

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту
з дисципліни «Зносостійкі, фрикційні та антифрикційні матеріали»
для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення
зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання

2019

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Зносостійкі, фрикційні та антифрикційні матеріали» для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: М.І. Андрущенко, О.Є. Капустян. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. 26 с.

Укладачі: М.І. Андрущенко, канд. техн. наук, доцент

О.Є. Капустян, канд. техн. наук, доцент

Рецензент: М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Голова метод. комісії каф. ОТЗВ д.ф.н., проф. С.М. Попов

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол №15 від 22.05.2019 р.

Рекомендовано

до видання НМК ІФФ

Протокол №8 від 20.06.2019 р.

ЗМІСТ

1 Мета і завдання курсового проекту	4
2 Завдання на проект	5
3 Організаційні вказівки	6
4 Вказівки до виконання розділів курсового проекту	6
5 Вказівки щодо оформлення і захисту курсового проекту	13
Рекомендована література	15
Додаток А Індивідуальні завдання	16

1 МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект є індивідуальною науковою та інженерною роботою студента.

Головними цілями цього способу освоєння навчальної роботи є:

- систематизація, розширення, поглиблення і закріплення теоретичних і практичних знань, перш за все, по триботехнічному матеріалознавству та іншим суміжним дисциплінам;

- розвиток вміння узагальнювати, аргументовано приймати технічні рішення, самостійно застосовувати теоретичні знання у практичній роботі з вибору й обґрунтування матеріалів для деталей, що працюють в різних умовах зношування;

- набуття навичок по вибору оптимального структурного стану матеріалу та призначення способів і режимів для його забезпечення.

Підготовка курсового проекту дозволяє долучити майбутніх фахівців до досягнень науки, техніки, виховує у них почуття відповідальності, прищеплює навички дослідницької діяльності. Крім того, дозволяє виявити рівень підготовленості студентів для самостійної роботи та вміння найбільш повно використовувати передові досягнення науки і техніки та обґрунтовувати прийняті технічні рішення. У результаті реалізації курсового проекту студенти також готуються до виконання дипломного проекту. Тематика і проведення курсового проектування може будуватися на наступних вихідних матеріалах:

- результатах попередніх і поточних наукових робіт кафедри ОТЗВ за участю студентів;

- підсумках виробничої практики на промислових підприємствах;

- узагальненні та аналізі літературних даних, нормативних документів та ін.

Виконання курсового проекту являє собою самостійний аналіз і рішення студентом якого-небудь завдання під керівництвом викладача і завершується публічним захистом отриманих результатів.

Одною з основних вимог до курсового проекту є його комплексність, тобто рішення ряду взаємно пов'язаних між собою питань.

У цілому проект повинен відповідати таким основним вимогам:

- цільова спрямованість;
- логічна послідовність викладу матеріалу і повнота висвітлення окремих питань;
- переконливість аргументації, стислість і точність формулювань;
- конкретність викладу результатів роботи;
- доказовість прийнятих рішень і висновків;
- обґрунтованість рекомендацій та їх практична спрямованість;
- оформлення пояснювальної записки у відповідності до вимог стандартів.

В процесі цієї роботи студент повинен навчитися:

- обирати і науково обґрунтовувати прийняті проектні рішення;
- застосовувати сучасні, найбільш ефективні методи розрахунку і технічні засоби;
- користуватися спеціальною науковою і довідковою літературою, діючими стандартами та патентними матеріалами.

Велику роль у глибокому засвоєнні матеріалу грає самостійна проробка студентами підручників, навчальних посібників, монографій за спеціальністю у процесі виконання курсового проекту.

Курсове проектування є заключним етапом вивчення студентами дисципліни.

Придбаний студентом досвід є основою для дипломного проектування та конструкторської праці.

2 ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТ

Завдання на курсовий проект розробляється керівником проекту (Додаток А).

3 ОРГАНІЗАЦІЙНІ ВКАЗІВКИ

Курсовий проект виконується і захищається в VIII семестрі поетапно і в строки означені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Графік і стадії курсового проектування

№ , п / п	Назва етапів курсового проекту	Термін виконання етапів проекту, тижнів
1.	Оформлення титульного листа та листа завдання.	1
2.	Вступ	2
3.	Теоретична частина	3-4
4.	Практична частина	5-6
5.	Оформлення графічної частини	7-8
6.	Висновки, перелік посилань, додатки, реферат, зміст	9-10
7.	Здавання готового проекту на перевірку керівнику.	11
8.	Виправлення помилок та доробка за необхідністю	12
9.	Захист проекту	13-14

4 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛІВ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект, як правило, повинен містити наступні структурні елементи:

- титульний лист;
- завдання на виконання курсового проекту;
- реферат (анотацію);
- зміст;
- перелік скорочень, умовних позначень, символів, одиниць, термінів;
- вступ;

- основну частину;
- висновки;
- перелік посилань;
- додатки (при необхідності).

Приблизний обсяг пояснювальної записки в друкованих сторінках курсового проекту представлений в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Рекомендований обсяг структурних елементів курсового проекту

Найменування розділів та параграфів проекту	Кількість сторінок
Титульний лист	1
Завдання	1
Реферат	1
Зміст (із зазначенням сторінок)	1-2
Перелік скорочень, умовних позначень, символів, одиниць, термінів	1
Вступ	1-3
Основна частина	25–35
Висновок	1–2
Список використаних джерел	1–2
Додатки	Без обмежень

Реферат (анотація) повинен у стислій формі містити мету роботи, об'єкт і предмет дослідження, методи досліджень, характеристику основних етапів роботи, отримані результати, їх новизну, практичну значущість і рекомендації щодо застосування.

Також в рефераті слід відобразити дані про обсяг проекту, кількості рисунків, таблиць, додатків, використаних джерел. Необхідно привести ключові слова прописними буквами.

Реферат не повинен перевищувати однієї сторінки тексту. Рекомендований обсяг реферату 700 - 800 друкованих знаків.

У змісті наводяться найменування структурних частин проекту, глав і параграфів його основної частини із зазначенням номера сторінки, з якої починається відповідна частина, розділ, параграф.

У пояснювальній записці повинні застосовуватися науково-технічні терміни, позначення та визначення, встановлені відповідними стандартами, а за їх відсутності - загальноприйняті у науково-технічній літературі. Якщо в пояснювальній записці прийнята

специфічна термінологія, скорочення, символи, то повинен бути перелік прийнятих термінів з відповідними роз'ясненнями. Перелік включають у зміст записки. Перелік повинен розташовуватися стовпцем, в якому ліворуч за абеткою наводять, наприклад, скорочення, справа - його детальну розшифровку. При цьому, якщо в курсовому проекті спеціальні терміни, скорочення, символи, позначення і т.п. повторюються менше трьох разів, перелік не слід складати, а їх розшифровку наводять у тексті при першому згадуванні.

У тексті записки не допускається:

- застосовувати обороти розмовної мови;
- застосовувати скорочення слів, крім установлених правил орфографії, відповідними державними стандартами, а також обумовлених в даній записці;

- скорочувати позначення одиниць фізичних величин, якщо вони вживаються без цифр, за винятком одиниць фізичних величин в головках і бокових частинах таблиць і в розшифровках літерних позначень, що входять у формули і рисунки.

Вступ - коротка, але дуже важлива частина курсового проекту. Найчастіше, по вступу та висновку у читача (викладача, рецензента, опонента) формується, як мінімум, попередня, а іноді й остаточна думка про якість роботи. У загальному вигляді структура вступу повинна бути такою:

- обґрунтування актуальності теми проекту;
- визначення мети роботи;
- постановка завдань, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети;
- методи, які були використані для вирішення поставлених завдань.

Для обґрунтування актуальності необхідно дати коротку характеристику теми проекту, виділити проблемні питання. При цьому слід виходити з того, що актуальність визначається як мінімум двома критеріями.

По-перше, слід показати, що розділ техніки або науки, до яких відноситься тема проекту, спосіб чи технологічний процес, обладнання або вид матеріалів і т.д. мають істотне значення в даний час або перспективні для вирішення наукових або виробничих завдань.

Наприклад, завданням проекту є вибір та обґрунтування матеріалів пари тертя «ексцентриковий вал - підшипник ковзання» шокової дробарки. У такому разі на початку вступу слід показати, що в такій-то галузі промисловості або в багатьох областях для крупного дроблення широко використовуються шоківі дробарки, які мають певні переваги (висока продуктивність, простота в обслуговуванні та ін.).

По-друге, необхідно відзначити, що більш ефективному використанню цього (цих) об'єктів, подальшого їх розвитку перешкоджає існування деякої проблеми, не вирішеної раніше або яка виникла знову. Можливо стали жорсткішими умови експлуатації деталей, змінилися вимоги до величини допустимого зносу або критерії якості продукції та ін.

Наприклад, через значні динамічні навантаження, нерідко відбуваються поломки валів, а поверхні тертя цапф і підшипників ковзання інтенсивно зношуються, що приводить до значних витрат на виготовлення та відновлення запчастин, простоїв обладнання та ін.

Потім у виді короткого резюме наголошується, що у зв'язку з цим робота над вирішенням даної проблеми є актуальною.

При цьому необхідно уникати виразів загального характеру, наприклад «Зварювання (наплавлення) є ефективним технологічним процесом» і т. д.

Далі необхідно сказати, що потрібно зробити, щоб ліквідувати проблему, або знизити її гостроту, тобто формулюється мета проекту, яка, частіше за все, співзвучна з темою роботи.

Потім слід відповісти на питання, як це планується досягти, які завдання необхідно вирішити для досягнення поставленої мети. По суті це розширені назви розділів і параграфів основної частини роботи.

Стосовно вище наведеного прикладу, формулювання завдань може прозвучати таким чином:

Для досягнення зазначеної мети у проекті були поставлені та вирішені наступні завдання:

- аналіз умов експлуатації пари тертя, встановлення виду і механізму зношування робочих поверхонь ексцентрикового валу і підшипника ковзання, з'ясування причин утворення дефектів;
- характеристика та аналіз матеріалів для виготовлення та відновлення ексцентрикових валів і підшипника ковзання, що

застосовуються на базовому підприємстві (якщо воно є), або зазначених у завданні на курсовий проект.

- порівняльний аналіз сучасних антифрикційних і зносостійких матеріалів стосовно до умов роботи підшипників, вивчення впливу структури і властивостей на коефіцієнт тертя в умовах мастила і без нього.

- вибір матеріалів пари тертя, і призначення способів, і режимів їх зміцнення.

Методи дослідження. По тому наскільки обрані методи відповідають сучасним вимогам, судять про достовірність отриманих результатів, правильність прийнятих рішень, коректність висновків по роботі.

Якщо проект виконується на основі результатів дослідницької роботи, в якій студент брав участь, то у вступі необхідно коротко, в загальному виді повідомити про методи випробувань і застосовуваних приладах або обладнанні, засобах обробки результатів. А нижче, в основній частині проекту, слід виділити окремий розділ або параграф, в якому більш докладно розкрити методiku досліджень, привести схеми нестандартних приладів, обладнання та режими випробувань.

Наприклад (у вступі): Випробування, на зносостійкість проводили на лабораторному стенді, що імітує умови зношування деталей пари тертя. Агрегатну твердість визначали на приладі ТШП-4, мікротвердість на приладі ПМТ-3 і т.д.

Якщо завдання роботи вирішувалися лише на основі літературних даних, то у вступі слід перерахувати методи збору вихідної інформації, її обробки і прийняття рішень.

Наприклад (у вступі):

Поставлені в проекті завдання з вибору матеріалів і способів їх зміцнення вирішувалися на основі узагальнення та порівняльного аналізу даних, наведених у підручниках, монографіях, періодичних виданнях з використанням Інтернет ресурсу. Вибір режимів наплавлення проводили розрахунковим шляхом. При призначенні припусків на обробку використовували розрахунково-аналітичний метод та ін.

У цьому випадку в основній частині проекту увага власній методиці не приділяється. Однак, якщо наводяться літературні дані з посиланнями на джерело, то в багатьох випадках необхідно вказати,

яким способом отримані авторами роботи ті чи інші результати, особливо якщо мова йде про нестандартні випробування.

Таким чином, вступ - це особливий розділ проекту, який не може мати довільної форми.

Остаточний варіант вступу доцільно писати після завершення роботи над основною частиною.

Основна частина проекту. Основна частина пишеться в першу чергу і за складеним заздалегідь планом. Вона ділиться на розділи або глави (2-4), які, у свою чергу, поділяються на підрозділи або пункти. У кожному з параграфів (підрозділах) вирішується конкретне питання, таким чином, щоб вони сукупно тематично і кількісно вичерпно розкривали поставлене в розділі завдання.

Структура основної частини проекту, перш за все, обумовлена завданнями, поставленими у вступі. Але послідовність і логіка викладу залежить від того, що служило відправною точкою при формулюванні теми проекту. При цьому можливі, як мінімум, два варіанти.

В одному випадку, темою проекту може бути вибір матеріалів та способів зміцнення для якоїсь деталі, або деталей пари тертя певного обладнання. При цьому вибір теми свідомо припускає існування хоча б однієї з проблем (низький термін служби деталей або недостатня надійність, висока вартість або дефіцитність матеріалу деталей та ін), які студент повинен вирішувати, перш за все, методами матеріалознавства. Однак у проекті можуть прозвучати і інші пропозиції щодо зниження гостроти проблеми.

При такому варіанті формулювання теми перший розділ повинен бути присвячений аналізу конструктивних особливостей деталей, схеми їх роботи, умов експлуатації, виду та механізму зношування деталей і виявлення основних вимог, які до них пред'являються.

Для цього необхідно дати схему обладнання і характер сполучення зношуваних деталей. Привести основні параметри режимів роботи, від яких залежить працездатність деталей (швидкість ковзання, навантаження, температура поверхонь тертя, властивості абразиву та ін.) Вид та механізм зношування бажано проілюструвати схемами або дати фотографії зношеної поверхні. Характер зношування показати у вигляді епюри із зазначенням максимально допустимої величини зносу. Необхідно сказати до чого призведе

експлуатація обладнання при більшому зносі деталей. Наприклад, знижується продуктивність обладнання, з'являються дефекти на виробі, виникає надмірна вібрація, збільшується небезпека поломок деталей та ін.

Тут же необхідно навести характеристику металу деталей (хімічний склад, механічні властивості, способи і режими термообробки, структурний стан.). Якщо деталь передбачається наплавляти, то необхідно оцінити схильність до утворення холодних або гарячих тріщин. Бажано привести ізотермічні, термодинамічні діаграми або інший графічний матеріал, що більш повно ілюструє результати аналізу.

Розглянуті дані слід розподілити по підрозділах в логічній послідовності, підпорядкувавши першорядні питання другорядним. Наприклад, інформацію про матеріали привести не в кінці розділу, а можливо логічніше розмістити після опису їх конструкції деталей, а нижче провести аналіз умов і характеру зношування.

У кінці першого розділу необхідно зробити короткий висновок, в якому за результатами проведеного аналізу, показати що деталі працюють в таких то умовах, і повинні відповідати певним вимогам (мати опір зношуванню в сполученні з достатньою експлуатаційною надійністю, або опором зношування при підвищених температурах і т.д.). І що, наприклад, вирішення поставлених в проекті задач можливо шляхом використання іншого класу матеріалів, ніж ті, що використовуються на даний час, або іншого структурного стану і т.д. При цьому важливо підкреслити, що для знаходження оптимального рішення в даному напрямку, необхідно детально провести аналіз сучасного стану наукових і технічних досягнень в цьому питанні. Подібне резюме дозволяє логічно і обґрунтовано перейти до наступного розділу проекту.

Наступний розділ присвячується аналізу одного із матеріалознавчих напрямків вирішення подібних проблем. Якщо в першому розділі попередньо було зроблено прогноз, що вирішення існуючої проблеми, можливо шляхом заміни, наприклад підшипників із бабіту на підшипники металокерамічні, або із сучасних алюмінієвих сплавів, то слід детально розглянути цей клас матеріалів. Спочатку, більш розглянути, узагальнити і систематизувати знання попередніх періодів, можливо починаючи з історії і передумов створення вибраного класу матеріалів. При цьому можна спиратись на

інформацію з більш давніх літературних джерел, підручників, загально відомих монографій та ін. А далі, узагальнюючи результати сучасних робіт, проводячи порівняльний аналіз, звужуючи інтервал пошуку, знайти необхідне рішення. При цьому роботу необхідно ілюструвати рисунками, дані на основі яких приймається рішення, по можливості об'єднати у вигляді таблиць.

Далі слід вибрати і обґрунтувати спосіб виготовлення деталі із вибраного Вами матеріалу та назначити режими термообробки, які забезпечать необхідний структурний стан робочої поверхні. Або запропонувати спосіб нанесення матеріалу на заготовку шляхом наплавлення, напилення та ін. Вибрати і обґрунтувати режими процесу нанесення покриттів.

У висновках необхідно показати наскільки повно знайдено рішення задач, які були поставлені у вступній частині проекту і в чому вони полягають.

Графічна частина проекту складається з 4 аркушів:

- складальне креслення виробу – 1 аркуш;
- умови експлуатації деталі – 1 аркуш;
- вибір матеріалів інженерії поверхні – 1 аркуш;
- вибір режимів інженерії поверхні – 1 аркуш;

5 ВКАЗІВКИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ І ЗАХИСТУ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Вимоги до змісту, обсягу та оформлення курсового проекту та критерії його оцінки встановлюються керівником курсового проектування з урахуванням специфіки конкретної теми. При їх відсутності студент керується загальними вимогами.

Курсовий проект складається з пояснювальної записки об'ємом до 30 сторінок і графічного матеріалу.

Курсовий проект оформлюється на державній мові.

Пояснювальну записку виконують згідно до стандартів ДСТУ 3008:2015 «Документація. Звіти в сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» на аркушах формату А4 (210x297 мм) на одній сторінці аркуша білого паперу машинним (за допомогою

комп'ютерної техніки) способом. Шрифт - Times New Roman, розмір шрифту – 14, міжстроковий інтервал – 1,5.

Усі конструкторські та технологічні документи повинні бути оформлені у відповідності до вимог ЄСКД і ЄСТД.

Титульний аркуш оформлюється за формою 2 ДСТУ ГОСТ 3.1103:2014.

Завдання оформлюється студентом згідно форми №25 (<http://zntu.edu.ua/novi-blanki-zntu>)

Бібліографічні дані приводити згідно ДСТУ 8302:2015

Креслення виконуються на форматі А1 за необхідності А0 згідно ГОСТ2.301-68

Заповнюваність креслень не менш 80 % поля аркуша.

Курсовий проект подається на випускову кафедру, як правило, не пізніше ніж за два тижні до дня захисту в комісії.

Захист проекту може проводитись як у ЗНТУ, так і на підприємствах, в установах та організаціях, для яких тематика робіт, поданих для захисту, має науковий, теоретичний або практичний інтерес.

Захист проекту здійснюється, як правило, державною мовою. Рішення про допуск до захисту проекту іноземною мовою приймає на своєму засіданні до початку роботи комісії випускова кафедра за заявою студента.

Засідання комісії із захисту проекту мають відкритий (публічний) характер. У засіданні комісії можуть брати участь керівники робіт, викладачі кафедр, запрошені, всі охочі.

Студент, який за результатами захисту отримав незадовільну оцінку або не атестований з будь-яких причин, відрховується із ЗНТУ з правом повторного захисту протягом трьох років. Йому видають академічну довідку встановленого зразка.

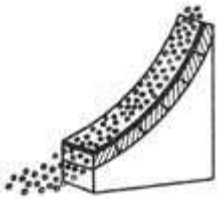
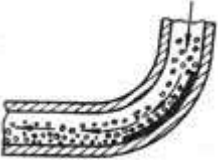
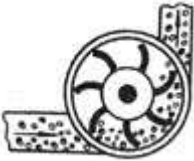
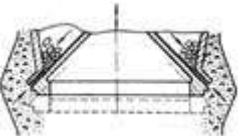
Повторний захист особи здійснюють на компенсаційній основі, за винятком випадків неявки на захист, непередставлення проекту на захист із поважних причин, підтверджених документально. Повторне проведення захисту з метою підвищення оцінки не дозволяється.

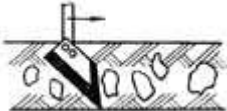
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

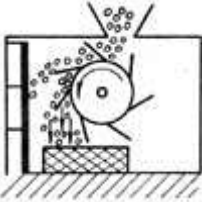
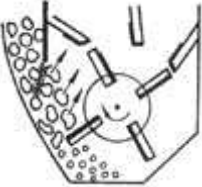
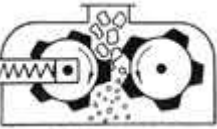
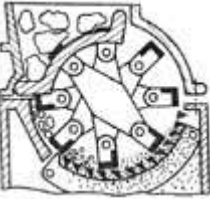
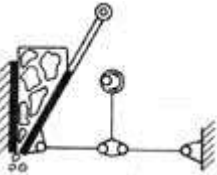
1. Багрянский К.В. Электродуговая сварка и наплавка под керамическими флюсами. – К.: Техніка, 1976. - 184 с.
2. Бунин К.П., Таран Ю.Н. Строение чугуна. М.: Металлургия, 1972. – 160 с.
3. Восстановление и повышение износостойкости и срока службы деталей машин. – Запорожье: Изд-во ОАО «Мотор Сич», 2000. – 394 с.
4. Геллер Ю.А. Инструментальные стали –М.: Металлургия, 1983. – 527с.
5. Гуляев А. П. Инструментальные стали –М.: Машиностроение, 1975. – 272 с.
6. Наплавочные материалы стран членов СЭВ. Каталог – справочник. - К-М.: Международный центр научной и технической информации, 1979. – 619 с.
7. Попов В.С., Брыков Н.Н. Металловедческие аспекты износостойкости сталей и сплавов. – Запорожье: ЗГТУ, 1996. – 180 с.
8. Попов В.С., Брыков Н.Н., Дмитриченко Н.С., Приступа П.Г. Долговечность оборудования огнеупорного производства. – М.: Металлургия, 1978. – 232 с.
9. Порошковые проволоки для электродуговой сварки. Каталог-справочник. Под редакцией Походни И.К. - К.: Наукова думка, 1980. – 180 с.
10. Сварочные материалы для дуговой сварки, Справочник т. 1, Защитные газы и сварочные флюсы. Под общей редакцией Н.Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. - 544 с.
11. Тененбаум М.М. Сопротивление абразивному изнашиванию. – М.: Машиностроение, 1976. – 272 с.
12. Тылкин М.А. Справочник термиста ремонтной службы. – М.: Металлургия, 1981. – 648 с.
13. Филиппов М.А., Литвинов В.С., Немировский Ю.Р. Стали с метастабильным аустенитом. – М.: Металлургия, 1988. – 256 с.
14. Цыпин И.И. Белые износостойкие чугуны. Структура и свойства. - М.: Металлургия, 1983. – 176 с.

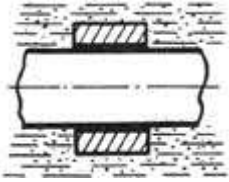
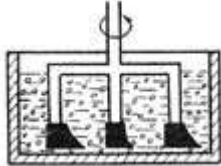
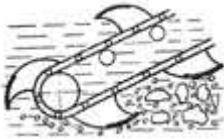
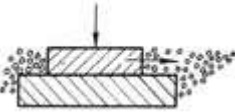
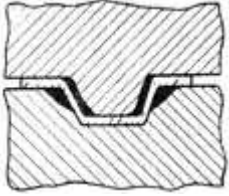
Додаток А

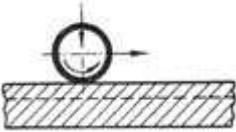
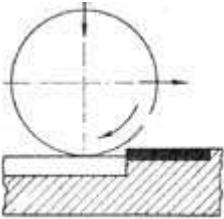
Індивідуальні завдання

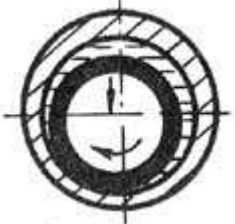
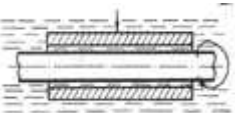
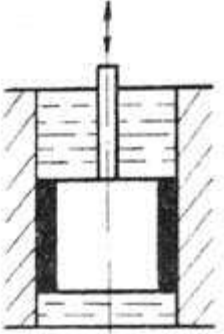
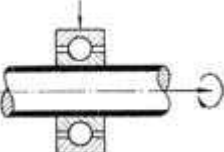
№	Схема	Контртіло, контрсеред овище	Додаткові умови	Приклади
1.		Кварцовий пісок, подрібнена порода	Абразивне зношування при невисокому тиску	Облицювання бункера, прес-форми для цегли.
2.		Гранульований шлак, сталева дріб	Інтенсивне газоабразивне зношування	Трубопроводи дробильнострумених і піскострумених пристроїв
3.		Формувальна земля, пісок	абразивне зношування	Пісcomedети, деталі формувальних машин, лопатки дробемета
4.			абразивне зношування	Ікла роторного екскаватора, ріжучі зуби, робочі деталі брикетних пресів
5.		Сталь. При відкриванні затвора - агломерат,	Температура газу до 800° С	Великий конус і чаша засипного апарату

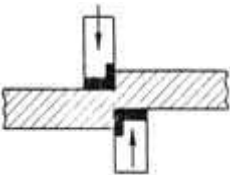
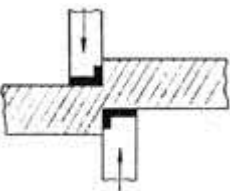
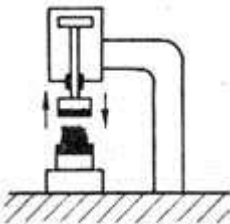
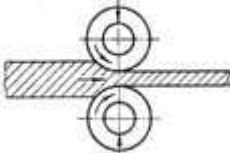
		шихта, колошниковий пи́л		доменної печі
6.		Пластмаси з наповнювачами; сирий синтетичний каучук Кварцовий пісок, подрібнена порода, суха або волога	Температура до 400° С; агресивні розчини	Шнеки і гільзи екструдерів, віджимних машин
7.		Ґрунт різних типів (чорнозем, суглинок та ін.)		Лемеші плугів, лапи культиваторів, диски борон
8.		кам'янистий ґрунт		Лемеші плугів, диски борон, лапи культиваторів
9.		Пісок і замерзлий ґрунт, валуни, скельні породи	Тиск до 500 кгс / см ²	Зуби і ковші екскаваторів, деталі дробарок

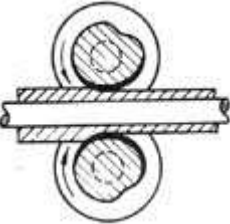
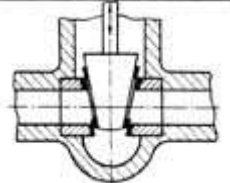
10.		Пісок і замерзлий ґрунт, валуни, скельні породи	Ударно-абразивне зношування	Лопатки дробеметів, відбійні листи, лопаті димососів і експаустерів
11.		Сталева дріб, електрокорунд	Абразивне зношування, удари	Била молоткових дробарок і млинів для розмелювання вугілля
12.		Вугілля	абразивне зношування	Била молоткових дробарок і млинів для розмелювання вугілля
13.		Вапняк, каолін та інші породи	Абразивне зношування, удари	Колосники молоткових дробарок, деталі шарових млинів, молоткових дробарок
14.		Руда і гірські породи середньої і високої крепості	Ударно-абразивне зношування при тиску до 5 ГПа	Щоки дробарок, бандажі валкових дробарок

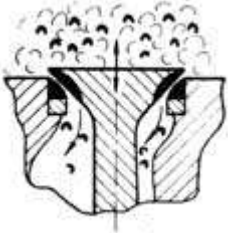
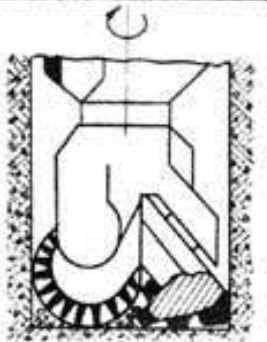
15.		Рідке середовище і тверді зважені зерна (пісок і ін.)	Гідроабразивне зношування	Захисні втулки валів, деталі насосів і гідротурбін
16.		Пісок і гравій, мелені мінерали	Гідроабразивне зношування	Мішалки і інші деталі змішувачів, земснаряди
17.		Пісок, гравій і каміння	Гідроабразивне зношування	Детали морських землечерпалок, грейдерів і екскаваторів
18.		Конструкційна сталь і абразив	Абразивне зношування і удари	Детали морських землечерпалок, грейдерів та екскаваторів
19.		Конструкційна сталь	Тертя без змащення або з граничним мащенням	Направляючі, вимірювальний інструмент
20.		М'яка сталь, нержавіюча сталь, алюміній	Тиск понад 5 ГПа удари, ковзання	Штampi для гнуття металевих листів, витяжні штampi холодного штампування

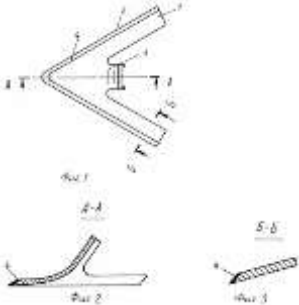
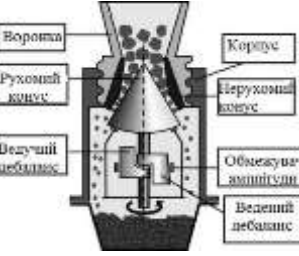
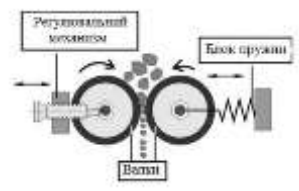
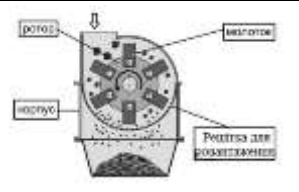
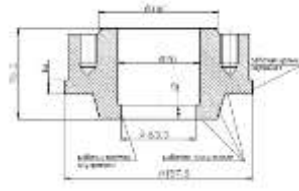
21.		М'яка сталь, нержавіюча сталь, алюміній	Тертя кочення	Робочі колеса кранів, колісні пари і бандажі
22.		Гума або синтетична тканина	Абразиви - кварцовий пісок або більш тверді породи	Ролики транспортних засобів
23.		Сталь	Кочення і сильні удари, що викликають зминання, а також абразивне зношування	Залізно- дорожні хрестовини, ланки гусениць
24.		Конструкці йна сталь	Граничне мащення, контактна втома	зуби шестерень
25.		Конструкці йна сталь	Граничне мащення, присутність продуктів зношування	Ущільнення валів, вузли тертя ковзання

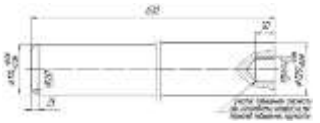
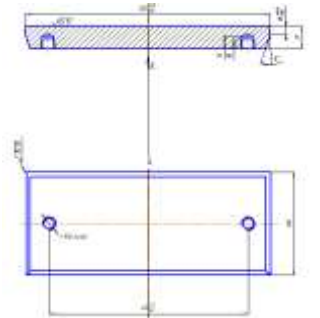
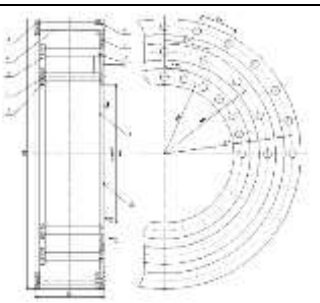
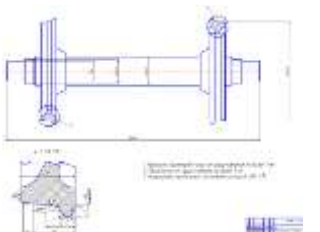
26.		Бронза, анти- фрикційна сталь	Плівка мащення	Вали, осі в вузлах тертя з мастилом
27.		Сталь	Водяна плівка	Кінцеві вали судів, підшипники ковзання гідравлічних приводів
28.		Вода	Гидравлічні ские удари при руйнуванні кавітаційн их пухірків, кавітаційна эрозія	Лопаті гідротурбін, лопаті суднових гвинтів
29.		Сталь, бронза	Кавітація, тертя ковзання	Плунжери гідравлічних пресів
30.		сталь	Фретінг- корозія, яка супроводжу ється	Посадочні місця

			динамічним и навантажен нями	
31.		Сталь, кольорові метали	Тиск понад 50 ГПа, удари, ковзання	Ножі ножиць гарячого різання, штампи гарячого штампування
32.		Сталі нагріті до 110° С	Тиск понад 50 ГПа, удари, сухе ковзання метал по металу, окислюваль на атмосфера, різке охолодженн я	Ножі ножиць гарячого різання, штампи гарячого штампування
33.			Окислювал ьна атмосфера, удари	Робочі деталі кувальних молотів і пресів, кувальні штампи гарячого штампування
34.		Гарячий метал (лист і сорт)	Циклічний нагрів, удари, різке охолодженн я	Валки гарячої прокатки листа і сорту (квадрат, круг)

35.		Гарячий метал - труби	Циклічний нагрів, удари, різке охолодження	Валки пільгер станів, кувальних машин, штампи гарячого штампування
36.		Гарячі гази	Окислювальна атмосфера, висока температура	Деталі облицювання печей, тримачі
37.		Рідкі й газоподібні агресивні середовища, які призводять до корозії	Окислювальна атмосфера	Днища котлів, стінки резервуарів, труби (внутрішні поверхні)
38.		Зола, пісок, вугілля	Температура до 500 °C	Паро-зольні вентилі, сідла продувних клапанів
39.		Пар високих параметрів, вода	Температура до 585 °C, тиск до 12 ГПа	Трубопровідна засувка, вентиль, паровий клапан

40.		Жаростійкий чавун або сплав, вихлопні гази	Температура до 850 °С, удари	Вихлопні клапани двигунів внутрішнього згорання
41.		Розплавлене скло	Температура 600 - 800 °С	Форми для пресування скла
42.		Порода, суха і волога	Абразивне зношування з ударами	Зуби шарошок бурових доліт, замки і муфти бурильних труб, гірський і ґрунтообробний інструмент

43.		Грунт	Безударне абразивне зношування	Лапа культиватора
44.		Абразив	Абразивне зношування з ударами	Рухомий конус
45.		Абразив	Безударне абразивне зношування	Валок
46.		Абразив	Абразивне зношування з ударами	Молоток (било)
47.		Абразив	Безударне абразивне зношування	Штамп для пресування циліндричних пустотілих вогнетривких виробів

48.		Абразив	Безударне абразивне зношування	Стержень прес-форми, прес-форми
49.		Абразив	Безударне абразивне зношування	Штамп прес-форми для пресування суцільних прямокутних виробів.
50.		Абразив	Абразивне зношування з ударами	Била корзин дезинтегратора
51.		Метал (рейки)	Тертя кочення метал по металу	Колісна пара