

**МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра електроенергетики, електротехніки  
та електромеханіки**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання контрольної роботи  
з дисципліни**

***«ТЯГОВІ ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»***

**Харків – 2018**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки 15 лютого 2018 р., протокол № 7.

Рекомендуються для магістрів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за освітньою програмою «Електричний транспорт» заочної форми навчання.

Укладачі:

доценти Н. П. Карпенко, М. Г. Давиденко,  
О. М. Ананьєва, Д. Л. Сушко,  
проф. М. М. Бабасв

Рецензент

доц. С. І. Яцько

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання контрольної роботи  
з дисципліни  
*«ТЯГОВІ ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»*

Відповідальний за випуск Давиденко М. Г.

Редактор Третьякова К. А.

---

Підписано до друку 03.04.18 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,25. Тираж 35. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет  
залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Завдання до контрольної роботи.....	4
2 Загальні відомості до виконання завдання.....	5
3 Питання до захисту контрольної роботи.....	11
Список літератури.....	12
Додаток А. Варіанти завдання на контрольну роботу .....	13
Додаток Б. Вихідні дані до виконання контрольної роботи...	14
Додаток В. Дані для розрахунку магнітного кола.....	16
Додаток Г. Криві намагнічування феромагнітних матеріалів	19

## ВСТУП

Згідно з навчальним планом спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» при вивченні дисципліни «Тягові електричні машини» студенти заочної форми навчання виконують контрольну роботу за розділом «Тягові двигуни постійного струму».

Метою запропонованого завдання є допомога студентам при вивченні та закріпленні матеріалу з розділу «Тягові двигуни постійного струму».

Виконання контрольної роботи з розрахунку магнітного кола двигуна постійного струму рекомендується починати після ретельного опрацювання відповідного розділу курсу наведеної літератури.

Тип тягового електродвигуна (ТЕД) відповідно до свого варіанта студент обирає за додатком А даних методичних вказівок. Основні технічні дані ТЕД, необхідні для виконання контрольної роботи, наведено в додатку Б.

### 1 ЗАВДАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

При виконанні завдання необхідно:

- намалювати ескіз магнітного кола однієї пари полюсів двигуна постійного струму;
- провести перевірний розрахунок магнітного кола при холостому ході;
- побудувати криву намагнічування  $\Phi_{\delta}(F_{\delta})$ ;
- визначити коефіцієнт насичення магнітного кола.

При виконанні завдання прийняти, що осердя якоря, головні полюси набрано з листів електротехнічної сталі марки 1211 або 1212 товщиною 0,5 мм ( $k_c = 0,93$ ), матеріал остова – лита сталь.

Осердя якоря виконано без радіальних вентиляційних каналів, завдяки чому довжина пакетів якоря  $l_c$  дорівнює активній довжині якоря  $l_a$ .

Осьова довжина полюсного наконечника  $l_m$  на 5 мм менша, ніж довжина якоря  $l_a$ .

Розрахункова довжина якоря при цьому визначається за формулою

$$l_{\delta} = \frac{l_a + l_m}{2}. \quad (1.1)$$

Висоту спинки якоря  $h_a$ , товщину остова  $h_o$  та ширину осердя головного полюса  $b_m$  необхідно вибрати таким чином, щоб при номінальному значенні потоку в повітряному проміжку  $\Phi_{\delta H}$  значення магнітної індукції знаходилися у допустимих межах:

- в осерді якоря  $B_a = 1,4 \div 1,5$  Тл;
- в остові  $B_o = 1,4 \div 1,45$  Тл;
- в осерді головних полюсів  $B_m = 1,5 \div 1,7$  Тл;
- у зубчатому шарі якоря  $B_z = 2,1 \div 2,2$  Тл;
- у зубцях компенсаційної обмотки  $B_{zk} = 1,6 \div 1,8$  Тл;
- у повітряному проміжку  $B_{\delta} = 0,8 \div 1$  Тл;
- у місці виходу з полюса в остов  $B_j = 1,3 \div 1,6$  Тл.

Значення вказаних магнітних навантажень можуть коливатися у межах наведених даних.

## **2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ**

Ескіз магнітного кола двигуна постійного струму для однієї пари полюсів необхідно накреслити на міліметровому папері за масштабом 1:1 або 1:2, указавши при цьому розміри та межі ланок магнітного кола. Остаточні всі необхідні розміри визначаються після розрахунку висоти спинки якоря  $h_a$  та товщини остова  $h_o$ . Розрахунок магнітного кола полягає у визначенні магніторушійної сили обмотки збудження на полюс:

$$F_{зб} = w_{зб} \cdot I_{зб}, \quad (2.1)$$

яка необхідна для створення заданого основного магнітного потоку  $\Phi_{\delta}$  (потік у повітряному проміжку).

Розрахунок магнітного кола виконується на підставі закону повного струму:

$$\oint \bar{H} \cdot d\bar{l} = \sum i, \quad (2.2)$$

за яким лінійний інтеграл по замкнутому контуру від вектора напруженості магнітного кола  $H$  дорівнює сумі струмів, що охоплені контуром інтегрування.

Точний розрахунок магнітного кола за допомогою формули (2.2) виконати неможливо, оскільки визначення лівої частини передбачає знання будови кола. Таким чином, розрахунок магнітного кола тягових машин проводять приблизно, зважаючи на те, що:

1) магнітні лінії в зубцях, повітряному проміжку між якорем і полюсним наконечником, а також в осерді полюсів направлені радіально, а в спинках остова та якоря – по дугах, описаних із центра машини;

2) у будь-якому перерізі сталевих ділянок потік розподілено рівномірно, а за розрахункову магнітну лінію приймають лінію, яка проведена посередині поперечного перерізу ділянки;

3) випинання магнітних ліній на торцях машини на її розрахунковій довжині не враховують;

4) поверхні якоря вважають гладкими, а збільшення магнітного опору повітряного проміжку, що зумовлено його зубчатою будовою, визначають шляхом збільшення розрахункової довжини проміжку.

Магнітне коло розподіляють на окремі ділянки: повітряний проміжок  $\delta$ , зубці якоря  $h_z$ , спинку якоря  $L_a$ , головні полюси з наконечниками  $h_m$ , зубці компенсаційної обмотки для компенсованих тягових двигунів  $h_{zk}$ , вихід полюс-остов  $L_j$  і остов  $L_o$ .

Припускаючи, що на кожній ділянці напруженість поля  $H_j$  стала, а напрям обходу контуру збігається із вектором напруженості кола, інтеграл (2.2) замінюють сумою

$$\sum u_{M \cdot j} = F_{зб}, \quad (2.3)$$

де  $u_{M \cdot j}$  – магнітна напруга  $j$ -ї ділянки магнітного кола.

$$u_{M \cdot j} = H_j \cdot L_j, \quad (2.4)$$

де  $H_j \cdot L_j$  – напруженість магнітного кола і довжина  $j$ -ї ділянки.

Якщо прийняти позначення і довжини ділянок за рисунком 1.2 роботи [1], то одержимо

$$u_{M\delta} + u_{Mz} + u_{Ma} + u_{Mm} + u_{Mzk} + u_{mj} + u_{Mo} = F_{зб} = w_{зб} \cdot I_{зб}, \quad (2.5)$$

де

$$u_{Mz} = H_z \cdot h_z; \quad (2.6)$$

$$u_{Ma} = H_a \cdot L_a; \quad (2.7)$$

$$u_{Mm} = H_m \cdot h_m; \quad (2.8)$$

$$u_{mzk} = H_m \cdot h_{zk}; \quad (2.9)$$

$$u_{mj} = H_j \cdot L_j; \quad (2.10)$$

$$u_{Mo} = H_o \cdot L_o; \quad (2.11)$$

$$u_{M\delta} = \frac{B_\delta}{\mu_0} \cdot \delta', \quad (2.12)$$

де  $\delta'$  – еквівалентний (приведений) повітряний проміжок

$$\delta' = \delta \cdot K_\delta. \quad (2.13)$$

Методика розрахунку магнітного кола викладена в розділі 1 підручника [1] і розділі 2 роботи [2]. Розрахунок необхідно виконати для чотирьох значень основного магнітного потоку:

$$0,5 \cdot \Phi_{\delta H}; \quad 0,75 \cdot \Phi_{\delta H}; \quad \Phi_{\delta H}; \quad 1,25 \cdot \Phi_{\delta H}, \quad (2.14)$$

де  $\Phi_{\delta H}$  – номінальне значення основного потоку, яке визначається за номінальним значенням ЕРС обмотки якоря:

$$E = c_E \cdot \Phi \cdot n, \quad (2.15)$$

$$E = U - I \cdot \Sigma r, \quad (2.16)$$

де  $U$  – напруга на якорі ТЕД у номінальному режимі;  
 $\Sigma r$  – сума активних опорів обмоток тягового двигуна.

Як правило,  $I \cdot \Sigma r \approx 0,054$ , тоді  $E = 0,95U$ ;  $c_E$  визначається за обмотувальними даними конкретного ТЕД з урахуванням того, що  $N = 2 \cdot K$ .

$$c_E = \frac{P \cdot N}{60 \cdot a}, \quad (2.17)$$

$$\Phi = \frac{E}{c_E \cdot n}. \quad (2.18)$$

Розрахунок магнітного кола рекомендується спочатку провести для номінального значення основного потоку, де подати всі розрахункові формули, а потім – для інших значень потоку.

За даними таблиці 2.1 будується крива намагнічування машини (див. рисунок 1.3 [1]) і визначається коефіцієнт насичення  $K_H$  при  $\Phi_\delta^* = 1$ :

$$K_H = \frac{\Sigma u_{MK}}{u_{M\delta}}. \quad (2.19)$$

При розрахунку магнітного кола рекомендується використовувати криві намагнічування феромагнітних матеріалів, що наведені в таблицях Г.1, Г.2, Г.3 додатка Г.



Таблиця 2.1

Назва величини	Значення при $\Phi_{\delta}^*$			
	0,5	0,75	1,0	1,25
1	2	3	4	5
Основний магнітний потік $\Phi_{\delta}$ , Вб				
Магнітна індукція у повітряному проміжку (під серединою полюса) $B_{\delta 1}$ , Тл				
Магнітна індукція у сталевих ділянках, Тл: - в осерді головного полюса $B_m$ ; - у зубчатій зоні полюса $B_{zk}$ ; - у зубчатій зоні на висоті $h_{z1/3} B_{z1/3}$ ; - у спинці якоря $B_a$ ; - у місці виходу з полюса в остов $B_j$ ; - у спинці остова $B_o$				
Напруженість магнітного поля сталевих ділянок, А/м: - $H_m$ ; - $H_{zk}$ ; - $H_{z1/3}$ ; - $H_a$ ; - $H_j$ ; - $H_o$				

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
<p>Магнітна напруга, А:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повітряного проміжку <math>u_{M\delta}</math>;</li> <li>- полюсів <math>u_{Mt}</math>;</li> <li>- зубців компенсаційної обмотки <math>u_{Mzk}</math>;</li> <li>- зубчатої зони якоря <math>u_{Mz}</math>;</li> <li>- спинки якоря <math>u_{Ma}</math>;</li> <li>- місця виходу з полюса в остов <math>u_{Mj}</math>;</li> <li>- спинки остова <math>u_{Mo}</math></li> </ul>				
<p>Магніторушійна сила обмотки збудження на полюс</p> $F_f = \sum_k u_{MK}$				

### 3 ПИТАННЯ ДО ЗАХИСТУ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

- 1 З якою метою розраховують магнітне коло тягових двигунів?
- 2 Що є магнітною характеристикою тягового двигуна?
- 3 Як визначають криву намагнічування тягової машини?
- 4 З яких міркувань магнітне коло тягового двигуна розбивають на окремі ділянки?
- 5 Що таке основний магнітний потік?
- 6 Чим пояснюється лінійний характер магнітної характеристики в початковій частині?
- 7 Чим характеризується ступінь насичення магнітного кола?
- 8 Як впливає ступінь насиченості на регулювальні властивості ТЕД?
- 9 Як можна зменшити насичення магнітного кола тягового двигуна?
- 10 Які двигуни за коефіцієнтом насичення вважають малонасиченими, середньонасиченими та сильнонасиченими?
- 11 Як визначити коефіцієнт насичення графічним способом?
- 12 Яким чином впливає магніторушійна сила (МРС) реакції якоря на МРС намагнічування машини?
- 13 Що таке навантажувальна характеристика тягового двигуна?
- 14 Як враховують зубчасту будову магнітопроводів при розрахунку магнітного кола?
- 15 Чому осердя якоря тягового двигуна виготовляють з електротехнічної сталі?
- 16 На яку ділянку магнітного кола припадає значна частина МРС намагнічування машини?
- 17 Як впливає ступінь насичення на тягові характеристики тягових двигунів?

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Захарченко, Д. Д. Тяговые электрические машины [Текст]: учебник для вузов по спец. ж.-д. трансп. / Д. Д. Захарченко, Н. А. Ротанов. – М. : Транспорт, 1991. – 343 с.

2 Винокуров, В. А. Электрические машины железнодорожного транспорта [Текст]: учебник для студентов вузов ж.-д. трансп. / В. А. Винокуров, Д. А. Попов. – М. : Транспорт, 1986. – 511 с.

3 Проектирование тяговых электрических машин [Текст]: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / М. Д. Находкин, Г. В. Василенко, В. И. Бочаров, М. А. Козорезов; под ред. М. Д. Находкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1976. – 624 с.

## ДОДАТОК А

### Варіанти завдання на контрольну роботу

Таблиця А.1

Варіант		Тип електродвигуна
1	12	НБ-406
2	13	ТЛ-2К
3	14	НБ-420А
4	15	НБ-412М
5	16	НБ-412К
6	17	НБ-418К
7	18	УРТ-110А
8	19	РТ-117
9	20	РТ-51Д
10	21	ДК-116А
11	22	ДК-117А

## ДОДАТОК Б

### Вихідні дані до виконання контрольної роботи

Таблиця Б.1

Назва величини	Номери варіантів										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
660 Діаметр якоря $D_a$ , мм	740	740	660	740	740	660	520	520	280	306	
400 Активна довжина на якоря $l_a$ , мм	430	440	375	440	440	385	320	320	260	282	
2 Кількість пар полюсів $p$	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	
1500 Напруга $U_n$ , В	1500	1500	1500	1450	1600	950	1500	750	375	375	
765 Номинальна частота обертання $n_n$ , об/хв	815	855	855	825	895	915	1145	800	1360	1480	
0,665 Коефіцієнт повного перекриття $\alpha$	0,7	0,705	0,705	0,65	0,62	0,67	0,65	0,65	0,657	0,635	
13,75×51 Розміри паза $h_z \times b_z$ , мм	12,7×47,5	13,8×51,1	13,8×51,1	12×43,5	12×43,5	10×42,2	43×13,6	45,7×13,3	43×13,8	11,35×31	9,4×23,2

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8 Повітряний проміжок $\delta_{кр} / \delta_{ц}$ під головними полюсами, мм	15,4/7,7	4,5/4,5	5,15/5,15	15/7,5	4,5/4,5	4,7/4,7	12/4,75	12/4,75	12/4,75	3,25/9	2,5/6
9 Кількість колекторних пластин $K$	406	525	348	525	525	348	329	322	235	175	210
10 Кількість пазів якоря $Z$	58	75	58	75	75	87	46	46	47	35	42
11 Коефіцієнт магнітного розсіювання $\sigma$	1,1	1,22	1,2	1,1	1,17	1,23	1,15	1,12	1,18	1,06	1,08
12 Кількість пазів компенсаційної обмотки на полюс	–	6	8	–	6	8	–	–	–	–	–
13 Тип обмотки якоря	пет-льова	пет-льова	пет-льова	пет-льова	пет-льова	пет-льова	хви-льова	пет-льова	хви-льова	хви-льова	пет-льова

## ДОДАТОК В

### Дані для розрахунку магнітного кола

Таблиця В.1

Довжина ділянки $l_j$ , мм	Ширина ділянки $b_j$ , мм	Площа ділянки $s_j$ , м <sup>2</sup>	Середня (розрахункова) довжина магнітної лінії $L_j$ , м	Магнітна індукція $B_j$ , Тл
1	2	3	4	5
<b>1 Повітряний проміжок під головним полюсом</b>				
$l_\delta = \frac{l_a + l_m}{2},$ $l_m = l_a - 5$	$b_\delta = a_\delta \cdot \tau,$ $\tau = \frac{\pi \cdot D_a}{2 \cdot p}$	$s_\delta = l_\delta \cdot b_\delta$	$L_\delta = \delta' = \delta \cdot K_\delta,$ $K_\delta = \frac{t_1 + 10\delta}{b_{z1} + 10\delta}$ <p style="text-align: center;">(для ТЕД без КО),</p> $K_\delta = \frac{t_1 + 10\delta}{b_{z1} + 10\delta} \cdot \frac{t_k + 10\delta}{b_{zk} + 10\delta}$ <p style="text-align: center;">(для ТЕД з КО)</p>	$\Phi_{\delta\text{НОМ}} = \frac{E}{c_E \cdot n'}$ $B_{\delta\text{НОМ}} = \frac{\Phi_{\delta\text{НОМ}}}{S_\delta}$
<b>2 Зубчатий шар якоря</b>				
$l_z = l_a \cdot K_{\text{ст}}$	$t_1 = \frac{\pi \cdot D_a}{z},$ $b_{z1} = t_1 \cdot b_{n'}$	$S_{z1/3} = \frac{b_{z1/3} \cdot z \cdot \alpha \cdot l_a \cdot k_c}{2p}$	$L_z = h_z$	$B_{z1/3} = \frac{\Phi_{\delta\text{НОМ}}}{S_{z1/3}},$ $B_{z1/3\text{НОМ}} = 2,1 \div 2,3 \text{Тл}$



Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5
	$t_{1/3} = \frac{\pi(D_a - \frac{4}{3}h_n)}{z},$ $b_{z1/3} = t_{1/3} \quad b_n$			
3 Осередя головного полюса				
$l_{тр} = l_m \cdot K_{см}$	$h_m = \frac{\Phi_{тнном}}{l_{тр} \cdot B_{тном}}$	$s_m = b_m \cdot l_{тр}$	$L_m = h_m$	$B_m = \frac{\Phi_m}{S_m},$ $\Phi_m = \sigma \cdot \Phi_{\delta ном},$ $B_{тнном} = 1,4 \div 1,7 \Gammaл$
4 Спинка якоря				
$l_{ар} = l_z$	$h_a = \frac{\Phi_{аном}}{l_{ар} \cdot B_{аном}}$	$s_a = l_z \cdot h_a$	$L_a = \frac{\pi \cdot (D_a - h_a - 2 \cdot h_z)}{4 \cdot p} +$ $+ 0,5 \cdot h_a$	$B_a = \frac{\Phi_a}{S_a},$ $\Gamma_{\delta ном} = \frac{\Phi_{\delta ном}}{2},$ $B_{снном} = 1,4 \div 1,6 \Gammaл$

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5
5 Остов				
$l_o = l_m + 0,4 \cdot D_a$	$h_o = \frac{\Phi_{\text{ОНОМ}}}{l_o \cdot B_{\text{ОНОМ}}}$	$s_o = l_o \cdot h_o$	$L_o = \frac{\pi [D_a + (\delta + h_m + h_o)]}{4 \cdot p} + 0,5 \cdot h_o$	$B_o = \frac{\Phi_o}{s_o},$ $\Phi_o = \frac{\Phi_m}{2},$ $B_{\text{ОНОМ}} = 1,3 : 1,6 \text{Тл}$
6 Зубчатий шар полюса				
$l_{mk} = l_m \cdot K_{\text{СТ}}$	$b_{zk} = \alpha \tau$	$s_{zk} = l_{mk}(\alpha \tau - b_{nk})$	$L_{zk} = h_{zk}$	$B_{zk} = \frac{\sigma_{ko} \cdot \Phi_{\delta_{\text{НОМ}}}}{s_{zk}},$ $\sigma_{ko} = 1,05$
7 Вихід із полюса в остов				
$l_{\text{ВІХ}} = h_o$	$b_{\text{ВІХ}} = l_m + b_m$	$s_{\text{ВІХ}} = h_o \cdot (l_m + b_m)$	$L_{\text{ВІХ}} = L_m/2$	$B_{\text{ВІХ}} = \frac{\Phi_m}{2s_{\text{ВІХ}}}$

## ДОДАТОК Г

### Криві намагнічування феромагнітних матеріалів

Таблиця Г.1 – Крива намагнічування листової електротехнічної сталі марок 1211, 1212

B, Тл	H, А/см										
	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0,4	1,4	1,43	1,46	1,49	1,52	1,53	1,58	1,61	1,64	1,67	
0,5	1,71	1,75	1,79	1,83	1,87	1,91	1,95	1,99	2,03	2,07	
0,6	2,11	2,16	2,21	2,26	2,31	2,36	2,41	2,46	2,51	2,56	
0,7	2,61	2,66	2,71	2,76	2,81	2,87	2,93	2,99	3,06	3,12	
0,8	3,18	3,24	3,30	3,37	3,44	3,52	3,60	3,69	3,78	3,87	
0,9	3,97	4,07	4,17	4,27	4,37	4,47	4,58	4,69	4,80	4,91	
1,0	5,02	5,14	5,27	5,41	5,55	5,70	5,85	6,00	6,15	6,31	
1,1	6,47	6,64	6,82	7,01	7,20	7,39	7,59	7,79	8,00	8,21	
1,2	8,43	8,66	8,91	9,18	9,46	9,76	10,1	10,4	10,7	11,0	
1,3	11,4	11,8	12,2	12,6	13,0	13,4	13,8	14,3	14,8	15,3	
1,4	15,8	16,4	17,1	17,8	18,6	19,5	20,5	21,5	22,6	23,8	
1,5	25,0	26,4	27,9	29,5	31,1	32,8	34,6	36,6	38,8	44,12	
1,6	43,7	46,3	49,1	52,2	55,3	58,8	62,3	66,0	69,8	73,7	
1,7	77,8	82,0	86,3	90,7	96,3	101	106	111	116	122	
1,8	128	134	142	146	152	159	166	173	180	188	
1,9	197	206	216	226	236	246	256	268	282	296	

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2,0	310	325	343	356	390	420	455	495	545	595
2,1	655	725	800	880	960	1040	1120	1200	1280	1360
2,2	1144	1520	1600	1680	1760	1840	1920	2000	2080	2160
2,3	2240	2320	2400	2480	2560	2640	2720	2800	2880	2960
2,4	3040	3120	3200	3280	3360	3440	3520	3600	3680	3760
2,5	3840	3920	4000	4080	4160	4240	4320	4400	4480	4560

Таблиця Г.2 – Крива намагнічування сталі марки 3411 (для полюсів)

B, Тл	H, А/см										
	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	
1,0	1,70	1,70	1,80	1,85	1,90	1,90	2,0	2,0	2,10	2,10	2,10
1,1	2,20	2,20	2,30	2,35	2,40	2,40	2,50	2,60	2,60	2,60	2,70
1,2	2,80	2,90	3,0	3,10	3,20	3,20	3,30	3,40	3,50	3,50	3,60
1,3	3,70	3,80	4,0	4,10	4,20	4,30	4,50	4,60	4,70	4,70	4,80
1,4	5,0	5,20	5,40	5,60	5,80	6,0	6,20	6,40	6,60	6,60	6,80
1,5	7,0	7,30	7,60	7,90	8,20	8,50	8,80	9,10	9,40	9,40	9,70
1,6	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	18,0	19,0
1,7	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	28,0	31,0	34,0	34,0	37,0
1,8	40,0	43,0	46,0	50,0	54,0	59,0	65,0	71,0	78,0	78,0	85,0
1,9	92,0	100	112	130	155	190	225	260	300	300	350
2,0	400	450	500	550	600	—	—	—	—	—	—

Таблиця Г.3 – Крива намагнічування литої сталі, товстих листів (Ст. 3), поковок

B, Тл	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	<i>H</i> , А/см									
0	0	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64	0,72
0,1	0,80	0,88	0,96	1,04	1,12	1,20	1,28	1,36	1,44	1,52
0,2	1,6	1,68	1,76	1,84	1,92	2,0	2,08	2,16	2,24	2,32
0,3	2,40	2,48	2,50	2,64	2,72	2,80	2,88	2,96	3,04	3,12
0,4	3,20	3,28	3,36	3,44	3,52	3,60	3,68	3,76	3,84	3,92
0,5	4,00	4,04	4,17	4,26	4,34	4,43	4,52	4,61	4,70	4,79
0,6	4,88	4,97	5,06	5,16	5,25	5,35	5,44	5,54	5,64	5,74
0,7	5,84	5,93	6,03	6,13	6,23	6,32	6,42	6,52	6,62	6,72
0,8	6,82	6,93	7,03	7,24	7,34	7,45	7,55	7,66	7,76	7,87
0,9	7,98	8,10	8,23	8,35	8,48	8,50	8,73	8,85	8,98	9,11
1,0	9,24	9,38	9,53	9,69	9,86	10,4	10,22	10,39	10,56	10,76
1,1	10,9	11,08	11,27	11,47	11,67	11,87	12,07	12,27	12,48	12,69
1,2	12,9	13,15	13,4	13,7	14,0	14,3	14,6	14,9	15,2	15,55
1,3	15,9	16,3	16,7	17,2	17,6	18,1	18,6	19,2	19,7	20,3
1,4	20,9	21,6	22,3	23,0	23,7	24,4	25,3	26,2	27,1	28,0
1,5	28,9	29,9	31,0	32,1	33,2	34,3	35,6	37,0	38,3	39,6
1,6	41,0	42,5	44,0	45,5	47,0	48,7	50,0	51,5	53,0	55,0

