

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО – МЕТОДИЧНА

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра «Технології і обладнання зварювального
виробництва»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного заняття №5
з дисципліни «Технологія та устаткування
зварювання тиском»

на тему:
«Розрахунок трансформатора машини
для контактного зварювання»

Тернопіль,
2016

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра «Технології і обладнання зварювального виробництва»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного заняття №5
з дисципліни «Технологія та устаткування зварювання тиском»

на тему:
«Розрахунок трансформатора машини
для контактного зварювання»

Для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»,
спеціальності 6.050504 «Зварювання»

Тернопіль,
2016

Методичні вказівки розроблено відповідно з навчального плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня " бакалавр", спеціальності 6.050504 "Зварювання", а також робочої програми з дисципліни "Технологія та устаткування зварювання тиском"

Укладачі: ст. викладач Береженко Б.М.

асистент Ляхов В.В.

Рецензент: д.т.н., професор Попович П.В.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри «Технології і обладнання зварювального виробництва»

Протокол № _____ від "___" _____ 20__ р.

Затвердила та рекомендувала до друку методична комісія ФМТ ТНТУ імені Івана Пулюя, протокол № __ від _____ 20 __ р.

ТЕМА: «Розрахунок трансформатора машини для контактного зварювання»

1.МЕТА І ЗАВДАННЯ:

1.1 Мета : Навчитися розраховувати електричні параметри трансформатора машини для контактного зварювання.

1.2 Завдання:

1.2.1 Ознайомитись з порядком розрахунку трансформатора машини для контактного зварювання;

1.2.2 Розрахувати параметри трансформатора машини для контактного зварювання.

2. РОЗРАХУНОК ОДНОФАЗНОГО ЗВАРЮВАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА КОНТАКТНОЇ МАШИНИ

2.1 Початкові дані для розрахунку трансформатора:

Номінальний зварювальний струм $I_{2ном}$, A або струм у вторинному контурі машини на номінальній ступені при номінальному вильоті та розхилі, при еквівалентному опорі зварюваних; деталей. Для машин змінного струму частотою $50 Гц$ визначають діюче значення струму, для машин постійного струму, машин для зварювання накопиченою енергією та низькочастотних машин - максимальне значення струму протягом циклу);

номінальний тривалий вторинний струм $I_{2ном.трив}$, A (умовне еквівалентне значення струму, при безперервному проходженні якого, через вторинний контур, складові частини останнього будуть нагріті до тієї ж температури, що і при проходженні реального струму в повторно-короткочасному режимі), розраховують за виразом:

$$I_{2ном.трив} = I_{2ном} \sqrt{\frac{ПВ}{100}}; \quad (2.1)$$

номінальну вторинну напругу визначають за формулою:

$$U_{2ном} = KI_{2ном} \alpha_{зв}, \quad (2.2)$$

для малих вильотів $K = 1,2$, для великих - $K = 1,1$;

число ступенів регулювання N (вибирають рівними N прототипу, зазвичай 8 або 16);

номінальна ступінь регулювання i (зазвичай приймають передостанню);

первинна напруга U_1, B . Якщо в проектованій машині передбачається застосувати пристрій вмикання механічного або електромеханічного типу (повнофазне включення), то $U_1 = U_{мережі}$; у випадку застосування контакторів тиристорних (ігнітронних) розрахункова напруга повинна бути понижена на значення падіння напруги в контакторі. Наприклад, при використанні контактора тиристорного, що включає пристрій стабілізації з синхронним включенням в мережу U_1 приймають рівним 378 B, ігнітронного - 360 B, якщо напруга мережі рівна 380 B; номінальна напруга, що живить мережу $U_{н.ном} = 380 B$;

межі регулювання вторинної напруги

$$K = \frac{U_{2N}}{U_{21}} \quad (2.3)$$

Враховуючи вимоги ГОСТ 297-73 про забезпечення зміни значення зварювального струму в контактних машинах не менше чим в 1,8 рази, значення K можна прийняти рівним 2 для машин точкового і шовного зварювання, 4 - для стикових і підвісних точкових машин.

2.2 Визначення вторинної напруги трансформатора по ступенях регулювання

Схему з'єднання первинних обмоток, класу ізоляції і охолодження трансформатора вибирають на основі рекомендацій, а також творчого аналізу рішень, прийнятих в конструкції прототипу проектованої машини.

Число витків первинної обмотки на номінальному ступені визначають за формулою:

$$\omega_{1ном} = \frac{U_1 \omega_2}{U_{2ном}}, \quad (2.4)$$

де ω_2 - число витків у вторинній обмотці трансформатора (зазвичай $\omega_2 = 1$, для підвісних точкових машин $\omega_2 = 2$).

Для знаходження числа витків, що визначають коефіцієнт трансформації, а отже і вторинну напругу, на решті ступенів регулювання, задамося схемою з'єднання первинних обмоток (рис.2.1).

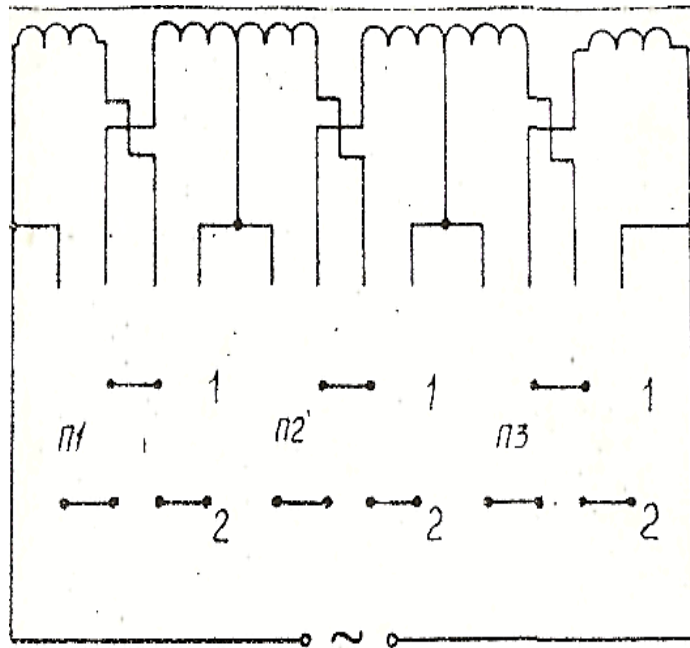


Рисунок 2.1 - Схема регулювання вторинної напруги

Згідно прийнятої схеми зміна числа витків від ступеня до ступеня є постійним (по арифметичній прогресії):

$$\omega_{i+1} = \omega_i - \Delta_b, \quad (2.5)$$

де Δ_b - знаменник арифметичної прогресії (різниця між кількістю витків на i -й і $(i+1)$ -й ступенях).

Значення Δ_b визначають за формулою:

$$\Delta_b = \frac{(K-1)\omega_{1ном}}{K+(N-2)}. \quad (2.6)$$

Число витків:

на останньому ступені регулювання

$$\omega_{1.N} = \omega_{1.ном} - \Delta_b;$$

на шостій (якщо прийнято вісім ступенів регулювання)

$$\omega_{1.6} = \omega_{1.ном} - \Delta_b;$$

на п'ятій

$$\omega_{1.5} = \omega_{1.6} - \Delta_b;$$

на четвертій

$$\omega_{1.4} = \omega_{1.5} - \Delta_b;$$

і т. д.

Напруга на вторинній обмотці U_{2i} при i -й ступені регулювання визначають числом витків первинної і вторинної обмоток і напругою на первинній обмотці:

$$U_{2i} = \frac{U_1 \omega_2}{\omega_{1i}}. \quad (2.7)$$

Слід пам'ятати, що показана на рисунку 2.1 схема з'єднань первинних обмоток трансформатора обумовлює проходження струму по всіх витках при будь-якому можливому включенні ножів перемикача, проте число витків, що визначає коефіцієнт трансформації, змінюється при переході від одного ступеня до іншого за рахунок включення їх певного числа на паралельну роботу.

За наслідками розрахунків складають таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Розподіл витків і вторинної напруги по ступенях регулювання

Номер ступеня	Положення ножів перемикача в секціях			ω_{1i}	ω_2	ω_{2i}	I_{1i}
	перший	другий	третій				
1	2	2	2	...	1	...	
2	1	2	2	...	1	...	
і т.д.	...	...	...	...	...	...	...

2.3 Визначення перетину обмоток

Перетин первинної і вторинної обмоток визначають відповідно тривалими (еквівалентними) струмами $I_{1ном.трив}$ і $I_{2ном.трив}$, А:

$$\begin{aligned} I_{1ном.трив} &= K_{x.x} \frac{I_{2ном.трив}}{n_{ном}}, \\ I_{2ном.трив} &= I_{2ном} \sqrt{\frac{ПВ}{100}}; \end{aligned} \quad (2.8)$$

$K_{x.x}$ - коефіцієнт що враховує струм холостого ходу;

$n_{ном} = \frac{U_1}{U_{2ном}}$ - коефіцієнт трансформації;

$$K_{x.x} = 1 + 0,005i_0 \sqrt{\frac{ПВ}{100}}. \quad (2.9)$$

де i_0 - струм холостого ходу, % номінального тривалого первинного струму, задається ГОСТ 297-73 і складає: 50% - для машин з тривалим вторинним струмом до 2500 А; 32% - для машин з тривалим вторинним струмом до 5000 А; 20% - для машин з тривалим вторинним струмом понад 5000 А (окрім підвісних машин з вбудованим трансформатором).

Первинний струм для i -й ступеня знаходять із співвідношення:

$$I_{1i} = I_{1ном.трив} \frac{n_{ном}^2}{n_{1i}}. \quad (2.10)$$

Результати розрахунку значень струму для всіх ступенів регулювання заносять в таблиці 2.1.

Для трансформаторів з одним вторинним витком значення коефіцієнтів трансформації можуть бути замінені числом витків

$$I_{1i} = I_{1ном.трив} \left(\frac{\omega_{1ном}}{\omega_{1i}} \right)^2. \quad (2.11)$$

Розрахункові перетини первинної q_1 і вторинної q_2 обмоток відповідно знаходять за формулами:

$$q_1 = \frac{I_{i.ном.трив}}{j_1}, \quad (2.12)$$

$$q_2 = \frac{I_{2.N.трив}}{j_2}. \quad (2.13)$$

Для первинної обмотки знаходять перетин для кожної з трьох секцій, при цьому розрахункові значення струмів визначають на підставі аналізу (табл. 2.1). Як розрахунковий приймають максимальне значення струму в даній секції. Слід врахувати, що при паралельному включенні витків у секції (положення ножа-перемикача - "Г") розрахунковий струм необхідно зменшити в 2 рази щодо приведенного в таблиці 2.1. Розрахункові значення перетинів обмоток кожною з трьох секцій необхідно округляти до розмірів, передбачених ГОСТ 7019-71 і ГОСТ 434-78. Необхідно прагнути до однакової ширини обмотувального дроту у всіх секціях оскільки на одному диску можуть розміщуватися витки двох секцій.

Кількість котушок первинної обмотки визначається числом дисків вторинного витка і рівне, як правило, їх подвоєній кількості.

У таблиці 2.2 допустима густина струму приведена для ізоляції класу В.

Таблиця 2.2 - Допустима густина струму в обмотках

Охолодження	Конструкція обмоток і допустима густина струму, A/mm^2		
	Первинна, j_1	Вторинна, j_2	
Повітряне	Дискова і циліндрична обмотка з мідних проводів без повітряних каналів 1,3...1,8	1,6...2,2 Дисковий мідний виток, виток із смуг мідної фольги 1,9...2,5	
Повітряне; колодки вторинної обмотки охолоджуються водою	Дискова і циліндрова обмотка з мідних проводів з повітряними каналами 1,6...2,2	Дисковий мідний виток з трубками охолодження, що напаяли по зовнішньому периметру витка 4,0...5,5	
Водяне вторинної обмотки	Дискова обмотка з мідних проводів, щільно притиснута до дисків вторинного витка 3,2...3,6		
Водяне вторинної обмотки	Дискова обмотка з мідних проводів, щільно притиснута до дисків вторинного витка	3,0...3,4	Дисковий литий мідний виток, трубки охолодження залиті усередині витка
		2,8...3,2 3,4...4,5	Дисковий литий алюмінієвий виток, трубки охолодження залиті усередині витка
			Дисковий виток з мідних труб або порожнистий зварний з двох штампованих пластин

Для інших класів ізоляції допустима густина струму може бути визначена виходячи з норм допустимих перегрівів:

$$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{J_1^2}{J_2^2}; \quad J_2 = J_1 \sqrt{\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}}, \quad (2.14)$$

де Δt_1 - допустимий перегрів при ізоляції класу В;

Δt_2 - допустимий перегрів при вибраному класі ізоляції;

J_1 - щільність струму при ізоляції класу В;

J_2 - щільність струму при вибраному класі ізоляції.

Розрахований перетин витків вторинної обмотки розподіляють на декілька дисків. При цьому виходитимуть з умов зручності припаювання трубка охолодження і зменшення втрат, а також аналізують трансформатор прототипу. Товщина дисків повинна знаходитися в межах 6...25 мм (для модних, дисків - не більше 15...16 мм, для алюмінієвих - не більше 20... ..25 мм).

2.4 Розрахунок магнітопроводу

Площу поперечного перерізу стрижня магнітопроводу трансформатора S_0 визначають за формулами, m^2 :

$$S_0 = \frac{E_1}{4,44 f \omega_1 B}, \quad (2.15)$$

де E_1 - ЕРС первинної обмотки трансформатора, В:

$$E_1 = (0,97...0,99)U_1; \quad (2.16)$$

f - частота змінного струму, Гц; B - індукція в сердечнику, Тл.

Значення індукції, що рекомендуються, для електротехнічних сталей марок 1211, 3411, 3412 приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Значення індукції, що рекомендуються, в магнітопроводі

Номінальна потужність трансформатора, кВ·А	Режим роботи ПВ, %	Індукція при складанні магнітопроводу, Тл					
		З окремих пластин		З II - або III - подібних штампувань		Навитий магнітопровід	
		На номінальній ступені	На вищій ступені	На номінальній ступені	На вищій ступені	На номінальній ступені	На вищій ступені
До 10	До 10	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6
	10...20	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5
	20...50	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4
	Від 50 і вище	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4
10...50	До 10	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7
	10...20	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6
	20...50	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5
	Від 50 і вище	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5
Від 50 і вище	До 10	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8
	10...20	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8
	20...50	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7
	Від 50 і вище	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7

З урахуванням ізоляції листів магнітопроводу лаком і нещільності складання геометричний перетин стрижня магнітної системи буде більший активного, розрахованого за формулою (2.15), на значення, що визначається коефіцієнтом заповнення K_3 :

$$S = \frac{S_0}{K_3} \quad (2.17)$$

Коефіцієнт $K_3 = 0,94...0,96$ - для навитих магнітопроводів;
 $K_3 = 0,92...0,95$ - для шихтованих магнітопроводів при ізоляції листів лаком.

Для визначення розмірів вікна магнітопроводу необхідно розрахувати сумарний перетин міді q_m вторинної і всіх секцій первинної обмоток:

$$q_m = \sum q_{1i} \omega_{1j} + q_2 \cdot \quad (2.18)$$

Площу вікна магнітопроводу вибирають за таблицею 2.4 з урахуванням коефіцієнта заповнення вікна на підставі сумарного перетину металу у вікні.

Таблиця 2.4 - Визначення орієнтовної площі вікна магнітної системи

Орієнтовний перетин металу у вікні, мм ²	Коефіцієнт заповнення вікна магнітної системи	Орієнтовна площа вікна магнітної системи, мм ²
1500...2400	0,25...0,30	6000...8000
2400...4200	0,30...0,35	8000...12000
4200...7200	0,35...0,40	12000...18000
7200...11000	0,40...0,45	18000...25000
11000...17500	0,45...0,50	25000...35000
17500 і вище	0,50...0,65	35000 і вище

З метою уніфікації розмірів пластин сердечника їх вибирають по нормалях, приведених в таблиці 2.5, на підставі прийнятої площі вікна.

Товщина набору пластин магнітопроводу h залежить від перетину його стрижня:

$$h = \frac{S}{b_c} \quad (2.19)$$

Таблиця 2.5 - Розміри сердечника магнітопроводу

Номер сердечника	Площа вікна $S_0, \text{мм}^2$	Варіант складання магнітопроводу	Ширина вікна $b_0, \text{мм}$	Висота вікна $h_0, \text{мм}$	Ширина стержня $b_c, \text{мм}$
1	5250		59	89	29,5x2
2	6991		59	118,5	29,5x2
3	6400		80	80	40x2
4	9216		96	96	48x2
5	10952		74	148	74x2
6	12100		110	110	55x2
7	15376		124	124	62x2
8	17848		93	188	93x2
9	25482		93	274	93x2
10	30132		93	324	93x2
11	34410		93	370	93x2
12	38509		93	413	93x2
13	7500		75	100	200
14	8000		54	148	96
15	8200		75	110	200
16	11500		115	100	230
17	13300		95	140	280
18	13800		100	138	96
19	18600		124	150	124
20	19600		140	140	350
21	20300		95	214	280
22	21700		93	233	186
23	23800		130	260	350
24	25600		120	214	350
25	35200		133	265	130
26	3600		175	205	135
27	75500		130	580	185
28	23500		235	100	124
29	25500		93	274	93
30	32000		150	214	106
31	32400		110	286	82
32	34200		285	120	124
33	40000		234	170	124
34	41500		285	146	124
35	54000		234	230	124
36	71500		285	250	124
37	80000		250	320	93

2.5 Перевірка укладання обмоток у вікно магнітної системи

При виборі розмірів проводів дискових котушок первинних обмоток необхідно враховувати значне збільшення додаткових втрат при застосуванні мідних проводів висотою більше 15 мм і алюмінієвих - більше 20 мм. Оптимальне відношення висоти дроту до його товщини лежить в межах 5...12.

Для вибору розмірів перетину дроту, виходячи з прийнятої густини струму, по кривих (рис.2.3 і 2.4) знаходять питомі теплові навантаження тепловіддаючих поверхонь для первинних котушок і дисків вторинного витка.

Криві, представлені на рисунку 2.3 і 2.4, побудовані за формулами: для дискових котушок первинної обмотки

$$K_1 = 20 \frac{a}{a_i} j_1^2 b,$$

для дисків вторинного витка

$$K_2 \approx 10 j_2^2 h_{2K},$$

де K_1 - питоме теплове навантаження дискової котушки при односторонньому охолодженні обмотки, Вт/м²;

K_2 - питоме теплове навантаження бічних поверхонь диска вторинного витка, дотичних з первинною обмоткою, Вт/м²;

a - товщина дроту, мм;

a_i - товщина дроту з ізоляцією, мм;

b - ширина дроту, мм;

h_{2K} - товщина диска, мм;

j_1 і j_2 - щільність струму в первинній і вторинній обмотках, А/мм².

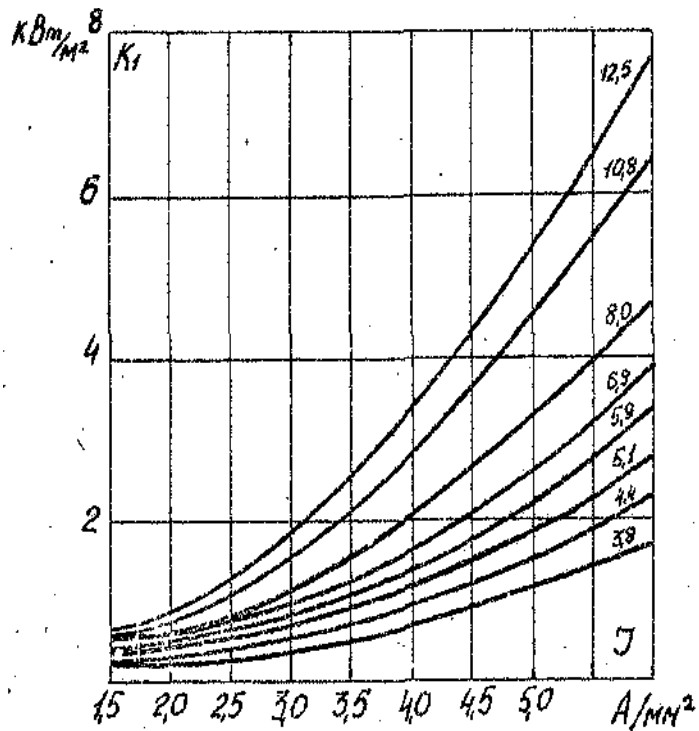


Рисунок 2.3 - Залежність питомого теплового навантаження дискових котушок первинних обмоток трансформатора від густини струму і висоти обмотувального дроту (цифри на кривих) при односторонньому охолодженні

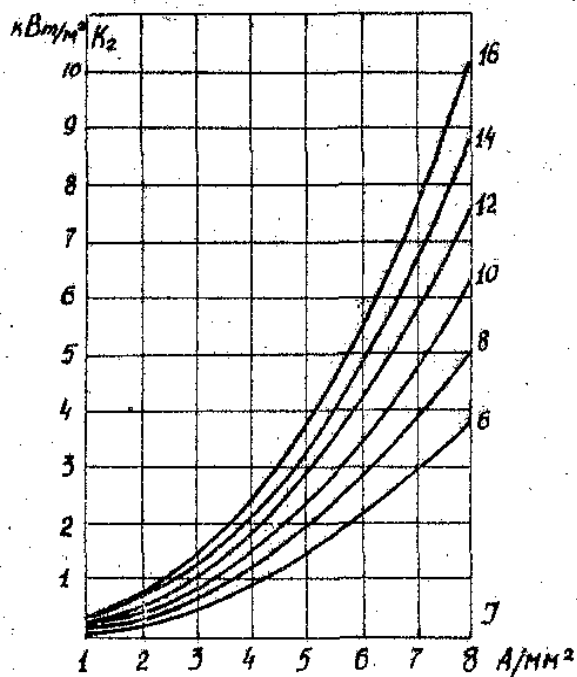


Рисунок 2.4 - Залежність питомого теплового навантаження диска вторинного витка від густини струму і товщини диска (цифри на кривих) при двосторонньому підтиканні котушок первинної обмотки

Виходячи із знайдених питомих теплових навантажень і тривалих струмів за номограмами (рис.2.5 і 2.6) знаходять орієнтовні розміри дроту первинної обмотки, які потім приводять у відповідність з ГОСТ (додатки табл. Д.1 і Д.2), і диска вторинної обмотки.

Криві на рисунках 2.5 і 2.6 для визначення розмірів проводів дискових первинних обмоток і дисків вторинних витків побудовані за формулами:

$$I_{1\text{трив}} = \sqrt{\frac{aa_i b}{\rho_1} K_1 \cdot 10^{-8}}; \quad (2.21)$$

$$I_{2\text{диска}} = \frac{I_{2\text{трив}}}{k} = \sqrt{\frac{2h_{2к} B^2}{\rho_2} K_2 \cdot 10^{-9}}, \quad (2.22)$$

де $I_{1\text{трив}}$ і $I_{2\text{трив}}$ - тривалий струм в первинній обмотці і дисках вторинного витка, А;

ρ_1 і ρ_2 - питомий опір матеріалу дроту первинної обмотки і диска вторинного витка, Ом/м;

$I_{2\text{диска}}$ - струм в диску вторинної обмотки, А;

k - число дисків вторинного витка.

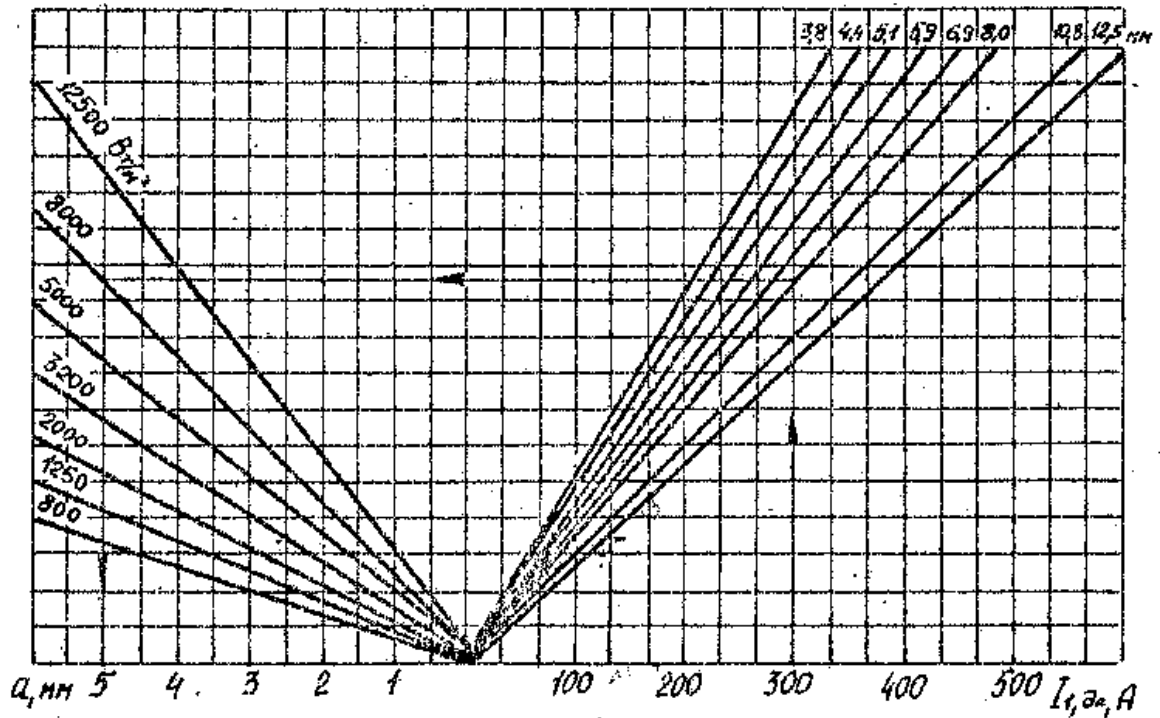


Рисунок 2.5 - Номограма для визначення перетину мідного прямокутного дроту по заданому струму навантаження диска $I_{1трив.}$. Цифри на кривих: зліва - питоме теплове навантаження у $Вт/м^2$; справа - ширина дроту в мм; a - товщина дроту в мм.

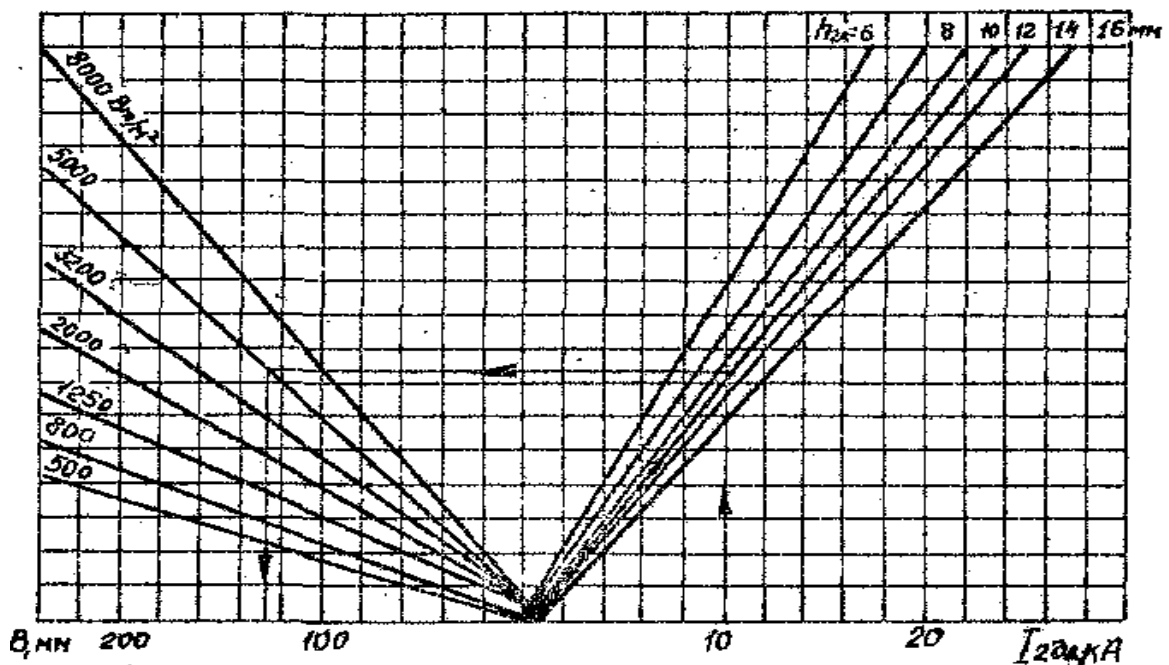


Рисунок 2.6 - Номограма для визначення розмірів перетину мідного диска вторинного витка по заданому струму навантаження диска $I_{2трив.}$. Цифри на кривих: зліва - питоме теплове навантаження диска у $Вт/м^2$; справа - товщина диска в мм; B - радіальний розмір перетину диска, мм.

Визначення потрібної для охолодження трансформатора витрати води проводиться по графіку, показаному на рисунку 2.7.

Внутрішній діаметр трубки охолодження d_m може бути розрахований за формулою:

$$d_m = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}, \quad (2.23)$$

де Q - витрата води, мм³/с;

V - швидкість води, мм/с (приймається не більше 3000 мм/с).

Внутрішній розмір ізолюваної котушки по ширині беруть по 3...15 мм більше ширини стрижня (рис.2.8)

$$b_{1K} = b_c + (8...15). \quad (2.24)$$

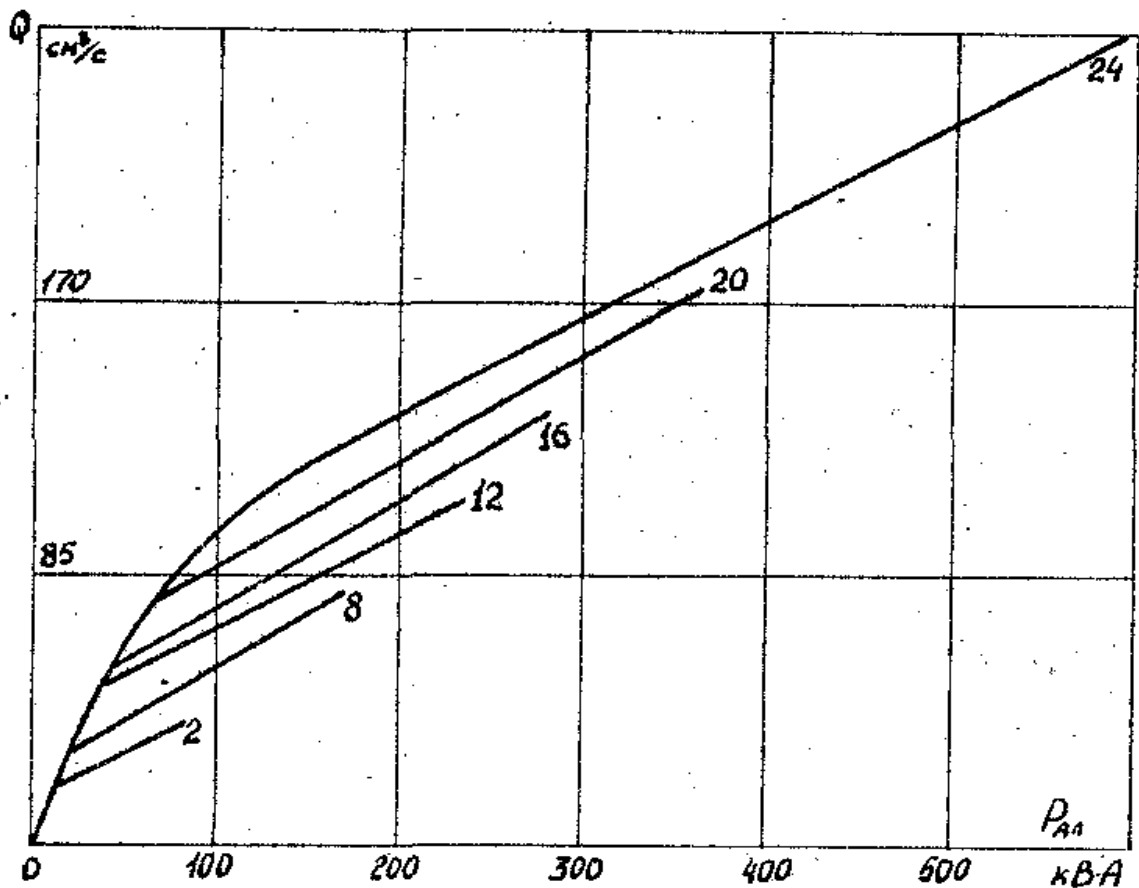


Рисунок 2.7 - Орієнтовна витрата води залежно від тривалої потужності $P_{трив}$ трансформатора $P_{трив} \approx I_{2трив} U_{2H}$. Цифри на кривих - тривалі вторинні струми, кА.

Розмір b_{IK} залежить від габаритів трансформатора, якості штампування пластин магнітопроводу, прийнятої системи ізоляції обмотки від стрижня і повинен забезпечувати вільне надягання котушки на стрижень трансформатора. Розмір b_c включає також зазор між двома стрижнями (2...5мм) у разі складання магнітної системи з двох блоків П - подібних штампувань.

Внутрішній розмір ізольованої котушки по довжині вибирається згідно виразу

$$h_{1K} = h_c + (20...40)\text{мм}, \quad (2.25)$$

де h_c - товщина набору (див. формулу (2.19)).

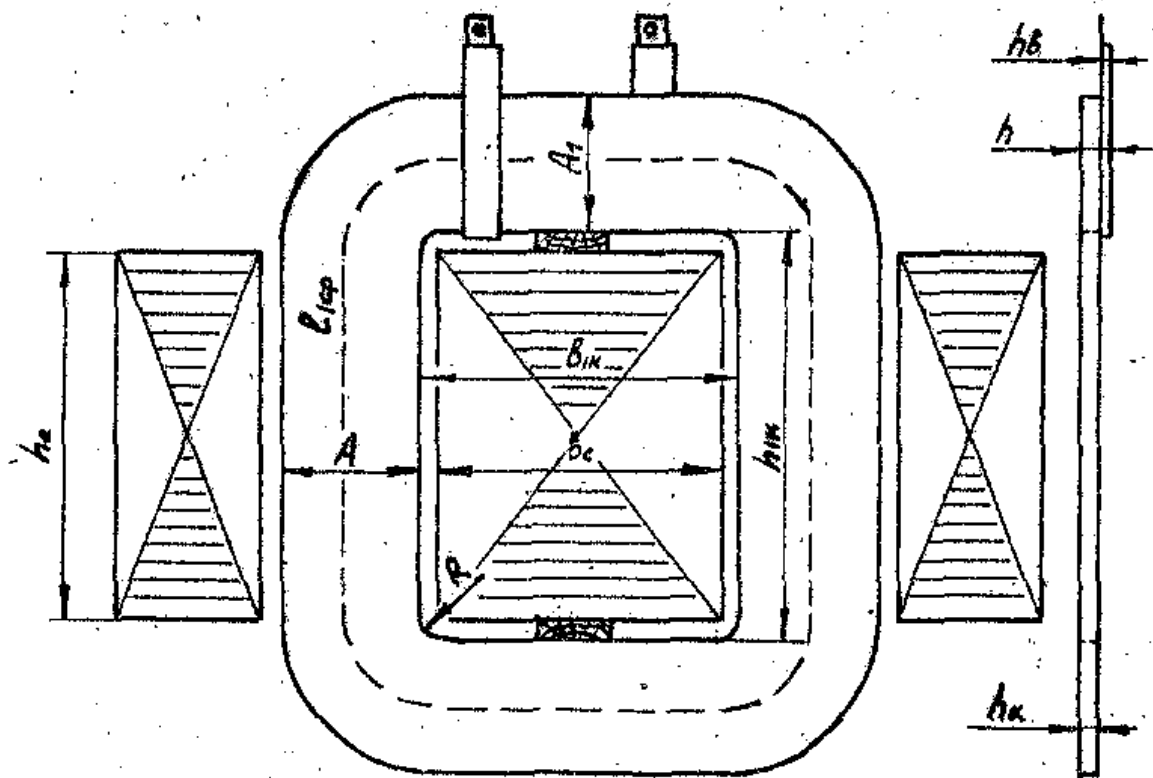


Рисунок 2.8 - Визначення розмірів дискової котушки первинної обмотки трансформатора

Розмір h повинен забезпечувати мінімальний радіус загину дроту обмотки, який знаходиться в межах 5...15 мм.

Радіальний розмір котушки A визначається числом витків котушки ω_K товщиною обмотувального дроту з ізоляцією a_i , товщиною

міжвиткової ізоляції δ_i і сумарною товщиною зовнішньої ізоляції котушки Δ $\Delta = 6 \dots 10 \text{ мм}$.

$$A = (1,03 \dots 1,06) \cdot [\omega_K a_i + \delta_i + \Delta]. \quad (2.26)$$

Коефіцієнт 1,03...1,06 враховує можливе збільшення розміру A після просочування котушки і нещільності намотування.

Радіальний розмір котушки в місцях розміщення виводів:

$$A_1 = A + \Delta_B \cdot n, \quad (2.27)$$

де Δ_B - товщина виводу з ізоляцією;

n - число виводів.

Розміщення котушки у вікні магнітної системи трансформатора забезпечується при виконанні умови

$$2A + b_{1K} + (8 \dots 15) \leq 2b_0 + b_C. \quad (2.28)$$

Аксіальний розмір котушки (висота) h_K визначається висотою обмотувального дроту з ізоляцією b_i і величиною Δ

$$h_K = b_i + \Delta. \quad (2.29)$$

У місці виводу висота котушки збільшується на його товщину

$$h_{1K} = h_K + h_B \quad (2.30)$$

(h_B - сумарна товщина виводу з ізоляцією).

Розміри вторинного витка (рис.2.9) визначаються з наступних умов: число дисків рівне половині числа котушок первинної обмотки; мінімальна товщина диска - 6 мм; максимальна - 15...16 мм для міді, 20...25 мм для алюмінію; розміри дисків повинні забезпечувати щільне прилягання всієї бічної поверхні котушок.

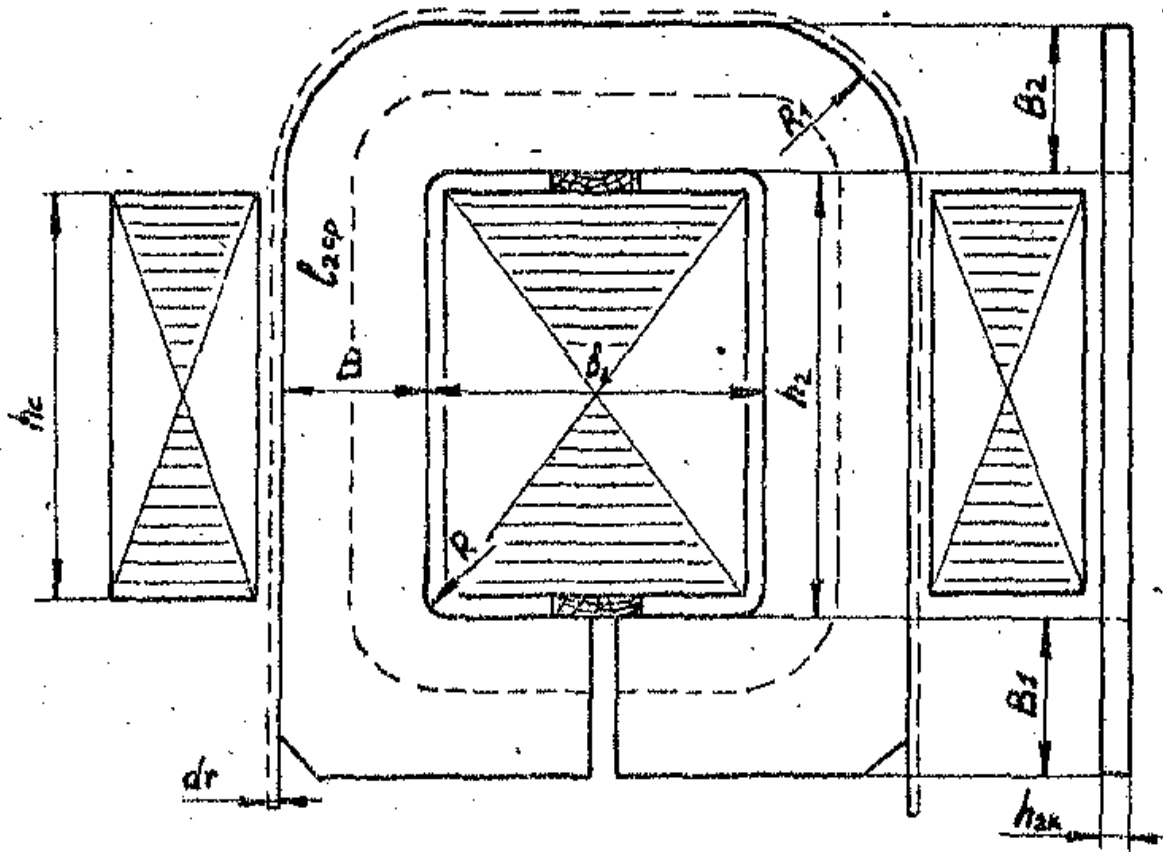


Рисунок 2.9 - Визначення розмірів диска вторинної обмотки

Внутрішній розмір диска по ширині b_2 повинен бити на 2...3 мм менше внутрішнього розміру котушки первинної обмотки:

$$b_2 = b_{1K} - (2...3) \text{ мм.} \quad (2.31)$$

Внутрішній розмір диска по довжині приймають також на 0...2 мм менше внутрішнього розміру котушки первинної обмотки:

$$h_2 = h_{1K} - (0...2) \text{ мм.} \quad (2.32)$$

Радіальний розмір диска B з урахуванням приварювання трубки визначається виходячи з радіального розміру котушки первинної обмотки A і повинен бути не менше його. При цьому повинна бути дотримане умова

$$b_2 + 2B + 2d_m + (10...30) \leq 2b_0 + b_C, \quad (2.33)$$

де b_2 - внутрішній діаметр диска.

Радіус закруглення по внутрішньому периметру диска вибирають в межах $R=5...15$ мм, по зовнішньому - по конструктивних міркуваннях.

Товщину дисків вторинної обмотки визначають за формулою:

$$h_{2K} = \frac{q_2}{kB}, \quad (2.34)$$

де q_2 - перетин вторинної обмотки;

k - число дисків.

Після визначення геометричних розмірів котушок первинної і дисків вторинної обмоток перевіряють укладання обмотки по висоті вікна. Повна висота обмоток у вікні буде:

$$H = \sum h_{iK} + kh_{2K} + 2k\Delta_1 + \delta_K(k-1), \quad (2.35)$$

де Δ_1 - товщина ізоляційних прокладок між первинною і вторинною обмотками, мм;

δ_K - відстань між первинними котушками, мм (приймається виходячи з умов розміщення виводів і розклинювання обмотки в межах 6...15 мм).

Розмір H повинен бути менше величини на 6..12 мм.

Якщо при перевірці заповнення вікна магнітної системи виявиться що вибрані розміри вікна не дозволяють укласти метал обмотки з дотриманням перерахованих вимог або після її розміщення залишається вільне місце, то проводиться коректування розміщення обмоток при мінімальних розмірах вікна.

Для зручності розрахунку і отримання якнайкращих результатів рекомендується викреслити ескіз розміщення обмоток (рис.2.10).

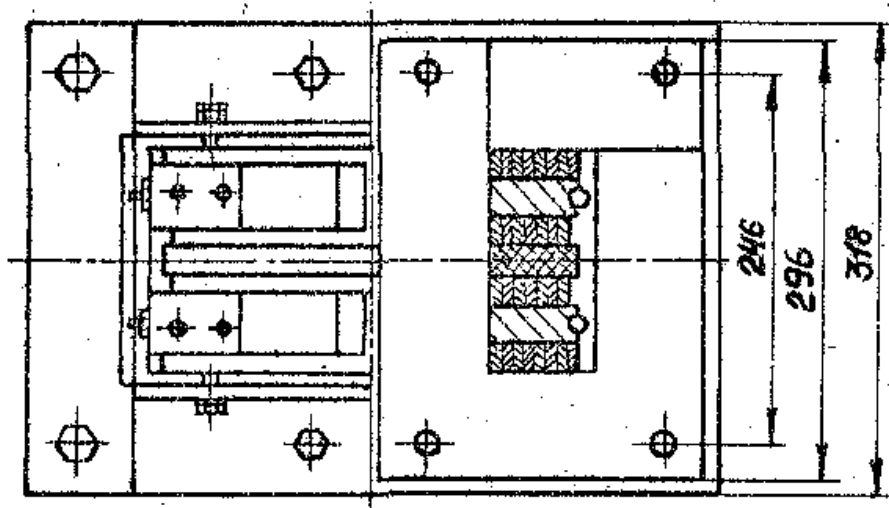


Рисунок 2.10 - Схема розміщення первинної і вторинної обмоток

При необхідності визначення техніко-економічних показників проводиться перевірочний розрахунок трансформатора.

3 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Орлов В.Д. Дмитриев Ю.В., Чекалов А.А. Технология и оборудование контактной сварки.-М.:Машиностроение,1975._536 с.
2. Рыськова З.А. Трансформаторы для электрической контактной сварки-Л.:Энергоатомиздат,1990.-424 с.
3. Глебов Л.В. Филипов Ю.И. Чулошников П.Л. Устройство и эксплуатация контактных машин. – Л.: Энергоатомиздат , 1987. – 312 с.
4. Глебов Л.В. Пескарев Н.А. Фейгенбаум Д.С. Расчет и конструирование машин контактной сварки. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 424 с.
5. Форанов А.А. Рудаков А.С. Контактная сварка. Справочник. – М.: Высшая школа, 1979.- 215 с.
6. Бохштейн О.Н. Оборудование для контактной сварки постоянным током. – Л.: Энергия, 1976 . – 172 с.

ЗМІСТ

1	МЕТА І ЗАВДАННЯ. . . . .	.5
2	РОЗРАХУНОК ОДНОФАЗНОГО ЗВАРЮВАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА КОНТАКТНОЇ МАШИНИ. . . . .	.5
3	РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА. . . . .	.24
	ДОДАТКИ. . . . .	.26

ДОДАТКИ

Таблиця Д.1-Номінальні розміри перетину прямокутного дроту марки ПСДК-Л

Номінальний розмір дроту по стороні <i>b</i> , мм	Номінальний розмір дроту по стороні <i>a</i> , мм								
	2,24	2,50	2,80	3,15	3,55	4,00	4,50	5,00	5,60
	Номінальний перетин, мм ²								
3,15	7,1	7,9	8,8	9,9	11,2	12,6	14,2	15,8	17,7
3,55	8	8,9	9,9	11,2	12,6	14,2	16	17,8	19,9
4,0	9	10	11,2	12,6	14,2	16	18	20	22,4
4,5	10	11,3	12,6	14,2	16	18	20,3	22,5	25,2
5,0	11,2	12,6	14	15,8	17,8	20	22,5	25	28
5,6	12,5	14	15,7	17,6	19,9	22,4	25,2	28	31,4
6,3	14,1	15,8	17,6	19,8	22,4	25,2	28,4	31,5	35,3
7,1	15,9	17,8	19,9	22,4	25,2	28,4	32	35,5	39,8
8,0	17,9	20	22,4	25,2	28,4	32	36	40	44,8
9,0	20,2	22,5	25,2	28,4	32	36	40,5	45	50,4
10,0	22,4	25	28	31,5	35,5	40	45	50	56
11,2	25,1	28	31,4	35,3	39,2	44,8	50,4	56	62,7
12,5	28	31,3	35	39,4	44,4	50	56,6	62,5	70

Таблиця Д.2-Номінальні розміри стрічок для електротехнічного використання

Номінальний розмір стрічок по стороні <i>b</i> , мм	Номінальний розмір стрічок по стороні <i>a</i> , мм								
	1,56	1,81	2,0	2,26	2,5	2,83	3,0	3,28	3,53
	Розрахунковий перетин, мм ²								
14,0	21,8	25,3	28	31,6	36	39,6	42	45,9	49,4
16,0	25	29	32	36,2	40	45,3	48	52,5	56,5
18,0	28	32,6	36	40,7	45	50,9	54	59	63,5
20,0	31,2	36,2	40	45,2	50	56,6	60	65,6	70,6
22,0	34,3	39,8	44	49,7	55	62,3	66	72,2	77,7
26,0	41	47,6	52,6	59,4	65,8	74,4	78,9	86,4	92,8
28,0	43,7	50,7	56	63,3	70	79,2	84	91,8	98,8
30,0	46,8	54,3	60	67,8	75	84,9	90	98,4	105,9

Таблиця Д.3- Характеристики трансформаторів контактних
електрозварювальних машин

Тип машини	Тип трансформатора	Число ступенів	ПВ, %	Потужність, кВА P_H	Струми, А		Напруга, В		
					I_{1H}	I_{2H}	U_1	$(U_{20})_{min}$ - $(U_{20})_{max}$	$(U_{20})_H$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Точкові і рельєфні									
MT-602	K-6.02-3	8	20	14,5	38,2	6300	380	1,25...2,5	2,2
MT-1210	TK-12.04-K-I	8	20	51,0	141,0	12500	360	2,2...4,4	3,8
MT-1214	K-12.04-2	8	20	57,0	158,0	12500	360	2,43...4,86	4,28
MT-1216	TK-12.04-K-5	8	20	51,0	156,0	12500	325	2,2...4,4	3,8
MT-1217	TK-13.04-2-ЭП	6	50	60,0	158,0	13000	380	2,97...4,48	4,48
MT-1609	K-16.05-4	8	20	80,0	222,0	10000	360	2,7...5,4	4,74
MT-1615	K-16.05-2	8	20	88,0	230,0	16000	380	3...6	5,26
МТП-150/1200-IM	TK-16.07-4	8	20	128,0	392,0	16000	325	4,28...8,56	7,55
МТП-200/1200-3	TK-20.09-2	8	20	185,0	515,0	20000	360	5,2...10,4	9,0
MT-2510	TK-25.06-2	16	20	162,0	450,0	25000	360	3,4...6,8	6,3
MT-2517	TK-23.08-4ЭП	6	50	195,0	515,0	22600	380	5,41...8,45	8,45
МТПУ-300	TK-32.08	16	8	265,0	815,0	32000	325	2,32...9,3	8,12
MP-2507	TK-25.05-3	16	20	127,0	353,0	25000	360	2,61...5,22	4,94
MP-8001	TK-40.08- ЭП2	8	20	360,0	1130,0	40000	320	5,0...10,0	8,85
Шовні									
МШ-1001	K-10.03-2	8	50	32,0	84,0	10000	380	1,74...3,48	3,07
МШ-1601	K-16.04-2	8	50	61,2	193,0	16000	325	2,14...4,28	3,78
МШ-2001	TK-20.05-2	8	50	110,0	340,0	20000	325	3,0...6,0	5,33
МШ-3201	TK-32.08-2ЭП	6	50	304,0	935,0	32000	325	6,37...9,3	9,3
МШП С-75	TK-12.07-2	8	50	89,0	272,0	12500	325	3,18...7,56	6,68
МШП Б-150	ТШ-21.07-4	8	50	120,0	370,0	20000	325	3,32...6,64	5,8
МШЛ-150	TK-20.06-3	16	12,5	113,05	353,0	20000	320	2,95...5,9	5,5
МШП Л-300/1500	TK-25.09	16	3,0	240,0	735,0	25000	325	4,9...9,8	9,3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
МШУ-200	ТШ-25.07-2	8	50	190,0	585,0	25000	325	4,17...8,34	7,4

Стикові									
МС-301	К-3.02-3	6	12,5	5,1	13,5	3200	380	0,99...1,84	1,57
МС-403	К-4.02	16	1,2	7,4	19,5	4000	380	0,525...2,08	1,8
МС-802	К-8.02-3	6	12,5	25,6	67,0	8000	380	1,9...3,65	3,06
МСЛ-300-2-1	ТК-37.08-2	16	20	300,0	790,0	37000	380	2,8...9,0	7,9
МС-2001	ТК-20.08-6	16	20	160,0	422,0	20000	380	4,05...8,1	7,6
МС-2008	ТК-20.08-5	16	20	162,0	428,0	20000	380	4,23...8,46	7,86
МС-3201	ТК-32.15	16	20	475,0	1250,0	32000	380	7,9...15,8	14,6
МС-5004	К-25.14 2	16	20	372,0	985,0	25000	380	5,29...16,5	14,6
Точкові підвісні із зварювальними кліщами									
МТП-12.03	ТКП-10.13-2ЭП	6	50	138,0	369,0	10000	380	8,65...13,1	13,1
МТПП-75	ТКПА-8.08,4-2	16	25	70,0	194,0	8000	360	4,87...19,48	8,38
МТПГ-75	ТК-9.08	16	25	72,0	200,0	8200	360	4,87...19,48	8,38
МТПГ-150-2	ТКП-150-2	16	25	156,0	434,0	12500	360	6,9...27,6	12,0
Багатоелектродні									
МТМК-3x100	ТК-12.07	16	20	85,0	224,0	11700	380	2,6...8,08	7,03
МТМС-9x35	ТК-6.05-4	8	20	33,0	92,0	6300	360	2,82...5,64	4,92
АТМС-14x75-7-1	ТК-12,06-4	8	8	81,5	215,0	12500	360	2,87...6,31	6,0
МТМ-09	ТК-12,06-ЭП	8	20	81,0	225,0	12500	360	3,6...7,2	6,32
МТМ-32-33 та інші	ТК-21.05-3ЭП	6	50	123,0	325,0	21500	380	3,58...5,56	5,56
МТМ-35 та інші	ТК-32.08-2ЭП	6	50	304,0	935,0	32000	325	6,37...9,3	9,3
	ТК-32.09-4ЭП	3	3	318,0	882,0	32000	360	7,5...9,45	9,45
МТМ-15-23	ТК-32.05-ЭП	3	3	184,0	510,0	32000	360	4,74...5,62	5,62
МТМ25-31									
МТМ-36-49 та інші									
МТМ-24	ТК-32.07-2ЭП	3	2	250,0	690,0	32000	360	5,0...7,5	7,5
МТМ-42 та інші									