

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Вагони»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проектування з дисципліни

"ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ВАГОНІВ"

Частина 2

Харків 2012

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку
на засіданні кафедри «Вагони» 27 грудня 2010 р., протокол № 7.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 7.100501 «Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту» денної та заочної форм навчання та слухачів ІППК.

Укладачі:

старш. викл. В.М. Петухов,
асист. В.В. Репко

Рецензент

проф. І.Е. Мартинов

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проектування з дисципліни
"ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ВАГОНІВ"

ЧАСТИНА 2

Відповідальний за випуск Петухов В.М.

Редактор Етколо О.О.

Підписано до друку 07.02.11 р.

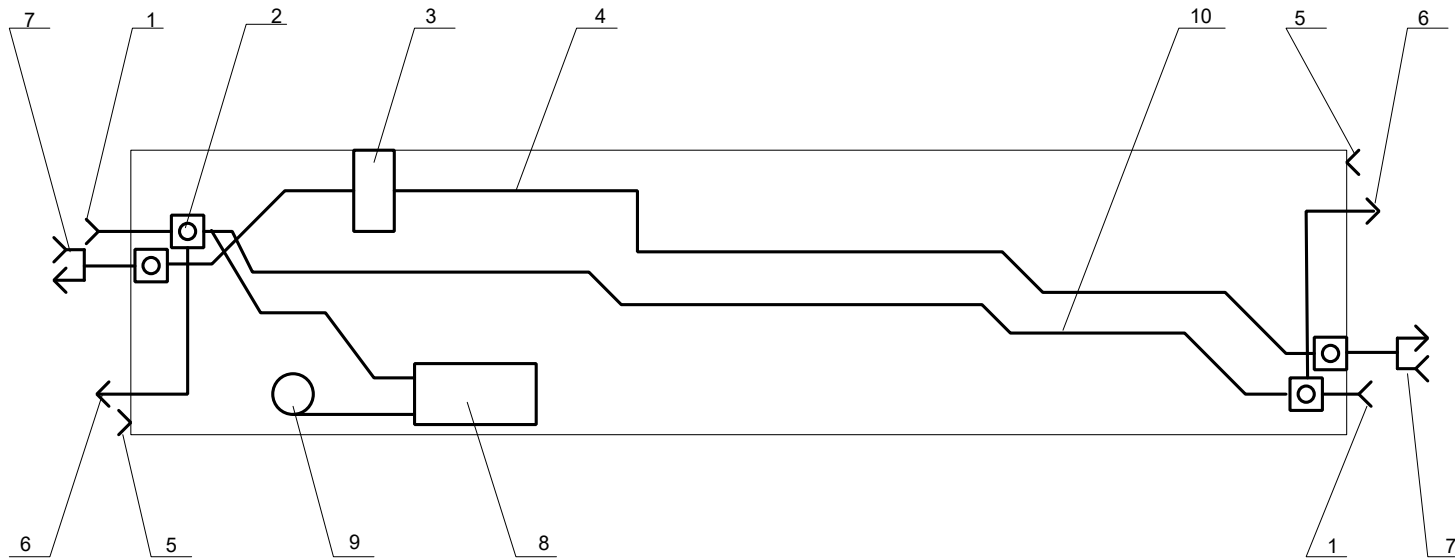
Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,75. Тираж 100. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.
61050, Харків - 50, пл. Фейєрбаха, 7

Додаток Б
(обов'язковий)

Приклад схеми підвагонних магістралей



1 – розетка високовольтної магістралі; 2 – кінцеві підвагонні коробки; 3 – пульт керування; 4 – низьковольтна магістраль; 5 – холостий приймач; 6 – штепсель із кабелем; 7 – розетка низьковольтної магістралі; 8 – ящик для високовольтного обладнання; 9 – високовольтний нагрівач котла; 10 – високовольтна магістраль

Рисунок Б.1 – Схеми підвагонних магістралей

Додаток В (обов'язковий)

Приклад функціональної однолінійної схеми електрообладнання вагона

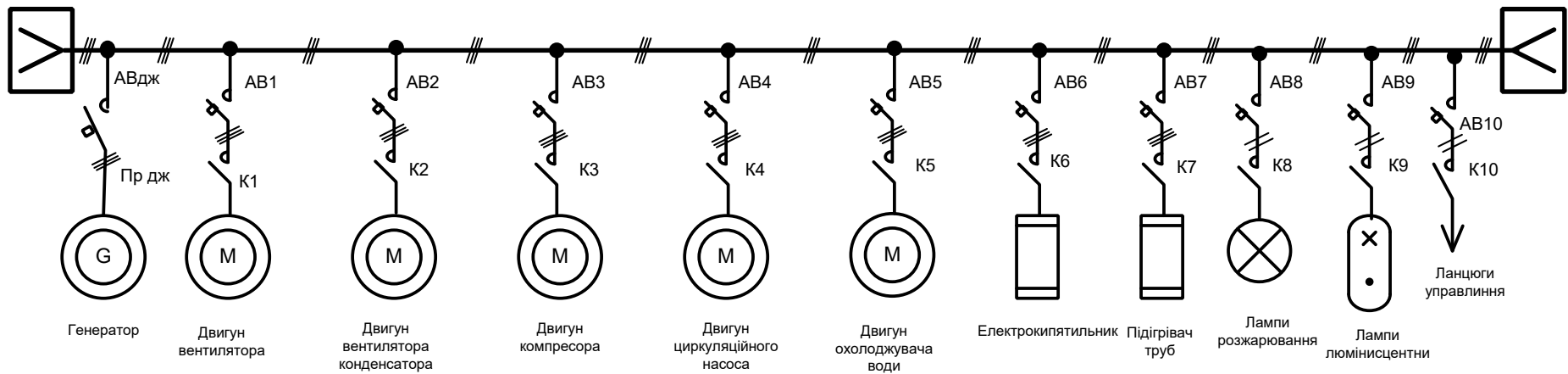


Рисунок В.1 – Однолінійна схема електрообладнання вагону

Таблиця 3.2 – Тривало допустимі струмові навантаження на дроти і кабелі в мережах напруги до 1000 В для мідних/алюмінієвих дротів

Струм в амперах

Вид кабелю, дроту	Спосіб прокла- дання	Переріз дроту або однієї жили кабелю, мм ²												
		2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185
Дроти з гумовою і поліхлорвініло- вою ізоляцією	Відкрито прокладені	<u>30</u> 24	<u>41</u> 32	<u>50</u> 39	<u>80</u> 60	<u>100</u> 75	<u>140</u> 105	<u>170</u> 130	<u>215</u> 165	<u>270</u> 210	<u>330</u> 255	<u>385</u> 295	<u>440</u> 340	<u>510</u> 390
	В одній трубі	<u>25</u> 19	<u>35</u> 28	<u>42</u> 32	<u>60</u> 47	<u>80</u> 60	<u>100</u> 80	<u>125</u> 95	<u>170</u> 130	<u>210</u> 165	<u>255</u> 200	<u>290</u> 220	<u>330</u> 255	-
Трижильні кабелі з гумовою або пластмасовою ізоляцією	У повітрі	<u>25</u> 19	<u>35</u> 27	<u>42</u> 32	<u>55</u> 42	<u>75</u> 60	<u>95</u> 75	<u>120</u> 90	<u>145</u> 110	<u>180</u> 140	<u>220</u> 170	<u>260</u> 200	<u>305</u> 235	<u>350</u> 270
Чотирижильні кабелі з паперовою просоченою ізоляцією	У повітрі	-	<u>37</u> 28	<u>45</u> 35	<u>60</u> 45	<u>80</u> 65	<u>100</u> 80	<u>125</u> 95	<u>150</u> 120	<u>155</u> 145	<u>215</u> 165	<u>255</u> 195	<u>300</u> 230	<u>340</u> 230

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсового проектування з дисципліни
"ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ВАГОНІВ"
ЧАСТИНА 2

Харків 2012

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Вагони” 27 грудня 2010 р., протокол № 7.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 7.100501 «Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту» денної та заочної форм навчання та слухачів ІПК.

Укладачі:

старш. викл. В.М. Петухов,
асист. В.В. Репко

Рецензент

проф. І.Е. Мартинов

ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Системи енергопостачання пасажирських вагонів	5
2	Вибір основного електрообладнання вагона	9
2.1	Вибір двигунів за каталогом	9
2.2	Вибір пристроїв опалення вагонів	12
2.3	Вибір освітлювального обладнання	13
3	Вибір дротів мережі електропостачання пасажирського вагона	16
4	Вибір захисної та комутаційної апаратури	18
5	Електричні схеми та умовно-графічні позначення електричних схем вагонів	22
	Список літератури	29
	Додаток А Приклад схеми розміщення електроустаткування у вагоні з кондиціонуванням повітря .	30
	Додаток Б Приклад схеми підвагонних магістралей	31
	Додаток В Приклад функціональної однолінійної схеми електрообладнання вагона	32

ВСТУП

Електричне обладнання пасажирських вагонів працює в складних умовах. У процесі експлуатації на нього діють значні динамічні зусилля, які виникають у результаті вібрації та поштовхів, особливо при великих швидкостях руху та при маневрових роботах.

Значна кількість різного електрообладнання встановлена зовні кузова вагона і піддається атмосферним діям. Взимку при низьких температурах (до -50°C) знижується механічна міцність окремих деталей електричних машин, апаратів та приладів. Внаслідок підвищення в'язкості мастила виникають значні моменти опору, які ускладнюють роботу електричних машин та механізмів, знижують коефіцієнт їх корисної дії.

При низьких температурах більшість ізоляційних матеріалів стають крихкими, у них з'являються тріщини. Зменшується також ємність акумуляторних батарей. Влітку при підвищених температурах (особливо в південних районах) робота електрообладнання також утруднена: погіршуються умови охолодження електричного обладнання.

Встановлене у вагоні електрообладнання повинне мати якомога меншу масу та габаритні розміри, так як ці параметри впливають на економічні показники роботи рухомого складу. Особливо жорсткі вимоги ставляться до розмірів електрообладнання, встановленого ззовні та під вагоном, так як воно обов'язково повинне вписуватись у габаритні розміри рухомого складу.

Таким чином, електрообладнання вагона – це достатньо складна система. Чітке знання про її роботу, і тим більше розрахунки та вибір її окремих елементів, можливе тільки в результаті вивчення значного обсягу спеціальної літератури та набуття практичних навичок.

1 СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ

Наявні системи електрозабезпечення пасажирських вагонів у залежності від розташування джерел електричної енергії та їх використання розподіляються на такі основні групи:

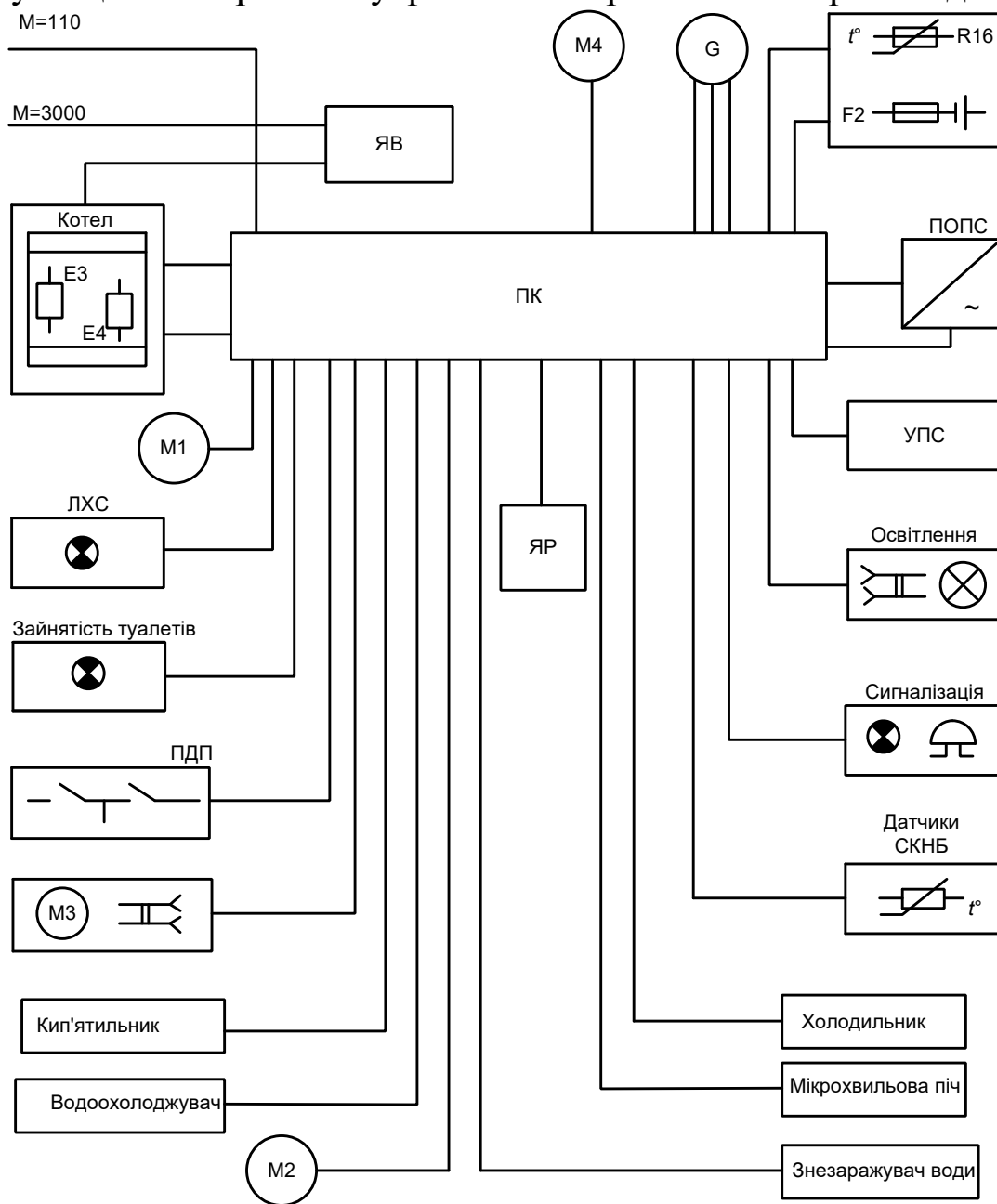
- системи автономного електрозабезпечення;
- централізовані системи електрозабезпечення;
- змішані (комбіновані) системи електрозабезпечення.

Застосування тієї чи іншої системи обумовлене споживанням енергії в пасажирських вагонах та швидкістю їх руху.

У пасажирському вагоні із системою автономного електрозабезпечення (рисунок 1.1) є власні джерела електричної енергії (генератор і акумуляторна батарея), які забезпечують живлення споживачів електроенергією при русі та на стоянках, генератор приводиться в обертання від осі колісної пари вагона з допомогою спеціального привода. У вагонах без кондиціонування повітря потужність генератора звичайно не перевищує 10 кВт, а у вагонах з кондиціонуванням вона досягає 20-30 кВт. Як резервне та аварійне джерело енергії використовується акумуляторна батарея, яка живить основні споживачі вагона при непрацюючому генераторі (при його несправності, на стоянці, а також при невеликій швидкості руху поїзда).

Крім того, акумуляторна батарея сприймає піки навантаження, які виникають при одночасному вмиканні декількох споживачів великої потужності, пуску електричних двигунів, короточасних перевантаженнях та ін. Основною перевагою системи електрозабезпечення з приводом генератора від осі колісної пари є те, що живлення електричних споживачів у кожному вагоні не залежить від зовнішніх джерел електричної енергії. Внаслідок цього забезпечується висока експлуатаційна маневреність пасажирських вагонів. У випадку виходу з ладу власного генератора електричну мережу вагона можна підключити до мережі сусіднього вагона. Проте індивідуальна система має суттєві недоліки. Головні з них велика маса і недостатня надійність електрообладнання, підвищені

експлуатаційні витрати на утримання та ремонт електрообладнання.



ПДП – пост дистанційного пуску установки газового пожежогасіння; УПС – установка пожежної сигналізації; УГП – установка газового пожежогасіння; ПК – пульт керування вагонним електроустаткуванням; ЯВ – підвагонний ящик з високовольтним електроустаткуванням; ЛХС – ліхтарі сигнальні; G – підвагонний генератор; М-110 – підвагонна магістраль постійного струму напругою 110 В; М-3000 – підвагонна високовольтна магістраль напругою 3000 В; ПОПС – перетворювач однофазний побутових споживачів; ЯР – ящик з пускорегулюючою апаратурою вентилятора вагона

Рисунок 1.1 – Структурна схема електрообладнання пасажирського

вагона з автономною системою електрозабезпечення

Приклад схеми розміщення електроустаткування у вагоні з кондиціонуванням повітря подано у додатку А.

В останні роки у зв'язку з ростом потужності встановленого у вагонах електрообладнання більш широко почало застосовуватись централізоване електрозабезпечення.

Централізована система електропостачання передбачає живлення споживачів електроенергії всіх вагонів поїзда від одного джерела електроенергії, розташованого у спеціальному вагоні-електростанції або на локомотиві (рисунок 1.2).

На електрифікованих залізницях електроенергія може бути отримана від електровоза. При русі поїзда неелектрифікованими ділянками електроенергію вагони отримують від вагона-електростанцій. Централізована система електрозабезпечення пасажирських вагонів має такі типові схеми:

а) джерело трифазного змінного струму частотою 50 Гц стандартної напруги знаходиться в спеціальному вагоні-електростанції.

Електроенергія у вагони передається по трифазній підвагонній магістралі;

б) джерело постійного або однофазного змінного струму напругою 3000 В – напруга контактної мережі електрифікованих залізниць постійного струму. Напруга 3000 В змінного струму також може бути порівняно просто отримана на електровозах змінного струму.

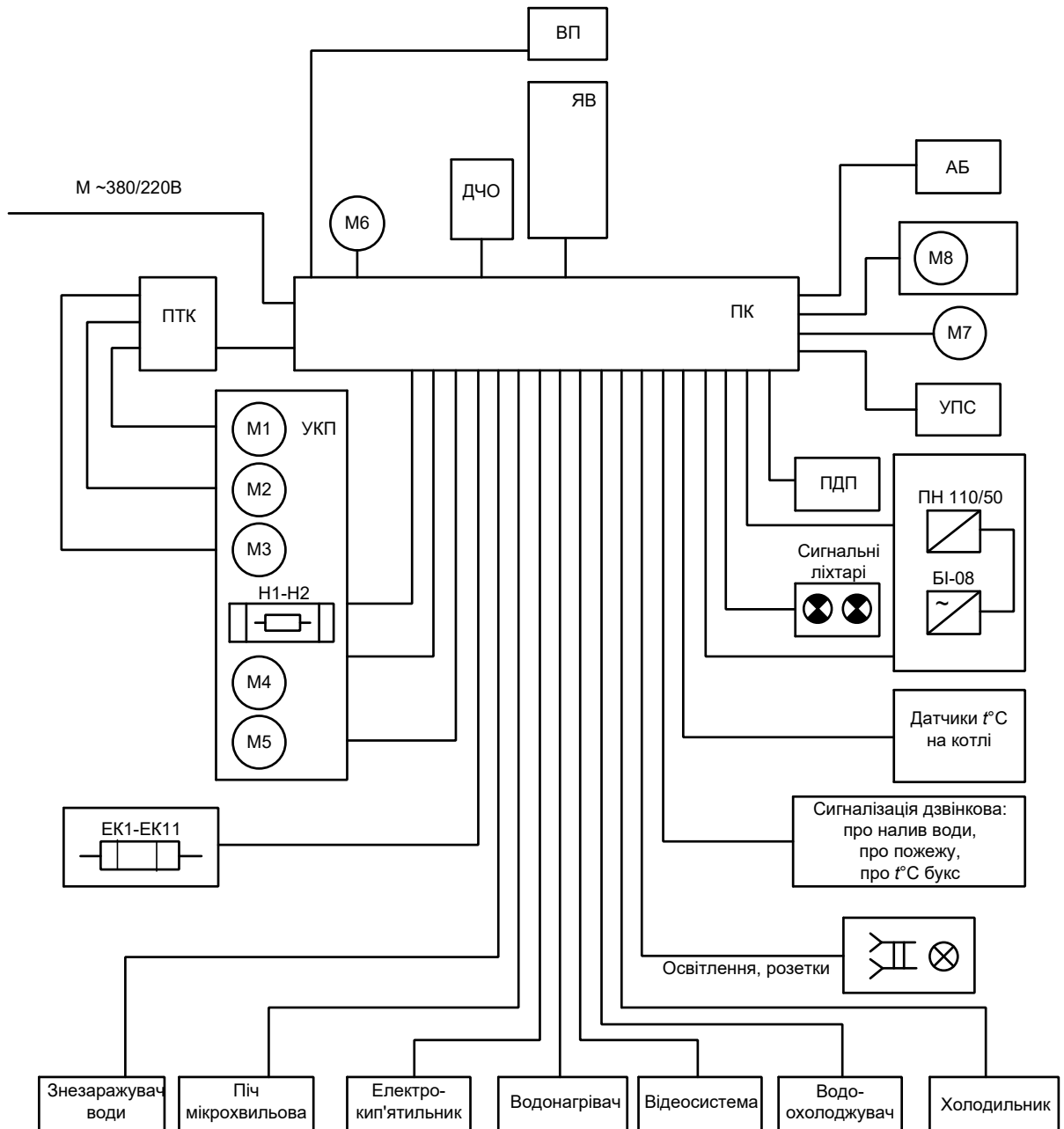
У цій системі електроенергія передається у вагони високовольтною магістраллю. Так як освітлення, побутові прилади, апарати керування не можуть бути високовольтними, то вагони обладнуються й індивідуальними перетворювачами.

За допомогою перетворювачів, установлених на вагонах, високовольтний або однофазний струм перетворюється у трифазний частотою 50 Гц стандартної напруги. Якщо після перетворювача встановити випрямляючий пристрій, то в мережу електрообладнання вагона буде подана напруга постійного струму.

Централізована система електрозабезпечення пасажирських вагонів більш економічна, ніж індивідуальна.

Змішана (комбінована) система електрозабезпечення знаходить

у даний час все більше застосування. При цьому пасажирський вагон має як високовольтну магістраль, так і індивідуальний генератор. Енергоємне обладнання – прилади електроопалення – отримують живлення від магістралі, інше низьковольтне електрообладнання – від генератора.



ПТК – перетворювач триканальний кондиціонера; ДЧО – датчик частоти обертання; УКП – установка кондиціонування повітря; ПДП – пульт дистанційного пожежогасіння

Рисунок 1.2 – Структурна схема електрообладнання пасажирського

2 ВИБІР ОСНОВНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ВАГОНА

При виборі електрообладнання вагона необхідно в першу чергу орієнтуватися на такі пристрої, що серійно виробляються промисловістю, за умов, що вони відповідають безпеці руху на залізничному транспорті. Уніфікація електрообладнання дає змогу підвищити якість обладнання і пристроїв, зменшити витрати на експлуатацію і ремонт, забезпечити регулярне постачання запасними частинами, удосконалювати якість електрообладнання.

2.1 Вибір двигунів за каталогом

При виборі типу електродвигуна для приводу вагонних механізмів необхідно орієнтуватися на рід струму, вказаний у завданні (постійний або змінний). Необхідно також мати на увазі, що ряд механізмів (вентилятори конденсатора та випарника, компресор) мають регульовану продуктивність і для їх приводів обираються двигуни з регульованою частотою обертання.

За величиною розрахованої потужності вибирають тип двигуна за каталогом (таблиці 2.1, 2.2) так, щоб потужність вибраного двигуна не відрізнялась від розрахованої величини більш ніж на 5 %. Якщо за каталогом такий двигун підібрати не можна, тоді вибирають двигун ближчої більшої потужності.

Електричні машини, апарати та прилади повинні встановлюватись на вагоні так, щоб полегшити їх обслуговування, перевірку, монтаж, демонтаж та ремонт на шляху прямування та на короткочасних зупинках. Для прискорення виявлення несправностей у розгалуженій електричній мережі вагона, забезпечення її ремонту, мережу розподіляють на окремі ділянки шляхом установаження монтажних коробок.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики двигунів постійного струму

Тип двигуна	Номінальна частота обертання n_n , об/хв.					
	1000		1500		3000	
	P_n , кВт	η_n , %	P_n , кВт	η_n , %	P_n , кВт	η_n , %
П-11	0,13	59,0	0,3	64,0	0,7	73,5
П-12	0,20	65,5	0,45	70,0	1,0	76,0
П-21	0,30	80,5	0,7	74,0	1,5	76,5
П-22	0,45	72,0	1,0	76,5	2,2	80,0
П-31	0,70	75,0	1,5	78,5	3,2	83,0
П-32	1,0	80,0	2,2	83,5	4,5	84,0
П-41	1,5	74,0	3,2	79,0	6,0	82,0
П-42	2,2	76,0	4,5	80,5	8,0	83,5
П-51	3,2	79,0	6,0	83,0	11,0	84,5
П-52	4,5	81,0	8,0	84,5	14,0	86,0
П-61	6,0	83,0	11,0	84,5	19,0	87,5
П-62	8,0	85,0	14,0	86,5	25,0	88,5
П-71	11,0	79,0	19,0	83,0	32,0	84,0
П-72	14,0	80,0	25,0	85,5	42,0	86,0
П-81	19,0	82,0	32,0	86,5	-	-
П-82	25,0	84,5	42,0	88,0	-	-

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики трифазних асинхронних двигунів серії А

Тип двигуна	Номінальна потужність, кВт	Частота обертання, об/хв	Номінальний струм, А	$\cos \varphi$	η_n	λ
1	2	3	4	5	6	7
<i>Одношвидкісні</i>						
АОЛ-011-4	0,05	1390	0,28	0,62	0,43	3
АОЛ-012-4	0,08	1390	0,36	0,65	0,52	3
АОЛ-11-4	0,12	1400	0,45	0,72	0,58	4
АОЛ-12-4	0,18	1400	0,6	0,74	0,62	4
АОЛ-21-4	0,27	1400	0,83	0,75	0,66	4
АОЛ-22-4	0,4	1400	1,14	0,76	0,7	4
АОЛ-31-4	0,6	1410	1,6	0,76	0,74	5
АОЛ-32-4	1,0	1410	2,4	0,79	0,785	5
АОЛ-41-4	1,7	1420	3,9	0,82	0,815	5
АОЛ-42-4	2,8	1420	6,1	0,84	0,835	5,5
АТ-51-4	4,5	1440	9,4	0,85	0,855	6

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7
АТ-52-4	7,0	1440	14,2	0,86	0,87	6,5
АТ-62-4	10	1460	19,7	0,88	0,875	6,5
АТ-63-4	14	1460	27,4	0,88	0,885	7,0
АТ-72-4	20	1460	38,8	0,88	0,89	6,5
АТ-73-4	28	1460	53,8	0,88	0,90	7,0
АТ-82-4	40	1470	75	0,89	0,905	6,5
<i>Багатошвидкісні</i>						
АТ-41-6/4/2	0,6	940	2	0,7	0,65	3,5
	0,75	1440	2,2	0,77	0,68	4,5
	1,0	2880	2,7	0,88	0,64	4,5
АТ-42-6/4/2	1,0	950	3,1	0,7	0,71	4,0
	1,3	1450	3,5	0,77	0,73	5,0
	1,7	2880	4,3	0,88	0,69	5,5
АТ-52-6/4/2	1,7	960	1,9	0,7	0,75	5,0
	2,1	1460	5,1	0,8	0,78	6,0
	2,8	2900	6,7	0,89	0,71	6,0
АТ-62-8/6/4	2,5	710	6,8	0,77	0,72	5,5
	3,0	950	6,8	0,88	0,76	5,5
	3,5	1420	7,7	0,92	0,74	6,5
АТ-63-8/6/4	3,5	710	9,0	0,78	0,76	5,5
	4,5	950	9,8	0,88	0,79	5,5
	5,0	1430	10,6	0,92	0,78	6,5
АТ-72-8/6/4	5,0	715	12,2	0,79	0,79	5,5
	6,5	960	13,6	0,88	0,82	5,5
	7,0	1430	14,3	0,92	0,805	7,0
АТ-73-8/6/4	7,0	715	16,2	0,8	0,82	6,5
	9,0	960	18,3	0,89	0,84	6,5
	10	1430	20	0,92	0,825	7,0
АТ-82-8/6/4	10	720	22,6	0,8	0,84	6,5
	12,5	970	24,8	0,9	0,85	6,5
	14	1450	28	0,92	0,83	7,5
АТ-83-8/6/4	14	720	31,3	0,8	0,85	7,0
	18	970	35,4	0,9	0,86	6,5
	20	1450	39	0,92	0,845	8,0

2.2 Вибір пристроїв опалення вагонів

Конструкція опалювальних пристроїв визначається видом енергії, використаної для опалення.

Електроводяне опалення. При цій системі вода в котлі нагрівається високовольтними електронагрівальними елементами, які вмонтовані у котел. При відсутності джерела електроенергії котел працює на твердому паливі. Електроводяне опалення вагонів універсальне. Вагони з такою системою опалення можуть експлуатуватися як на електрифікованих, так і на неелектрифікованих залізницях. На даний час практично всі вагони обладнуються комбінованими котлами, тобто системою електроводяного опалення.

Широке застосування знайшло електричне опалення пасажирських вагонів.

У порівнянні з електроводяним електричне опалення простіше в обслуговуванні, легко автоматизується, маса приладів електричного опалення менша. При електричному опаленні виключається тяжка праця провідників вагона, покращуються санітарні умови, звільняється котлове приміщення, зменшується тара вагона.

Прилади електричного опалення, проте, є найбільш енергоємними споживачами вагона – їх потужність досягає 50 кВт. Тому електрична система опалення застосовується лише при централізованому електрозабезпеченні вагона. При цьому прилади електричного опалення можуть одержувати електроенергію таким чином:

- а) від контактної мережі через пантограф електровоза напругою 3000 В;
- б) від дизель-електричних генераторів, установлених у спеціальному вагоні-електростанції напругою 220/380 В.

Суттєвим недоліком електричного опалення є підвищена електронезбезпека. Електричні печі розподіляються по всіх приміщеннях вагона і доступ до них пасажирів не виключений.

Технічні дані трубчастих електронагрівачів наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні дані трубчастих електронагрівачів

Тип ТЕНа	Потужність, кВт	Напруга, В	Тип ТЕНа	Потужність, кВт	Напруга, В
ЕТ-44	0,024	22	ЕТ-80	0,37	150
ЕТ-80	0,038	38	G201A	0,367	150
ЕТ-80	0,045	45	ЕТ-60	0,2	220
ТЕН-81	0,63	55	ЕТ-100	0,33	220
ТЕН-78	0,8	55	G215A	0,167	250
10.30.33	0,25	60	G201A	0,634	250
ЕТ-80	0,09	75	8231.065	0,25	300
ЕТ-64	0,055	110	8231.066	0,25	500
ЕТ-32	0,1	110	8231.063	0,25	500
0019.367	0,25	125	G224У	0,333	500
0019.331	0,5	125	8231.061	0,5	500
10.30.31	0,5	125	SK1A123	0,75	500
10.30.30	1,2	125	8231.051	0,5	1000

2.3 Вибір освітлювального обладнання

При визначенні потужності освітлювального навантаження методом коефіцієнта використання світлового потоку необхідно користуватися нижченаведеними таблицями для визначення: найменшої допустимої освітлюваності (таблиця 2.4); відношення середньої освітлюваності до мінімальної (коефіцієнт нерівномірності освітлення) (таблиця 2.5); відношення потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп (коефіцієнт використання світлового потоку) (таблиця 2.6); технічних даних ламп, які застосовуються на залізниці (таблиці 2.7 та 2.8). Приклад розміщення світильників у вагонах наведено на рисунку 2.1.

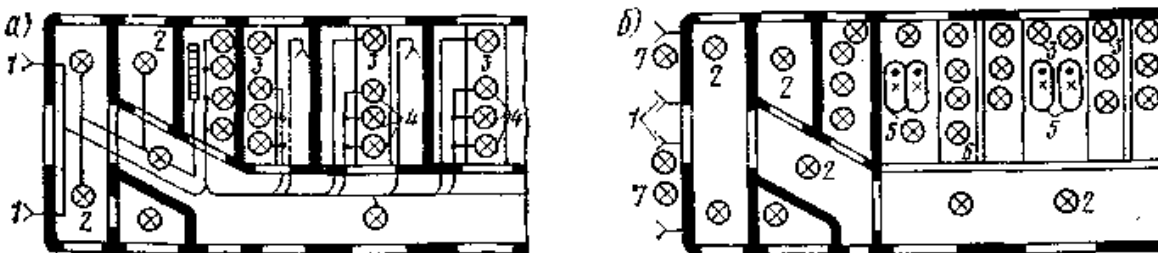


Рисунок 2.1 – Розміщення світильників у вагонах

Таблиця 2.4 – Найменша допустима освітлюваність у приміщенні вагона

Приміщення	Найменша освітлюваність при лампах, лк	
	розжарювання	люмінесцентних
Купе суцільнометалевого вагона далекого прямування: на столі, Над краями диванів	75/50 75/50	150/100 150/100
Над краями сидінь пасажирського приміщення міжобласних вагонів	75/50	150/100
Пасажирські приміщення в некупейних вагонах: на столі, Над краями диванів	75/50 75/50	150/100 150/100
Примітка – У чисельнику вказана норма освітлюваності для централізованих систем електрозабезпечення, а в знаменнику – для індивідуальних		

Таблиця 2.5 – Коефіцієнт нерівномірності освітлення

Приміщення	Величина
Купе при опущених полицях	1,1
Коридори, тамбури, туалети	1,4
Пасажирські міжобласні вагони	1,1-1,3
Пасажирські відкриті вагони	1,3-1,5

Таблиця 2.6 – Технічні дані люмінесцентних ламп

Тип лампи	Номінальна потужність, Вт	Номінальна напруга, В	Світловий потік, лм	Довжина лампи, мм
ЛБ 15	15	127	630	440
ЛТБ 15	15	127	600	440
ЛБ 20	20	127	980	590
ЛТБ 20	20	127	900	590
ЛБ 30	30	220	1740	900
ЛТБ 30	30	220	1500	900
ЛБ 40	40	220	2480	1200
ЛТБ 40	40	220	2200	1200

Таблиця 2.7 – Коефіцієнт використання світлового потоку

Світильники	Пасажирські приміщення, міжобласні відкриті та інші вагони		Купе	
	з темними стінами і стелями	зі світлими стінами і стелями	з темними стінами і стелями	зі світлими стінами і стелями
Плафон на стелі з двома лампами розжарювання	0,25	0,35	0,22	0,30
Плафон на стелі з однією люмінес- центною лампою	0,30	0,40	0,26	0,32
Плафон на стелі з двома люмінес- центними лампами	0,35	0,46	0,32	0,37
Плафон на стелі з однією лампою розжарювання	0,40	0,52	0,36	0,42

Таблиця 2.8 — Технічні дані залізничних ламп розжарювання

Тип лампи	Номінальна потужність, Вт	Номінальна напруга, В	Світловий потік, лм
Ж-54-10	10	54	65
Ж-54-25	25	54	230
Ж-54-40	40	54	430
Ж-54-50	50	54	550
Ж-54-60	60	54	720
Ж-75-50	50	75	525
Ж-54-15	15	54	108
Ж-220-40	40	220	336
Ж-220-60	60	220	540
Ж-220-75	75	220	671
Ж-220-100	100	220	1000
Ж-127-40	40	127	380
Ж-127-60	60	127	645
Ж-127-75	75	127	881
Ж-127-100	100	127	1275

3 ВИБІР ДРОТІВ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПАСАЖИРСЬКОГО ВАГОНА

Дроти електричної мережі вагона прокладаються, як правило, у металевих трубах під вагоном і у вагоні та металевих коробах – у вагоні. Допускається прокладання в гнучких металорукавах. Мінімальний переріз дротів обирається за таблицею 3.1. Остаточний вибір перерізу дротів обирається за таблицею 3.2 Приклад схеми під вагонних магістралей подано в додатку Б.

Таблиця 3.1 – Мінімальний переріз дротів мережі електропостачання вагонів

Характеристика дротів і умов прокладання	Найменший переріз дротів, мм ²	
	мідних	алюмінієвих
Ізольовані дроти для освітлювальної апаратури	0,5	-
Дроти для переносних приладів	0,75	-
Незахищені ізольовані дроти для стаціонарного прокладання у трубах і металевих рукавах, групові лінії силових і освітлювальних мереж при відсутності штепсельних рознімачів	1	2,5
Групові дроти силової мережі, мережі освітлення зі штепсельними розніманнями	1,5	2,5

4 ВИБІР ЗАХИСНОЇ ТА КОМУТАЦІЙНОЇ АПАРАТУРИ

Запобіжники застосовуються для захисту електричних

установок від струмів короткого замикання.

Автоматичні вимикачі для захисту від струмів короткого замикання з допомогою миттєво діючих електромагнітних розчеплювачів і від навантажень за допомогою теплових розчеплювачів. Характеристики апаратури наведені в таблицях 4.1-4.5.

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики запобіжників

запобіжник	Тип запобіжника	Номінальний струм, А	Номінальний струм плавкої вставки, А	Найбільший струм, що відключається запобіжником, А
Без наповнювача (розбірні, струмообмежуючі) напругою 500 В	ПР-2-15	15	6;10;15	7,0
	ПР-2-60	60	15;20;25 35;45;60	3,6
	ПР-2-100	100	60;80;100	10
	ПР-2-200	200	100;125; 160;200	10
	ПР-2-350	350	200;225; 260;300 350 350;450	11
З наповнювачем напругою 500 В	НПН2-15	15	6;10;15	50
	НПН2-60	60	15;20;25 30;40;60	50
	НПН2-100	100	30;40;60 80;100	50
Однополюсні напругою 400 В	ПРС-6	6	1;2;4;6	50
	ПРС-2	20	10-16;20	50

Таблиця 4.2 – Технічні дані автоматичних вимикачів типу А300 з комбінованим розчеплювачем

Тип вимикача	Струм теплового розчеплювача, А	Струм електромагнітного розчеплювача, А	Найбільший струм, що відключається автоматом, кА
А3110 I=100А	15	150	3,2
	20	200	4,0
	25	250	5,0
	30	300	7,0
	40	400	10
	50	500	10
	60	600	11
	80	800	12
	100	1000	12
А3120 I=100А	15;20	430	5;6
	15;30		9;10
	40;50	600	13;19
	60		20
	80;120	800	22;23
А3130 I=250А	120	840	19
	150	1050	23
	200	1400	30
	250	1750	30
А3140 I=600А	250	1750	32
	300	2100	35
	400	2800	40
	500	3500	50
	600	4200	50

Таблиця 4.3 – Технічні дані автоматичних вимикачів типу АП50

Струм автоматичного вимикача, А	Межа регулювання струму теплового розчеплювача, А	Струм електромагнітного розчеплювача, А		Найбільший струм, що відключається автоматом, кА	
		змінний	Постійний	змінний	постійний
1,6	1,0-1,6	11	14	0,3	1,0
2,5	1,6-2,5	17,5	22	0,4	1,0
4,0	2,5-4,0	23	36	0,6	1,0
6,4	4,0-6,4	45	57	0,8	1,5
10	6,4-10	70	90	1,5	1,5
25	16-25	175	220	1,5	1,5
40	25-40	280	352	1,5	1,5
50	40-50	350	440	1,5	1,5

Таблиця 4.4 – Технічні дані контакторів постійного струму

Тип контактора	Тривалий струм головних контакторів, А	Номінальна напруга, В	
		головних контакторів	вмикаючої котушки
КМ-12А-1	150	50-70	45-75
2КМ-002-1	60	50-70	45-75
2КМ-002-5	160	50-70	45-75
КН1, КНУ1	25	60-320	24-320
КЦКНУ2	60	60-320	24-320
КН3, КНУ3	100	60-320	24-320
КН4, КНУ4	200	60-320	24-320
КН5, КНУ5	400	60-320	24-320

Технічні дані контакторів змінного струму (номінальна напруга головних контакторів 380 В вмикаючої котушки 127-380 В) наведені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Технічні дані контакторів змінного струму

Тип контактора	Номинальна напруга головних контакторів, В	Тривалий струм головних контакторів, А
КТФ(1)	380	15
КТФ(2)	380	25
ТМ-1А	380	26
ТМ-2	380	50
ТМ-3	380	100
КМ-2000 (2)	380	50
КМ-2000 (4)	380	150

Треба пам'ятати, що в моменти відключення потужних споживачів (електродвигуна вентилятора, кип'ятильника і т.п.) чи згоряння запобіжників у цих колах на окремих ділянках системи електропостачання виникають напруги, що перевищують номінальні значення в сталому режимі, які називаються комутаційними перенапругами. Значні і тривалі комутаційні перенапруги можуть привести до пробую ізоляції окремих електричних апаратів електроустаткування чи вагон, а виходу з ладу ламп розжарювання в колах освітлення. Для запобігання комутаційних перенапруг елементи електричного кола, які мають велику індуктивність, шунтують діодом. Однак діод не завжди можна використовувати. Тому зниження комутаційних перенапруг забезпечується або шляхом використання ємнісних фільтрів, або в аварійних режимах шляхом застосування швидкодіючого захисту, за допомогою якого до генератора підключається резистор, потужність якого приблизно дорівнює потужності навантаження, що відключається.

Тому у схемі захисту від комутаційних перенапруг для обмеження перенапруг треба використовувати два способи шунтування елементів кола, що мають великою індуктивністю: діод і підключення за допомогою швидкодіючого тиристорного захисту резистора паралельно колам навантаження.

5 ЕЛЕКТРИЧНІ СХЕМИ ТА УМОВНО-ГРАФІЧНІ ПОЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВАГОНІВ

Електрична схема – це графічне зображення елементів електрообладнання та їхніх взаємозв'язків.

Для виконання схем використовують умовно-графічні позначення, установлені рядом Держстандартів, що входять у Єдину систему конструкторської документації (ЄСКД).

Кожній схемі присвоюють шифр. Він складається з літери, яка визначає вид схеми (електрична, гідравлічна, кінематична та ін.), і цифри, яка визначає тип схеми (таблиця 5.1). Наприклад, схема електрична принципова – ЕЗ, структурна схема електропостачання – Е1. Цей шифр обов'язково вказується в основному написі креслення.

Таблиця 5.1 – Позначення типів електричних схем

Тип схеми	Шифр типу	Призначення схеми
Структурна	1	Визначає основні функціональні частини виробу, їх призначення і взаємозв'язок
Функціональна	2	Пояснює процеси, які відбуваються в окремих функціональних колах виробу, а також у виробі в цілому
Принципова (повна)	3	Визначає повний склад елементів та зв'язків між ними і дає детальне уявлення про принцип роботи виробу
З'єднань (монтажна)	4	Визначає з'єднання складових частин виробу і показує з'єднувальні дроти, джгути, кабелі, а також місця їх приєднання та введення
Підключення	5	Показує зовнішні підключення виробу
Загальна	6	Визначає складові частини комплексу і їх з'єднання між собою
Розташування	7	Визначає відносне розташування складових частин виробу, а також дротів, джгутів та кабелів, які їх з'єднують

Для читання електричних принципів схем ЕЗ необхідно знати:

- основні графічно-умовні позначення елементів (пристроїв) ЕЗ і маркування (позначення) їх у схемах;
- принципи дії, будову і режими роботи елементів (пристроїв) ЕЗ, зображених на схемі.

Елементами електричних схем можуть бути електродвигуни, електронагрівальні пристрої, трансформатори, резистори, конденсатори, котушки індуктивності, напівпровідникові вироби (діоди, транзистори, тиристори, мікросхеми), лампи, а також елементи комутаційних і контактних з'єднань (вимикачі, контакти, реле).

Елементи електричних схем зображуються на схемі у вигляді умовно-графічних позначень, установлених відповідними стандартами. Дозволяється також зображати їх оберненими на кут 90° , 180° та 270° . Розміри умовно-графічних позначень теж задаються відповідними стандартами. Електричні з'єднання між елементами зображуються лініями електричного зв'язку, розташованими у вигляді горизонтальних та вертикальних відрізків з найменшою кількістю зламів і взаємних перетинів (рисунок 5.1).

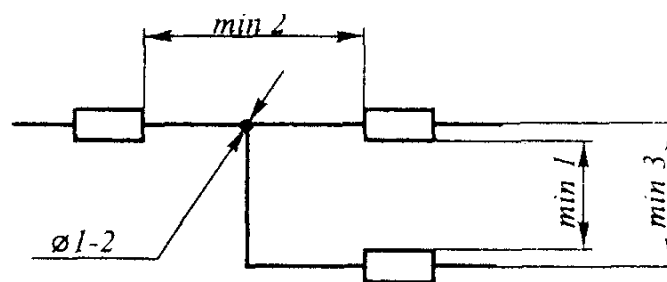


Рисунок 5.1 – Розташування умовних графічних позначень

Умовно-графічні позначення елементів і лінії їх електричного зв'язку виконуються на схемах лінією однієї і тієї ж товщини – 0,2...1 мм. Кожний елемент, який входить до склад виробу, повинен мати літерно-цифрове позиційне позначення. Воно складається з двох частин, які записуються без розділових знаків і пропусків

(таблиці 5.2, 5.3).

Перша частина – літерний код елементів, який визначає його вид згідно з ГОСТ 2.710-81 (одна чи кілька літер латинського алфавіту), наприклад, R – резистор, VT – транзистор, VD – діод або стабілітрон та ін. Друга частина – порядковий номер елементів (одна або кілька арабських цифр).

Порядкові номери присвоюють елементам одного й того ж виду, яким присвоєний однаковий літерний код, наприклад, R1, R2, VT1, VT2.

Порядковий номер присвоюється елементам, починаючи з одиниці, і далі згідно з послідовністю розташування елементів на схемі – зліва направо і зверху вниз (рисунки 5.2).

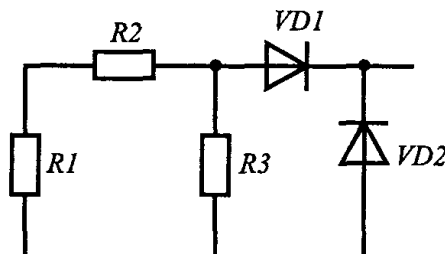
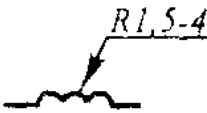


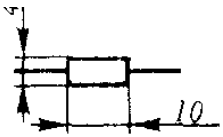
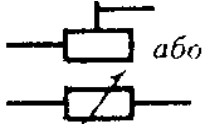
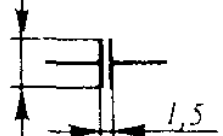
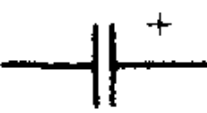

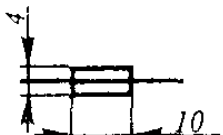


Рисунок 5.2 – Нанесення літерно-цифрових позиційних позначень


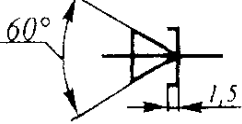

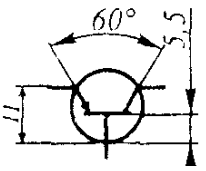
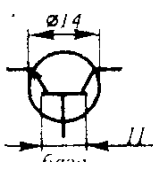

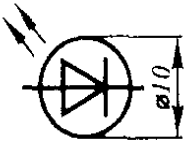
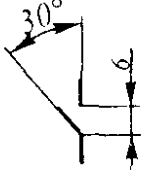
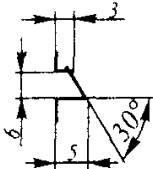
Структурна схема – це конструкторський документ, який визначає основні функціональні частини виробу, їх призначення та взаємозв’язок. Усі функціональні частини на схемі зображують прямокутниками або умовними графічними позначеннями із зазначенням типу елемента (пристрою) та його конструкторського документа. Приклад функціональної однолінійної схеми електрообладнання вагона подано в додатку В. Якщо функціональних частин багато, то замість назв, типів та позначень допускається проставляти порядкові номери праворуч від зображення або над ним, як правило, зверху вниз у напрямку зліва-направо. Порядкові номери мають бути розшифровані у таблиці, яка розміщується на схемі. На схемі також розміщують написи, діаграми, таблиці з параметрами у характерних точках (сила струмів, напруга, форми та амплітуда імпульсів), математичні залежності

тощо.

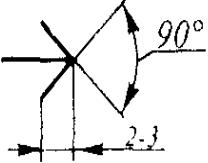
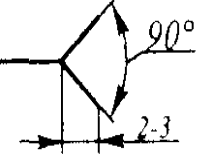
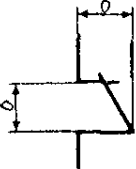
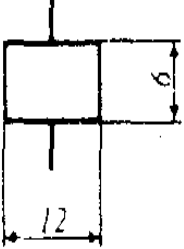
Таблиця 5.2 — Розміри та умовно-літерні позначення окремих елементів електрообладнання вагонів

Назва	Умовно-графічне позначення	Умовно-літерне позначення
1	2	3
Котушка індуктивності, дроселі, трансформатори		
Котушка індуктивності, дросель		L
Трансформатор напруг з магнітопроводом		TV
Трансформатор напруг без магнітопровода		TV
Резистори, конденсатори 4		
Резистор постійного опору		R
Резистор змінного струму		R
Конденсатор постійної ємності		C
Конденсатор оксидний (електролітний)		C
Конденсатор змінної ємності		C
Запобіжник плавкий		FU

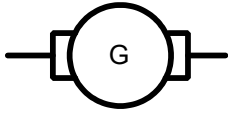
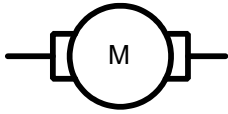
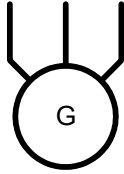
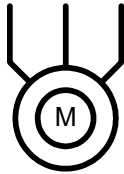

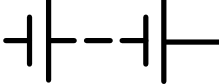




Продовження таблиці 5.2

1	2	3
Прилади напівпровідникові		
Діод		VD
Тунельний діод		VD
Стабілітрон		VD
Транзистор (біполярний р-п-р типу)		VT
Транзистор (біполярний р-п-р типу)		VT
Тиристор		VS
Світлодіод		VD (HL)
Пристрої комутаційні і контактні з'єднання		
Вимикач однополюсний із замикаючим контактом		SA
Вимикач однополюсний із розмикаючим контактом		SA

Закінчення таблиці 5.2

1	2	3
Контакт рознімного з'єднання (штир)		XP
Контакт рознімного з'єднання (гніздо)		XS
Перемикаючий контакт реле		K
Котушка реле		

Таблиця 5.3 – Умовно-графічні та літерно-цифрові позначення основних елементів електрообладнання вагонів

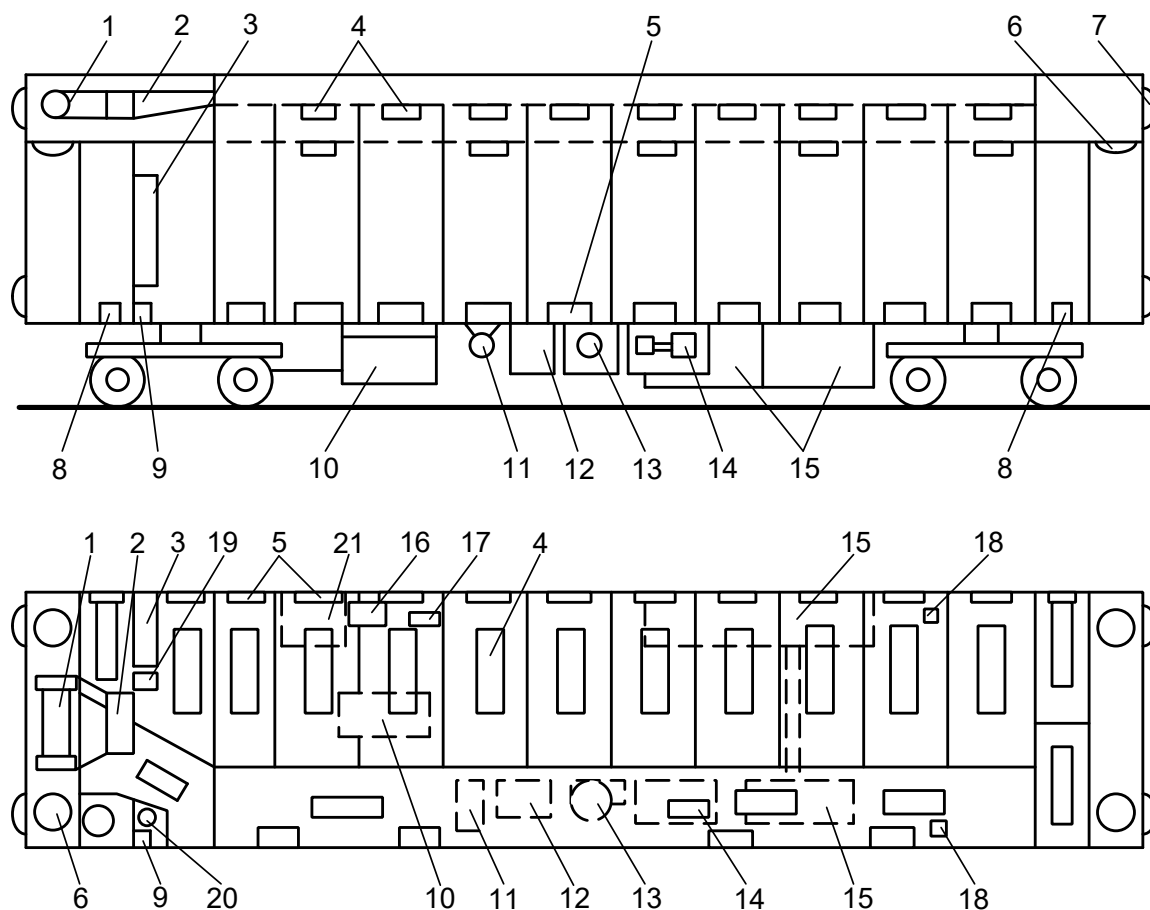
Елемент	Умовно-літерне позначення	Умовно-графічне позначення
Машина електрична: генератор постійного струму	G	
двигун постійного струму	M	
генератор змінного струму	G	
двигун асинхронний трифазний з короткозамкненим ротором	M	
Електронагрівач опору	EK	
Акумуляторна батарея	GB	
Освітлювальна лампа: розжарювання люмінесцентна	EL	
		
Сигнальний пристрій: сигнальна лампа електричний дзвінок	HL	
	HA	

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Головка, В. Ф. Сучасні уніфіковані системи електрозабезпечення пасажирських вагонів [Текст]: навч. посібник / В.Ф. Головка. – Харків: ХарДАЗТ, 2000. – 101 с.
- 2 Головка, В.Ф. Електричне обладнання вагонів і підприємств [Текст]: конспект лекцій / В.Ф. Головка. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – Ч. 3. – 250 с.
- 3 Зорохович, А.Е. Электро- и радиооборудование пассажирских вагонов [Текст] / А.Е. Зорохович, А.З. Либман. – М.: Транспорт, 1985. – 343 с.
- 4 Калымулин, Ю.М. Электрическое отопление пассажирских вагонов [Текст] / Ю.М. Калымулин, И.А. Просин, З.М. Болотин. – М.: Транспорт, 1977. – 256 с.
- 5 Панкратов, Ю.И. Учись читать электрические схемы вагонов [Текст] / Ю.И. Панкратов. – М.: Маршрут, 2006. – 54 с.
- 6 Справочник по проектированию электроснабжения [Текст] / под ред. В.И. Круповича. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1980. – 456 с.
- 7 Хряпенков, Г.А. Электрические аппараты и цепи пассажирских вагонов [Текст] / Г.А. Хряпенков. – М.: Маршрут, 2003. – 25 л.
- 8 Электрическое оборудование вагонов [Текст]: учеб. иллюстрированное пособие / под ред. д.т.н., проф. А.Е. Зороховича. – М.: Транспорт, 1982. – 405 с.
- 9 Хряпенков, Г.А. Электрические аппараты и цепи вагонов [Текст]: учеб. для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / Г.А. Хряпенков, Е.П. Стрыжаков. – М.: Маршрут, 2006. – 544 с.
- 10 Усатенко С.Т. Выполнение электрических схем по УСКД [Текст]: справочник. С.Т. Усатенко, Т.К. Каченюк, М.В. Терехова. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 325 с.
- 11 Інструкція електромеханіку пасажирського поїзда [Текст]: ЦЛ-0042: затв. наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 26.11.2004 р. – К.: Алькор, 2004. – 48 с.

Додаток А (обов'язковий)

Приклад схеми розміщення електроустаткування у вагоні з кондиціонуванням повітря



- 1 – електродвигун вентилятора; 2 – електрокалорифер; 3 – пульт керування; 4 – світильники з люмінесцентними лампами; 5 – електропечі; 6 – світильники з лампами розжарювання; 7 – сигнальні ліхтарі; 8 – електропідігрівачі зливних труб; 9 – електродвигун циркуляційного насоса; 10 – генератор; 11 – перетворювач люмінесцентного освітлення; 12 – ящик з апаратурою керування холодильною установкою; 13 – електродвигун вентилятора конденсатора; 14 – електродвигун компресора; 15 – ящик з акумуляторною батареєю; 16 – ящик з устаткуванням для підключення станційної мережі напругою 380/220В; 17 – ящик з пусковими резисторами електродвигунів; 18 – електропідігрівачі наливних труб; 19 – охолоджувач питної води; 20 – електрокип'ятильник; 21 – ящик із силовими випрямлячами

Рисунок А.1 – Схема розміщення електроустаткування у вагоні з кондиціонуванням повітря

