

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

**КАФЕДРА «МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»
ИМ. ПРОФ. СЕДУША В.Я.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению курсового проекта

по дисциплине вариативной части

по выбору вуза профессионального цикла

РЕМОНТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

для студентов всех форм обучения

направления подготовки 15.03.02

«Технологические машины и оборудование»

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

**КАФЕДРА «МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ
МЕТАЛЛУРГИИ» ИМ. ПРОФ. СЕДУША В.Я.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению курсового проекта

по дисциплине вариативной части

по выбору вуза профессионального цикла

РЕМОНТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

для студентов всех форм обучения

направления подготовки 15.03.02

«Технологические машины и оборудование»

Рассмотрены на заседании
кафедры «Механическое оборудование
заводов черной металлургии»
им. проф. Седуша В.Я.
Протокол № 11 от 03.04.2017 г.

Утверждены на заседании
учебно-издательского совета ДОННТУ
Протокол № ____ от __.__. 20__ г.

**Донецк
ДОННТУ
2017**

УДК 621.(071)

Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине вариативной части по выбору вуза профессионального цикла «Ремонт металлургического оборудования» для студентов всех форм обучения направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» / сост.: В. А. Сидоров. – Донецк: ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 2017. – 16 с.

В методических указаниях приведены пояснения по объему и содержанию расчетной и графической части проекта по дисциплине «Ремонт металлургического оборудования» для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», дана методика выполнения отдельных разделов и частей проекта, правила оформления чертежей и пояснительной записки в соответствии с требованиями ЕСКД и действующих стандартов.

Составители: Сидоров В.А., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» им. проф. Седуша В.Я.

Рецензенты: д.т.н., профессор А.П. Кононенко
д.т.н., профессор С.П. Еронько

Ответственный за выпуск:

к. т. н., профессор А. Л. Сотников

ЗМІСТ

	С.
1. Мета і задачі курсового проекту	4
2. Завдання і зміст проекту	4
3. Загальні методичні вказівки	4
4. Теоретичні положення	5
4.1. Геодезичне обґрунтування монтажу	5
4.2. Складальні і монтажні вузли	5
4.3. Проектування системи змазування	6
4.4. Розрахунок зусилля попередньої затяжки різьбових з'єднань	9
4.5. Розрахунок тиску мастил при використанні гідропресового метода розбирання з'єднань з гарантованим натягом	10
4.6. Проектування поопераційного графіку монтажу машин	10
5. Оформлення курсового проекту	11
6. Склад графічної частини	11
7. Захист курсового проекту	12
Література	12
Додаток	13

1. МЕТА І ЗАДАЧІ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Дисципліна "Експлуатація металургійного обладнання" є спеціальною, яка вивчається перед дипломуванням. Вона формує у студентів загальні принципи технічного обслуговування, конкретні методи складання машин і механізмів, ремонту елементів машин, методи змазування вузлів і деталей, балансування деталей, що обертаються, організації ремонтного виробництва.

Курсовий проект виконується на базі розрахунків і креслень, які зроблені студентами при виконанні курсових проектів за дисциплінами "Механічне обладнання доменних цехів", "Механічне обладнання сталеплавильних цехів", "Механічне обладнання прокатних цехів".

2. ЗАВДАННЯ І ЗМІСТ ПРОЕКТУ

Завдання на курсовий проект визначається темою, початковими даними, спеціальними задачами, які студент повинен вирішити, термінами виконання. Виконання курсового проекту закінчується оформленням пояснювальної записки, яка містить обґрунтування прийнятих рішень, розрахунків, ескізів або схем.

Темами курсових проектів можуть бути реальні завдання від працівників металургійних заводів, проектно-дослідних інститутів і кафедри.

В завданнях наводяться початкові дані частково, які визначають напрямки проектування. Додаткові дані студент визначає самостійно, керуючись попередніми дисциплінами.

Пояснювальна записка містить такі основні розділи: титульний лист; завдання; зміст; вступ; геодезичне обґрунтування монтажу; проектування систем змазування пластичними і рідкими мастилами, розрахунки сил попередньої затяжки різьбових з'єднань, тиску мастил, які необхідні для використання гідропресового методу розбирання з'єднань з гарантованим натягом, схем строповки; висновки, літературу, додатки.

3. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Усі основні рішення при виконанні курсового проекту, проектуванню систем пластичних і рідких мастил, визначенню умов геодезичного обґрунтування монтажу, розрахунків зусиль попередньої затяжки різьбових з'єднань, тиску мастил, достатніх для розбирання з'єднань з гарантованим натягом, вибору монтажних інструментів - студент повинен приймати самостійно. За прийняті у проекті рішення і вірність розрахунків відповідає студент – автор проекту.

Заслужують заохочення оригінальні рішення, направлені на використання нових видів обладнання і поліпшення технічних показників металургійних машин, що експлуатуються.

Курсовий проект виконується під керівництвом викладача кафедри, котрий, якщо необхідно, надає допомогу при оцінці якості рішень і методик розрахунків. Студент виконує розрахунки і систематично інформує викладача.

Методики розрахунків наведені у відповідних розділах даних вказівок і у рекомендованих літературних джерелах.

За вказівками керівника проекту студент виконує теоретичні дослідження, порівняльні розрахунки і надає їх в зручному вигляді.

4. ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1. Геодезичне обґрунтування монтажу

Геодезичне обґрунтування монтажу – це є сукупність геодезичних позначок. Металургійне обладнання вивіряють за допомогою реперів (координата Z) і плашок (координати X , Y).

Геодезичні знаки надійно закріплюються на фундаментах і вивіряються відносно державної геодезичної опори. При виконанні курсового проекту студенти приймають за нуль висоти середній рівень води у Фінській залозі Балтійського моря або рівень чистого полу цеха. Для вивірки по координатам X , Y використовуються базові осі, за які приймають основні технологічні вісі цеху (вісь прокатки, вісь головного приводу) або вісі будівель (вісі колон).

4.2. Складальні та монтажні вузли. Схеми строповки

Складальний вузол – це частина машини, яку можна скласти незалежно від будь-яких других частин. Він повинен мати елементи базування (наприклад, конічні отвори у кришках редукторів, буртики на валах).

Монтажний вузол – це один або декілька складальних вузлів, як одне ціле. Він обумовлюється вантажністю мостових кранів. Технічні параметри складальних і монтажних вузлів, які є підставою для вибору і розрахунку стропів, студент приводить у таблиці 1.

Таблиця 1 - Складальні і монтажні вузли

Найменування	Вид	Маса

Мета розрахунку стропів – вибір канатів.

Зусилля на один канат

$$S = \frac{m \cdot g}{n},$$

де m - маса вузлів;

$g - 9,81 \text{ м/с}^2$;

n – кількість канатів у стропі.

Згідно з розривним зусиллям

$$P = S \cdot K,$$

де K – коефіцієнт запасу;

студент вибирає тип і діаметр канату [6,7].

4.3. Проектування систем змазування

Після аналізу креслення машини, студент складає таблицю 2 технічних параметрів вузлів тертя.

Таблиця 2 - Технічні параметри вузлів тертя

Найменування вузлів тертя	Вид мастил	Діаметр d , мм	Частота обертання n , об/мін	Потужність N , кВт	К.К.Д. η
Підшипник 1-я ступінь редуктора	пластичні рідкі	200 -	400 -	- 35	- 0,97

4.3.1. Розрахунок систем пластичного змазування

Розрахунок виконується в наступному порядку:

- 1) приймається тип системи – ручна або автоматична;
- 2) розраховується норма витрату пластичних мастил

$$q = 11 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \text{ см}^3/\text{м}^2\text{ч}$$

де 11 - мінімальні витрати;

K_1 - коефіцієнт, який обумовлюється діаметром підшипника;

K_2 - коефіцієнт, який обумовлюється частотою обертання;

K_3 - коефіцієнт, який залежить від якості поверхонь;

K_4 - коефіцієнт, який обумовлюється робочою температурою підшипника;

K_5 - коефіцієнт, який залежить від технологічних зусиль;

3) об'ємні витрати пластичних мастил

$$V = q \cdot F \cdot T, \text{ см}^3$$

де F - площа поверхонь тертя;

T - режим змазування;

4) відповідно зі значеннями V вибираються дозуючі живильники;

5) розраховується кількість ручних або автоматичних станцій змазування

$$M_p = \frac{h \cdot \sum a_i \cdot V_i}{\alpha \cdot V_p}; \quad M_A = \frac{\sum a_i \cdot V_i}{\beta \cdot T_H},$$

де M_p , M_A - відповідно кількість ручних і автоматичних систем змазування;

a_i - кількість дозуючих живильників даного типу;

α - коефіцієнт заповнення резервуару станції;

V_p - об'єм резервуару станції;

β - коефіцієнт зносу плунжерів;

T_H - час нагнітання.

4.3.2. Розрахунок систем змазування рідкими мастилами

1) розраховується кількість тепла, що виділяється у вузлах тертя

$$Q_1 = \sum (1 - \eta_i) \cdot N$$

де η_i - к.к.д. вузла тертя;

N - потужність, яка передається;

2) розраховується кількість тепла, що відводиться у зовнішнє середовище

$$Q_2 = K(T_1 + T_2) F,$$

де K - коефіцієнт тепловіддачі;

T_1, T_2 – відповідно температура мастила і температура зовнішнього середовища;

F - площа, через яку відводиться тепло;

3) якщо $Q_1 > Q_2$ - то прийметься циркуляційна система змазування;

якщо $Q_1 < Q_2$ - то люба система змазування.

4.3.3. Розрахунок в'язкості рідких мастил

Відносна в'язкість рідких мастил, які використовуються для зубчастих зачеплень

$$BY_{50} = 5 \cdot 10^{-3} m q,$$

де BY_{50} - відносна в'язкість мастил, яка відповідає температурі 50°C;

m - коефіцієнт, який враховує окружну швидкість [2];

q - зусилля на одиницю довжини зуба, Н/см.

Якщо по значенню BY_{50} неможливо вибрати сорт мастила, то робиться перерахунок на BY_{100}

$$BY_{100} = 5 \cdot 10^{-3} m q \left(\frac{100}{50} \right)^{-a}$$

Тут
$$a = 2,3 + \left(0,05 BY_{50} - \frac{0,04}{BY_{50}} \right)$$

Для підшипників ковзання динамічна в'язкість мастила

$$\mu = \frac{10^{-1}}{m_1} \left(\frac{D-d}{d} \right)^2 \frac{p}{w},$$

де m_1 - коефіцієнт Зоммерфельда [1];

D - внутрішній діаметр підшипника;

d - діаметр вала;

p - робочій тиск мастила;

w - кутова швидкість.

В'язкість рідких мастил для підшипників кочення знаходиться по номограмі [9].

Наведені формули справедливі тільки для одного вузла тертя. Для машин з різноманітними вузлами тертя в'язкість рідких мастил

$$BY_{\text{общ}} = \frac{\sum BY_i}{n},$$

де n - кількість вузлів тертя.

4.4. Розрахунок зусилля попередньої затяжки різьбових з'єднань

4.4.1. Розрахунок зусилля попередньої затяжки, якщо геометрична вісь болта і технологічна сила паралельні

У такому випадку зусилля попередньої затяжки

$$Q_o = K(1-\chi)P,$$

де K – коефіцієнт затяжки [1];

χ - коефіцієнт основного навантаження [1,4];

P – технологічна сила.

Коефіцієнт основного навантаження

$$\chi = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_o},$$

де λ_1 - податливість фланців;

λ_o - податливість болта

4.4.2. Розрахунок зусилля попередньої затяжки, якщо геометрична вісь болта і технологічне зусилля перпендикулярні

У цьому випадку

$$Q_o = K \frac{P}{\mu},$$

де μ - коефіцієнт тертя.

4.5. Розрахунок тиску мастил при використанні гідропресового метода розбирання з'єднань з гарантованим натягом

Тиск мастил розраховується по формулі

$$P = P_1 + P_2 + P_3,$$

$$\text{де } p_1 = \frac{i}{\frac{K_{п1}}{E_1} D_1 + \frac{K_{п2}}{E_2} D_2}; \quad p_2 = \frac{K_2 \cdot i E_2}{K_{п2} D_2}; \quad p_3 = \frac{2(H_{сп1} + H_{сп2}) E_2}{K_{п2} D_2}.$$

В цих формулах

p_1 - тиск мастил, при якому врівноважується контактний тиск, обумовлений натягом;

p_2 - тиск мастил, який потрібен для додаткового деформування втулки;

p_3 - тиск мастил, який потрібен для утворювання мастильної плівки;

i - теоретичний натяг;

$K_{п1}, K_{п2}$ – коефіцієнти пропорційності вала і втулки [1];

D_1, D_2 - діаметри вала і втулки;

E_1, E_2 - модуль пружності матеріалів вала і втулки;

K_2 - коефіцієнт, який є функцією діаметрів і фізико механічних властивостей матеріалів [1].

Граничні тиски, при яких можливі пластичні деформації

$$p_{т1} = \frac{\sigma_{т1}}{2} \quad p_{т2} = \sigma_{т2} \frac{D_n^2 - D_2^2}{D_n^2 + D_2^2},$$

де $\sigma_{т1}, \sigma_{т2}$ - межа текучості матеріалів вала і втулки;

D_n, D_2 - зовнішній і внутрішній діаметри втулки.

Якщо $p < p_{т1}, p < p_{т2}$, то пластичні деформації неможливі.

4.6. Проектування поопераційного графіку монтажу машин

Користуючись [8] студент визначає сумарні витрати Q (чол. годин), які потрібні на складання машини та склад бригади слюсарів n . Тривалість монтажу

$$T = \frac{Q}{n}, \text{ годин.}$$

Окремі операції виконуються послідовно, або паралельно.

В електронній базі кафедри МОЗЧМ є програми, які допомагають автоматизувати теоретичні розрахунки:

PKVC – розрахунки по підшипникам кочення;

PSVGK – розрахунки по різьбовим з'єднанням;

ZACT – розрахунки по з'єднанням з гарантованим натягом.

5. ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

5.1. Пояснювальна записка

Виклад матеріалу повинен бути стиснений, чіткий, грамотний, відповідати правилам і вимогам єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД).

Загальними вимогами є:

- 1) чіткість викладів;
- 2) логічна послідовність викладу матеріалу;
- 3) переконливість аргументів;
- 4) короткість і чіткість формулювань, виключаючи можливість суб'єктивного та неоднозначного тлумачення;
- 5) конкретність викладу результатів;
- 6) доказовості висновків і рекомендацій.

Пояснювальна записка повинна мати такі розділи:

- 1) реферат;
- 2) вступ;
- 3) теоретичні положення;
- 4) висновки і рекомендації;
- 5) перелік літературних джерел;
- 6) додатки.

Записка повинна мати титульний лист. Специфікації підшиваються в кінці записки.

6. СКЛАД ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

Лист 1: схема геодезичного обґрунтовування монтажу, схеми строповки складальних і монтажних вузлів, технічні характеристики канатів

Лист 2: креслення монтажних інструментів (гідроключі, зйомники),
схеми змазування.

7. ЗАХИСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Студент повинен виконати курсовий проект в заплановані терміни.
Захист проектів проводиться у комісії, яказначається кафедрою.
Після захисту курсові проекти зберігаються на кафедрі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Седуш В.Я. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин: Учебник – 3-е изд., перераб. и доп.- К.: НМК ВО, 1992.
2. Гедык П.К., Калашникова М.И. Смазка металлургического оборудования. - М.: Металлургия, 1971.
3. Бабат Г.И. Индукционный нагрев металла и его промышленное применение. 2-е изд., перераб. и доп. – М.; Л.: Энергия, 1965.
4. Биргер И.А., Иосилевич Г.Б. Резьбовые соединения // Детали машин /Под ред. Н.С.Ачеркана. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1968.
5. Бобровников Г.А. Прочность посадок, осуществляемых холодом. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1971.
6. Иванченко Ф.К. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин. – К.: Вища школа, 1978.
7. Павлов И.Г. Примеры расчетов кранов. – Л.: Машиностроение, 1976.
8. Министерство монтажных и специальных строительных работ СССР. Ведомственные нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы //Сборник В12. – М.: Металлургия, 1969.
9. Бейзельман Р.Д., Цыпкин Б.В., Перель Л.Я. Подшипники качения. Справочник. – М.: Машиностроение, 1975.

ДОДАТОК

Приклад завдання та змісту курсового проекту

Тема: «Розробити технологію складання основних вузлів машини (рольганги, маніпулятори та ін.)».

Вихідні данні: Загальні види та розрізи вузлів машини, яка була об'єктом проектування по курсу доменного або сталеплавильному обладнанню або буде об'єктом проектування по прокатному обладнанню.

Склад пояснювальної записки:

1. Розробка загальних питань складання вузлів машини.

Для цього потрібно:

- а) визначити склад складальних та монтажних вузлів;
- б) вибрати схеми строповки та канати.

2. Технологія складання різьбових з'єднань.

Для вирішення цієї задачі потрібно:

- а) скласти таблицю різьбових з'єднань за такою схемою:

Назви різьбового з'єднання	Різьба	Матеріал болта	Фланці			
			верхній		нижній	
			товщина, мм	матеріал	товщина, мм	матеріал
Болт кришки підшипника	M32	40H	40	Сталь	50	Чугун

- б) розрахувати зусилля попередньої затяжки;
- в) вибрати стандартний інструмент або спроектувати спеціальний.

3. Технологія складання підшипників.

Для чого:

- а) скласти таблицю підшипників по схемах:

a1 – підшипники кочення

Найменування	Посадки	Зазори, мм	
		Осьовий	Радіальний
Підшипники 1-го вала			
№312	*	*	*
№3518	*	*	*

а2 – підшипники ковзання

Найменування	Довжина, мм	Діаметр, мм	Матеріал	Зазори, мм	
				верхній	боковий
Підшипники 3-го вала з приводної сторони	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*

- б) розрахувати зусилля запресовки (разпресовки);
 в) назначити елементи базування;
 г) вибрати або спроектувати інструменти для складання та контролю.

4. Технологія складання зубчастих зчеплень.

- а) скласти таблицю зубчастих зчеплень за такою формою:

Найменування	Розміри l/d, мм	Посадка	Матеріал
Колеса 1-го ступеню	350/120	*	*

- б) визначити натяг;
 в) розрахувати зусилля запресовки (разпресовки);
 г) розрахувати температуру нагріву;
 д) визначити елементи базування.

5. Змазування вузлів тертя:

- а) скласти таблицю вузлів тертя

Найменування	Вид мастил		Технічні характеристики			
	рідинне	Пластичне	діаметр, мм	частота обертання n, об/хв.	потужність, кВт	К.К. Д.
Підшипник 1-го валу Зубчасте зачеплення 2-го валу	*	*	*	*	*	*

- б) вибрати дозуючі живильники та розрахувати кількість станцій змазування;
- в) вибрати мастило, розрахувати подачу або кількість мастила, що міститься у ванні.

Склад креслень: 2 креслення, на першому зобразити схеми строповки та схеми змазування, а на другому - елементи базування та інструменти.