

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи здобувачів вищої освіти при вивченні
навчальної дисципліни “Надійність та довговічність обладнання” освітньо-
професійної програми другого (магістерського) рівня вищої освіти зі
спеціальності 133 Галузеве машинобудування заочної форми навчання.

Затверджено редакційно-видавничою
секцією науково-методичної ради
ДДТУ

25.09.2017р., протокол №7

Кам’янське

2017

Методичні вказівки до самостійної роботи здобувачів вищої освіти при вивченні навчальної дисципліни “Надійність та довговічність обладнання” освітньо-професійної програми другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування заочної форми навчання.

укл. Бельмас І.В Кам’янське: ДДТУ, 2017 р., стор. 12

Укладач д.т.н., професор Бельмас І.В.

Відповідальний за випуск зав. каф. МБ Бей гул О.О.І.

Рецензент доцент Сасов О.О.

Затверджено на засіданні кафедри МБ
(протокол №_1_від 29.08.2017)

Коротка анотація видання: Методичні вказівки до самостійної роботи пошукачів вищої освіти при вивченні навчальної дисципліни “Надійність та довговічність обладнання” включають опис самостійної роботи, введений до неї теоретичний матеріал, рекомендації щодо їх виконання, перелік літературних джерел для самостійної роботи.

Згідно освітньої програми в процесі вивчення дисципліни «Надійність та довговічність обладнання» здобувачі вищої освіти мають здобути наступні компетентності. Здатність використовувати знання у практичних ситуаціях.

Здатність навчатися та оволодівати сучасними знаннями.

Здатність працювати самостійно та у складі команди, мотивуючи на досягнення спільної мети.

Здатність удосконалювати аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

Здатність застосовувати та вдосконалювати наявні кількісні математичні, наукові й технічні методи, а також комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування.

Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.

Здатність застосовувати норми галузевих стандартів.

Здатність застосовувати системний підхід для розв'язання інженерних завдань.

На реалізацію вказаних вище задач, разом з іншими і спрямована самостійна робота пошукача вищої освіти.

1. Загальні положення самостійної роботи

Вона здійснюється методом індивідуального вивчення кожним студентом певних розділів навчальної програми з використанням рекомендованої літератури та консультаціями викладача за такими напрямками:

Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.).

Підготовка до практичних занять, опрацювання окремих розділів курсу (4 год.).

Самостійне опрацювання розділів програми, що не викладаються на лекціях (213 год.).

Виконання контрольної роботи (20 год.).

2 Опрацювання лекційного матеріалу

Самостійне опрацювання лекційного матеріалу полягає у розгляді за рекомендованою літературою питань, що були висвітлені на лекціях. При цьому слід мати на увазі, що на лекції, як правило розглядаються питання більш загальні – концептуальні. Вони спрямовані на надання студентіві

основних понять, на роз'яснення загальної структури, взаємних зв'язків окремих явищ та складових у загальному.

Контроль засвоєння матеріалу ведеться шляхом опитування на лекціях.

3. Підготовка до практичних занять

В процесі оволодіння дисципліною для закріплення та поглиблення теоретичних знань, отриманих на лекціях, пошукачі повинні виконати наведені нижче завдання, що виносяться на практичні заняття та сформульовані у відповідних методичних вказівках.

Закони розподілу випадкової величини = 2 годин.

Надійність не відновлювальних елементів – 2 години.

Надійність відновлювальних елементів = 2 годин.

Розрахунок надійності систем - 2 годин.

4. Опрацювання окремих розділів програми, що не викладаються на лекціях.

Опрацювати пошукач має опрацювати тему «Способи збирання інформації з руйнування від втоми та особливості урахування впливу окремих чинників при прогнозуванні довговічності деталей машин». Висвітлені вони в наведених літературних джерелах. Можливо вивчення вказаних тем і за іншими літературними джерелами.

4.1 Збирання статистичної інформації і методи її обробки [1, стор. 76]

Успішне рішення питань надійності металургійного устаткування можливе лише при проведенні широкої дослідницької роботи, пов'язаної з відбором і обробкою достовірної статистичної інформації про відмови в процесі експлуатації.

Встановлення закономірностей зміни кількісних показників надійності неможливе без знання фізики явища і закономірностей впливу конкретних умов на характер і причини відмов.

Найбільш об'єктивні дані про надійність досліджуваного об'єкту можна отримати при зборі і обробці експлуатаційної інформації. В цьому випадку методика оцінки показників надійності зводиться до **збирання** даних про відмови, встановленню виду закону розподілу відмов, до оцінки відповідності теоретичного і емпіричного законів розподілу відмов, визначенню параметрів закону відмов і оцінці надійності досліджуваного об'єкту.

Оцінку експлуатаційної надійності можна здійснювати звітним, кореспондентським, анкетним способами і способом безпосереднього нагляду.

Звітний спосіб полягає у використуванні відомостей відмов за звітний період, що складаються підприємствами (цехами). У відомостях відмов приводять дані про час і характер відмови деталей, систем, агрегатів з вказівкою часу усунення відмови, та дані про час напрацювання на відмову, про коефіцієнти технічного використання і труднощі усунення відмови.

Кореспондентський спосіб використовується для дослідження надійності одиничних об'єктів за наслідками обробки письмових відповідей експлуатуючого устаткування підприємства на листи-запити.

Спосіб анкетування використовується для оцінки надійності досліджуваного об'єкту за наслідками обробки спеціальної анкети із стандартними питаннями, розісланої на можливо більше число підприємств, що експлуатують досліджуваний об'єкт.

Спосіб безпосереднього нагляду зводиться до обстеження і нагляду досліджуваного об'єкту за наперед розробленою програмою з урахуванням особливостей його експлуатації.

Основними джерелами інформації про відмови металургійного устаткування є контрольні виміри і хронометраж, агрегатні журнали, журнали ремонтної і диспетчерської служб, замовлень запасних частин, відомості дефектів, звітні документи підприємств (цехів). З метою отримання об'єктивної інформації про роботу досліджуваного об'єкту проводять

сумісний аналіз умов і причин виникнення відмов за наслідками аналізу технологічних особливостей виконання заданих функцій досліджуваним об'єктом.

4.2 Особливості урахування впливу окремих чинників [1, стор. 435]

При оцінці втомної міцності і обмеженої довговічності деталей важливо правильно віднести коефіцієнти, оцінюючі вплив чинників, до межі витривалості і до номінальних діючих або еквівалентних напружень, оскільки від цього істотно залежить правильність результатів відповідних розрахунків. Нижче показано на прикладі, якомога, використовуючи проведений вище метод оцінки втомної міцності і обмеженої довговічності при нестационарних симетричних циклах навантаження, виконати розрахунок (формально) по декількох можливих методах віднесення коефіцієнтів, що визначають вплив чинника на втомну.

При розрахунках використовують чотири методи віднесення коефіцієнтів:

I метод. Коефіцієнт k_{Σ} відноситься до номінальному напруженню; використовується крива утомленості I для сталі (рис.1).

II метод. Коефіцієнт k_{Σ} відноситься до межі витривалості і до кута нахилу кривої утомленості (параметру $k=\text{tga}$); цьому випадку відповідає крива утомленості II.

III метод.. Коефіцієнт k_{Σ} відноситься до - приведеної напруги безпосередньо в рівнянні для запасу міцності; використовується крива утомленості I для сталі (її продовження III)

IV метод. Коефіцієнт k_{Σ} відноситься тільки до межі витривалості; використовується крива утомленості IV.

допускається вірогідність руйнування 0,01 - 0,001. Для менш відповідальних конструкцій і деталей вона може складати десятки частки.

Для оцінки втомної міцності і довговічності деталей в аспекті вірогідності необхідно мати свій в розпорядженні наступні статистично оброблені дані: 1) умовами навантаження; 2) втомними характеристиками (залежностями або графіками, що дозволяють визначати втомні характеристики із заданою вірогідністю); 3) закону накопичення пошкоджень (з урахуванням умов навантаження і властивостей матеріалу). При цьому повинно бути забезпечено отримання не тільки середніх значень вказаних даних (відповідних вірогідності 0,5), але і для будь-якої заданої вірогідності.

4.4 Розрахунок витривалості деталей за критерієм подібності руйнування від втоми [1, стор. 446]

Для розрахунку деталей машин на витривалість по параметру вірогідності руйнування необхідно мати свій в розпорядженні функцію розподілу меж витривалості деталі, що відповідає певній базі випробувань. Встановлення таких функцій для деталей досвідченим шляхом дуже складне.

Розроблений метод, що дозволяє розрахунковим шляхом оцінювати функції розподілу характеристик витривалості натурних деталей по параметрах розподілу напружень і, по деяких характеристиках механічних властивостей металу, визначуваних на основі випробування лабораторних зразків і моделей. В цих роботах використано рівняння подібності руйнування від втоми, що має вигляд

$$\lg(\sigma_{\max} - u) = A_L - B \lg \frac{L}{G} + u_p s,$$

де A_L, B - постійні для даного матеріалу величини; u - нижня межа меж витривалості; u_p - квантіль нормального розподілу, відповідний вірогідності руйнування $p(\%)$; $\sigma_{\max} = \sigma_{-10} \alpha_\sigma$ - максимальне руйнуюче напруження в зоні концентрації; σ_{-10} - середні значення меж витривалості деталей, виражені через номінальні напруги; α_σ - теоретичний коефіцієнт концентрації

напружень; s - середнє квадратичне відхилення величини $\lg(\sigma_{\max} - u)$; L (мм) - периметр робочого перетину (у тому випадку, коли напруги по всьому периметру однакові) або його частина, рівна протяжності тієї зони по периметру, яка прилягає до місць дії підвищеної напруги; \bar{G} - відносний градієнт напружень. Відношення L/\bar{G} є критерій подібності втомного руйнування, залежним від абсолютних розмірів зразка, його конфігурації і способу навантаження. Цим критерієм можна користуватися, якщо зразок, модель і деталь при їх різних розмірах і конфігурації такі, що для них відношення L/\bar{G} однакове. На рисунку 2 наведені основні схеми до визначення периметра робочого перетину L , а в таблиці відносного градієнта напружень \bar{G} .

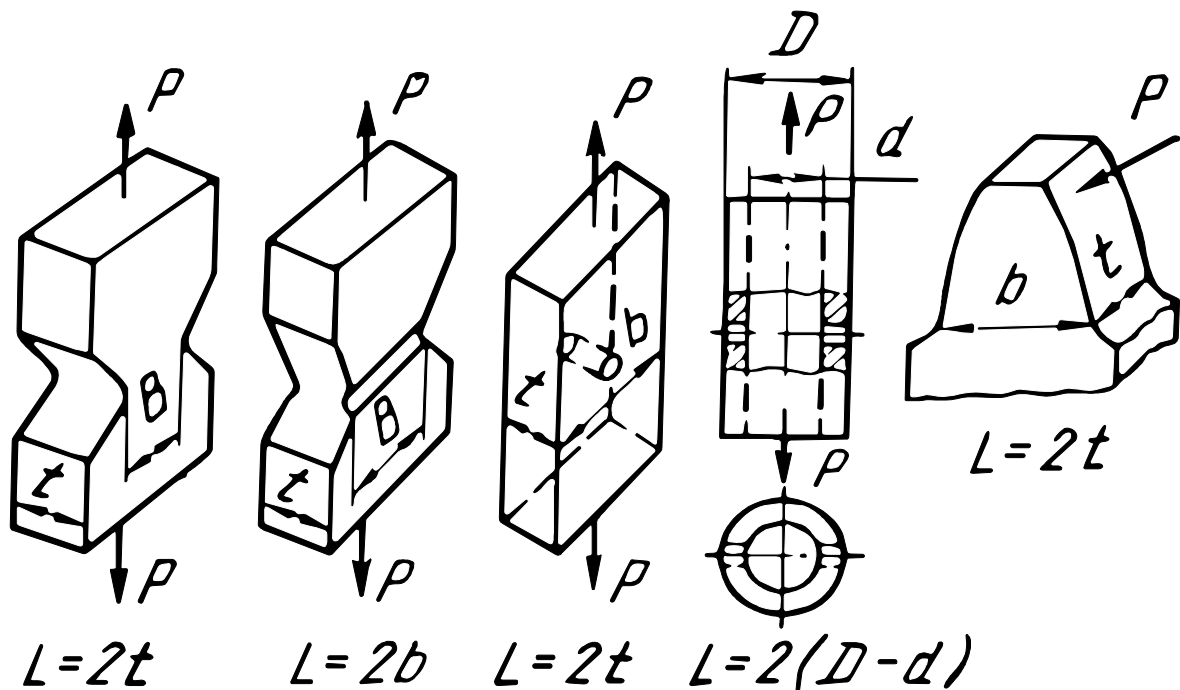
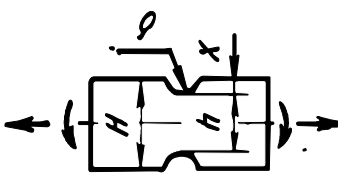
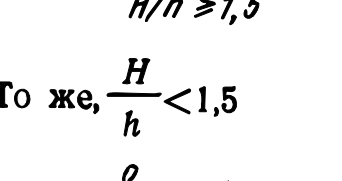
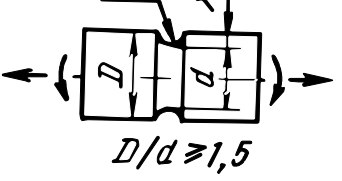
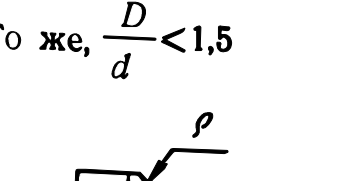
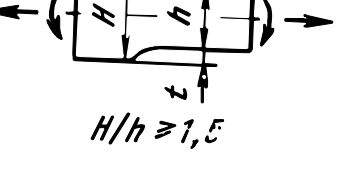
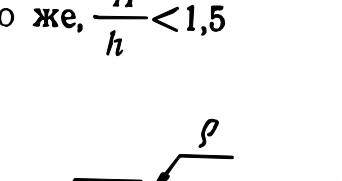
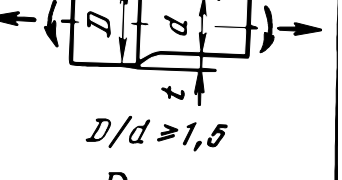
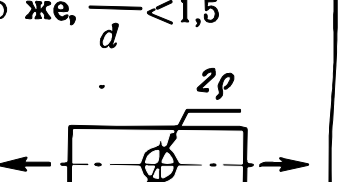
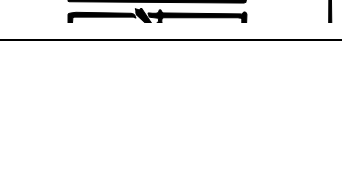


Рисунок 2 - Основні схеми до визначення периметра робочого перетину L ,

Таблиця - відносний градієнт напружень \bar{G} .

Деталь	Характер навантаження		
	згин	розтяг	кручення
 $H/h \geq 1,5$ То же, $\frac{H}{h} < 1,5$	$\bar{G} = \frac{2}{\rho} + \frac{2}{h}$	$\bar{G} = \frac{2}{\rho}$	—
 $D/d \geq 1,5$ То же, $\frac{D}{d} < 1,5$	$\bar{G} = \frac{2(1+\varphi)}{\rho} + \frac{2}{h}$	$\bar{G} = \frac{2(1+\varphi)}{\rho}$	—
 $H/h \geq 1,5$ То же, $\frac{H}{h} < 1,5$	$\bar{G} = \frac{2}{\rho} + \frac{2}{d}$	$\bar{G} = \frac{2}{\rho}$	$\bar{G}_\tau = \frac{1}{\rho} + \frac{2}{d}$
 $D/d \geq 1,5$ То же, $\frac{D}{d} < 1,5$	$\bar{G} = \frac{2(1+\varphi)}{\rho} + \frac{2}{d}$	$\bar{G} = \frac{2(1+\varphi)}{\rho}$	$\bar{G}_\tau = \frac{1}{\rho} + \frac{2}{d}$
 $H/h \geq 1,5$ То же, $\frac{H}{h} < 1,5$	$\bar{G} = \frac{2,3}{\rho} + \frac{2}{h}$	$\bar{G} = \frac{2,3}{\rho}$	—
 $D/d \geq 1,5$ То же, $\frac{D}{d} < 1,5$	$\bar{G} = \frac{2,3(1+\varphi)}{\rho} + \frac{2}{h}$	$\bar{G} = \frac{2,3(1+\varphi)}{\rho}$	—
 $D/d \geq 1,5$ То же, $\frac{D}{d} < 1,5$	$\bar{G} = \frac{2,3}{\rho} + \frac{2}{d}$	$\bar{G} = \frac{2,3}{\rho}$	$\bar{G}_\tau = \frac{1,15}{\rho} + \frac{2}{d}$
 $D/d \geq 1,5$ То же, $\frac{D}{d} < 1,5$	$\bar{G} = \frac{2,3(1+\varphi)}{\rho} + \frac{2}{d}$	$\bar{G} = \frac{2,3(1+\varphi)}{\rho}$	$\bar{G}_\tau = \frac{1,15}{\rho} + \frac{2}{d}$
 $D/d \geq 1,5$ То же, $\frac{D}{d} < 1,5$	—	$\bar{G} = \frac{2,3}{\rho}$	—

Література

1. Гребенник В.М., Цапко В.К. Надежность металлургического оборудования: Справочник. – М.: Металлургия, 1989, 590 с.
2. Канарчук В.С., Полянський С.К., Дмитрієв М.М. Надійність машин: Підручник. – Либідь, 2003 – 424 с.
3. Барнік М.А., Афтаназів І.С., Сівак Ш.О. Технологічні методи забезпечення надійності деталей машин К.:КИ\, 2004 – 148 с.
4. Зенкін М.А., Піпа Б.Ф. Методи підвищення надійності та довговічності деталей та вузлів машин легкої промисловості. К.: КНУДТД, 2004 -264с.
5. Сухенко Ю.Г., Литвиненко О.А., Сухенко В.Ю. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв К.: НУХТ, 2010. – 547 с.
6. Бельмас И, Білоус О., Танцура А. Композитные ортотропные тяговые органы. Palmarum, academic publishing saarbucken. Deutshland. 2015.. - 57 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки до самостійної роботи здобувачів вищої освіти при вивченні навчальної дисципліни “Надійність та довговічність обладнання” освітньо-професійної програми другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування заочної форми навчання.

Укладач: Бельмас Іван Васильович

Підп. до друку 25.09.2017 р.

Формат__А4__ Обсяг__0,3__друк. арк.

Наклад__20_прим. Замовлення_649__

м. Кам’янське, вул. Дніпробудівська, 2.