

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО  
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ  
І СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»  
(РОЗДІЛ «ТРАНСФОРМАТОРИ»)  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ  
ЗА НАПРЯМАМИ 6.050702 – «ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА» І  
6.050701 – «ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ»  
(У ТОМУ ЧИСЛІ ДЛЯ СКОРОЧЕНОГО ТЕРМІНУ НАВЧАННЯ)

Кременчук 2010

Методичні вказівки щодо виконання курсової роботи з навчальної дисципліни «Електричні машини» (розділ «Трансформатори») для студентів денної та заочної форм навчання за напрямами 6.050702 – «Електромеханіка» і 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» (у тому числі для скороченого терміну навчання)

Укладачі: к.т.н., професор В.О. Некрасов,  
к.т.н., доцент А.В. Некрасов,  
асист. Р.М. Донченко,  
асист. В.В. Ромашина

Рецензент д.т.н., с.н.с. А.П. Ращепкін

Кафедра електричних машин та апаратів

Затверджено методичною радою КНУ імені Михайла Остроградського

Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2010

Заступник голови методичної ради \_\_\_\_\_ доц. С.А. Сергієнко

## ЗМІСТ

Вступ	4
1 Вимоги щодо оформлення пояснювальної записки	5
1.1 Загальні вимоги	5
1.2 Шифр курсового проекту	6
1.3 Побудова і рубрикація записки	6
1.4 Реферат	7
1.5 Зміст	8
1.6 Висновок	8
1.7 Нумерація листів	8
1.8 Побудова таблиць	8
1.9 Формули	9
1.10 Список літератури	9
1.11 Додаток	10
2. Оформлення графічної частини	10
3. Календарний план	11
4. Порядок захисту проекту	11
Список літератури	14
Додаток А Форма основного напису	15
Додаток Б Друкарські помилки	17

## ВСТУП

У даному курсовому проекті розробляється трифазний двообмотковий трансформатор типу ТДР з масляним охолодженням.

Метою курсового проектування – розширення і закріплення теоретичних знань з навчальної дисципліни, а також вивчення сучасних методів розрахунків та проектування силових трансформаторів.

Під час проектування вирішується задача вибору і розрахунку розмірів магнітопроводу та обмоток, тепловий розрахунок, розробка конструкції трансформатора, тощо.

Розробка конструкції трансформатора повинна брати за основу існуючі стандарти.

# 1 ВИМОГИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

## 1.1 Загальні вимоги

Пояснювальну записку до курсового проекту виконують на аркушах форматом А4 (297×210мм).

З усіх чотирьох боків аркуша повинні бути залишені поля розміром 20 мм, заповненість сторінки має становити 75% від її загального обсягу.

Текст виконують комп'ютерним способом, шрифтом Times New Roman, розміром 14 пунктів через півтора міжрядкових інтервала. Заголовок підрозділу від попереднього тексту відокремлюють трьома інтервалами. Відступ від назви підрозділу до наступного тексту повинен складати півтора інтервала.

Назви підрозділів та пунктів для зручності читання потрібно виділяти напівжирним шрифтом.

На одній сторінці допускається не більше трьох виправлень, зроблених акуратно і розбірливо (допускається застосування коректора).

Записка повинна включати титульну сторінку, листок технічного завдання і реферат, які обов'язково повинні бути написані державною мовою.

Титульна сторінка і листок технічного завдання подано в якості зразка на стенді курсового проектування.

Кожен листок записки, окрім титульної сторінки і листка технічного завдання, повинен мати рамку й основний напис, дивись додаток А, де номери граф на формах показані у дужках:

- у графі 1 – найменування теми курсового проекту;
- у графі 2 – шифр курсового проекту;
- у графі 3 – наскрізний порядковий номер аркушів пояснювальної записки;
- у графі 4 – загальна кількість аркушів частини;
- у графі 5 – позначення академічної групи та скорочена назва навчального закладу;

- у графі 6 – прізвища осіб, що підписали документ (без ініціалів);
- у графі 7 – підписи осіб, прізвища яких зазначені у графі 6;
- у графі 8 – дата підписання документа.

Відстань від рамки до меж тексту на початку і в кінці рядків повинна дорівнювати 5 мм. Відстань від верхнього і нижнього рядка тексту, до верхньої або нижньої рамки – 10÷15 мм. Абзацний відступ повинен бути однаковим упродовж усього тексту і дорівнювати п'яти знакам. Якщо заголовок складається з двох і більше речень, їх розділяють крапкою.

Об'єм записки курсового проекту – 40 сторінок скріплених папкою швидкозшивачем.

## **1.2 Шифр курсового проекту**

Перші п'ять літер – це назва навчального закладу.

Наступні дві літери “КП” визначають – курсовий проект.

Наступні дві цифри “07” – це рік розробки курсового проекту.

Наступні шість цифр “092206” – номер фаху.

У наступних трьох цифрах необхідно зазначити останні три цифри залікової книжки “487”.

Під час виконання робочих креслень у наступних трьох знаках вказується номер сторінки креслення, наприклад, “001” або “002”. Під час оформлення пояснювальної записки ці знаки заповнюють цифрами “001”, так як вона відноситься до першого листа графічного матеріалу.

Для вказівки документів додатково проставляють шифр документа, наприклад: “СП” – специфікація; “ПЗ” – пояснювальна записка; “СК” – складальне креслення; “ВП” – відомість проекту.

Приклад. ІЕЕКТ.КП.07.092206.487.001 ПЗ

## **1.3 Побудова і рубрикація записки**

Побудова розміщення матеріалу в записці до курсового проекту повинна бути наступною:

- титульна сторінка (укр. мовою);
- листок технічного завдання (укр. мовою);
- реферат (укр. мовою);
- зміст;
- вступ;
- розрахункова частина;
- висновок;
- список літератури;
- додатки.

Текст титульної сторінки повинен бути набраний шрифтом гарнітурою Times New Roman, розміром 14 пунктів (великими літерами) через півтора інтервала. Назву “ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА” потрібно виділяти напівжирним шрифтом.

Кожну частину записки починають з нового аркуша посередині рядка і друкувати великими літерами напівжирним шрифтом без крапки на кінці, не підкреслюючи.

Заголовки пунктів і підпунктів слід починати з абзацного відступу і друкувати малими літерами, крім першої великої, без крапки в кінці, не підкреслюючи.

Перенесення слів у заголовку не допускається. Не допускається розміщувати назву розділу, підрозділу та пункту в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщено тільки один рядок тексту.

#### **1.4 Реферат**

Реферат призначений для ознайомлення із курсовим проектом. Текст реферату повинен складатися з шести речень у наступній послідовності:

- відомості про об’єм проекту: кількість сторінок, таблиць, графіків, рисунків, джерел переліку посилань, додатків та графічного матеріалу;
- об’єкт розробки;
- мета роботи;

- результати досліджень;
- сфера застосування;
- ключові слова.

### **1.5 Зміст**

Зміст повинен містити заголовки всіх структурних одиниць записки (крім реферату) включаючи вступ, додатки та список літератури. Пункти і підпункти, які не мають заголовків, у змісті не вказують.

### **1.6 Висновок**

У висновку курсового проекту коротко формулюють зміст усіх частин записки й отримані результати, включаючи характеристику прийнятих проектних рішень та їх ефективність із технічної точки зору.

### **1.7 Нумерація листів**

Сторінки рахуються починаючи з титульної, а проставляються вперше на сторінці “РЕФЕРАТ”.

Нумерація проставляється в основному написі арабськими цифрами без крапки, дивись рисунок А.2 додатка А.

### **1.8 Побудова таблиць**

Цифровий матеріал слід оформлювати у вигляді таблиці. Її варто розташовувати безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. Таблицю слід розташовувати посередині сторінки.

Нумерують таблиці, якщо їх більше однієї в документі, арабськими цифрами. Система нумерації повинна бути наскрізною (Наприклад “Таблиця 1”; “Таблиця 2” і т. д.)

Слово “Таблиця” зазначають один раз зліва над першою частиною таблиці.



Якщо таблицю переносять на наступну сторінку, то назву не повторюють, а пишуть “Закінчення таблиці 1”.

Назву можна не давати.

При відсутності окремих даних у таблиці ставлять тире.

Для розмежування рядків таблиці використовують горизонтальні та вертикальні лінії. Застосовувати діагональні лінії не допускається. Увесь текст таблиці має бути набрано через один інтервал шрифтом гарнітурою Times New Roman, розміром 14 пунктів.

## **1.9 Формули**

Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту, у якому вони згадуються, з нового рядка посередині сторінки.

Пояснення позначень величин і числових коефіцієнтів, якщо вони не пояснені раніше у тексті, мають бути наведені безпосередньо під формулою з нового рядка з абзацу зі слова “де” без двокрапки у тій послідовності, у якій вони наведені у формулі. Після формули перед словом “де” ставиться кома. Пояснення значення кожного символу та числового коефіцієнта слід давати з нового рядка через крапку з комою.

Формули, що йдуть одна за одною й не розділені текстом, відокремлюють комою.

Вище і нижче формули або декількох формул слід залишати один вільний рядок. Між формулами, які йдуть одна за одною вільні рядки не потрібні.

## **1.10 Список літератури**

У кінці роботи подається список використаної літератури, яка використовувалася під час розробки трансформатора.

Слід зазначити, що незалежно від мови написання пояснювальної записки, список літератури пишеться тією мовою, якою вона була надрукована.

### **1.11 Додаток**

У додатку, в даному курсовому проекті, зображені графіки залежності  $C_{A,ч}$ ,  $i_0$ ,  $P_X$  від  $\beta$ , як показано у роботі [1, рисунок 10.2, с. 461].

Додаток є продовженням проекту і має наскрізну нумерацію сторінок, спільну з документом. Додаток починається з нової сторінки. Слово додаток пишуть з правого боку рядка малими літерами з першої великої (наприклад “Додаток А”).

Під графіком посередині рядка слід підписати рисунок (наприклад “Рисунок А.1 – График залежності...”)

На додаток повинно бути посилання у тексті (наприклад “...на рисунку А.1...” або “...на рис. А.1...”).

Додаток повинен бути названий у змісті.

## **2 ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ**

Після закінчення розрахунку трансформатора можна приступити до розробки конструкції.

Всі графічні креслення виконуються на трьох аркушах: перший на форматі А1 (814×594 мм), два інші на форматі А2 (594×407). Всі аркуши слід розташувати горизонтально.

Графічна частина повинна відповідати вимогам єдиного стандарту конструкторської документації.

На першому аркуші розташовується: загальний вигляд спроектованого трансформатора у двох проекціях; ескіз підйому виїмної частини; кінець патрубку радіатора; кріплення в бакі активної частини. На другому – магнітна система трансформатора. На третьому – та введення вищої або нижчої напруги трансформатора.

Всі креслення повинні бути рівномірно розташовані на аркуші у масштабі із загальним заповненням сторінки не менш як 75%.

Обидва аркуша графічної частини повинні мати основний напис, як показано на рисунку А.3 додатка А.

### 3 КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Таблиця 3.1

№ пор	НАЗВА ЕТАПІВ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ	Обсяг етапу в сторінках	Строки виконання по тижнях
1	Определение основных электрических величин		1,5
2	Определение исходных данных расчета		
3	Расчет основных коэффициентов		1,5
4	Определение основных размеров		
	Расчет обмотки низшего напряжения		1
5	Расчет обмотки высшего напряжения		2
6	Расчет параметров короткого замыкания		1
7	Расчет напряжений короткого замыкания		1,5
8	Расчет магнитной системы		1
9	Расчет потерь и тока холостого хода		1
10	Тепловой расчет трансформатора		0,5
11	Выбор основных размеров бака		1,5
12	Окончательный расчет превышения температуры обмоток и масла трансформатора		0,5
13	Определение массы масла		
14	Оформлення пояснювальної записки		1
15	Виконання плакату №1		1,5
16	Виконання плакату №2		1,5
22	Захист проекту		17

Примітки:

1. Порядок виконання етапів з 1 по 13 показаний на прикладі розрахунку трансформатора у роботі [1].
2. Графічна частина наведена, як зразок, на стенді курсового проектування в лабораторії № 1113.

### 4 ПОРЯДОК ЗАХИСТУ ПРОЕКТУ

Захист проекту проводиться безпосередньо перед керівником курсового проекту, у присутності всіх бажаючих студентів і викладачів.

До захисту допускаються студенти, проекти яких перевірені та підписані керівником на основних написах записки та креслення. Пояснювальна записка під час захисту передається керівнику, а графічний матеріал розвішується на стенді. Студент, під час захисту, має право користуватися запискою, як довідковим матеріалом.

На початку захисту студенту слід чітко сформулювати поставлену задачу, потім відмітити найбільш цікаві конструктивні та розрахункові рішення, прийняті в проекті і закінчити виступ порівнянням отриманих даних трансформатора із завданням.

Після короткого виступу студенту буде поставлено декілька запитань стосовно спроектованої машини та загальної теорії. Для більш повних відповідей слід опрацювати за рекомендованою літературою наступні питання:

1. Призначення і область застосування трансформаторів, основні визначення.
2. Конструктивні елементи активної частини трансформатора.
3. Конструкція і принцип дії 1-фазного трансформатора.
4. Рівняння магніторушійної сили і електрорушійної сили.
5. Холостий хід 1-фазного ідеального трансформатора, векторна діаграма.
6. Холостий хід 1-фазного реального трансформатора.
7. Навантажувальний режим 1-фазного трансформатора, векторна діаграма.
8. Приведений трансформатор, формули приведення.
9. Векторна діаграма приведенного навантаженого 1-фазного трансформатора, схема заміщення.
10. Зовнішні характеристики трансформатора.
11. Дослід холостого ходу трансформатора.
12. Дослід короткого замикання трансформатора.
13. Втрати і коефіцієнт корисної дії трансформатора.
14. Схеми заміщення обмоток 3-фазного трансформатора.
15. Явища, що виникають при намагнічуванні 3-фазних трансформаторів.

16. Групи з'єднань обмоток 1-фазного трансформатора.
17. Групи з'єднань 3-фазних трансформаторів при схемі обмоток  $Y/Y$ .
18. Групи з'єднань 3-фазних трансформаторів при схемі обмоток  $Y/\Delta$ .
19. Рівнобіжна робота трансформаторів, умови ввімкнення.
20. Регулювання напруги трансформаторів без навантаження і під навантаженням.
21. Перехідні процеси в трансформаторах при ввімкненні.
22. Перехідні процеси в трансформаторах при короткому замиканні.
23. 3-обмотковий трансформатор, схема, призначення.
24. Автотрансформатор, схема, призначення, переваги, недоліки у порівнянні з трансформатором.
25. Трансформатор для електродугового зварювання, пристрій, характеристики.
26. Вимірювальні трансформатори, схеми, принцип дії.
27. Трансформатори для перетворення числа фаз, схема, застосування.
28. Феромагнітний стабілізатор напруги на базі трансформатора, конструкція, характеристики.
29. Трансформатор для перетворення частоти, схема, принцип дії.
30. Пік-трансформатор, схема, призначення, принцип дії.
31. Реактор і реактивна котушка, призначення.
32. Обертаючі трансформатори, конструкція, принцип дії, призначення.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов: Учеб. пособие для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 528 с.: ил.
2. Вольдек А.И. Электрические машины: Учебник для студентов высш. техн. учебн. заведений. – 3-е изд., перераб. – Л.: Энергия, 1978. – 832 с.: ил.
3. Электротехнический справочник: В 3-х т. Т.2. Электротехнические изделия и устройства / Под общ. ред. проф. МЭИ В.Г. Герасимова, П.Г. Грудинского, В.А. Лобунцова и др. – 7-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 712 с.: ил.
4. Некрасов В.А. – Конспект лекций по электрическим машинам. – 2007.

Методичні вказівки щодо виконання курсової роботи з навчальної дисципліни «Електричні машини» (розділ «Трансформатори») для студентів денної та заочної форм навчання за напрямками 6.050702 – «Електромеханіка» і 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» (у тому числі для скороченого терміну навчання)

Укладачі: к.т.н., професор В.О.Некрасов,  
к.т.н., доцент А.В.Некрасов,  
асист. Р.М. Донченко,  
асист. В.В. Ромашина

Відповідальний за випуск к.т.н., доц. В.Д. Стрижак

Підп. до др. \_\_\_\_\_. Формат 60x84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.  
Ум. друк. арк. \_\_\_\_\_. Наклад \_\_\_\_\_ прим. Зам. № \_\_\_\_\_. Безкоштовно.

Видавничий відділ КНУ імені Михайла Остроградського  
39614, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20

Форма основного напису

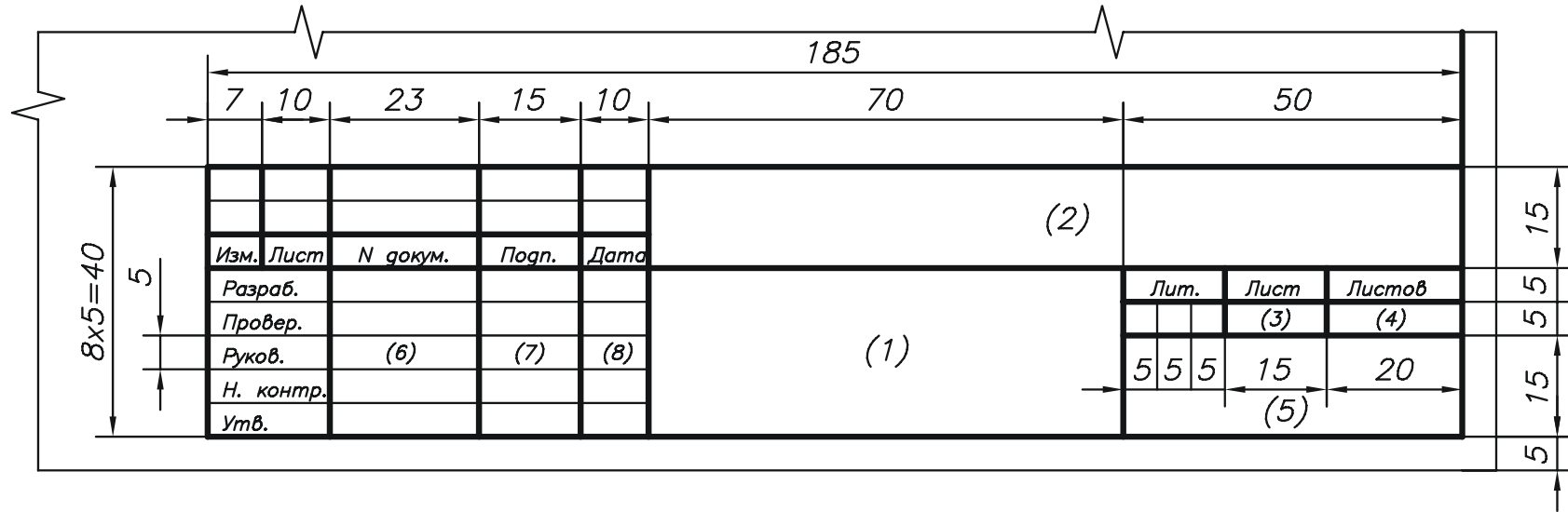


Рисунок А.1 – Основний напис на сторінці “Реферат”

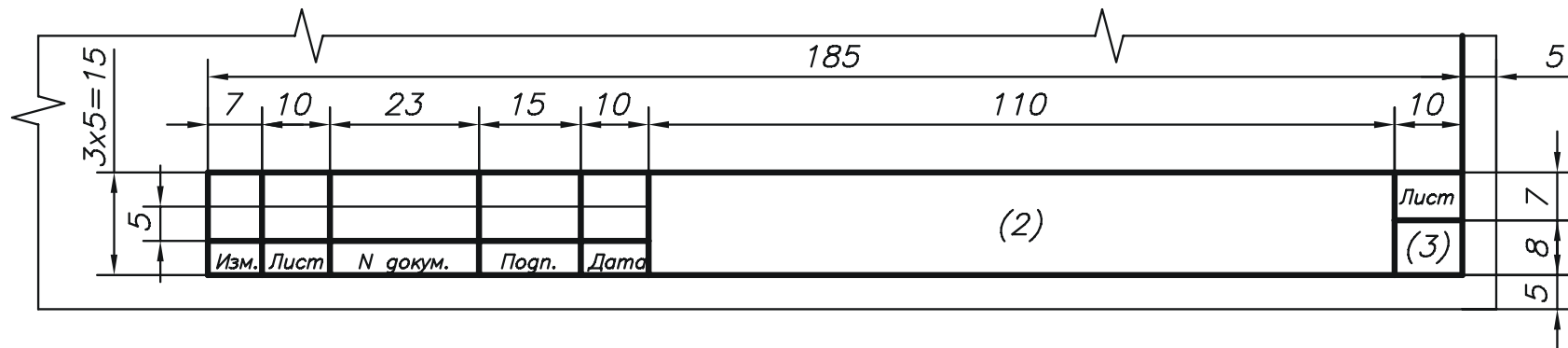


Рисунок А.2 – Основний напис на наступних сторінках записки



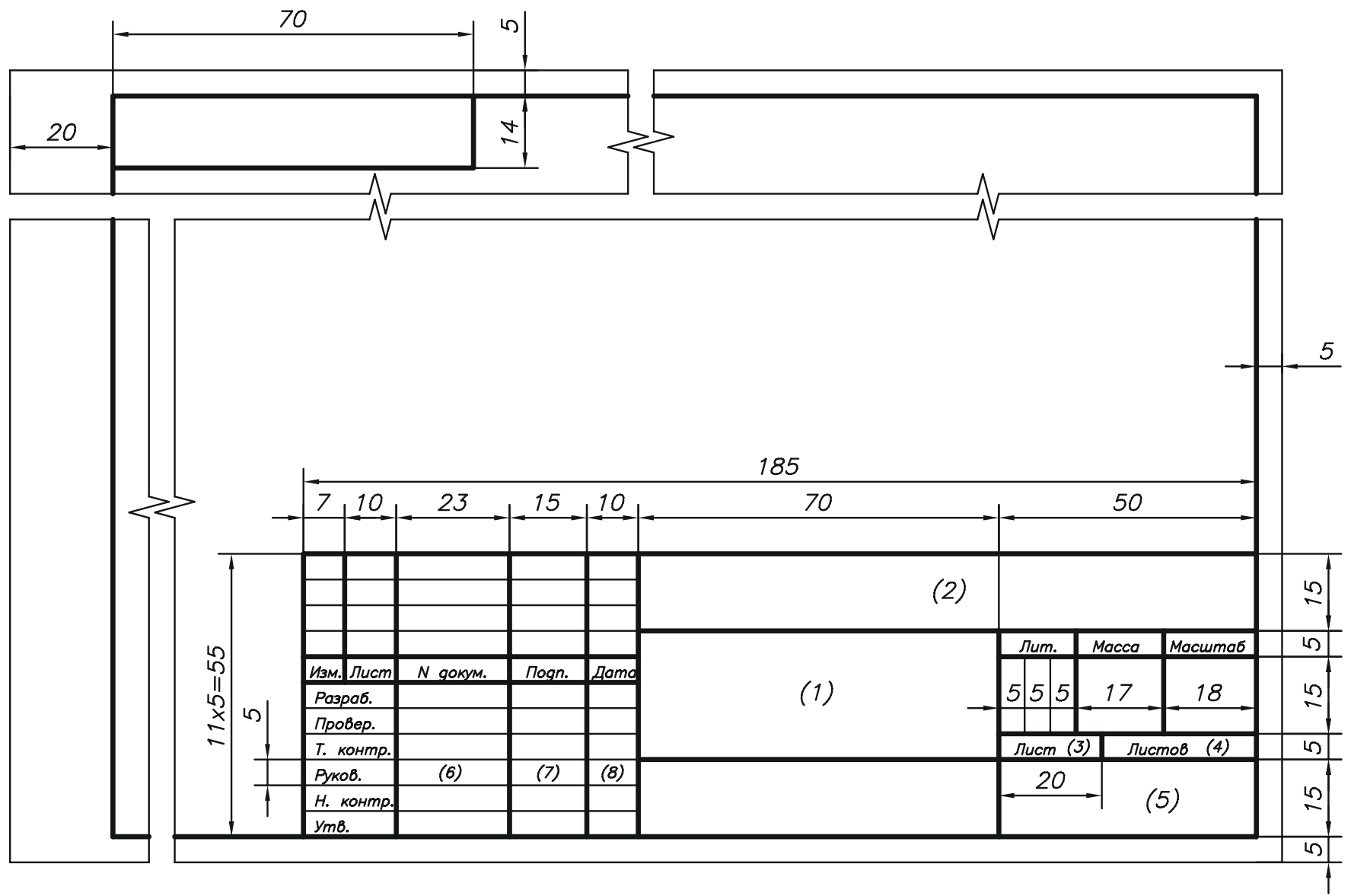


Рисунок А.3 – Основний напис на кресленнях

## Друкарські помилки

Таблиця Б.1

№ стор.	Надруковано	Слід читати
1	2	3
455	Обмотка НН $U_{\text{нн}2} = 85\hat{\text{A}}$	обмотка ВН $U_{\text{нн}2} = 85\hat{\text{A}}$
462	$J_2 = \frac{254,0 \cdot 10^6}{148,56} = 1,7 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{i}^2}$	$J_1 = \frac{254,0 \cdot 10^6}{148,56} = 1,7 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{i}^2}$
466	Осевой размер обмотки $l_2 = \sum h_{\text{эв}i} + k \cdot \sum h_{\text{э}} = \{[4 \cdot 10,5 + 48 \cdot 9,5 +$ $+ (4 \cdot 7,5 + 28 \cdot 5,0 + 18 \cdot 1,0 + 1 \cdot 12,5) \times$ $\times 0,94 \cdot 2 + 30 \cdot 0,94\} \cdot 10^{-3} = 1,4\text{i}$	Осевой размер обмотки $l_2 = \sum h_{\text{эв}i} + k \cdot \sum h_{\text{э}} = \{2 \cdot [4 \cdot 10,5 + 48 \cdot 9,5 +$ $+ (4 \cdot 7,5 + 28 \cdot 5,0 + 18 \cdot 1,0 + 1 \cdot 12,5) \times$ $\times 0,94] + 30 \cdot 0,94\} \cdot 10^{-3} = 1,4\text{i}$
466	выступ цилиндра за высоту обмотки $l_{\text{э}2} = 50$	выступ цилиндра за высоту обмотки $l_{\text{э}2} = 50\text{i}$
466	расстояние обмотки ВН до прессующего кольца $l_{0,2}, \text{i} \text{ i} \dots$	расстояние обмотки ВН до прессующего кольца $l_{0,2}, \text{i} \text{ i} \dots$
467	$P_{\text{нн}2} = 12,75 \cdot 10^{-12} \cdot J^2 \cdot G_{\text{A}} =$	$P_{\text{нн}2} = 12,75 \cdot 10^{-12} \cdot J^2 \cdot G_{01} =$
468	$\beta_1^2 = \left( \frac{b \cdot m \cdot k_p}{l} \right)^2 =$ $= \frac{9,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 46 \cdot 0,95^2}{1,4} = 0,593^2 = 0,35$	$\beta_1^2 = \left( \frac{b \cdot m \cdot k_p}{l} \right)^2 =$ $= \left( \frac{9,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 46 \cdot 0,95}{1,4} \right)^2 = 0,593^2 = 0,35$
468	$\beta_2^2 = 9,0 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 52 \cdot 0,95 / 1,4 = 0,405$	$\beta_2^2 = (9,0 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 52 \cdot 0,95 / 1,4)^2 = 0,405$

Закінчення таблиці Б.1

1	2	3
469	Установившийся ток к.з. в обмотке ВН $I_{\dot{e}.\dot{o}} = \frac{100 \cdot I_{ii}}{\left(1 + \frac{100 \cdot S_{ii}}{u_{\dot{e}} \cdot S_{\dot{e}}}\right)} =$	Установившийся ток к.з. в обмотке ВН $I_{\dot{e}.o} = \frac{100 \cdot I_{ii}}{\left(1 + \frac{100 \cdot S_{ii}}{u_{\dot{e}} \cdot S_{\dot{e}}}\right)} =$
470	Максимальные сжимающие силы в обмотках $F_{\dot{n}\dot{e}1} = F'_{oc} + F''_{oc} = 60600 + 201000 + 271600\text{Н}$	Максимальные сжимающие силы в обмотках $F_{\dot{n}e1} = F'_{oc} + F''_{oc} = 60600 + 201000 = 261600\text{Н}$
471	$g = \frac{670 \cdot t_{\dot{e}}}{5,5 \cdot \left(\frac{u_{\dot{e}}^2}{J \cdot 10^{-6}}\right)^2 - t_{\dot{e}}} =$ $= \frac{670 \cdot 5}{5,5 \cdot \left(\frac{8,05}{1,77}\right)^2 - 5} + 90 = 120,8^\circ\text{C}.$	$g = \frac{670 \cdot t_{\dot{e}}}{5,5 \cdot \left(\frac{u_{\dot{e}}}{J_{cp} \cdot 10^{-6}}\right)^2 - t_{\dot{e}}} =$ $= \frac{670 \cdot 5}{5,5 \cdot \left(\frac{8,05}{1,74}\right)^2 - 5} + 90 = 119,7^\circ\text{C}.$
471	$t_{\dot{e}200} = 0,79 \cdot (u_{\dot{e}} / J \cdot 10^{-6})^2 = 18,3\text{с}.$	$t_{\dot{e}200} = 0,79 \cdot (u_{\dot{e}} / J_{\dot{n}\dot{o}} \cdot 10^{-6})^2 = 16,9\text{с}.$
472	Расстояние между осями соседних стержней: $C = D_1'' + a_{11} = 0,918 + 0,032 = 0,95\text{ì}$	Расстояние между осями соседних стержней: $C = D_2'' + a_{22} = 0,918 + 0,03 = 0,948 \approx 0,95\text{ì}$
474	обмотка ВН $\Theta_{02} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,35 \cdot 1115^{0,6} = 23,4^\circ\tilde{N},$	обмотка ВН $\Theta_{ii2} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,35 \cdot 1115^{0,6} = 23,4^\circ\tilde{N},$
475	Длина бака: $A = 2 \cdot 0,95 + 0,918 + 90 \cdot 10^{-3} = 2,998\text{ì}$	Длина бака: $A = 2 \cdot C + D_2'' + 2 \cdot s_5 =$ $2 \cdot 0,948 + 0,918 + 2 \cdot 90 \cdot 10^{-3} = 2,996\text{ì} ,$