

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Кафедра цифрових технологій в інжинірингу

Методичні вказівки
до виконання курсової роботи з дисципліни
«Методи та засоби випробувань машин»

Одеса 2023

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Кафедра цифрових технологій в інжинірингу

Методичні вказівки
до виконання курсової роботи з дисципліни
«Методи та засоби випробувань машин»

Затверджено
на засіданні кафедри
цифрових технологій в
інжинірингу Протокол № 1
від 31.08.2023 р.

Одеса 2023

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Методи та засоби випробувань машин» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка. / Укладачі: В.М. Тіхенко, О.А. Волков. Одеса: Одеська політехніка, 2023. – 16 с.

Укладачі: В.М. Тіхенко, д-р техн. наук, професор
О.А. Волков, ст. викладач.

Дисципліна «Методи та засоби випробувань машин» (МЗВМ) входить до циклу дисциплін професійної підготовки магістрів зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» і є обов'язковою для вивчення та семестрової атестації при формуванні індивідуального навчального плану студента. Ця дисципліна дає студентам відомості про роль та значення випробувань технологічних машин, розкриває методологію проведення різних видів випробувань.

Курсова робота (КР) з дисципліни «Методи та засоби випробувань машин» виконується студентами одночасно з вивченням дисципліни МЗВМ та після вивчення дисциплін: «Теорія механізмів і машин», «Взаємозамінність стандартизація та технічні вимірювання», «Деталі машин», «Теорія технічних систем», «Динаміка технічних систем», «Методи формоутворення», «Приводи верстатів та механізмів», «Моделювання та дизайн машин», «Машини та технологічне обладнання», «Розрахунок і конструювання технологічних машин».

КР є самостійною роботою студентів, котра підводить підсумок навчання і освоєння тем різних дисциплін. У процесі виконання цієї роботи студенти повинні навчитися застосовувати на практиці теоретичні знання, систематизувати їх, поглибити і розширити. Вони опановують особливості підготовки та проведення випробувань машин, обробки та аналізу результатів випробувань.

КР можуть виконуватись за тематикою трьох напрямків:

1. навчальні КР;
2. дослідницькі КР;
3. реальні КР при наявності завдання підприємств.

Тематика КР може періодично зазнавати уточнення і корегування. В будь-якому випадку, об'єктами КР є технологічні машини (верстати, промислові роботи та інше) за тематикою вищенаведених напрямків.

Рекомендовані етапи виконання КР:

Опис технологічної машини (верстата, промислового робота та інше), що підлягає випробуванням – 6 годин.

Опис методики випробувань технологічної машини – 4 години.

Опис та характеристики засобів випробувань технологічної машини – 4 години.

Опис програми випробувань технологічної машини – 4 години.

Оформлення пояснювальної записки – 4 години.

Виконання графічної частини КР – 8 годин.

Зміст пояснювальної записки та її приблизний об'єм наведено в таблиці 1.

Обсяг та зміст пояснювальної записки може корегуватися керівником КР в залежності від складності схем і/або креслень, використання комп'ютерних програм та ін. Графічна частина КР виконується, як правило, на одному листі формату А1, де слід представити схеми випробувань (без масштабу) та стислі пояснення до цих схем. У випадку, коли об'єктом випробувань є нова або малознайома технологічна машина, доцільно представити її загальний вид з позначенням основних частин та органів керування. Також може бути креслення засобу випробування, що розробляється в КР.

Таблиця 1

Назва складових частин пояснювальної записки	Приблизний об'єм КР, сторінок
Вступ	1-2
Опис технологічної машини, що підлягає випробуванням	7-10
Методика випробувань технологічної машини	3-5
Опис та характеристики засобів випробувань технологічної машини	4-7
Програма випробувань технологічної машини	3-5
Висновки	1
Список використаних джерел	1-2
Додатки (наприклад, специфікація на засіб випробування, що розробляється)	-

Основні етапи виконання курсової роботи визначаються календарним графіком, котрий складається студентом спільно з викладачем (керівником роботи) після отримання завдання.

Вид роботи, що виконується	Тиждень семестру													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Вступ	+													
Опис технологічної машини, що підлягає випробуванням		+	+											
Методика випробувань технологічної машини			+	+										
Опис та характеристики засобів випробувань технологічної машини				+	+									
Програма випробувань технологічної машини					+	+								
Виконання схем і/або креслень графічної частини						+	+							
Корегування пояснювальної записки, схем і/або креслень									+	+				
Остаточне оформлення КР										+	+			
Захист КР														+

Захист курсової роботи здійснюється відповідно до графіка навчального процесу.

Для студентів **заочної форми** навчання курсова робота виконується за тематикою кафедри в об'ємі, який не перевищує 30 годин на його виконання.

Оцінювання виконання розрахункової та графічної частин курсової роботи здійснюється згідно Наказу ректора Національного університету «Одеська політехніка» про організацію навчального процесу в університеті і може уточнюватися в робочому порядку на початку навчального семестру.

Рекомендації щодо формування пояснювальної записки.

Титульний лист встановленої форми (наведено в додатку Б).

Лист завдання на КР (наведено в додатку А).

Вступ.

Необхідно показати, що контроль та випробування це невід'ємна частина взаємовідносин проектної організації, підприємства-виробника кінцевої продукції, підприємств суміжників і споживача (замовника) продукції у внутрішньому та міжнародному товарообігу. Окреслити відмінності процедур вимірювань, випробувань і контролю.

Слід навести посилання на стандарт ISO 9003 «Система якості. Модель забезпечення якості на стадіях контролю і випробування готової продукції» пов'язан зі стадіями проектування, виготовлення та випробувань продукції

В **першому розділі** необхідно навести повне найменування об'єкта, його призначення та стислий опис його складових частин. Об'єктом КР може бути технологічна машина середньої складності (за погодженням з керівником), яка має декілька параметрів (не менше 6-8), що підлягають контролю або діагностиці. Бажано показати зовнішній вид об'єкта, його органи керування та налагодження. Вказати найбільш важливі технічні характеристики, які необхідно контролювати, а також дозволяють однозначно відшукати в стандартах дані саме цієї моделі серед аналогічних технічних систем.

В **другому розділі** вказати стандарти або технічні регламенти, за якими проводиться контроль параметрів технологічної машини, навести методику проведення контролю і/або діагностики та схеми вимірювань, а також відхилення, що допускаються.

В **третьому розділі** навести приклади засобів контролю – вироби (контрольні та виконавчі стенди, вимірювальна та реєструюча апаратура) і матеріали, що застосовуються для контролю параметрів або діагностики даного об'єкту.

У **висновках** стисло показати, що розглянуто в КР.

Список використаних джерел складається з джерел, використаних для виконання КР (за правилами бібліографічного опису). В розділах пояснювальної записки необхідно надавати посилання з номерами джерел в квадратних дужках (запозичення чужих матеріалів розглядається як плагіат).

Пояснювальна записка виконується на аркушах формату А4, шрифт –Times New Roman 14, міжстрочний інтервал – 1,5. Кожний розділ починається з нової сторінки.

З огляду на ту обставину, що на кафедрі викладаються дисципліни з металорізальних верстатів (в тому числі вивчаються методи і засоби випробувань і досліджень на прикладі верстатів) рекомендується вибрати в якості об'єкта одну з моделей металорізальних верстатів. Крім того, доступна інформація як про самих верстатах, так і про стандарти з їх норм точності та жорсткості (з літературних джерел та Інтернету). Для КР необхідно надати приклади не менше 6-8 різних стандартних перевірок об'єкту, які наведено в стандартах або технічних регламентах.

Приклад змісту першого розділу (у скороченому вигляді).

Об'єкт КР – вертикально-свердлильний верстат моделі 2А135 (рис. 1), з умовним діаметром свердління 35 мм, використовується на підприємствах з одиничним і дрібносерійним випуском продукції і призначений для виконання таких операцій: свердління, розсвердлювання, зенкування, зенкерування, розгортання, нарізування різьблень і підрізування торців ножами. Верстат – нормальної точності.

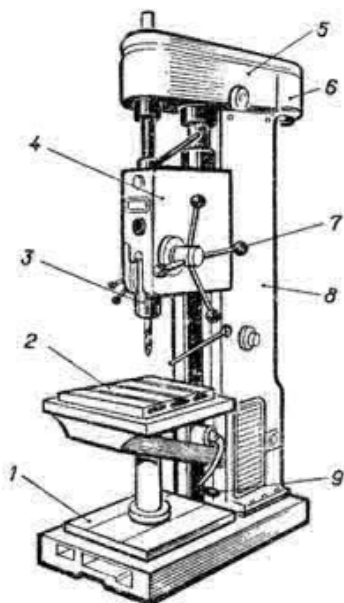


Рис. 1. – Розташування складових частин свердлильного верстата 2А135

Перелік складових частин:

1. плита,
2. стіл,
3. шпиндель,
4. коробка подач,
5. шпиндельна головка,
6. електродвигун,
7. штурвал ручного подавання шпинделя,
8. станина,
9. рукоятка вертикального переміщення столу.

Оброблювана деталь встановлюється на столі верстата і закріплюється в машинних лещатах або в спеціальних пристроях. Поєднання осі майбутнього отвору з віссю шпинделя здійснюється переміщенням пристосування з оброблюваної деталлю на столі верстата.

Різальний інструмент в залежності від форми його хвостовика закріплюється в шпинделі верстата за допомогою патрона або перехідних втулок. Відповідно до висоти оброблюваної деталі та довжини різального інструменту проводиться установка столу і шпиндельної бабки.

Отвори можуть оброблятися як ручним переміщенням шпинделя, так і механічною подачею.

Основні дані технічної характеристики верстата

1. Умовний діаметр свердлення в металі, мм	35
2. Найбільше допустиме зусилля подачі, кН.	16
3. Допустимий крутний момент на шпинделі, Н · м.	400
4. Потужність електродвигуна, кВт.	4,5
5. Частота обертання електродвигуна, хв^{-1}	2870
6. Передній кінець шпинделя, конус Морзе.	№ 4
7. Найбільша глибина свердління (хід шпинделя), мм.	225
8. Вертикальне переміщення полозів шпинделя, мм.	200
9. Число частот обертання шпинделя.	9
10. Діапазон частот обертання шпинделя, хв^{-1}	68 ... 1100
11. Число подач шпинделя.	11
12. Діапазон подач, мм / об.	0,115 ... 1,6
13. Реверс шпинделя.	електричний
14. Найбільше вертикальне переміщення столу, мм.	325
15. Робоча поверхня стола, мм.	450×500
16. Відстань від торця шпинделя до столу, мм.	0 ... 750

Приклад змісту другого розділу (у скороченому вигляді).

Вимоги до геометричних параметрів точності верстатів регламентовані стандартами. Норми точності вертикально-свердлильних верстатів різного

типорозміру, що містять допустимі відхилення параметрів, представлені в стандарті «Верстати металорізальні. Норми точності. Вертикально-свердлильні верстати», ГОСТ 370-81Е. Кожен такий стандарт передбачає до 20...30 перевірок, які виконуються при, як правило, ручному переміщенні формотворчих вузлів верстата. Більшість перевірок передбачає рух вузлів верстата на невеликій швидкості без навантаження і тому відображає параметри точності верстата з позицій його статичної геометрії і кінематики.

Приклад. Перевірка паралельності осі шпинделя напрямку переміщення гільзи (рис. 2).

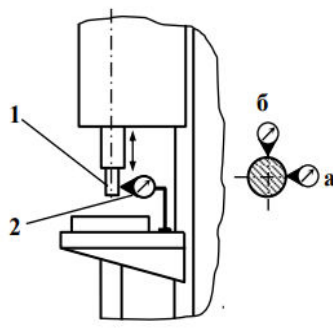


Рис. 2. Схема перевірки паралельності осі шпинделя напрямку переміщення гільзи): 1 – оправка, 2 – індикатор часового типу

Метод перевірки. В конічний отвір шпинделя щільно вставляється оправка 1 з циліндричною твірною. Індикатор 2 встановлюється так, щоб його вимірювальний наконечник (штифт) торкався твірної оправки:

- а) в поздовжній площині (Положення а),
- б) в поперечній площині (Положення б).

Гільза переміщається вгору і вниз. У кожному етапі перевірки вимірювання відхилень проводиться за двома діаметрально протилежними твірними (при повороті шпинделя на 180°).

Похибка знаходиться як середньоарифметичне результатів вимірів в даній площині.

Допуск (згідно стандарту для вертата нормальної точності): 0,05 мм на довжині 300 мм (в поздовжній площині кінець шпинделя може відхилятися тільки в сторону колони).

Приклад змісту третього розділу (у скороченому вигляді).

Засіб контролю – вироби (контрольні та виконавчі стенди, вимірювальна та реєструюча апаратура) і матеріали, що застосовуються при контролі. Засоби контролю слід відрізнити від засобів вимірювань.

Індикатори є найбільш широко застосовуваними універсально-вимірювальними інструментами. При перевірках користуються переважно індикаторами годинникового типу або важільно-зубчатими індикаторами з ціною поділки 0,01 мм. Крім того, є індикатори з ціною поділки 0,002 мм і спеціальні «мікронні» з ціною розподілу 0,001 мм. Індикатор закріплюється на спеціальному штативі (часто з магнітною основою), що утримує важіль якого може бути подовжений за рахунок додаткових ланок. Таким чином, індикатор можна швидко і зручно підвести до різному розташованим контрольованим поверхонь.

При вимірах після підведення індикатора до поверхні до торкання наконечника індикатора необхідно дати попереднє навантаження, наблизивши його ще на 1...2 мм (1-2 обороту стрілки), після чого встановити шкалу на нуль поворотом її за обід. Рекомендується після установки індикатора на нуль обережно кілька разів відтягнути його вимірювальний штифт за верхню частину і знову опустити без удару (перевірка стабільності нульового положення).

Оправки – контрольні пристосування, особливо широко застосовуються при виготовленні і прийманні верстатів. Контрольні оправки повинні мати поверхневу твердість не нижче HRC 52 та шорсткість робочої поверхні здебільшого не нижче Ra 1,0-2,5. Центрові отвори повинні бути прошліфовані та мати захисний конус.

У оправок допускається овальність, конусність або биття не більше 0,005 мм, а у призначених для контролю прецизійних верстатів – не більше 0,003 мм. Застосовуються оправки двох типів:

а) консольні, що мають на одному кінці конус, відповідний конусу шпинделя перевіряемого верстата, застосовуються для перевірки збігу осі кінцевого отвору шпинделя з віссю обертання шпинделя і для перевірки стану самої осі шпинделя в верстаті;

б) циліндричні центрові, які застосовуються для перевірки положення лінії центрів верстата і перевірки розташування напрямних щодо цієї лінії центрів.

Розміри і розташування робочих поверхонь контрольних оправок повинні дозволяти вимірювати відхилення на довжинах, до яких віднесено допуск. Діаметри оправок повинні бути достатніми, щоб виключити вплив прогинів від власної ваги.

Рекомендовані довжини і діаметри контрольних оправок наведені нижче (табл. 2).

Таблиця 2

Рекомендовані довжини і діаметри контрольних оправок

Довжина контрольної частини оправки, мм	Рекомендовані зовнішні та внутрішні діаметри оправок D і d , мм	
150	$D = 25$	$D = 25$
300	$D = 40$	$D = 40$
500	$D = 60$	$D = 80; d = 50$
1000	-	$d = 60$

Прогин оправки від тиску на неї вимірювального наконечника індикатора, що не перевищує $1H$, в розрахунок не береться. Для цього оправки значних розмірів роблять порожнистими, їх кінці забиваються заглушками, на яких і наносяться базові центрові отвори.

Список використаних джерел інформації

1. ДСТУ 3021:95. Випробування і контроль якості продукції. Терміни та визначення. Чинний з 01.01.96 р. – К.: Держстандарт України, 1996. – 71 с.
2. Аврутов В.В. Випробування і контроль приладів і систем. КПП ім. Ігоря Сікорського. Електронне мережне навчальне видання. Київ, 2022. – 225 с.
3. Азарсков В.М., Сущенко О.А. Експериментальні випробування та дослідження систем: Підручник. – К.: НАУ, 2003. – 268 с.
4. Кліменко В.З., Бєлов І.Д. Випробування конструкцій, обстеження та моніторинг будівель і споруд: Підручник / Кліменко В.З., Бєлов І.Д. – К.: Кондор-Видавництво, 2015. – 572 с.
5. Оборський Г.О., Антощук С.Г., Головка Д.Б. та ін. Вимірювальна техніка від А до Я. Енциклопедичний словник. – Одеса: Освіта України, 2014. – 976 с.
6. Бочков В.М., Сілін Р.І, Гаврильченко О.В. Розрахунок та конструювання металорізальних верстатів: підручник. – Львів: Бескід Біт, 2008. – 448 с.
7. Эксплуатация и испытания металлорежущих станков / И.Г. Федоренко, И.С. Шур, В.Н. Давигора и др. – Киев: Техника, 2001. – 176 с.

Додаток А
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра цифрових технологій в інжинірингу

Завдання на курсову роботу
з дисципліни
«Методи та засоби випробувань машин»

Студент групи ___ П.І.Б. _____

Об'єкт курсової роботи: вертикально-свердлильний верстат моделі 2A135

Перелік питань, які підлягають розгляду:

- навести повне найменування об'єкта, його призначення та стислий опис його складових частин;*
- показати найбільш важливі технічні параметри об'єкта, які підлягають контролю;*
- описати методики проведення контролю та схеми вимірювань, а також відхилення, що допускаються;*
- надати опис та характеристики засобів випробувань для контролю параметрів об'єкту.*

Студент _____ підпис _____ П.І.Б. _

Керівник _____ підпис _____ П.І.Б. _

Додаток Б

Міністерство освіти і науки України
 Національний університет «Одеська політехніка»
 Інститут цифрових технологій, дизайну та транспорту
 Кафедра цифрових технологій в інжинірингу

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни «Методи та засоби випробувань машин»

на тему: _____

Студента (ки) _____ курсу _____ групи
 галузь знань - Механічна інженерія
 спеціальність 131 Прикладна механіка

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник _____

_____ (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____

Оцінка: ECTS _____

Члени комісії

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Додаток В

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. аркушів	№ екз.	Примітка
1						
2			<u>Документація загальна</u>			
3						
4	A4	КР.МІ181.04.01.00 ВР	Відомість КР	1		
5	A4	КРБ.МІ181.04.02.00 ЗР	Завдання на КР	1		
6	A4	КРБ.МІ181.04.03.00 ПЗ	Пояснювальна записка			
7						
8			<u>Кресленики</u>			
9						
10	A1	КРБ.МІ181.04.00.00 К	Схеми випробувань	1		
11				1		
12				1		
13						
14				1		
15				1		
16						
17				1		
18				1		
19				1		
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
		КР.МІ181.04.01.00 ВР				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.					Літера	Аркуш
Керівник		Тіхенко В.М			у	1
Н. контр.						1
Зав. каф.		Тіхенко В.М.			Одеська політехніка Кафедра ЦТІ	
			Відомість роботи			

Додаток Г

Варіанти завдань курсової роботи

№ варіанта	Найменування верстата	Модель
1	Токарно-гвинторізний	16К20
2	Вертикально-фрезерний	6Р13
3	Горизонтально-фрезерний	6М82
4	Вертикально-свердлильний	2Т150
5	Радіально-свердлильний	2М55
6	Плоскошліфувальний	3Е711В
7	Круглошліфувальний	3Е12
8	Токарно-револьверний	1341
9	Токарно-гвинторізний	1А616
10	Фрезерний широкоуніверсальний	679
11	Токарно-револьверний	1Н325
12	Вертикально-свердлильний	2Н125
13	Вертикально-фрезерний	6М12П
14	Фрезерний широкоуніверсальний	676П
15	Плоскошліфувальний	3Д722