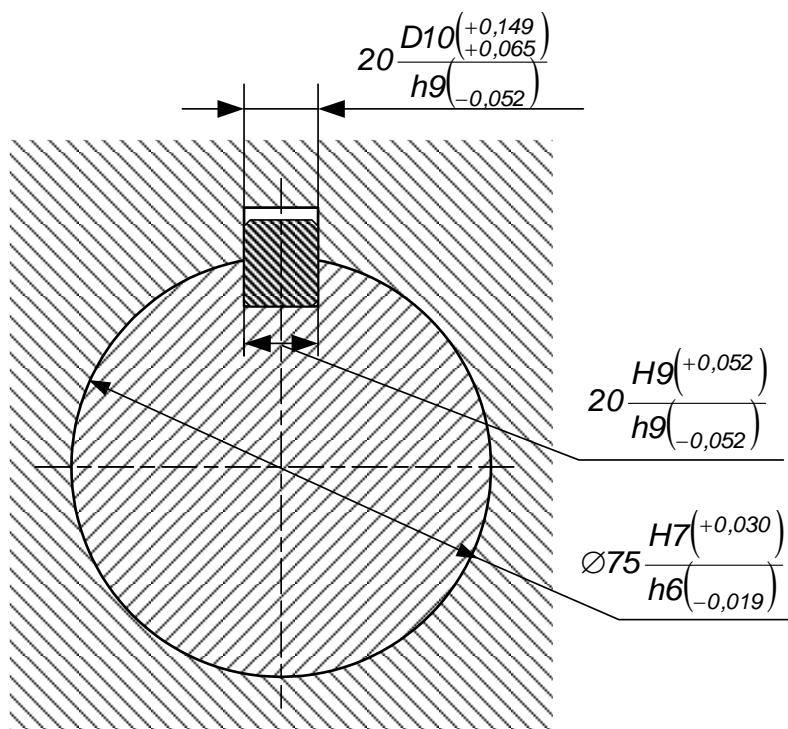
Позначення розмірів шпонки на кресленні



Позначення розмірів вала і втулки на кресленні



Позначення шпонкового з'єднання на кресленні



Приклад 2

Посадка за циліндричною поверхнею – $\varnothing 75H7/j_6$. Характер з'єднання за шириною шпонки – нормальний.

1. Визначаємо основні розміри деталей шпонкового з'єднання, поля допусків на розміри, граничні відхилення.

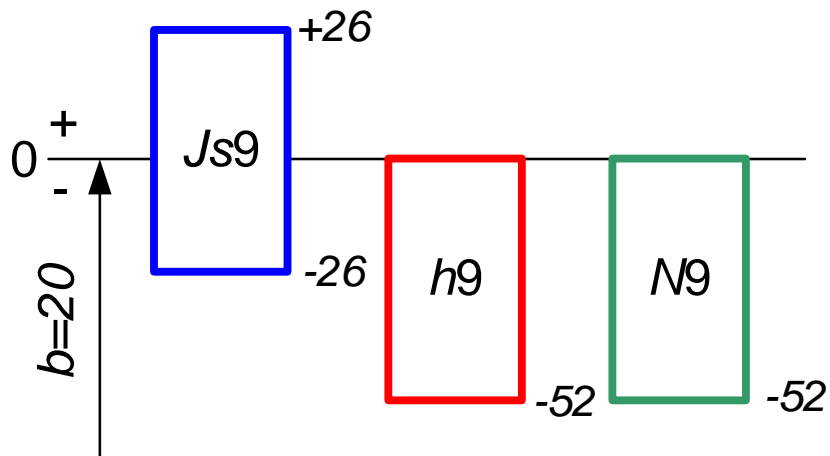
Розмір		Поле допуску	Граничні відхилення, мкм		
визначення	величина, мм		верхнє	нижнє	таблиця
діаметр вала	$d = 75$	j_6	$es = +9,5$	$ei = -9,5$	Б.2, Б.4
діаметр втулки	$D = 75$	$H7$	$ES = +30$	$EI = 0$	Б.3, Б.4
ширина шпонки табл.Б.1	$b = 20$	$h9$	$es = 0$	$ei = -52$	Б.2, Б.4
висота шпонки табл.Б.1	$h = 12$	$h11$	$es = 0$	$ei = -110$	Б.2, Б.4
довжина шпонки табл.Б.1	$l = 80$	$h14$	$es = 0$	$ei = -740$	Б.2, Б.4
глибина паза вала табл.Б.1	$t_1 = 7,5$	–	$ES = +200$	$EI = 0$	Б.5
глибина паза втулки табл.Б.1	$t_2 = 4,9$	–	$ES = +200$	$EI = 0$	Б.5
розмір для контролю вала	$d - t_1 = 67,5$	–	$es = 0$	$ei = -200$	Б.5
розмір для контролю втулки	$D + t_2 = 79,9$	–	$ES = +200$	$EI = 0$	Б.5
ширина паза вала	$b = 20$	$N9$	$ES = 0$	$EI = -52$	Б.6
ширина паза втулки	$b = 20$	$Js9$	$ES = +26$	$EI = -26$	Б.6

2. Визначаємо параметри шорсткості поверхонь деталей шпонкового з'єднання, Ra не більш, мкм.

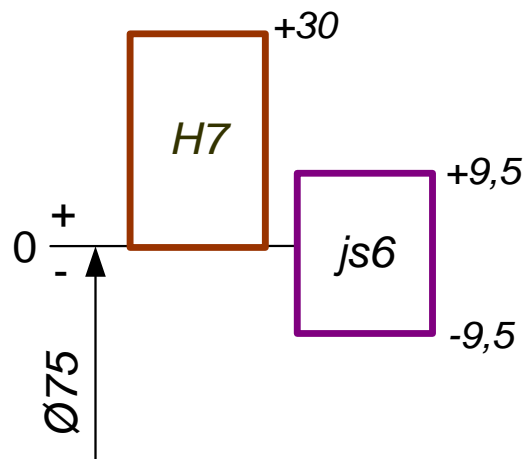
Циліндрична поверхня, табл. Б.7		Робочі поверхні деталей, табл. Б.8			Неробочі поверхні деталей, табл. Б.8		
вала	втулки	ширина шпонки	ширина паза вала	ширина паза втулки	висота шпонки	дно паза вала	дно паза втулки
1,6	3,2	3,2	3,2	3,2	12,5	12,5	12,5

3. Будуємо схему розташування полів допусків:

За шириною шпонки

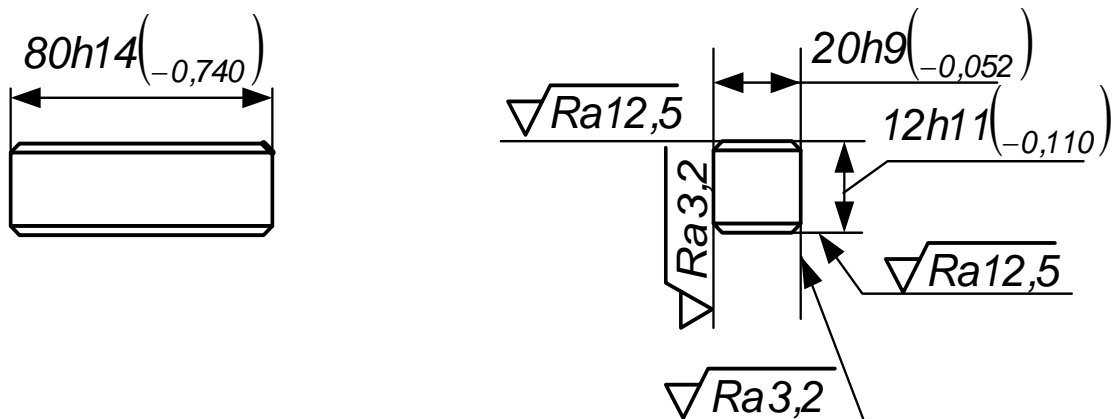


За циліндричною поверхнею

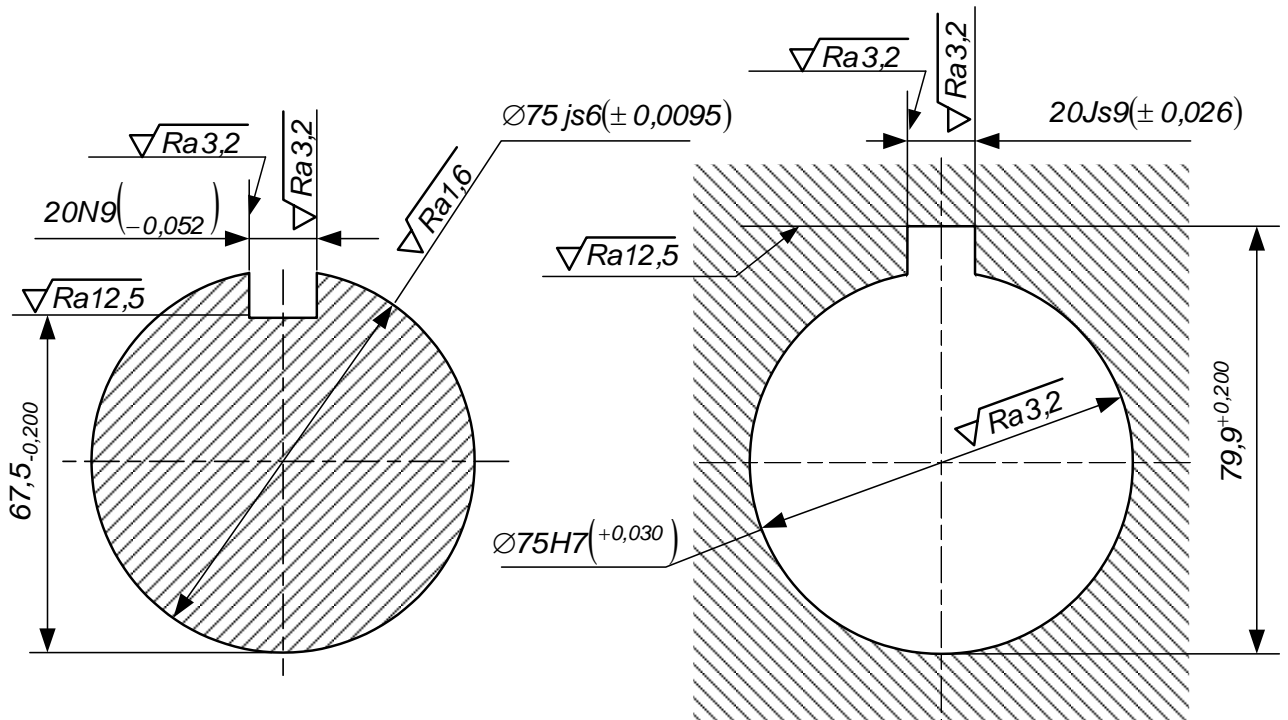


4. На ескізах шпонки, вала і втулки позначаємо розміри і параметри шорсткості.

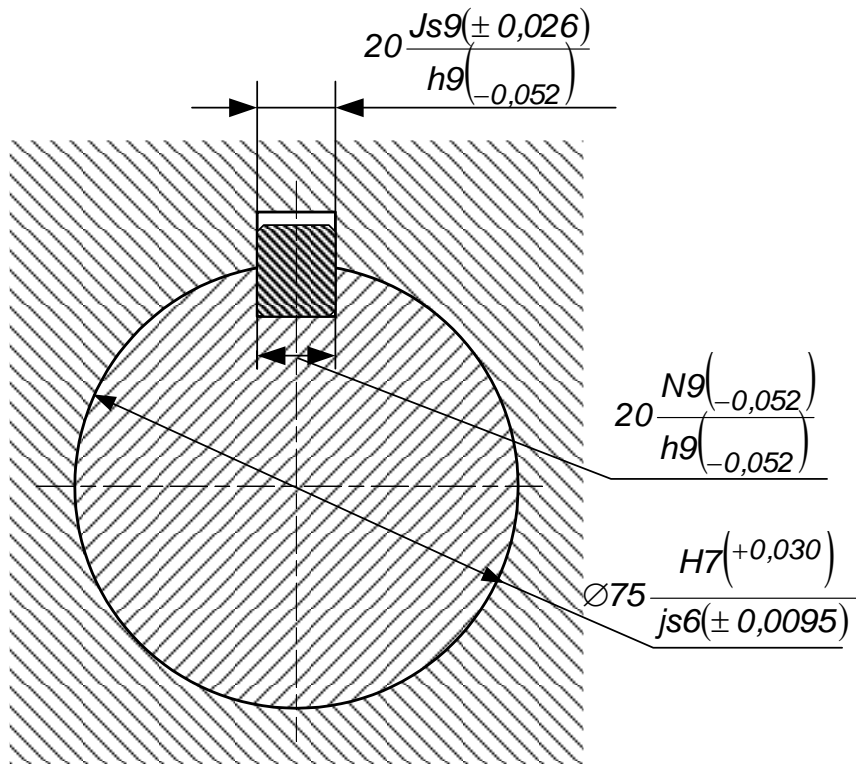
Позначення розмірів шпонки на кресленні



Позначення розмірів вала і втулки на кресленні



Позначення шпонкового з'єднання на кресленні



Приклад 3

Посадка за циліндричною поверхнею – $\varnothing 75H7/k6$. Характер з'єднання за шириною шпонки – щільний.

1. Визначаємо основні розміри деталей шпонкового з'єднання, поля допусків на розміри, граничні відхилення.

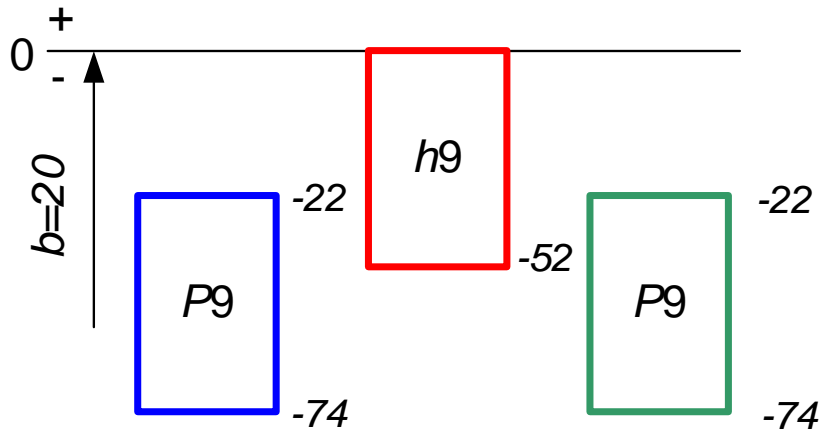
Розмір		Поле допуску	Граничні відхилення, мкм		
визначення	величина, мм		верхнє	нижнє	таблиця
діаметр вала	$d = 75$	$k6$	$es = +21$	$ei = +2$	Б.2, Б.4
діаметр втулки	$D = 75$	$H7$	$ES = +30$	$EI = 0$	Б.3, Б.4
ширина шпонки табл.Б.1	$b = 20$	$h9$	$es = 0$	$ei = -52$	Б.2, Б.4
висота шпонки табл.Б.1	$h = 12$	$h11$	$es = 0$	$ei = -110$	Б.2, Б.4
довжина шпонки табл.Б.1	$l = 80$	$h14$	$es = 0$	$ei = -740$	Б.2, Б.4
глибина паза вала табл.Б.1	$t_1 = 7,5$	–	$ES = +200$	$EI = 0$	Б.5
глибина паза втулки табл.Б.1	$t_2 = 4,9$	–	$ES = +200$	$EI = 0$	Б.5
розмір для контролю вала	$d - t_1 = 67,5$	–	$es = 0$	$ei = -200$	Б.5
розмір для контролю втулки	$D + t_2 = 79,9$	–	$ES = +200$	$EI = 0$	Б.5
ширина паза вала	$b = 20$	$P9$	$ES = -22$	$EI = -74$	Б.6
ширина паза втулки	$b = 20$	$P9$	$ES = -22$	$EI = -74$	Б.6

2. Визначаємо параметри шорсткості поверхонь деталей шпонкового з'єднання, Ra не більш, мкм.

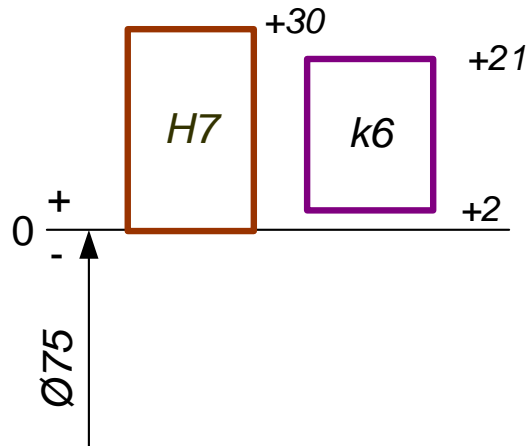
Циліндрична поверхня, табл. Б.7		Робочі поверхні деталей, табл. Б.8			Неробочі поверхні деталей, табл. Б.8		
вала	втулки	ширина шпонки	ширина паза вала	ширина паза втулки	висота шпонки	дно паза вала	дно паза втулки
1,6	3,2	3,2	3,2	3,2	12,5	12,5	12,5

3. Будуємо схему розташування полів допусків:

За шириною шпонки

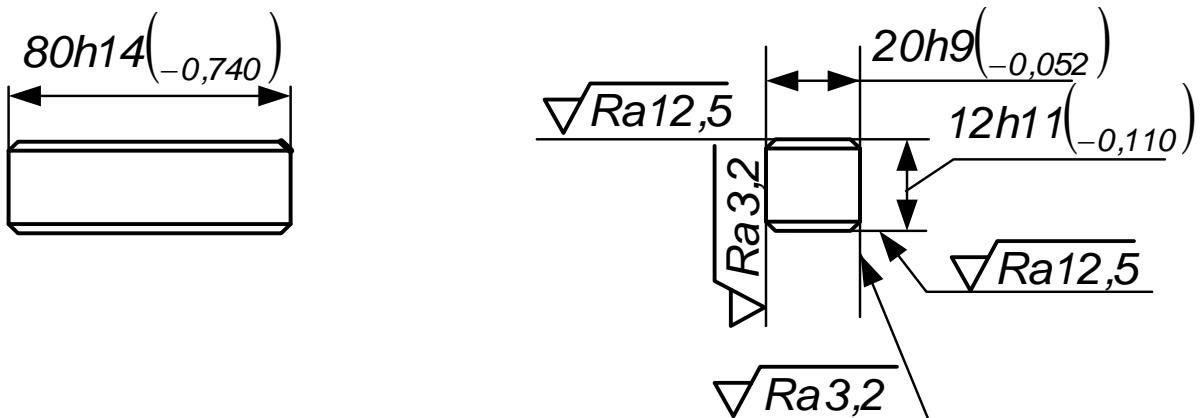


За циліндричною поверхнею

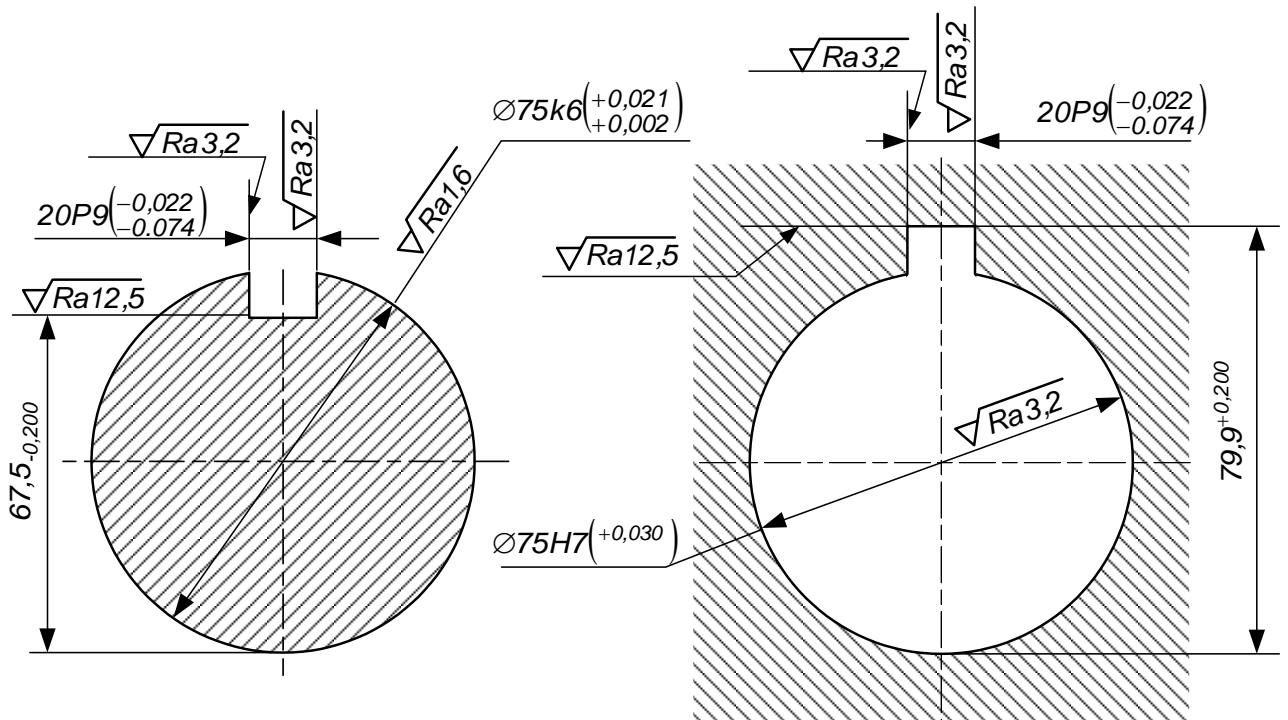


4. На ескізах шпонки, вала і втулки позначаємо розміри і параметри шорсткості.

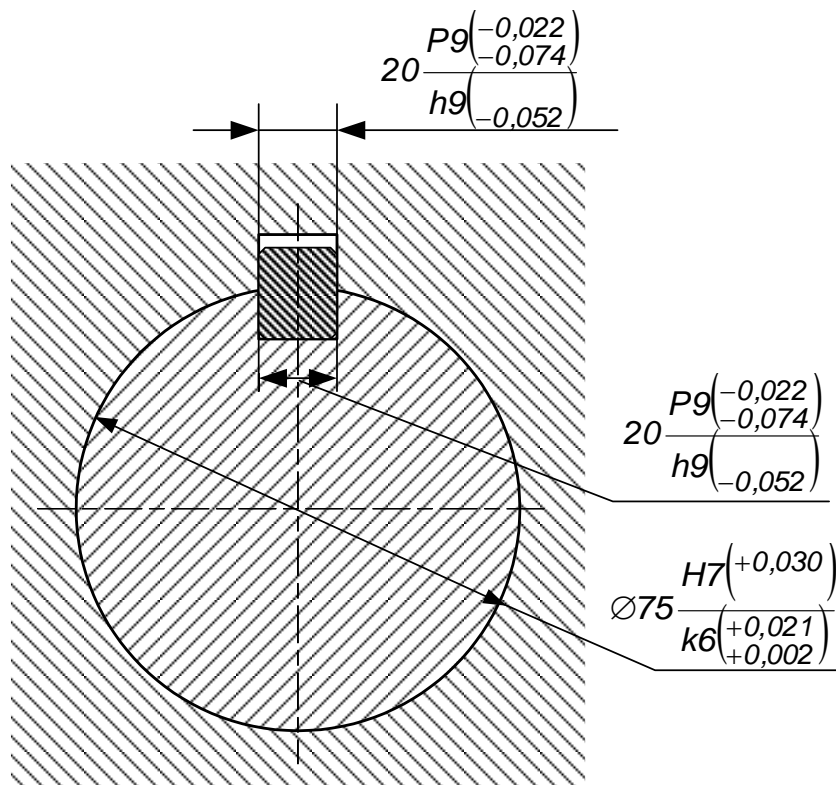
Позначення розмірів шпонки на кресленні



Позначення розмірів вала і втулки на кресленні



Позначення шпонкового з'єднання на кресленні



Контрольні запитання

1. Призначення шпонкових з'єднань.
2. Основні розміри шпонкового з'єднання.
3. За якими квалітетами призначаються допуски на циліндричні поверхні шпонкового з'єднання?
4. В якій системі виконується посадка за циліндричною поверхнею?
5. Яке поле допуску призначають на ширину шпонки?
6. Яке поле допуску призначають на висоту шпонки?
7. Яке поле допуску призначають на довжину шпонки?
8. Яке поле допуску призначають на довжину шпонкового паза на валу?
9. Для чого розраховуються розміри $(d - t_1)$ і $(D + t_2)$?
10. Від чого залежать допуски на розміри t_1 , $(d - t_1)$, t_2 , $(D + t_2)$?
11. Як призначаються параметри шорсткості на циліндричні поверхні шпонкового з'єднання?
12. Як призначаються параметри шорсткості поверхонь шпонки і шпонкових пазів шпонкового з'єднання?
13. В якій системі виконується посадка за шириною шпонки?
14. Визначте три види з'єднань за шириною шпонки.
15. Наведіть схему розташування полів допусків за шириною шпонки при вільному характері з'єднання.
16. Яке поле допуску призначають на ширину паза втулки за вільним характером з'єднання?
17. Яке поле допуску призначають на ширину паза вала за вільним характером з'єднання?
18. Коли використовується вільний характер шпонкового з'єднання за шириною шпонки?
19. Наведіть схему розташування полів допусків за шириною шпонки при нормального характері з'єднання.

20. Яке поле допуску призначають на ширину паза втулки за нормальним характером з'єднання?

21. Яке поле допуску призначають на ширину паза вала за нормальним характером з'єднання?

22. Коли використовується нормальний характер шпонкового з'єднання за шириною шпонки?

23. Наведіть схему розташування полів допусків за шириною шпонки при щільному характері з'єднання.

24. Яке поле допуску призначають на ширину паза втулки за щільним характером з'єднання?

25. Яке поле допуску призначають на ширину паза вала за щільним характером з'єднання?

26. Коли використовується щільний характер шпонкового з'єднання за шириною шпонки?

27. Позначення посадок шпонкового з'єднання на кресленнях.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаменко Ю. І. Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 2 [Текст] : навч. посібн. / Ю. І. Адаменко, О. М. Герасимчук, С. В. Майданюк, Н. В. Мініцька, В. А. Пасічник, О. А. Плівак. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. – 188 с.
2. Зенкин А. С. Допуски и посадки в машиностроении. Справочник. / А. С. Зенкин, И. В. Петко. – Київ : Техника, 1981. – 254 с.
3. Зябрева Н. Н. Пособие к решению задач по курсу «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения» : учеб. пособие для вузов / Н. Н. Зябрева, Е. И. Перельман, М. Я Шегал. – Москва, «Высш. школа», 1977. – 204 с.
4. Івченко Л. Й. Взаємозамінність, стандартизація та метрологічне забезпечення технічних вимірювань: навч. посібник [для вищих навчальних закладів]/Л. Й. Івченко, В. В. Петрикін, С. І. Дядя, Б. М. Левченко; під заг. ред. Л. Й. Івченка – Запоріжжя, Вид. комплекс ВАТ «Мотор Січ», 2010 - 451 с.
5. Кравченко Л. С. Примеры выполнения расчетно-графических работ : Учеб.-метод. пособие / Л. С.Кравченко. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – 168 с.
6. Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения : Учебник для втузов / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. – Москва : Машиностроение, 1987. – 352 с.
7. ГОСТ 23360–78. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки. – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/15/15078.shtml>
8. ГОСТ 24068–80. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с клиновыми шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/23/23442.shtml>
9. ГОСТ 25346–89. Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/11/11137.shtml>

10. ГОСТ 25347–82. Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/76/7679.shtml>

11. ГОСТ 2789–73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/14/1419.shtml>

12. ГОСТ 8790–79. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими направляющими шпонками с креплением на валу. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки. – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/14/14470.shtml>

13. ДСТУ 2500–94. Єдина система допусків і посадок. Терміни та визначення. Позначення і загальні норми. К.: Держстандарт України 1994.

14. ДСТУ ГОСТ 2.308:2013. Єдина система конструкторської документації. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь. – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/51/51111.shtml>

15. ДСТУ ГОСТ 24071:2005 (ИСО 3912:1977, MOD). Основні норми взаємозамінності. Сегментні шпонки та шпонкові пази. – Режим доступа: <https://metrology.com.ua/ntd/skachat-dstu-gost-gost-r/gost/dstu-gost-24071-2005/>

ДОДАТКИ

Додаток А. Вихідні дані для завдання

Таблиця А.1 – Варіанти завдань

Варіант	Посадка за циліндричною поверхнею	Характер з'єднання за шириною шпонки	Варіант	Посадка за циліндричною поверхнею	Характер з'єднання за шириною шпонки
1	Ø32H8/h7	Вільний	31	Ø18H7/h6	Вільний
2	Ø100H6/js5	Нормальний	32	Ø32H7/js6	Нормальний
3	Ø10H7/k6	Щільний	33	Ø100H8/k7	Щільний
4	Ø36H7/h6	Вільний	34	Ø20H6/h5	Вільний
5	Ø90H8/js7	Нормальний	35	Ø28H8/js7	Нормальний
6	Ø12H7/m6	Щільний	36	Ø90H7/k6	Щільний
7	Ø40H6/h5	Вільний	37	Ø63H8/h7	Вільний
8	Ø80H7/js6	Нормальний	38	Ø25H6/js5	Нормальний
9	Ø14H8/k7	Щільний	39	Ø80H8/m7	Щільний
10	Ø10H8/h7	Вільний	40	Ø71H7/h6	Вільний
11	Ø71H6/js5	Нормальний	41	Ø22H8/js7	Нормальний
12	Ø16H8/m7	Щільний	42	Ø71H7/m6	Щільний
13	Ø12H7/h6	Вільний	43	Ø80H6/h5	Вільний
14	Ø63H8/js7	Нормальний	44	Ø20H7/js6	Нормальний
15	Ø18H7/k6	Щільний	45	Ø63H8/k7	Щільний
16	Ø14H6/h5	Вільний	46	Ø22H8/h7	Вільний
17	Ø56H7/js6	Нормальний	47	Ø18H6/js5	Нормальний
18	Ø20H7/m6	Щільний	48	Ø56H7/k6	Щільний
19	Ø45H8/h7	Вільний	49	Ø25H7/h6	Вільний
20	Ø50H6/js5	Нормальний	50	Ø16H7/js6	Нормальний
21	Ø22H7/k6	Щільний	51	Ø50H8/m7	Щільний
22	Ø50H7/h6	Вільний	52	Ø28H6/h5	Вільний
23	Ø45H8/js7	Нормальний	53	Ø14H8/js7	Нормальний
24	Ø25H8/k7	Щільний	54	Ø45H7/m6	Щільний
25	Ø56H6/h5	Вільний	55	Ø90H8/h7	Вільний
26	Ø40H7/js6	Нормальний	56	Ø12H6/js5	Нормальний
27	Ø28H8/m7	Щільний	57	Ø40H8/m7	Щільний
28	Ø16H8/h7	Вільний	58	Ø100H7/h6	Вільний
29	Ø36H6/js5	Нормальний	59	Ø10H8/js7	Нормальний
30	Ø32H7/m6	Щільний	60	Ø36H8/k7	Щільний

Додаток Б. Довідкові дані для виконання завдання

Таблиця Б.1 – Розміри шпонок та елементів шпонкових пазів
(ГОСТ 23360–78, фрагмент)

Діаметр вала, мм	Перетин шпонки, мм		Інтервали довжин, мм		Глибина паза, мм	
	<i>b</i>	<i>h</i>	від	до	на валу t_1	у втулці t_2
Від 6 до 8	2	2	6	20	1,2	0
понад 8 до 10	3	3	6	36	1,8	1,4
понад 10 до 12	4	4	8	45	2,5	1,8
понад 12 до 17	5	5	10	56	3,0	2,3
понад 17 до 22	6	6	14	70	3,5	2,8
понад 22 до 30	8	7	18	90	4,0	3,3
понад 30 до 38	10	8	22	110	5,0	3,3
понад 38 до 44	12	8	28	140	5,0	3,3
понад 44 до 50	14	9	36	160	5,5	3,8
понад 50 до 58	16	10	45	180	6,0	4,3
понад 58 до 65	18	11	50	200	7,0	4,4
понад 65 до 75	20	12	56	220	7,5	4,9
понад 75 до 85	22	14	63	250	9,0	5,4
понад 85 до 95	25	14	70	280	9,0	5,4
понад 95 до 110	28	16	80	320	10,0	6,4
понад 10 до 130	32	18	90	360	11,0	7,4
понад 130 до 150	36	20	100	400	12,0	8,4
понад 150 до 170	40	22	100	400	13,0	9,4
понад 170 до 200	45	25	110	450	15,0	10,4
понад 200 до 230	50	28	125	500	17,0	11,4
понад 230 до 260	56	32	140	500	20,0	12,4
понад 260 до 290	63	32	160	500	20,0	12,4
понад 290 до 330	70	36	180	500	22,0	14,4
понад 330 до 380	80	40	200	500	25,0	15,4
понад 380 до 440	90	45	220	500	28,0	17,4
понад 440 до 500	100	50	250	500	31,0	19,5

Примітка. Довжина шпонки обирається з ряду: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 220; 250; 280; 320; 360; 400; 450; 500.

Таблиця Б.2 – Числові значення основних відхилень валів, мкм
(ГОСТ 25346–89, фрагмент)

Позначення		Верхнє відхилення es											j_s
		a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	
Квалітет		Всі квалітети											
Номінальні розміри, мм	До 3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	Граничні відхилення $\pm IT/2$
	Від 3 до 6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	
	» 6 » 10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0	
	» 10 » 14	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	
	» 14 » 18	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	
	» 18 » 24	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-17	0	
	» 24 » 30	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-17	0	
	» 30 » 40	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0	
	» 40 » 50	-320	-180	-130	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0	
	» 50 » 65	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	
	» 65 » 80	-360	-200	-150	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	
	» 80 » 100	-380	-220	-170	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	
	» 100 » 120	-410	-240	-180	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	
	» 120 » 140	-460	-260	-200	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	
	» 140 » 160	-520	-280	-210	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	
	» 160 » 180	-580	-310	-230	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	
	» 180 » 200	-660	-340	-240	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	
	» 200 » 225	-740	-380	-260	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	
	» 225 » 250	-820	-420	-280	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	
	» 250 » 280	-920	-480	-300	-	-190	-190	-	-56	-	-17	0	
» 280 » 315	-1050	-540	-330	-	-190	-190	-	-56	-	-17	0		
» 315 » 355	-1200	-600	-360	-	-210	-210	-	-62	-	-18	0		
» 355 » 400	-1350	-680	-400	-	-210	-210	-	-62	-	-18	0		
» 400 » 450	-1500	-760	-440	-	-230	-230	-	-68	-	-20	0		
» 450 » 500	-1650	-840	-480	-	-230	-230	-	-68	-	-20	0		

Таблиця Б.2 – Числові значення основних відхилень валів, мкм
(ГОСТ 25346–89, фрагмент) (продовження)

Позначення		Нижнє відхилення e_i								
		j			k		m	n	p	r
Квалітет		5, 6	7	8	Від 4 до 7	До 3 і від 7	Всі квалітети			
Номинальні розміри, мм	До 3	2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10
	Від 3 до 6	-2	-4	-	+1	0	+4	+8	+12	+15
	» 6 » 10	-2	-5	-	+1	0	+6	+10	+15	+19
	» 10 » 14	-3	-6	-	+1	0	+7	+12	+18	+23
	» 14 » 18	-3	-6	-	+1	0	+7	+12	+18	+23
	» 18 » 24	-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28
	» 24 » 30	-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28
	» 30 » 40	-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34
	» 40 » 50	-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34
	» 50 » 65	-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+41
	» 65 » 80	-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+43
	» 80 » 100	-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+51
	» 100 » 120	-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+54
	» 120 » 140	-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+63
	» 140 » 160	-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+65
	» 160 » 180	-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+68
	» 180 » 200	-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+77
	» 200 » 225	-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+80
	» 225 » 250	-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+84
	» 250 » 280	-16	-26	-	+4	0	+20	+34	+56	+94
» 280 » 315	-16	-26	-	+4	0	+20	+34	+56	+98	
» 315 » 355	-18	-28	-	+4	0	+21	+37	+62	+108	
» 355 » 400	-18	-28	-	+4	0	+21	+37	+62	+114	
» 400 » 450	-20	-32	-	+5	0	+23	+40	+68	+126	
» 450 » 500	-20	-32	-	+5	0	+23	+40	+68	+132	

Таблиця Б.2 – Числові значення основних відхилень валів, мкм
(ГОСТ 25346–89, фрагмент) (закінчення)

Позначення		Нижнє відхилення e_i									
		s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
Квалітет		Всі квалітети									
Номінальні розміри, мм	До 3	+14	–	+18	–	+20	–	+26	+32	+40	+60
	Від 3 до 6	+19	–	+23	–	+28	–	+35	+42	+50	+80
	» 6 » 10	+23	–	+28	–	+34	–	+42	+52	+67	+97
	» 10 » 14	+28	–	+33	–	+40	–	+50	+64	+90	+130
	» 14 » 18	+28	–	+33	+39	+45	–	+60	+77	+108	+150
	» 18 » 24	+35	–	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
	» 24 » 30	+35	+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
	» 30 » 40	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
	» 40 » 50	+43	+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
	» 50 » 65	+53	+66	+87	+102	+122	+114	+172	+226	+300	+405
	» 65 » 80	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
	» 80 » 100	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
	» 100 » 120	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
	» 120 » 140	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
	» 140 » 160	+100	+134	+199	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
	» 160 » 180	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
	» 180 » 200	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
	» 200 » 225	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
	» 225 » 250	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+610	+820	+1050	+1350
	» 250 » 280	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
» 280 » 315	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700	
» 315 » 355	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900	
» 355 » 400	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100	
» 400 » 450	+232	+330	+490	+595	+470	+920	+1100	+1450	+1850	+2400	
» 450 » 500	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600	

Таблиця Б.3 – Числові значення основних відхилень отворів, мкм
(ГОСТ 25346–89, фрагмент)

Позначення		Нижнє відхилення <i>EI</i>								<i>J_S</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	
Квалітет		Всі квалітети								
Номинальні розміри, мм	До 3	+270	+140	+60	+20	+14	+6	+2	0	Граничні відхилення ±IT/2
	Від 3 до 6	+270	+140	+70	+30	+20	+10	+4	0	
	» 6 » 10	+280	+150	+80	+40	+25	+13	+5	0	
	» 10 » 14	+290	+150	+95	+50	+32	+16	+6	0	
	» 14 » 18	+290	+150	+95	+50	+32	+16	+6	0	
	» 18 » 24	+300	+160	+110	+65	+40	+20	+7	0	
	» 24 » 30	+300	+160	+110	+65	+40	+20	+7	0	
	» 30 » 40	+310	+170	+120	+80	+50	+25	+9	0	
	» 40 » 50	+320	+180	+130	+80	+50	+25	+9	0	
	» 50 » 65	+340	+190	+140	+100	+60	+30	+10	0	
	» 65 » 80	+360	+200	+150	+100	+60	+30	+10	0	
	» 80 » 100	+380	+220	+170	+120	+72	+36	+12	0	
	» 100 » 120	+410	+240	+180	+120	+72	+36	+12	0	
	» 120 » 140	+460	+260	+200	+145	+85	+43	+14	0	
	» 140 » 160	+520	+280	+210	+145	+85	+43	+14	0	
	» 160 » 180	+580	+310	+230	+145	+85	+43	+14	0	
	» 180 » 200	+660	+340	+240	+170	+100	+50	+15	0	
	» 200 » 225	+740	+380	+260	+170	+100	+50	+15	0	
	» 225 » 250	+820	+420	+280	+170	+100	+50	+15	0	
	» 250 » 280	+920	+480	+300	+190	+110	+56	+17	0	
» 280 » 315	+1050	+540	+330	+190	+110	+56	+17	0		
» 315 » 355	+1200	+600	+360	+210	+125	+62	+18	0		
» 355 » 400	+1350	+680	+400	+210	+125	+62	+18	0		
» 400 » 450	+1500	+760	+440	+230	+135	+68	+20	0		
» 450 » 500	+1650	+840	+480	+230	+135	+68	+20	0		

Таблиця Б.3 – Числові значення основних відхилень отворів, мкм
(ГОСТ 25346–89, фрагмент) (продовження)

Позначення		Верхнє відхилення <i>ES</i>								
		<i>J</i>			<i>K</i>		<i>M</i>		<i>N</i>	
Квалітет		6	7	8	До 8	Від 8	До 8	Від 8	До 8	Від 8
Номинальні розміри, мм	До 3	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	-4	-4
	Від 3 до 6	+5	+6	+10	-1+ Δ	-	-4+ Δ	-4	-8+ Δ	0
	» 6 » 10	+5	+8	+12	-1+ Δ	-	-6+ Δ	-6	-10+ Δ	0
	» 10 » 14	+6	+10	+15	-2+ Δ	-	-7+ Δ	-7	-12+ Δ	0
	» 14 » 18	+6	+10	+15	-2+ Δ	-	-7+ Δ	-7	-12+ Δ	0
	» 18 » 24	+8	+12	+20	-2+ Δ	-	-8+ Δ	-8	-15+ Δ	0
	» 24 » 30	+8	+12	+20	-2+ Δ	-	-8+ Δ	-8	-15+ Δ	0
	» 30 » 40	+10	+14	+24	-2+ Δ	-	-9+ Δ	-9	-17+ Δ	0
	» 40 » 50	+10	+14	+24	-2+ Δ	-	-9+ Δ	-9	-17+ Δ	0
	» 50 » 65	+13	+18	+28	-2+ Δ	-	-11+ Δ	-11	-20+ Δ	0
	» 65 » 80	+13	+18	+28	-2+ Δ	-	-11+ Δ	-11	-20+ Δ	0
	» 80 » 100	+16	+22	+34	-3+ Δ	-	-13+ Δ	-13	-23+ Δ	0
	» 100 » 120	+16	+22	+34	-3+ Δ	-	-13+ Δ	-13	-23+ Δ	0
	» 120 » 140	+18	+26	+41	-3+ Δ	-	-15+ Δ	-15	-27+ Δ	0
	» 140 » 160	+18	+26	+41	-3+ Δ	-	-15+ Δ	-15	-27+ Δ	0
	» 160 » 180	+18	+26	+41	-3+ Δ	-	-15+ Δ	-15	-27+ Δ	0
	» 180 » 200	+22	+30	+47	-4+ Δ	-	-17+ Δ	-17	-31+ Δ	0
	» 200 » 225	+22	+30	+47	-4+ Δ	-	-17+ Δ	-17	-31+ Δ	0
	» 225 » 250	+22	+30	+47	-4+ Δ	-	-17+ Δ	-17	-31+ Δ	0
	» 250 » 280	+25	+36	+55	-4+ Δ	-	-20+ Δ	-20	-34+ Δ	0
» 280 » 315	+25	+36	+55	-4+ Δ	-	-20+ Δ	-20	-34+ Δ	0	
» 315 » 355	+29	+39	+60	-4+ Δ	-	-21+ Δ	-21	-37+ Δ	0	
» 355 » 400	+29	+39	+60	-4+ Δ	-	-21+ Δ	-21	-37+ Δ	0	
» 400 » 450	+33	+43	+66	-5+ Δ	-	-23+ Δ	-23	-40+ Δ	0	
» 450 » 500	+33	+43	+66	-5+ Δ	-	-23+ Δ	-23	-40+ Δ	0	

Таблиця Б.3 – Числові значення основних відхилень отворів, мкм
(ГОСТ 25346–89, фрагмент) (продовження)

Позначення		Верхнє відхилення <i>ES</i>											
		<i>P</i>	<i>R</i>	<i>S</i>	<i>T</i>	<i>U</i>	<i>V</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>ZA</i>	<i>ZB</i>	<i>ZC</i>
Квалітет		Від 7 (до 7: відхилення, як для від 7, збільшене на Δ)											
Номінальні розміри, мм	До 3	-6	-10	-14	-	-18	-	-20	-	-26	-32	-40	-60
	Від 3 до 6	-12	-15	-19	-	-23	-	-28	-	-35	-42	-50	-80
	» 6 » 10	-15	-19	-23	-	-28	-	-34	-	-42	-52	-67	-97
	» 10 » 14	-18	-23	-28	-	-33	-39	-40	-	-50	-64	-90	-130
	» 14 » 18	-18	-23	-28	-	-33	-39	-45	-	-60	-77	-108	-150
	» 18 » 24	-22	-28	-35	-	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188
	» 24 » 30	-22	-28	-35	-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218
	» 30 » 40	-26	-34	-43	-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274
	» 40 » 50	-26	-34	-43	-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325
	» 50 » 65	-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405
	» 65 » 80	-32	-43	-59	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480
	» 80 » 100	-37	51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585
	» 100 » 120	-37	54	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690
	» 120 » 140	-43	-63	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800
	» 140 » 160	-43	-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900
	» 160 » 180	-43	-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000
	» 180 » 200	-50	-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150
	» 200 » 225	-50	-80	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250
	» 225 » 250	-50	-84	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350
	» 250 » 280	-56	-94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550
» 280 » 315	-56	-98	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700	
» 315 » 355	-62	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900	
» 355 » 400	-62	-114	-208	-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100	
» 400 » 450	-68	-126	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400	
» 450 » 500	-68	-162	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	

Таблиця Б.3 – Числові значення основних відхилень отворів, мкм
(ГОСТ 25346–89, фрагмент) (закінчення)

		Значення поправки Δ					
		3	4	5	6	7	8
Номинальні розміри, мм	До 3	0	0	0	0	0	0
	Від 3 до 6	1	1,5	1	3	4	6
	» 6 » 10	1	1,5	2	3	6	7
	» 10 » 14	1	2	3	3	7	9
	» 14 » 18	1	2	3	3	7	9
	» 18 » 24	1,5	2	3	4	8	12
	» 24 » 30	1,5	2	3	4	8	12
	» 30 » 40	1,5	3	4	5	9	14
	» 40 » 50	1,5	3	4	5	9	14
	» 50 » 65	2	3	5	6	11	15
	» 65 » 80	2	3	5	6	11	15
	» 80 » 100	2	4	5	7	12	19
	» 100 » 120	2	4	5	7	12	19
	» 120 » 140	3	4	6	7	15	23
	» 140 » 160	3	4	6	7	15	23
	» 160 » 180	3	4	6	7	15	23
	» 180 » 200	4	4	6	9	17	26
	» 200 » 225	4	4	6	9	17	26
	» 225 » 250	4	4	6	9	17	26
	» 250 » 280	4	4	7	9	20	29
	» 280 » 315	4	4	7	9	20	29
	» 315 » 355	4	5	7	11	21	32
	» 355 » 400	4	5	7	11	21	32
» 400 » 450	5	5	7	13	23	34	
» 450 » 500	5	5	7	13	23	34	

Таблиця Б.4 – Числові значення допусків 3...16 квалітетів для розмірів до 500 мм (ГОСТ 25346–89, фрагмент)

Номинальні розміри, мм	Квалітети													
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Допуски, мкм									Допуски, мм				
До 3	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6
Від 3 до 6	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75
» 6 » 10	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9
» 10 » 18	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1
» 18 » 30	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3
» 30 » 50	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6
» 50 » 80	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9
» 80 » 120	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2
» 120 » 180	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5
» 180 » 250	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9
» 250 » 315	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2
» 315 » 400	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6
» 400 » 500	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0

Таблиця Б.5 – Граничні відхилення на розміри t_1 , $(d - t_1)$, t_2 , $(D + t_2)$

Розміри	Висота шпонки, мм		
	від 2 до 6	від 6 до 18	від 18 до 50
	Граничні відхилення, мкм		
$t_1, t_2, D + t_2$	+100 0	+200 0	+300 0
$d - t_1$	0 -100	0 -200	0 -300

Таблиця Б.6 – Граничні відхилення розмірів пазів вала і втулки за шириною шпонки

Розміри перерізу шпонки, ($b \times h$), мм	Граничні відхилення пазів вала і втулки за шириною, мм				
	Вільний характер з'єднання		Нормальний характер з'єднання		Щільний характер з'єднання
	Паз на валу (H9)	Паз у втулці (D10)	Паз на валу (N9)	Паз у втулці (J _s 9)	Пази на валу і у втулці (P9)
2 × 2	+25	+60	-4	+12	-6
3 × 3	0	+20	-29	-12	-31
4 × 4	+30 0	+78	0	+15	-12
5 × 5		+30	-30	-15	-42
6 × 6					
8 × 7	+36	+98	0	+18	-15
10 × 8	0	+40	-36	-18	-51
12 × 8	+43 0	+120 +50	0 -43	+21 -21	-18 -61
14 × 9					
16 × 10					
18 × 11					
20 × 12	+52 0	+149 +65	0 -52	+26 -26	-22 -74
22 × 14					
25 × 14					
28 × 16					
32 × 18	+62 0	+180 +80	0 -62	+31 -31	-26 -88
36 × 20					
40 × 22					
45 × 22					
50 × 28					
56 × 32	+74	+220	0	+37	-32
63 × 32	0	+100	-74	-37	-106
70 × 36	+74	+220	0	+37	-32
80 × 40	0	+100	-74	-37	-106
90 × 45	+87	+260	0	+43	-37
100 × 50	0	+120	-87	-43	-124

Таблиця Б.7 – Вимоги до шорсткості циліндричної поверхні

Допуск розміру за квалітетом	Номінальні розміри, мм			
	до 18	від 18 до 50	від 50 до 120	від 120 до 500
	Значення Ra (не більш), мкм			
$IT4$	0,1...0,4	0,2...0,8	0,2...0,8	0,4...1,6
$IT5$	0,1...0,4	0,2...0,8	0,4...1,6	0,4...1,6
$IT6$	0,2...0,8	0,4...1,6	0,4...1,6	0,8...3,2
$IT7$	0,4...1,6	0,8...3,2	0,8...3,2	1,6...3,2
$IT8$	0,4...1,6	0,8...3,2	1,6...3,2	1,6...3,2
$IT9$	0,8...3,2	1,6...3,2	1,6...6,3	3,2...6,3
$IT10$	0,8...3,2	1,6...6,3	1,6...6,3	3,2...6,3
$IT11$	1,6...6,3	1,6...6,3	3,2...12,5	3,2...12,5

Таблиця Б.8 – Рекомендовані значення параметрів шорсткості поверхонь деталей шпонкового з'єднання

Поверхня	Значення параметра Ra , мкм (не більш)		
	Шпонка	Паз вала	Паз втулки
Робоча	1,6...3,2	1,6...3,2	1,6...3,2
Неробоча	6,3...12,5	6,3...12,5	6,3...12,5

Навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання практичного заняття

«Допуски і посадки шпонкових з'єднань»

з дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»

для студентів спеціальності «Прикладна механіка»

денної, заочної та дистанційної форм навчання,

а також для курсантів факультету озброєння та військової техніки

Військового інституту танкових військ

Укладачі: ЗУБКОВА Ніна Вікторівна

КОЗАКОВА Наталя Віталіївна

Роботу до видання рекомендував Олександр ШЕЛКОВИЙ

Редактор Марія ЄФРЕМОВА

План 2020 р., поз. 138

Підп. до друку 27.11.2020 р. Гарнітура Таймс.

Видавничий центр НТУ «ХП», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002
Свідоцтво про державну реєстрацію № 5478 від 21.08.2017 р.

Самостійне електронне видання