

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра вагонів

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання курсової роботи
з дисципліни**

***“СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, КОНТРОЛЮ
ТА ДІАГНОСТИКИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО
ОБЛАДНАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ”***

Харків – 2017

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри вагонів 20 березня 2017 р., протокол № 7.

Курсова робота передбачає розрахунок та вибір електричних параметрів основних споживачів електроенергії, мережі електропостачання і джерел електричної енергії пасажирських вагонів нового покоління серії 61-779, дослідження та креслення основних вузлів електричного обладнання таких вагонів відповідно до завдання.

Укладачі:

доц. В. В. Бондаренко,
старш. викл. Д. І. Скуріхін

Рецензент

доц. В. Г. Равлюк

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсової роботи
з дисципліни

*“СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, КОНТРОЛЮ
ТА ДІАГНОСТИКИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО
ОБЛАДНАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ”*

Відповідальний за випуск Скуріхін Д. І.

Редактор Решетилова В. В.

Підписано до друку 03.04.17 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. 3,75. Тираж 50. Замовлення №

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

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Завдання на курсову роботу.....	5
2 Основні відомості про електрообладнання та системи електропостачання вагонів серії 61-779.....	8
3 Визначення потужності споживачів електроенергії пасажирського вагона серії 61-779.....	13
3.1 Визначення потужності вагонних електродвигунів.....	13
3.2 Визначення потужності електричних пристроїв опалення.....	18
3.3 Визначення потужності освітлювального навантаження..	19
3.4 Перелік споживачів електроенергії пасажирського вагона і їх характеристика.....	21
4 Визначення навантажень в електричній мережі вагона.....	22
4.1 Визначення розрахункових навантажень.....	22
4.2 Визначення пікових навантажень.....	24
4.3 Методика розрахунку використаної електроенергії.....	25
5 Розрахунок та вибір джерел електроенергії пасажирського вагона.....	27
5.1 Розрахунок потужності основного джерела енергії.....	27
5.2 Розрахунок резервного джерела електроенергії.....	28
6 Вибір комутаційної апаратури.....	30
7 Вибір захисної апаратури.....	31
8 Вибір дротів мережі електропостачання вагона.....	34
Список літератури.....	37
Додаток А. Планування вагонів серії 61-779.....	38
Додаток Б. Приклади креслень.....	45
Додаток В. До вибору привідних електродвигунів вагона.....	47
Додаток Г. До вибору ламп та світильників вагона.....	48
Додаток Д. До розрахунку потужностей груп споживачів вагона.....	55
Додаток Е. До вибору акумуляторної батареї вагона.....	56
Додаток Ж. До вибору комутаційної апаратури.....	57
Додаток И. До вибору захисної апаратури.....	58
Додаток К. До вибору вагонних дротів.....	62

ВСТУП

Електрообладнання сучасних пасажирських вагонів використовується для освітлення салонів, купе, коридорів, туалетів; вентиляції приміщень вагона; опалення вагона і підігріву повітря, яке подається в нього взимку; охолодження повітря, що подається влітку; охолодження продуктів харчування і питної води; роботи пристроїв зв'язку; полегшення обслуговування поїзною бригадою; забезпечення роботи пристроїв сигналізації та контролю безпеки.

Електрообладнання пасажирського вагона складне і працює у важких умовах. В процесі експлуатації на нього діють значні динамічні зусилля та атмосферні впливи, тому до нього висувають високі вимоги, які гарантують його надійність.

Курсова робота передбачає розрахунок та вибір електричних параметрів основних споживачів електроенергії, мережі електропостачання і джерел електричної енергії пасажирських вагонів нового покоління серії 61-779, дослідження та креслення основних вузлів електричного обладнання таких вагонів відповідно до завдання.

1 ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

Курсова робота складається із загальної та індивідуальної частин відповідно до структури, що наведена в таблиці 1. Обсяг пояснювальної записки складає 30-40 сторінок тексту. Графічна частина роботи складається з трьох креслень.

Таблиця 1 – Структура курсової роботи

Складові	Загальна частина	Індивідуальна частина
Пояснювальна записка	- розрахунок основних елементів електрообладнання вагона серії 61-779	- дослідження і опис роботи принципової схеми вузла системи електрообладнання вагона серії 61-779; - технологія технічного обслуговування і ремонту заданого вузла
Креслення (формат А3)	- схема розташування електрообладнання пасажирського вагона серії 61-779; - структурна електрична схема вагона серії 61-779	- креслення принципової схеми заданого вузла електрообладнання вагона серії 61-779

Варіанти завдань для розрахунку основних елементів електричного обладнання вагона серії 61-779 наведені в таблиці 2.

Технічні характеристики та планування вагонів серії 61-779 наведені в додатку А. Приклади креслень загальної та індивідуальної частин наведені в додатку Б.

Таблиця 2 – Варіанти завдань для розрахунку

Варіант	Тип вагона	Матеріал дровів	Тривалість сонячного опромінення протягом доби, год	Температура, С				Кількість тепла, яке виділяється одним пасажиром, Дж/с (Вт)	Подача			Напір			Кількість свіжого повітря, яке подається у вагон на одного пасажирів, $10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$
				усередині вагона		зовні вагона			насоса опалення, $\text{м}^3/\text{с}$	вентилятора конденсатора, $\text{м}^3/\text{с}$	насоса опалення, 10^{-3} м	вентилятора системи вентиляції, 10^{-3} м	вентилятора конденсатора, 10^{-3} м		
				Літо	Зима	Літо	Зима								
1	61-779	а/м	10	22	20	40	-36	90	3,3	4,1	4,5	45	18	7,7	
2	61-779И	м/а	12	23	21	40	-36	100	3,4	4,2	4,6	50	16	7,0	
3	61-779А	м/м	14	24	22	40	-36	110	4,0	4,3	4,7	55	14	6,9	
4	61-779Б	а/а	16	20	18	40	-36	100	3,9	4,4	5,0	60	12	6,8	
5	61-779Д	а/м	10	21	19	38	-40	90	3,6	3,6	5,1	65	16	6,7	
6	61-779ДИ	м/а	12	23	20	38	-40	120	3,7	4,7	5,2	45	18	6,7	
7	61-779Е	а/м	10	20	18	42	-42	90	3,8	4,1	5,3	50	16	6,6	
8	61-779Е1(Р)	м/а	12	22	19	42	-42	110	3,7	4,2	5,4	45	14	6,5	
9	61-779ЭА	а/а	14	24	20	40	-38	120	3,0	4,5	5,5	65	12	6,3	
10	61-779ЭГА	а/м	16	25	22	40	-40	10	4,0	4,6	5,3	60	18	6,2	
11	61-779Э	м/а	14	26	19	42	-38	100	4,1	4,7	4,9	50	12	6,1	
12	61-779Г	а/м	16	24	20	38	-38	110	4,2	4,8	4,8	55	18	6,0	
13	61-779П	м/м	10	25	21	38	-38	120	4,3	4,1	5,0	60	16	5,8	
14	61-779Э	а/м	14	20	18	40	-40	90	3,4	4,3	4,5	45	17	10,5	
15	61-779ЭИ	м/а	16	21	19	40	-40	100	3,5	4,4	4,6	50	15	10,0	
16	61-779Т	м/м	10	22	20	40	-42	110	3,6	4,5	4,7	55	13	9,5	
17	61-779П	а/а	12	23	21	40	-42	120	3,7	4,6	4,7	60	11	9,0	
18	61-779Э	а/м	14	24	22	40	-42	90	3,8	4,7	4,8	65	9	8,7	
19	61-779ЭА	м/а	16	25	18	40	-42	100	3,9	4,8	4,9	40	9	10,4	
20	61-779В	а/а	10	26	19	40	-42	110	4,0	4,0	5,0	50	11	9,9	
21	61-779Э	м/м	12	23	20	42	-40	120	4,1	4,1	5,1	45	13	10,3	

Примітки:

А – спальний (СВ);
Б – купейний з місцями для сидіння 1-го класу;
В – купейний з місцями для сидіння і купе бригадира;
Г – купейний з місцями для сидіння та багажним відділенням;
Д – відкритий з місцями для сидіння 2-го класу;
Е – з місцями для сидіння і баром;
П – плацкартний вагон;

Т – купейний з трансформованим купе;
И – вагон з обладнанням для перевезення інвалідів (1 місце);
Е1 (Р) – вагон-ресторан;
Э – вагони на нових візках без приводу генератора (мод. 68-7007/7012), тільки централізоване електропостачання;
ЭГ – вагони на нових візках з приводом генератора (мод. 68-7007/7013);
61-7014 – вагон-гараж;
61-7093 – багажний вагон

В **індивідуальній частині** курсової роботи необхідно дослідити **принципові схеми** таких вузлів електрообладнання вагонів серії 61-779:

- 1) обмотка генератора змінного струму ГИР-101У1 та випрямляч;
- 2) блок комутації акумуляторних батарей (БКАБ-1);
- 3) регулятор напруги (РН);
- 4) блок підсилювача струму (БУТ);
- 5) перетворювач напруги (ПНТ-2);
- 6) джерело вторинного електроживлення (ИВЕП-1) ААОТ.436631.108 ЭЗ;
- 7) джерело вторинного електроживлення (ИВЕП-1) ААОТ.436631.001 ЭЗ;
- 8) інвертор статичного перетворювача напруги EX1300;
- 9) джерело живлення статичного перетворювача напруги EX1300;
- 10) стабілізатор статичного перетворювача напруги EX1300;
- 11) схема керування статичного перетворювача напруги EX1300;
- 12) схема керування статичного перетворювача напруги EX800;
- 13) джерело живлення (ИП60);
- 14) пристрій контролю (УК-1);
- 15) блок управління зарядом (БУЗ);
- 16) регулятор напруги (РН);
- 17) джерело живлення статичного перетворювача напруги EX1300;
- 18) джерело живлення (ИП60);
- 19) схема керування статичного перетворювача напруги EX800;
- 20) обмотка генератора змінного струму ГИР-101У1 та випрямляч;
- 21) перетворювач напруги (ПНТ-2).

Принципові електричні схеми для виконання індивідуальної частини роботи необхідно отримати у викладача.

2 ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ВАГОНІВ СЕРІЇ 61-779

Вагони серії 61-779 спроектовані та побудовані за технічними вимогами Укрзалізниці на Крюківському вагонобудівному заводі. Експлуатацію першого українського поїзда «Столичний експрес», сформованого з вагонів цієї серії, розпочато у 2002 році. В теперішній час на залізницях України експлуатується більше 300 вагонів серії 61-779 різних моделей (рисунок 1), також багато вагонів побудовано на експорт для залізниць Білорусі (більше 80), Казахстану (більше 100), Таджикистану (15 вагонів).



Рисунок 1 – Вагон мод. 61-779В

Вагони включають системи, що дозволяють забезпечити сервіс та послуги для пасажирів на високому сучасному рівні. Висока енергозабезпеченість вагонів серії 61-779 гарантує підтримання нормальних кліматичних умов в будь-яку пору року. Застосування сучасних рішень у галузі інформаційних технологій та діагностики дозволило скоротити час і витрати на обслуговування вузлів вагона, а завдяки використанню сучасних туалетних систем замкнутого типу зменшилось забруднення навколишнього середовища.

Важливою особливістю вагонів цієї серії є забезпечення технологічної підготовки вагона перед рейсом. Вагони мають

обладнання для підключення до промислової мережі трифазної напруги 380 В під час стоянки, що дозволяє попередньо охолодити салон влітку і забезпечити його опалення взимку. Автоматично забезпечується: підтримка акумуляторних батарей в працездатному стані, підігрів води для туалетів та окропу для гарячих напоїв.

На вагонах серії 61-779 застосовуються тільки асинхронні електродвигуни, що значно підвищує загальний ресурс роботи агрегатів і зменшує витрати на обслуговування та ремонт. Всі перетворювачі, що забезпечують електроенергією споживачів вагона, виконані на основі сучасної елементної бази з використанням сучасної схемотехніки без застосування обертальних елементів.

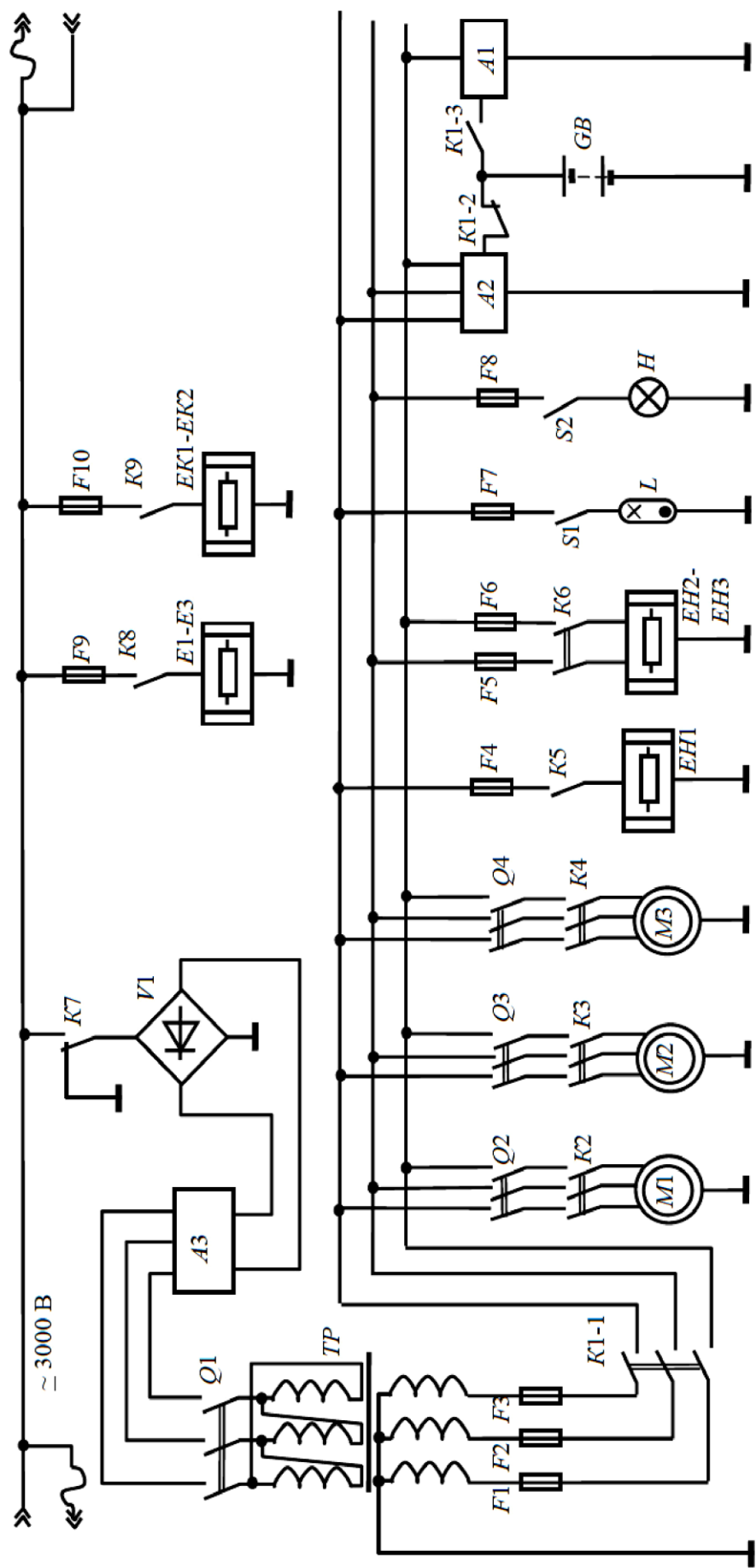
Системи електропостачання пасажирських вагонів серії 61-779 розподіляються на централізовані та змішані (комбіновані). Застосування тієї чи іншої системи обумовлене вимогами автономності та швидкостями руху вагонів.

У пасажирських вагонах моделей 61-779Э, 61-779ЭА, 61-779ЭИ застосовується централізована система енергопостачання від підвагонної високовольтної магістралі 3000 В постійного або змінного струму частотою 50 Гц (рисунок 2). Високовольтний статичний перетворювач забезпечує споживачів вагона електроживленням з необхідними параметрами і якістю електроенергії.

Вагони вказаних моделей експлуатуються на електрифікованих залізницях, де електроенергія може бути отримана від контактної мережі. За допомогою вагонного статичного перетворювача PSM-45W3 високовольтна напруга від електровоза трансформується в такі стандартні напруги для живлення споживачів вагона:

- постійного струму 110 В;
- постійного струму 27 В;
- змінного струму 3 фази 380 В;
- змінного струму 220 В.

При тривалих стоянках вагона перетворювач може живитися від промислової трифазної мережі фази напругою 380 В.



Q1 – Q4 – автоматичні вимикачі; K1 – K9 – контактори; S1 – S2 – вимикачі; F1 – F10 – група плавких запобіжників; V1 – випрямляч; A1 – інвертор, TP – трансформатор; M1 – M3 – електродвигуни приводів компресора, вентилятора вагона, вентилятора конденсатора; EH1 – електрокип’ятильник; EH2-EH3 – електронагрівачі баків гарячої води; L – люмінесцентні лампи; H – лампи розжарювання; GB – акумуляторна батарея; A2 – перетворювач; A1 – зарядний пристрій; E1 – E3 – групи електронагрівачів; EK1 – EK2 – нагрівальні елементи електрокалорифера

Рисунок 2 – Структурна схема централізованої системи електропостачання вагона з індивідуальним перетворювачем

На інших вагонах серії 61-779 (61-779А, 61-779Б, 61-779Д, 61-779П і т.д.) використовується система змішаного (комбінованого) електро-постачання споживачів.

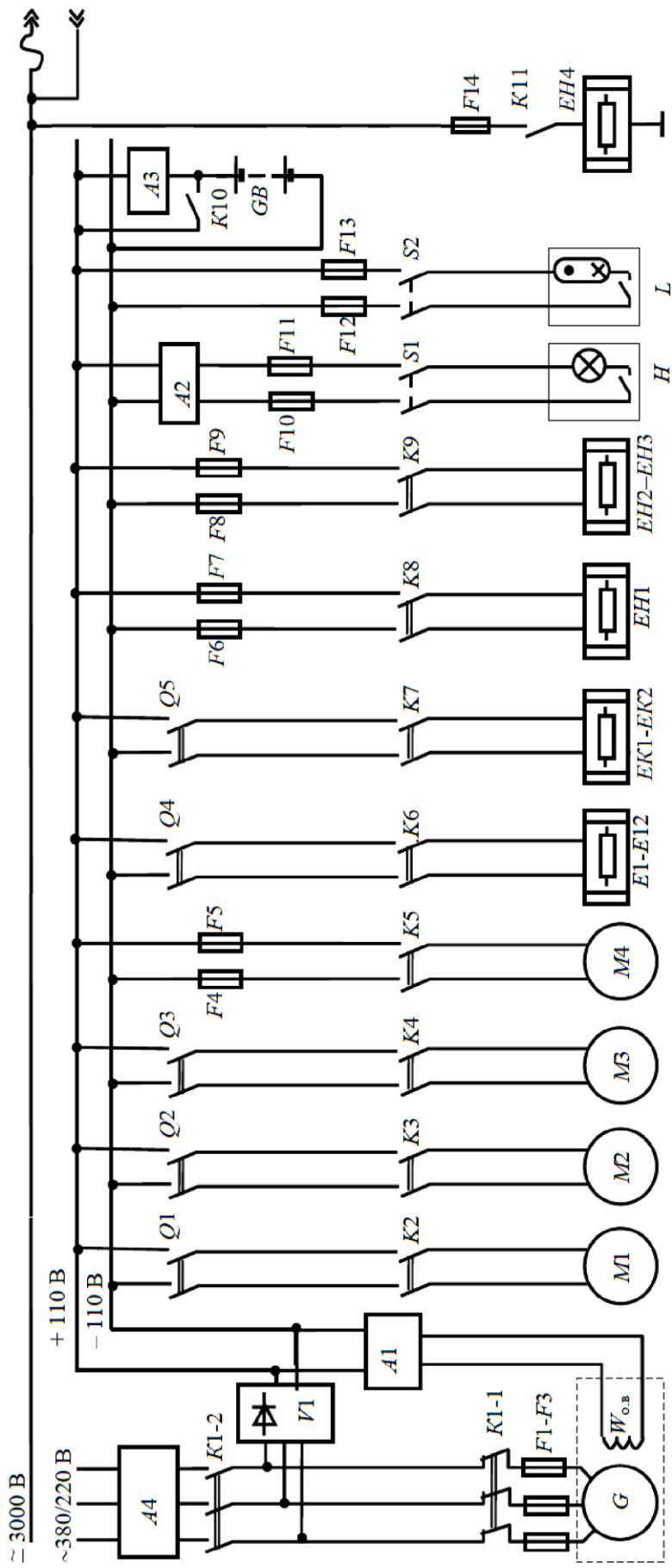
Основне джерело енергії при такій системі – генератор змінного струму, який приводиться в обертання від осі колісної пари вагона за допомогою редукторно-карданного приводу. Як резервне і аварійне джерело енергії використовується акумуляторна батарея, яка живить основних споживачів вагона при непрацюючому генераторі (при його несправності, на стоянці, а також при невеликій швидкості руху поїзда). Енергоємне обладнання – прилади електричного опалення (нагрівачі котла) отримують живлення централізовано від високовольної магістралі поїзда.

Змішана система електрозабезпечення набуває в даний час найбільш широкого застосування на вагонах пасажирського парку завдяки своїй універсальності. Структурна схема електрообладнання пасажирського вагона зі змішаною системою електропостачання подана на рисунку 3.

Виконання покладених функцій на електрообладнання вимагає при проектуванні вагона здійснення комплексу робіт, пов'язаних із забезпеченням розподілу енергії, електричного захисту, вимірювання параметрів і діагностування роботи окремих складових частин, управління роботою систем вагона, в тому числі в автоматичному режимі.

Спрощений розрахунок системи електрообладнання пасажирського вагона, що виконується в даній курсовій роботі, включає:

- визначення потужності споживачів електричної енергії;
- визначення навантажень, що будуть діяти в мережі;
- визначення потужностей джерел електричної енергії;
- вибір комутаційної та захисної апаратури;
- розрахунок і вибір дротів мережі.



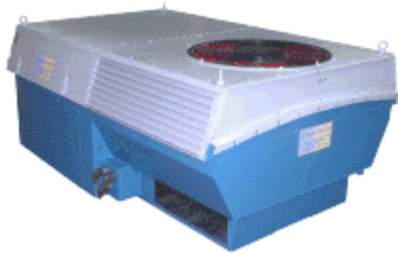
G – генератор, $W_{o.a.}$ – обмотка збудження генератора; GB – акумуляторна батарея; $A1$ – регулятор напруги генератора; $A2$ – регулятор напруги мережі освітлення лампами розжарення; $A3$ – зарядний пристрій; $A4$ – блок зовнішнього джерела електроенергії (ввідний пристрій); $V1$ – діодний випрямний міст; $M1$ – $M4$ – електродвигуни приводів компресора, вентилятора вагона, вентилятора конденсатора, водяного насоса; H – мережа ламп розжарювання; L – мережа люмінесцентних ламп; $EK1$ – $EK2$ – нагрівальні елементи електрокалорифера; $E1$ – $E12$ – електропечі; $EH1$ – $EH2$ – $EH3$ – електрокип’ятильник; $EH2$ – $EH3$ – електрокип’ятельні баків гарячої води; $EH4$ – електронагрівачі котла; $Q1$ – $Q5$ – автоматичні вимикачі; $F1$ – $F5$ – плавкі запобіжники; $K1$ – $K10$ – контактори; $S1$ – $S2$ – вимикачі

Рисунок 3 – Структурна схема змішаної системи електропостачання вагона

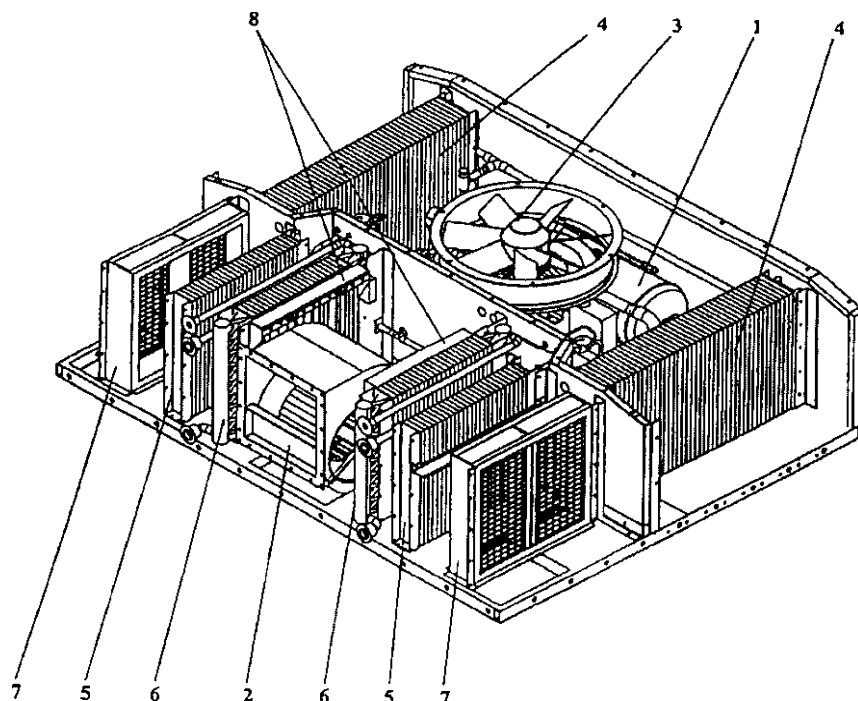
3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПАСАЖИРСЬКОГО ВАГОНА СЕРІЇ 61-779

3.1 Визначення потужності вагонних електродвигунів

На пасажирських вагонах серії 61-779 застосовується моноблочний даховий кондиціонер АВК-30. Даний агрегат включає до свого складу електродвигуни для приводу двох спіральних компресорів, осьового вентилятора конденсатора та відцентрового вентилятора двобічного всмоктування для подачі повітря в приміщення вагона (рисунок 4).



Також на вагонах цієї серії застосовуються електродвигуни для приводу циркуляційного насоса системи опалення, насоса системи пожежогасіння та деякі інші приводні двигуни малої потужності.



1 – приводи компресорів; 2 – привід вентилятора двобічного всмоктування; 3 – осьовий вентилятор; 4 – конденсатор; 5 – охолоджувачі; 6 – водяні повітрянагрівачі; 7 – фільтри; 8 – електричні повітрянагрівачі

Рисунок 4 – Будова кондиціонера АВК-30

Потужність електродвигуна для приводу відцентрового вентилятора системи вентиляції вагона визначається з формули, кВт,

$$P_{\text{в}} = \frac{k_{\text{в}} \cdot V_{\text{в}} \cdot H_{\text{в}}}{0.102 \cdot \eta_{\text{в}}}, \quad (1)$$

де $k_{\text{в}}$ – коефіцієнт запасу потужності, $k_{\text{в}} = 1,15 \div 1,5$;

$V_{\text{в}}$ – продуктивність вентилятора, $\text{м}^3/\text{с}$;

$H_{\text{в}}$ – сумарний напір, створюваний вентилятором, м;

$\eta_{\text{в}}$ – ККД вентилятора, прийм. $\eta_{\text{в}} = 0,6 \div 0,8$.

Продуктивність вентилятора системи вентиляції вагона, $\text{м}^3/\text{с}$,

$$V_{\text{в}} = \frac{V_{\text{п}} \cdot n_{\text{п}}}{k_{\text{рв}}}, \quad (2)$$

де $V_{\text{п}}$ – розрахункова норма подачі свіжого повітря на одного пасажера, $\text{м}^3/\text{с}$;

$k_{\text{рв}}$ – коефіцієнт рециркуляції вентиляційного повітря, $k_{\text{рв}} = 0,25$;

$n_{\text{п}}$ – розрахункове число пасажирів у вагоні.

Потужність двигуна для вентилятора конденсатора системи кондиціонування повітря, кВт,

$$P_{\text{вк}} = \frac{k_{\text{вк}} \cdot V_{\text{вк}} \cdot H_{\text{вк}}}{0.102 \cdot \eta_{\text{вк}}}, \quad (3)$$

де $k_{\text{вк}}$ – коефіцієнт запасу потужності, $k_{\text{вк}} = 1,10 \div 1,14$;

$V_{\text{вк}}$ – розрахункова подача вентилятора конденсатора, $\text{м}^3/\text{с}$;

$H_{\text{вк}}$ – напір вентилятора конденсатора, м;

$\eta_{\text{вк}}$ – ККД вентилятора, $\eta_{\text{вк}} = 0,6 \div 0,7$.

Потужність двигуна циркуляційного насоса системи опалення, кВт,



$$P_{\text{цн}} = \frac{k_{\text{цн}} \cdot V_{\text{цн}} \cdot H_{\text{цн}}}{0.102 \cdot \eta_{\text{цн}}}, \quad (4)$$

де $k_{\text{цн}}$ – коефіцієнт запасу потужності,

$$k_{\text{цн}} = 1,1 \div 1,3;$$

$V_{\text{цн}}$ – подача циркуляційного насоса опалення, м³/с;

$H_{\text{цн}}$ – напір циркуляційного насоса опалення, м;

$$\eta_{\text{цн}} – \text{ККД насоса, } \eta_{\text{цн}} = 0,5 \div 0,7.$$

Так як на вагоні 61-779 встановлено два компресори з привідними двигунами, необхідно розрахувати їх сумарну потужність. Розрахункова потужність електродвигунів визначається за формулою, кВт,

$$2P_{\text{дк}} = k_{\text{к}} \cdot Q_0 \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

де $k_{\text{к}}$ – коефіцієнт, який враховує частковий характер роботи компресорів, прийм. $k_{\text{к}} = 0,35 \div 0,5$;

Q_0 – загальний (повний) тепловий потік, який повинен бути відведений повітроохолоджувачем, Вт.

Загальний (повний) тепловий потік складається із шести теплових потоків, Вт,

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6. \quad (6)$$

Тепловий потік, який надходить через поверхню кузова вагона, Вт,

$$Q_1 = F_{\text{в}} \cdot k \cdot (t_{\text{зл}} - t_{\text{сл}}), \quad (7)$$

де F_B – поверхня кузова вагона, через яку виникають надходження тепла, прийм. $F_B = 270,5 \text{ м}^2$;

$t_{зл}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря влітку, °С;

$t_{сл}$ – розрахункова температура усередині вагона влітку, °С;

k – середній коефіцієнт теплопередачі поверхні вагона, $k = 1,3 \div 1,4$.

Тепловий потік від інфільтрації для літнього періоду експлуатації, Вт,

$$Q_2 = 0,3 \cdot Q_1. \quad (8)$$

Тепловий потік, принесений зовнішнім повітрям при вентиляції вагона, Вт

$$Q_3 = V_n \cdot n_n \cdot C_v (t_{зл} - t_{сл}), \quad (9)$$

де V_n – розрахункова норма подачі повітря на одного пасажира, $\text{м}^3/\text{с}$.

C_v – теплоємність повітря, $C_v = 1220 \text{ Дж}/\text{м}^3 \cdot \text{град}$.

Тепловий потік за рахунок сонячної радіації, Вт,

$$Q_4 = F_p \cdot k \cdot (t_m - t_{сл}) \cdot Z_p / 24, \quad (10)$$

де F_p – розрахункова поверхня кузова вагона, яка опромінюється сонцем, м^2 , прийм. $F_p = (0,3 \div 0,4) F_B$;

t_m – розрахункова (максимальна) температура поверхні кузова вагона, прийм. $t_m = 50 \text{ °С}$;

Z_p – тривалість сонячного опромінювання вагона впродовж доби, год.

Тепловий потік, що виділяється пасажирами вагона, Вт,

$$Q_5 = q \cdot n_n, \quad (11)$$

де q – потужність теплового потоку, що виділяє один пасажир, Вт.

Тепловий потік від роботи електродвигунів, розташованих усередині вагона, освітлювальних та інших електроприладів, Вт,

$$Q_6=1500\div 2100.$$

Далі за формулою (6) розраховується сумарний тепловий потік, що надходить у вагон від різних джерел, і сумарна потужність двох двигунів компресорів за формулою (5).

Двигуни приводу компресорів, вентилятора конденсатора, відцентрового вентилятора подачі повітря в салон живляться від статичного перетворювача трифазною напругою 380 В, 50 Гц. Орієнтовна сумарна потужність привідних двигунів вагонного кондиціонера АВК-30 не більше 18 кВт. Двигун циркуляційного насоса живиться також від перетворювача змінною напругою 220 В, 50 Гц.

За розрахованою потужністю і з урахуванням умов роботи за каталогом вибираються необхідні електродвигуни (див. додаток В). Для приводу компресорів обирають два двигуни сумарною потужністю $2P_{ок}$.

Вибір двигунів за каталогом зручно звести до таблиці, складеної за формою таблиці 3.

Таблиця 3 – Електродвигуни, встановлені у вагоні

При-значення двигуна	Потужність, одержана розрахунком, кВт	Потужність за каталогом, кВт	Тип двигуна	ККД двигуна, η_n	$\cos \varphi_n$ двигуна	Кратність пускового струму $\lambda = \frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$
...						

3.2 Визначення потужності електричних пристроїв опалення

На пасажирських вагонах серії 61-779 використовується система водяного опалення вагона з комбінованим електровугільним котлом і водяним контуром. Котел системи водяного опалення має високу потужність (~ 48 кВт) і живиться централізовано від поїзної високовольтної магістралі 3 кВ. На неелектрифікованих ділянках колії вода в котлі нагрівається за рахунок спалювання твердого палива.



Нагрів припливного повітря взимку виконується у водяному калорифері, що встановлений на вході повітропроводу вагона і є частиною системи водяного опалення. В перехідні періоди року, коли система водяного опалення відключена, нагрів припливного повітря відбувається за допомогою електричного нагрівача (~ 6 кВт) кондиціонера. Вказаний нагрівач, як і сам кондиціонер, живиться від підвагонного генератора.

Потужність нагрівальних елементів електричного нагрівача кондиціонера визначається з формули, кВт,

$$P_{\text{енк}} = V_{\text{в}} \cdot C_{\text{в}} \cdot (t_{\text{спп}} - t_{\text{зпп}}) \cdot 10^{-3}, \quad (12)$$

де $V_{\text{в}} = V_{\text{п}} \cdot n_{\text{п}}$ – об'єм зовнішнього повітря, що подається у вагон, м³/с;

$C_{\text{в}}$ – теплоємність повітря, Дж/м³·град;

$t_{\text{спп}}$ – температура повітря усередині вагона в перехідний період, °С;

$t_{\text{зпп}}$ – температура зовнішнього повітря в перехідний період, °С, прийм. $t_{\text{зпп}} = 5 \div 15^{\circ}\text{C}$.

Потужність електронагрівників котла визначається з формули, кВт,

$$P_{ев} = (1,1 F_B \cdot k + V_{п} n_{п} \cdot C_B) (t_{сз} - t_{зз}) 10^{-3}, \quad (13)$$

де F_B – площа поверхні кузова вагона, через яку виникають втрати тепла, прийм. $F_B = 270,5 \text{ м}^2$;

k – середній коефіцієнт теплопередачі з урахуванням порушень щільності конструкції вагона, усадки і збільшення вологості теплоізоляційного матеріалу, прийм. $k = 1,3 \div 1,35$;

$t_{сз}$ – температура повітря усередині вагона взимку, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{зз}$ – температура зовнішнього повітря взимку, $^{\circ}\text{C}$.

3.3 Визначення потужності освітлювального навантаження

Для визначення потужності освітлювального навантаження використовується метод питомої потужності, встановленої на одиницю площі. Цей метод передбачає спочатку визначення потужності освітлювального навантаження для кожного приміщення вагона окремо, а потім сумарну для всього вагона.



Потужність освітлювального навантаження для кожного з приміщень вагона розраховують за формулою, Вт,

$$P_{оп} = p \cdot F_{п}, \quad (14)$$

де p – питома потужність освітлювального навантаження для даного виду приміщення, тобто потужність на одиницю площі цього приміщення, $\text{Вт}/\text{м}^2$ (таблиця 4);

$F_{п}$ – площа приміщення, м^2 (визначається за плануванням вагона).

Таблиця 4 – Питома потужність освітлювального навантаження для приміщень пасажирського вагона

Приміщення вагона	Питома потужність освітлювального навантаження p , Вт/м ²		
	ламп накаливання	люмінесцентних ламп	світлодіодних ламп
Купе жорсткого вагона	12 – 18	10 – 20	2 – 5
Купе м'якого вагона	12 – 22	10 – 20	3 – 5
Відділення плацкартного вагона, салон міжбласного вагона	10 – 15	6 – 10	3 – 4
Коридори, проходи	8 – 10	6 – 10	2 – 3
Туалет	10 – 12	—	3 – 5
Тамбури	8 – 11	—	2 – 3
Інші приміщення	8 – 10	—	2 – 3

Таблиця 5 – Визначення потужності освітлювального навантаження

Приміщення вагона	Тип лампи, світильника	$F_{п}$, м ²	p , Вт/м ²	Розрахункова потужність освітлення $P_{ор} = p \cdot F_{п}$, Вт	Кільк. ламп	Марка ламп	Потрібна потужність для освітлення $P_{оп}$, Вт
Пасаж. купе							
Купе провідників							
Коридор							
Службове купе							
Тамбури							
Санвузли							
Котлове приміщ.							
Сигнальні та інші спеціальні лампи		-	-	-	-	-	200
Разом							

Потужність освітлювального навантаження всього вагона, Вт,

$$P_{ов} = \sum P_{оп}. \quad (15)$$

Розрахунок потужності освітлювального навантаження зручно звести до таблиці, складеної за формою таблиці 5.

Характеристики вагонних ламп та світильників подано в додатку Г.

3.4 Перелік споживачів електроенергії пасажирського вагона і їх характеристика

Після того, як розраховані потужності споживачів електроенергії вагона, вони заносяться в таблицю 6, у якій також наведені потужності решти споживачів вагона серії 61-779, які не розраховувались.

Таблиця 6 – Споживачі електроенергії вагона серії 61-779

Найменування споживача	P _н , кВт		k _н	cos φ	tgφ
	влітку	взимку			
1	2	3	4	5	6
Двигун вентилятора загальної вентиляції, P _в	...	...	0,84-0,9	0,75-0,8	0,88-0,75
Двигун вентилятора конденсатора, P _{вк}	...	-	0,73-0,8	0,75	0,88
Двигуни компресора, 2P _к	...	-	0,6-0,75	0,8	0,75
Двигун насоса опалення, P _{цн}	-	...	0,3	0,65-0,7	1,17-1,02
Електричний нагрівач кондиціонера, P _{енк}	...	-	0,85-0,9	1	0
Система освітлення, P _{ов}	...	...	0,8-0,85	1	0
Перетворювачі для ноутбуків, зарядних пристроїв, електробритв, P _{пер1}	1	1	0,75-0,78	0,6-0,7	1,33-1,17
Перетворювач для телевізора, відеоустановок та ін., P _{пер2}	0,25	0,25	0,75-0,78	0,6-0,7	1,33-1,17

Продовження таблиці 6

1	2	3	4	5	6
Перетворювач для холодильника, $P_{пер3}$	0,2	0,2	0,9-0,95	0,6-0,7	1,33-1,17
Перетворювач для мікрохвильових печей та пілососів, $P_{пер4}$	1,8	1,8	0,3	0,6-0,7	1,33-1,17
Електрокип'ятильник, $P_{кп}$	2,5	2,5	0,27	1	0
Бойлери, $P_{бойл}$	1,3	-	0,6	1	0
Електронагрівачі зливних і наливних труб, $P_{г}$	-	0,7	0,06-0,18	1	0
Вакуумний туалет, $P_{туал}$	0,6	0,6	0,4	1	0
Шафа розподільна САУКД ПВ, $P_{САУКД}$	0,55	0,55	0,9-0,95	0,8-0,85	0,75-0,62
Акумуляторна батарея, $P_{АБ}$	7,5	7,5	0,85	1	0
Разом*	...	...	-
*Оскільки система охолодження ($P_{вк} + 2P_{к}$) і нагріву повітря ($P_{енк}$) в кондиціонері не працюють одночасно, то при визначенні сумарної потужності враховують одну потужність – більшу з них.					

4 ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ ВАГОНА

4.1 Визначення розрахункових навантажень

Розрахункові навантаження дозволяють визначити перетин дротів мережі електропостачання вагона, вибрати захисні апарати і апаратуру керування.

Під розрахунковим навантаженням розуміють деяке незмінне навантаження (струму, потужності), яке викликає такий же нагрів дротів двигунів, що і дійсне навантаження, яке безперервно змінюється за величиною і часом. Визначають розрахункові навантаження для зимового і літнього періодів експлуатації вагона і використовують для подальших розрахунків більші значення.

Активна потужність споживачів постійного струму обчислюється за формулою, кВт,

$$P_p = k_m \sum_1^{i=n} k_u P_{ni} \quad (16)$$

де k_m – коефіцієнт максимуму залежить від ефективного числа споживачів і групового коефіцієнта використання;

k_u – коефіцієнт використання окремого споживача електроенергії вагона;

P_n – номінальна потужність споживача.

Реактивна потужність споживачів змінного струму, кВАр,

$$Q_p = k_m \sum_1^{i=n} k_u P_{ni} \operatorname{tg} \varphi. \quad (17)$$

Повна розрахункова потужність, кВА,

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}. \quad (18)$$

Ефективне число споживачів визначається за формулою

$$n_{\text{Э}} = \frac{2 \sum P_n}{P_{n\text{max}}}. \quad (19)$$

Груповий коефіцієнт використання визначаємо за формулою

$$k_{\text{гp}} = \frac{\sum k_u P_n}{\sum P_n}. \quad (20)$$

Розрахунок потужностей груп споживачів вагона, що експлуатуються в різні пори року, ведеться таким чином:

а) обчислюються $n_{\text{Э}}$ та $k_{\text{гp}}$ для споживачів, що експлуатуються **влітку**, і за таблицею Д.1 визначається k_m (див. додаток Д), залежно від роду струму за формулами (16) і (17) розраховуються потужності груп споживачів, після чого визначається їх повна розрахункова потужність (18);

б) те саме виконується для групи споживачів, що експлуатуються **взимку**;

в) для подальших розрахунків приймається більше значення потужності.

Розрахунковий струм, А,

- для групи споживачів трифазного змінного струму

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_p}, \quad (21)$$

- для групи споживачів однофазного змінного струму

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{U_n \cdot \cos \varphi_p}, \quad (22)$$

- для групи споживачів постійного струму

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{U_n}, \quad (23)$$

де U_n – номінальна напруга мережі електропостачання.

4.2 Визначення пікових навантажень

Пікове навантаження – це найбільше навантаження, що діє впродовж не більше 5 – 10 с. Пікові струми виникають, наприклад, при пуску двигуна найбільшої потужності при працюючих інших споживачах електроенергії.

Піковий струм групи споживачів електроенергії в мережах напругою до 1000 В, а також в мережах постійного струму з достатньою для практичних розрахунків точністю визначається, А,

$$I_{\text{пік}} = I_{\text{пуск.наіб}} + (I_p - k_i I_{\text{н.наіб}}), \quad (24)$$

де I_p – розрахунковий струм навантаження групи споживачів;
 $I_{н.наіб}$ – номінальний струм двигуна найбільшої потужності;
 $k_{и}$ – коефіцієнт використання двигуна найбільшої потужності;
 $I_{пуск.наіб}$ – пусковий струм двигуна найбільшої потужності.

$$I_{пуск.наіб} = \lambda \cdot I_{н.наіб}, \quad (25)$$

де $\lambda = \frac{I_{пуск}}{I_{н}}$ – кратність пускового струму по відношенню до номінального.

Для двигунів постійного струму $\lambda = 2 \div 2,5$, для асинхронних двигунів з короткозамкнутим ротором λ подається в каталогах, для асинхронних двигунів з фазним ротором, при відсутності в каталозі, $\lambda = 2,5 \div 3$.

Піковий струм одиночного двигуна дорівнює його пусковому струму.

4.3 Методика розрахунку використаної електроенергії

Облік використаної електроенергії вагона серії 61-779 по мережі 380 В та високовольтній мережі під час рейсу поїзда ведеться за допомогою Поїзної автоматизованої інформаційно-діагностичної системи «ВИД» (ПАІДС «ВИД»). В режимі реального часу системою проводяться вимірювання відповідних параметрів та розраховується кількість витраченої електроенергії вагона за формулою

$$W_i = W_{i-1} + K_w \cdot U_i \cdot I_i \cdot T_i, \quad (26)$$

де W_i – використана електроенергія в момент завершення i -го інтервалу часу;

W_{i-1} – використана електроенергія в момент завершення $(i-1)$ моменту часу;

K_w – постійний коефіцієнт;

U_i – значення напруги на i -м інтервалі часу;

I_i – значення струму на i -м інтервалі часу;

T_i – тривалість i -го інтервалу часу.

В процесі роботи системою ПАІДС «ВИД» може видаватися поточний звіт з роботи будь-якої системи (таблиця 7), після завершення поїздки – кінцевий звіт.

Таблиця 7 – Приклад звіту про використану електроенергію

№ вагона	н/в магістраль, кВт/год		в/в магістраль, кВт/год	
	за місяць	за рік	за місяць	за рік
043-30064(№1)	29	321	0	9742
043-14951(№2)	92	507	0	12342
043-14969(№3)	247	2614	0	14187
043-36012(№4)	209	1666	0	14225
043-30072(№5)	7	428	0	4533
043-30106(№6)	0	0	0	416
043-30080(№7)	6	60	0	6012
043-30077(№8)	0	0	0	7088
Разом	590	5596	0	61457

Для спрощеного розрахунку енергії, спожитої вагонним обладнанням, використовують формулу, кВт·год,

$$W_i = \sum_{1}^{i=n} (k_{ui} P_{ni}) \cdot T_i, \quad (27)$$

де k_{ui} – коефіцієнт використання окремого споживача електроенергії вагона;

P_n – номінальна потужність споживача, кВт;

T_i – час рейсу вагона, прийм. $T_i = 6 \div 12$ год.

Розрахунок зручно звести до таблиці 8.

Таблиця 8 – Результати розрахунку використаної електроенергії

Проміжок часу	T_i , год	$W_{i_{нм}}$, кВт·год (н/в магістраль)	$W_{i_{вм}}$, кВт·год (в/в магістраль)
За рейс
За місяць
За рік

5 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПАСАЖИРСЬКОГО ВАГОНА

Низьковольтні споживачі вагонів серії 61-779 отримують живлення від таких основних джерел:



- при централізованій системі електропостачання вагонів – від статичного перетворювача (вагон 61-779Э та його модифікації);

- при комбінованій

системі – від трифазного генератора змінного струму (решта вагонів серії 61-779).



В обох вказаних системах як резервне джерело електроенергії для живлення споживачів вагонів під час стоянки та на швидкостях до 40 км/год передбачені акумуляторні батареї (АБ).

5.1 Розрахунок потужності основного джерела енергії

За знайденим більшим розрахунковим струмом знаходять необхідну потужність джерела електроенергії. Потужність визначається з тотожності для генератора і трансформатора перетворювача трифазного змінного струму, кВт·А,

$$S_{\Gamma} = \sqrt{3} U_{н} \cdot I_{\rho} \cdot 10^{-3}. \quad (28)$$

Потужність джерела електроенергії за умов навантаження його піковим струмом (для трифазного генератора), кВ·А,

$$S_{\Gamma} = \frac{\sqrt{3}U_{\text{н}} \cdot I_{\text{пiк}}}{k_{\text{пер}}} \cdot 10^{-3}, \quad (29)$$

де $k_{\text{пер}}$ – коефіцієнт короткочасного перевантаження для генераторів, $k_{\text{пер}}=1,5 \div 2$.

З двох значень потужності, знайдених розрахунком, вибирають більше і округляють його до цілого числа в бік збільшення. Режим, для якого потужність буде максимальною, є розрахунковим режимом.

Потужність трансформатора перетворювача знаходять тільки за розрахунковим струмом.

5.2 Розрахунок резервного джерела електроенергії

Оснащення сучасних пасажирських вагонів енергоємним обладнанням, таким як кліматичні установки, екологічно чисті туалети, перетворювачі 110/220 В для різних споживачів та ін., ставить високі вимоги до



системи резервного енергопостачання, джерелом енергії для якої є акумуляторна батарея (АБ). Раніше пасажирські вагони комплектувалися нікель-залізними АБ, проте на даний момент широко застосовуються нікель-кадмієві АБ.

На вагонах серії 61-779 встановлюють секції із 84 нікель-кадмієвих акумуляторів типу KL 350 P. Вагони обладнані системою управління зарядом, яка обмежує струм заряду АБ до 70 А. Потужність АБ вагона розраховується окремо, для розрахунків приймаємо $P_{\text{АБ}} = 7,5$ кВт.

Розрахункове значення розрядного струму, А,

$$I_{AB} = \frac{P_{AB}}{U_n}, \quad (30)$$

Розрахункове значення ємності АБ, А·год,

$$Q_{AB} = \frac{k_{зап} \cdot I_{AB}}{k_q(I_i) \cdot k_q(t_{зз}) \cdot k_q(T_{сл}) \cdot k_q(U_{зар})}, \quad (31)$$

де $k_{зап}$ – коефіцієнт запасу, $k_{зап} = 1,1 \dots 1,3$;

$k_q(I_i)$ – коефіцієнт віддачі по ємності при годинному розрядному струмі, $k_q(I_i) = 0,66$;

$k_q(t_{зз})$ – коефіцієнт віддачі по ємності при розрахунковій мінусовій температурі зовнішнього середовища, $k_q(t_{зз}) = 0,45$;

$k_q(T_{сл})$ – коефіцієнт зносу конструкції акумулятора в процесі експлуатації, для кислотних $k_q(T_{сл}) = 0,8$;

$k_q(U_{зар})$ – коефіцієнт обліку неповного зарядження акумуляторів через несприятливий графік руху поїзда: для централізованого електрозабезпечення $k_q(U_{зар}) = 0,8$; для комбінованого $k_q(U_{зар}) = 1,0$.

Визначення кількості акумуляторів у батареї, шт.,

$$N_{ак} = \frac{U_{н.б.}}{U_{н.а.}}, \quad (32)$$

де $U_{н.б.}$ – номінальна напруга бортової мережі вагона (акумуляторної батареї), В;

$U_{н.а.}$ – номінальна напруга вибраного типу акумулятора.

Довідкові дані для вибору АБ подані в додатку Е.

6 ВИБІР КОМУТАЦІЙНОЇ АПАРАТУРИ



До комутаційних апаратів, які служать для вмикання і вимикання кіл, відносяться рубильники, контактори і реле. Рубильники служать для ручного вмикання і вимикання кіл, контактори і реле – дистанційного, автоматичного і неавтоматичного вмикання ланцюгів і споживачів електроенергії. Рубильники, реле та контактори не мають захисних пристроїв від струмів перенавантажень і струмів короткого замикання. Для цього послідовно з ними вмикають захисні апарати.

Для вагонів серії 61-779 обираємо контактор підключення джерела енергії до мережі вагона і ввімкнення електродвигуна компресора.

При виборі рубильників, контакторів, реле, повинні бути виконані такі умови:

а) номінальна напруга рубильника, контактів реле і контактора повинна дорівнювати або бути більшою за напругу мережі, тобто

$$U_{н.апарата} \geq U_{н.мережі} ;$$

б) для контакторів і реле номінальна напруга котушок керування повинна бути рівною номінальній напрузі мережі, тобто

$$U_{н.кат} = U_{н.мереж} ;$$

в) номінальний струм рубильника, контактів реле і контактора повинен дорівнювати або бути більшим розрахункового струму ділянки мережі, який цим комутаційним апаратом вмикається або вимикається, тобто

$$I_{н.ап} \geq I_p.$$

На вагонах серії 61-779 застосовуються, зокрема, контактори моделей TAL і TAE, наприклад:

- K1 - контактор TAL 26-30-00 77-143 «ABB»;
- K2 - контактор TAE 75-30-00 77-143 «ABB»;
- K3 - контактор TAL 9-30-10 17-32 з блоком допоміжних контактів CAL5-11 «ABB»;
- K8, K9 - контактор TAL 9-30-10 17-32 з блоком допоміжних контактів CAL5-11 «ABB»;
- K10 - контактор TAL 26-30-00 77-143 з блоком допоміжних контактів CAL5-11 «ABB».

Умовні позначення у маркуванні пояснюються прикладом:

TAE 26-30-00 77-143 VDC

26 – номінальний струм, А;

30 – кількість силових контактів;

00 – кількість додаткових контактів;

77 - 143 – напруга котушки управління;

DC – рід струму.

Технічні дані контакторів для їх вибору за результатами розрахунку наведені в додатку Ж.

7 ВИБІР ЗАХИСНОЇ АПАРАТУРИ

До захисної апаратури, що застосовується на пасажирських вагонах, належать запобіжники і автоматичні вимикачі.

Запобіжники застосовуються для захисту від струму короткого замикання або великих перенавантажень, що діють протягом тривалого часу (запобіжники не повинні вимикати ділянки мережі електропостачання при пікових струмах, дія яких короточасна). Автоматичні вимикачі призначаються для захисту від струму короткого замикання (за допомогою миттєво діючих електромагнітних розщеплювачів) і від струму перенавантажень (за допомогою теплових або іншого типу розщеплювачів).

При виборі запобіжників повинні бути виконані такі умови:



а) номінальна напруга запобіжника повинна бути рівною або більшою номінальної напруги мережі, тобто

$$U_{н.зап.} \geq U_{н.};$$

б) плавка вставка не повинна плавитися при розрахунковому струмі, тобто

$$I_{н.встав.} \geq I_p;$$

в) плавка вставка не повинна плавитися (згорати) при короткочасних пікових струмах. Пікові струми в мережах електропостачання пасажирських вагонів виникають, наприклад, при пуску двигунів.

$$I_{н.вст.} \geq \frac{I_{пик}}{\alpha};$$

Коефіцієнт α залежить від числа споживачів, які захищає запобіжник. Якщо споживач - одиночний електродвигун, тоді $\alpha = 2,5$; якщо група двигунів, тоді $\alpha = 1,6 \div 2$. Менші значення α при більшій кількості двигунів у групі.

Технічні дані запобіжників для вибору за результатами розрахунку наведені в додатку І.

При виборі **автоматичних вимикачів** повинні бути виконані такі умови:



а) номінальна напруга автоматичного вимикача повинна бути рівною або більшою номінальної напруги мережі, тобто

$$U_{н.авт} \geq U_{н.мер};$$

б) номінальний струм миттєво діючого розщеплювача (уставки струму) повинен бути рівним або більшим розрахункового струму,

тобто

$$I_{ел.магн} \geq I_p;$$

в) номінальний струм теплового розчіплювача повинен бути рівним або більшим розрахункового струму, тобто

$$I_{\text{тепл}} \geq I_p ;$$

г) струм уставки миттєво діючого електромагнітного розчіплювача автомата повинен бути рівним або більшим пікового струму, тобто

$$I_{\text{ел.магн}} \geq I_{\text{пik}} k_{\text{авт}},$$

де $k_{\text{авт}}$ – коефіцієнт запасу на неточність спрацювання автомата залежить від типу автомата і надається у каталогах на автоматичні вимикачі. При виконанні курсової роботи приймають $k_{\text{авт}} = 1,25$.

Технічні дані автоматичних вимикачів для їх вибору за результатами розрахунку наведені в додатку И.

На вагонах серії 61-779 застосовуються запобіжники та автоматичні вимикачі таких моделей:

- запобіжники ППН-35-20-00-УХЛЗ 250 А,
ППН-33-20-00-УХЛЗ 160 А,
ППН-33-20-00-УХЛЗ 63 А,
ППН-33-20-00-УХЛЗ 16 А,
ППН-33-20-00-УХЛЗ 8 А,
ВПТ6-33 1 А,
ВПБ6-36 2 А,
ПР-2 220А 220 В,
ПЖ 1.1-3-10-31 УХЛ2 3 кВ 10 А
- вимикачі ВА 101/6,
ВП 15К 21Б 261-54 У 2.3

8 ВИБІР ДРОТІВ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ВАГОНА

Дроти вибираються відповідно до вимог, що ставляться до мережі електропостачання пасажирських вагонів.

У курсовій роботі виберемо такі дроти:

- від генератора до пульта управління;

- від пульта управління до двигуна компресора.

Вимоги до дроту від генератора:

1) нагрів проводів не повинен перевищувати допустимого значення. Це буде виконано, якщо номінальний струм дроту дорівнює або більше розрахункового струму, $I_{\text{дрот.н}} \geq I_p$;

2) при коротких замиканнях або великих перевантаженнях, коли відбувається спрацьовування захисного апарату, не повинна порушуватися термічна стійкість дротів. Ця вимога буде виконана, якщо номінальний струм дроту відповідає струму захисного апарата, A ,

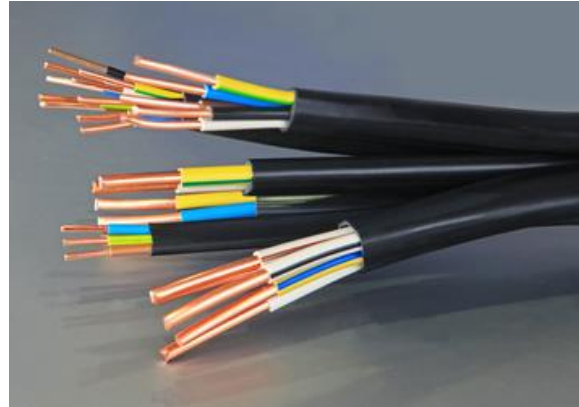
$$I_{\text{дроту}} \approx k_3 I_3, \quad (33)$$

де I_3 – струм захисного апарата, для електричних мереж вагонів – це номінальний струм плавкої вставки запобіжника або номінальний струм установки автоматичного вимикача;

k_3 – коефіцієнт захисту або кратність довгочасного допустимого струму плавкої вставки, або номінальний струм установки автоматичного вимикача ($k_3 = 1,25$).

На цьому етапі вибирається переріз дроту F_L (таблиця К.1 додатка К).

3) втрата напруги в дротах не повинна перевищувати допустимого значення $\Delta U_L \leq \Delta U_{\text{доп}}$ ($\Delta U_{\text{доп}} = 10\%$). Для дротів із немагнітних матеріалів (мідь, алюміній) для мереж



електропостачання вагонів на постійному струмі втрата напруги в лінії

$$\Delta U_{\text{л}} = \frac{200}{U_{\text{н}}} \cdot I_{\text{пік}} \cdot r_{\text{л}}. \quad (34)$$

Для мереж електропостачання однофазного змінного струму

$$\Delta U_{\text{л}} = \frac{200}{U_{\text{н}}} \cdot I_{\text{пік}} (r_{\text{л}} \cos \varphi_{\text{р}} + x_{\text{л}} \sin \varphi_{\text{р}}). \quad (35)$$

Для трифазних мереж змінного струму

$$\Delta U_{\text{л}} = \frac{100\sqrt{3}}{U_{\text{н}}} \cdot I_{\text{пік}} (r_{\text{л}} \cos \varphi_{\text{р}} + x_{\text{л}} \sin \varphi_{\text{р}}), \quad (36)$$

де $I_{\text{пік}}$ – сумарний піковий струм дроту, якщо по ньому одержує енергію група споживачів;

$U_{\text{н}}$ – номінальна напруга мережі електропостачання;

$r_{\text{л}}$ – активний (омічний для мереж постійного струму) опір лінії, Ом;

$x_{\text{л}}$ – індуктивний опір лінії електропостачання, Ом;

$\cos \varphi_{\text{р}}$, $\sin \varphi_{\text{р}}$ – розрахункові значення $\cos \varphi$ і $\sin \varphi$.

Активний опір лінії електропостачання, Ом,

$$r_{\text{л}} = \frac{l_{\text{л}}}{\gamma_{\text{л}} \cdot F_{\text{л}}}, \quad (37)$$

де $l_{\text{л}}$ – довжина лінії, прийм. $l_{\text{л}} = 10$ м;

$F_{\text{л}}$ – переріз дроту даної ділянки лінії електропостачання, мм²;

$\gamma_{\text{л}}$ – питома провідність дротів (для мідних дротів $\gamma_{\text{л}} = 57$ м/Ом·мм²; для алюмінієвих $\gamma_{\text{л}} = 35,8$ м/Ом·мм²).

Індуктивний опір ділянок лінії електропостачання для кабелів і дротів, прокладених в сталевих трубах або металевих рукавах, можливо прийняти рівним $X_{\text{л}} = 7 \cdot 10^{-5} \cdot l_{\text{л}}$, Ом.

Розрахунок ведуть в наступному порядку. Визначають втрати напруги на ділянці мережі електропостачання для більшого перетину дроту, одержаного з перших двох умов. Якщо втрата напруги в лінії при цьому перевищує допустиму, тоді вибирають більший перетин дроту і розрахунок повторюють, доки втрата не буде менш 10 %;

4) дроти повинні бути обрані так, щоб їх механічна міцність була достатня. Це буде виконано, якщо перетин дротів буде взято не менш зазначеного у таблиці К.2 (додаток К).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Шкаф распределительный системы автоматизированного управления контроля и диагностики электрооборудования пассажирского вагона ШР САУКД ПВ. Руководство по эксплуатации ААОТ.421417.103 РЭ, 2002.

2 Комплект оборудования поезда автоматизированной информационно-диагностической системы «ВИД» ТУ У 31.2-30430120-006-2003.

3 Перетворювач статичний СПЧ-15-1-80-У1 для комплексу електрообладнання пасажирського вагона з автономним електропостачанням та кондиціонуванням повітря. ПАСПОРТ ЭНЭЛ.656342.004-06 ПС. Затверджено ЭНЭЛ.656342.004-06 ПС-ЛЗ Міжнародний консорціум «Енергозберігання», 2006. – 10 с.

4 Інструкція з ремонту та обслуговування електрообладнання пасажирських вагонів будівництва Крюківського вагонобудівного заводу.

5 Технологічний процес роботи відділення з ремонту та діагностування обладнання пасажирських вагонів у Харківській вагонній дільниці №1. – Харків, 2008.

6 Комплект електрообладнання ЭВН 10.003. Технічні умови. ТУ У 31.2-22656899-080:2006.

7 Программа периодических испытаний «Комплекс электро-оборудования пассажирского вагона модели 61-4177» ИЯЕВ.667528.002 ТУ У 31.2 - 22656899 - 017 - 2003.

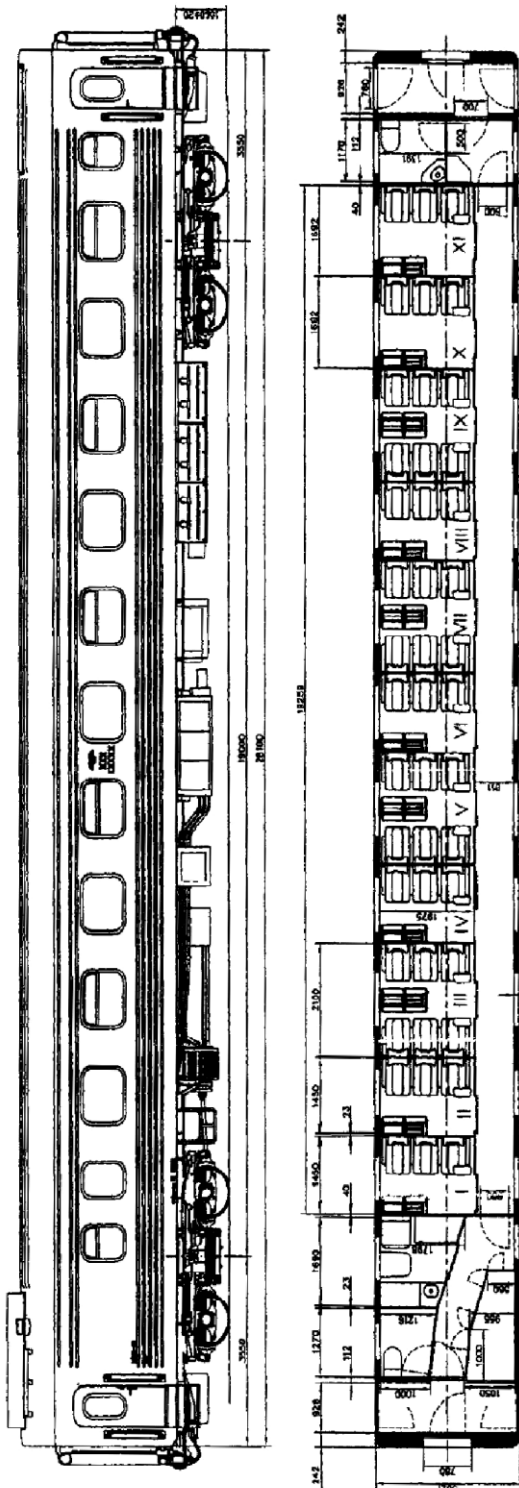
8 Електричне обладнання вагонів: Навч. посібник / В. В. Бондаренко, В. В. Обуховський, В. М. Шатаєв. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – 193 с.

9 Головка В. Ф. Сучасні уніфіковані системи електрозабезпечення пасажирських вагонів: Навч. посібник. – Харків: ХарДАЗТ, 2000. – 86 с.

10 Головка В. Ф. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни “Технічне обслуговування та ремонт електрообладнання вагонів”. – Харків: ХарДАЗТ, 1999. – Ч. 1. – 35 с.

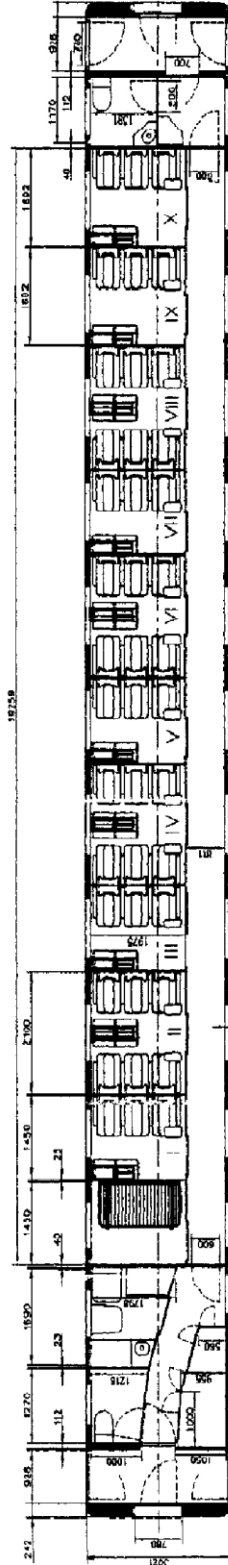
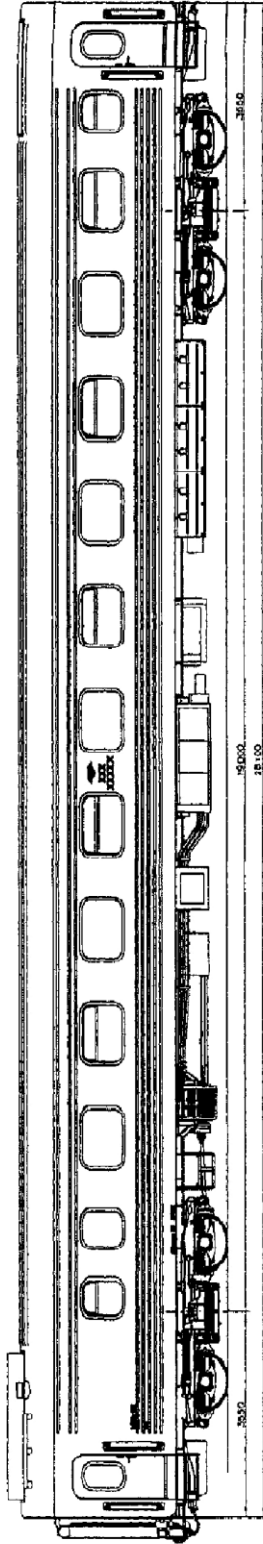
11 Головка В. Ф. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни “Технічне обслуговування та ремонт електрообладнання вагонів”. – Харків: ХарДАЗТ, 1999. – Ч. 2. – 37 с.

ВАГОН ПАСАЖИРСЬКИЙ КУПЕЙНИЙ З МІСЦЯМИ ДЛЯ СІДІННЯ МОДЕЛІ 61-779Б



Тип вагона	купейний з місцями для сидіння	€	Ємність, А/год	350
Модель вагона	61-779Б	важкий	Освітлення	
Виробник	ЗАТ "КВБЗ"	€	лампами розжарювання	21
Кількість місць:	45	воляна	люмінесцентними лампами	42
Маса (тара), т	60,6	WLD-Star	галогенними лампами	48
Навантаження:		€	Кількість світильників люмінесцентних	30
від осі на рейку, кН(тс)	163 (16,3)	від системи опалення	Кількість світильників з лампами розжарювання	13
на погонний метр колії, кН/м (тс/м)	24,4 (2,4)	механічна припливна	Кількість світильників для читання	45+3
Швидкість конструкційна, км/год	160	€	Кількість сигнальних ліхтарів	6
Габарит	1-ВМ	АВК-30	Нааяність системи пожежної сигналізації	€
База, мм	19000	30	Нааяність електрокип'ятильника	€
Довжина, мм:		€	Тип кип'ятильника	КНД
по осях зчеплення автозчепів	26696	Система енергопостачання	Кількість радіодинаміків	16
довжина кузова ззовні	26100	Номер схеми електричної принципової	Туалет "SANIVAK" з наповнювальними баками	€
Ширина максимальна, мм	3094	Тип генератора	ємністю 350лм ³	€
Висота від рівня головок рейок, мм	4630	Нааяність низьковольтного	Підсилювач низької частоти з магніфоном і мікрофоном	€
Кількість осей, шт	4	Нааяність низьковольтного	Мікрохвильова піч	€
Модель візка	68-4065 і 68-4066			
Нааяність стоянкового гальма	€			
Тип повітряорозподільника	292М			
Тип регулятора важільних				

ВАГОН ПАСАЖИРСЬКИЙ КУПЕЙНИЙ З МІСЦЯМИ ДЛЯ СИДІННЯ І БАГАЖНИМ ВІДДІЛЕННЯМ МОДЕЛІ 61-779Г



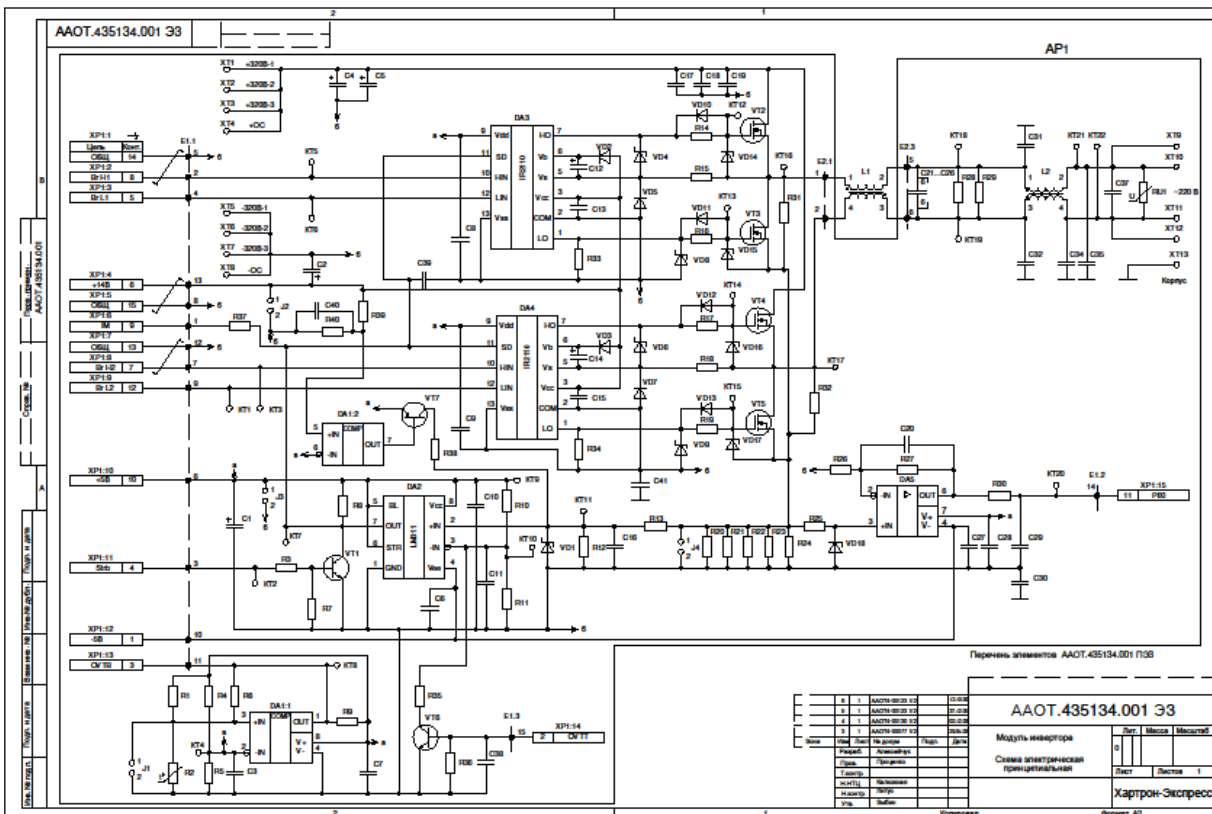
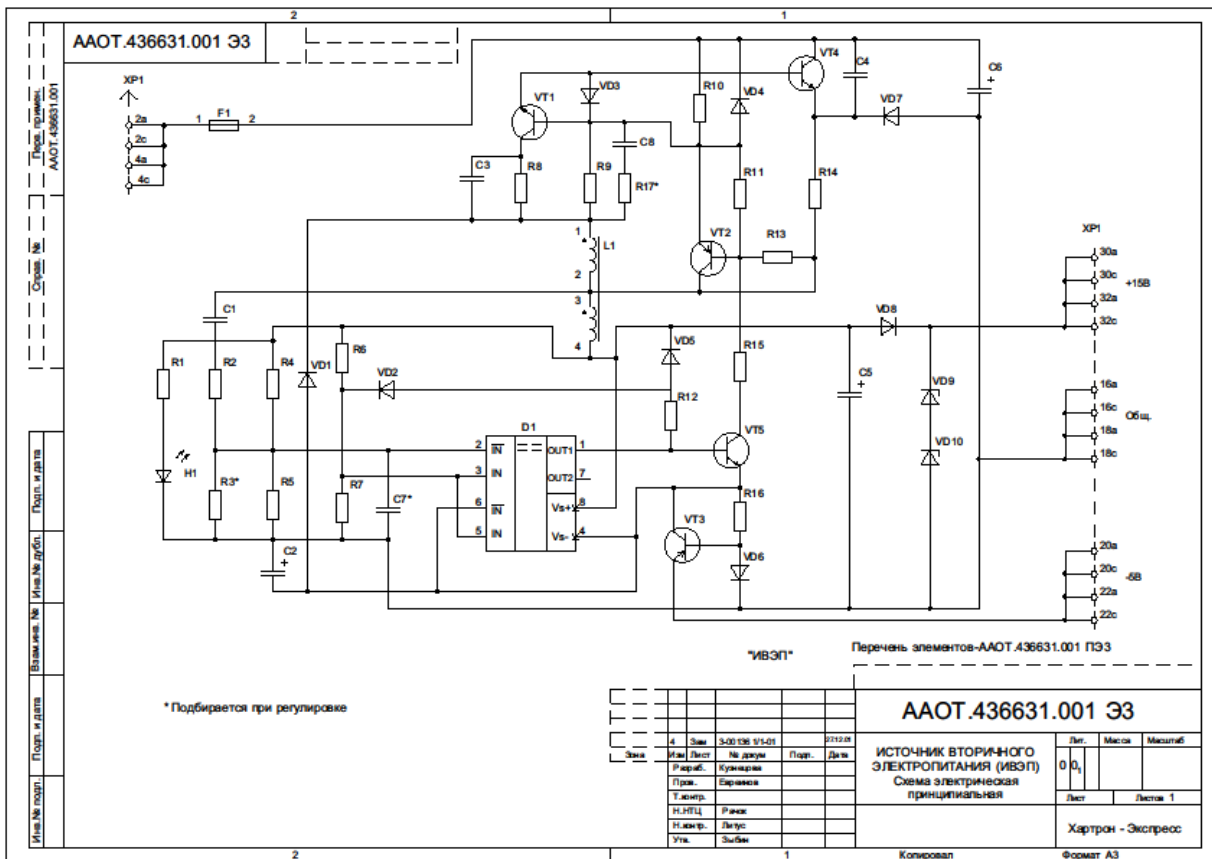
Тип вагона	купейний з місцями для сидіння і багажним відділенням	Система завантаження і гашлення	Є важкий	Є	Є
Модель вагона	61-779Г	Тип буферного пристрою			Світність, л/люд
Виробник	ЗАТ "КВБЗ"	Суфле гумове			Освітлення
Кількість місць:	42	Система опалення			лампами розжарювання
Маса (тара), т	60,6	Тип циркуляційного насоса			люмінесцентними лампами
Навантаження:		Система постачання холодною і гарячою водою			галогенними лампами
від осі на рейку, кН(тс)	163 (16,3)	Тип обігрівача наливних труб			Кількість світильників
на погонний метр колії, кН/м	24,4 (2,4)	Вентиляція			люмінесцентних
Швидкість конструкційна, км/год	160	Наявність установки кондиціонування повітря			Кількість світильників з лампами розжарювання
Габарит	1-ВМ	Тип кондиціонера			Кількість світильників для читання
База, мм	19000	Холодопродуктивність кліматичної установки, кВт/год			39+3
Довжина, мм:		Електропроводова магистраль 3000В			6
по осях зчеплення автзчепів	26696	Система енергопостачання			Є
довжина кузова ззовні	26100	Номер схеми електричної принципової			Є
Ширина максимальна, мм	3094	Тип генератора			КНД
Висота від рівня головок рейок, мм	4630	Наявність низьковольтного			16
Кількість осей, шт	4	Є			Є
Модель візка	68-4065 і 68-4066	Є			Є
Наявність стоянкового гальма	Є	Є			Є
Тип повітрярозподільника	292М	Є			Є

Додаток Б Приклади креслень

EOB.001.20.00 T4		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> Технічна характеристика </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> Технічні вимоги </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> 1 Номінальна напруга, В 2 Опір ізоляції, кВм 3 Потужність електродвигуна, кВт 4 Потужність двигуна для вентилятора конденсатора, кВт 5 Потужність двигуна циркуляційного насоса, кВт 6 Потужність електродвигуна компресора, кВт </td> <td style="vertical-align: top;"> 110 110 2,2 4,5 0,45 11 </td> </tr> </table>	Технічна характеристика	Технічні вимоги	1 Номінальна напруга, В 2 Опір ізоляції, кВм 3 Потужність електродвигуна, кВт 4 Потужність двигуна для вентилятора конденсатора, кВт 5 Потужність двигуна циркуляційного насоса, кВт 6 Потужність електродвигуна компресора, кВт	110 110 2,2 4,5 0,45 11
Технічна характеристика	Технічні вимоги					
1 Номінальна напруга, В 2 Опір ізоляції, кВм 3 Потужність електродвигуна, кВт 4 Потужність двигуна для вентилятора конденсатора, кВт 5 Потужність двигуна циркуляційного насоса, кВт 6 Потужність електродвигуна компресора, кВт	110 110 2,2 4,5 0,45 11					
EOB.001.20.00 T4		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> Технічна характеристика </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> Технічні вимоги </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> 1 Номінальна напруга, В 2 Опір ізоляції, кВм 3 Потужність електродвигуна, кВт 4 Потужність двигуна для вентилятора конденсатора, кВт 5 Потужність двигуна циркуляційного насоса, кВт 6 Потужність електродвигуна компресора, кВт </td> <td style="vertical-align: top;"> 110 110 2,2 4,5 0,45 11 </td> </tr> </table>	Технічна характеристика	Технічні вимоги	1 Номінальна напруга, В 2 Опір ізоляції, кВм 3 Потужність електродвигуна, кВт 4 Потужність двигуна для вентилятора конденсатора, кВт 5 Потужність двигуна циркуляційного насоса, кВт 6 Потужність електродвигуна компресора, кВт	110 110 2,2 4,5 0,45 11
Технічна характеристика	Технічні вимоги					
1 Номінальна напруга, В 2 Опір ізоляції, кВм 3 Потужність електродвигуна, кВт 4 Потужність двигуна для вентилятора конденсатора, кВт 5 Потужність двигуна циркуляційного насоса, кВт 6 Потужність електродвигуна компресора, кВт	110 110 2,2 4,5 0,45 11					

Поз.	Найменування	Кіл.	Прим.
1	Електродвигун вентилятора		
2	Пульт керування		
3	Світильники з люмінесцентними лампами		
4	Світильники з лампами розжарювання		
5	Сенсорні лампи		
6	Ящик з акумуляторною батареєю		
7	Електродвигун компресора		
8	Електродвигун вентилятора конденсатора		
9	Ящик з апаратурою керування холодною трубою		
10	Перетворювач люмінесцентного освітлення		
11	Генератор		
12	Електродвигун циркуляційного насоса		
13	Ящик із силовими вимрялячами		
14	Ящик з устаткуванням для підключення стаціонарної мережі		
15	Ящик з пусковими резисторами електродвигунів		
16	Електрокип'ятильник		
17	Охолоджувач питної води		

EOB.001.20.00 T4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Лист</td> <td style="width: 20%;">Маса</td> <td style="width: 60%;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>	Лист	Маса	Масштаб	1	1	1
Лист	Маса	Масштаб					
1	1	1					
Схема розміщення електродвигуна у двигуні							
EOB.001.20.00 T4	УкрДУЗТ Формат А3						



Додаток В
До вибору привідних електродвигунів вагона

Таблиця В.1 – Технічні дані асинхронних двигунів з короткозамкнутим ротором серії 4А, напругою 380/220 В

Тип	P_H , кВт	n_H , об/хв	$\cos \varphi$	η_H	$I_{пуск}/I_H$
4А63А2У3	0.37	2740	0.86	0.70	5.0
4А63В2У3	0.55	2800	0.86	0.73	5.0
4А71А2У3	0.75	2840	0.87	0.77	5.0
4А71В2У3	1.1	2810	0.87	0.78	5.0
4А80А2У3	1.5	2850	0.87	0.81	5.5
4А80Б2У3	2.2	2850	0.87	0.83	5.5
4А90L2У3	3.0	2870	0.88	0.85	6.5
4А112М2У3	7.5	2920	0.88	0.87	7.5
4А132М2У3	11.0	2900	0.90	0.88	7.5
4А140М2У3	12.5	2900	0.90	0.88	7.5
4А160S2У3	15.0	2940	0.91	0.88	7.5

Додаток Г
До вибору ламп та світильників вагона

Таблиця Г.1 – Технічні дані вагонних світильників

Найменування	Номинальна напруга, В	Тип лампи	Номинальна потужність, аварійного освітлення Вт	Тип лампи аварійного освітлення	Потужність лампи аварійного освітлення	ККД (не менш)	Ступінь захисту	Габаритні розміри (L×B×H), мм	Маса, кг
ЛПВ01-40-003	50	L36N/640	36	Ж54-25	25	60	IP51	1380×173×135	6,5
ЛПВ01-40-004	110	L36N/640	36	Ж110-25	25	60	IP51	1380×173×135	6,5
ЛПВ01-40-005	220, 50Гц	L36N/640	36	Ж110-25	25	60	IP51	1380×173×135	6,9
ЛВ803-2×20(1×25)-001	50	L36N/640	18	Ж54-25	25	60	IP51	375×218×118	4,5
ЛВ803-2×20(1×25)-002	110	L36N/640	18	Ж110-25	25	60	IP51	375×218×118	4,5
ЛВ803-2×20-004	220, 50Гц	L36N/640	18	-	-	60	IP51	375×218×118	4,9
ЛВ803-2×20(1×25)-004	220, 50Гц	L36N/640	18	Ж110-25	25	60	IP51	375×218×118	4,9
ЛВ803-2×20-005	24	L36N/640	18	-	-	60	IP51	375×218×118	4,9
ЛВВ04-2×20(1×25)-001	110	L18W/640	36	Ж110-25	25	50	IP20	705×275×100	6
ЛВВ04-2×20(1×25)-002	50	L18W/640	36	Ж54-25	25	50	IP20	705×275×100	6
ЛВВ05-2×20(1×25)-001	110	L18W/640	36	Ж110-25	25	45	IP51	735×195×95	5
ЛВВ05-2×20(1×25)-002	50	L18W/640	36	Ж54-25	25	45	IP51	735×195×95	5
ЛВВ05-2×20(1×25)-003	220	L18W/640	36	Ж110-25	25	45	IP51	735×195×95	5

Світильник складається з корпусу, панелі-відбивача, рамки з розсіювачем (ЛПВ01-40) чи розсіювача з прокладкою (ЛВ803-2×20). Для зручності підключення до мережі і обслуговування при експлуатації у світильниках встановлена знімна панель-відбивач, на якій розміщені електричний монтаж, напівпровідникові пускорегулювальні апарати, патрони та люмінесцентні лампи розжарювання аварійного освітлення.

Світильник ЛВВ04 складається з корпусу, дзеркальної панелі-відбивача і рамки з розсіювачем. Для зручності підключення до мережі і обслуговування при експлуатації в світильниках встановлена знімна панель-відбивач, на якій розміщені електричний монтаж, напівпровідникові пускорегулювальні апарати, патрони та люмінесцентні лампи розжарювання аварійного освітлення.

Світильники рекомендовано встановлювати в спеціальну нішу в даху вагона. Для заміни люмінесцентної лампи й доступу до лампоутримувача необхідно за допомогою викрутки натиснути на штифт до упору й повернути його на 90 °. Панель займе вертикальне положення, що забезпечить вільний доступ до лампи з патроном. Для технічного обслуговування світильників необхідно викрутити гвинти, що з'єднують панель-відбивач з корпусом. Панель займе вертикальне положення, що забезпечить вільний доступ до електронних ПРА, патрона з лампою розжарювання, клемних колодок з монтажними проводами.

Таблиця Г.2 – Технічні дані вагонних світильників (комплекс «світлова лінія»)

Найменування	Номинальна напруга і частота для загального освітлення	Кількість і потужність ламп загального освітлення	Номинальна напруга аварійного освітлення	Тип аварійного освітлення	Габаритні розміри (L×B×H), мм	Маса, кг
СЛВ01-36(1×15)-001	220 В/50 Гц	36 Вт	110 В	Ж110-15	1700×148×75	6,0
СЛВ01-2×36(1×15)-002	220 В/50 Гц	2×36 Вт	110 В	Ж110-15	3140×148×75	7,0
СЛВ01-2×36(1×15)-003	220 В/50 Гц	2×36 Вт	110 В	Ж110-15	3200×148×75	7,0
СЛВ01-2×36(1×15)-004	220 В/50 Гц	2×36 Вт	110 В	Ж110-15	3200×148×75	7,0
СЛВ01-2×36(1×15)-005	220 В/50 Гц	2×36 Вт	110 В	Ж110-15	3235×148×75	9,0
СЛВ01-2×36(1×15)-006	220 В/50 Гц	2×36 Вт	110 В	Ж110-15	3235×148×75	9,0
СЛВ01-2×36(1×15)-007	220 В/50 Гц	2×36 Вт	110 В	Ж110-15	3210×148×75	9,0
СЛВ01-2×36(1×15)-008	220 В/50 Гц	2×36 Вт	110 В	Ж110-15	3210×148×75	9,0
СЛВ01-2×36(1×15)-009	220 В/50 Гц	2×36 Вт	110 В	Ж110-15	3210×148×75	9,0
СЛВ01-2×36(1×15)-010,020,030	50 В/110 В/75 В	36 Вт	50 В/110 В	Ж 54-15,Ж110-15	1760×148×75	6,0
СЛВ01-2×36(1×15)-011,021,031	50 В/110 В/75 В	2×36 Вт	50 В/110 В	Ж 54-15,Ж110-15	3140×143×75	9,0
СЛВ01-2×36(1×15)-012,022,032	50 В/110 В/75 В	2×36 Вт	50 В/110 В	Ж 54-15,Ж110-15	3200×148×75	9,0
СЛВ01-2×36(1×15)-013,023,033	50 В/110 В/75 В	2×36 Вт	50 В/110 В	Ж 54-15,Ж110-15	3200×143×75	9,0
СЛВ01-2×36(1×15)-014,024,034	50 В/110 В/75 В	2×36 Вт	50 В/110 В	Ж 54-15,Ж110-15	3235×140×75	9,0
СЛВ01-2×36(1×15)-015,025,035	50 В/110 В/75 В	2×36 Вт	50 В/110 В	Ж 54-15,Ж110-15	3235×140×75	9,0
СЛВ01-2×36(1×15)-016,026,036	50 В/110 В/75 В	2×36 Вт	50 В/110 В	Ж 54-15,Ж110-15	3310×148×75	9,0
СЛВ01-2×36(1×15)-017,027,037	50 В/110 В/75 В	2×36 Вт	50 В/110 В	Ж 54-15,Ж110-15	3310×148×75	9,0
СЛВ01-36(1×18)(1×15)-018,028,038	50 В/110 В/75 В	36 Вт+18 Вт	50 В/110 В	Ж 54-15,Ж110-15	2600×148×75	7,0
СЛВ01-2×36(1×15)-019,029,039	50 В/110 В/75 В	2×36 Вт	50 В/110 В	Ж 54-15,Ж110-15	3310×148×75	9,0

Комплекс «світлова лінія» складається з окремих модулів: дволампових, з послідовно розміщеними люмінесцентними лампами потужністю 36 Вт та 36+18 Вт, і однолампових, з люмінесцентною лампою потужністю 36 Вт, в які можуть бути встановлені гучномовці й пожежні сповіщувачі відповідно до комплектації вагона. Живлення люмінесцентних ламп загального освітлення здійснюється від мережі змінного струму з номінальною напругою 220 В й постійного струму з номінальною напругою 50 В, 110 В або 80 В або 75 В через електронний перетворювач (ПРА). Живлення ламп розжарення чергового й аварійного освітлення здійснюється від мережі постійного струму з номінальною напругою 50 В та 110 В.

Модулі СЛ складаються з таких основних частин: основа – профіль із алюмінію, розсіювач – профіль із важкозаймистого ударостійкого полікарбонату, декорування кришки – із важкозаймистої пластмаси, відбивачі – із алюмінія фірми ALANOD, патрони для люмінесцентних ламп і ламп розжарювання встановлені в кутку, всі дроти загального й аварійного освітлення та сигнальних мереж прокладені магістрально всередині модулів.

Таблиця Г.3 – Технічні дані вагонних світильників (світлодіодні)

Найменування	Напруга, В	Тип лампи	Номінальна потужність, Вт	Тип лампи аварійного освітлення	Потужність лампи аварійного освітлення	ККД (не менш)	Ступінь захисту	Габаритні розміри (L×B×H), мм	Маса, кг
ЛВВ06-2×14(2×2)-001	110	FH14W/830HE «OSRAM»	14	Світлодіод	1...2	65	IP20	638,4×266×90,3	5,0
ЛВВ06-2×14(2×2)-002	50	FH14W/830HE «OSRAM»	14	Світлодіод	1...2	65	IP20	638,4×266×90,3	5,0
ЛВВ07-2×14(2×2)-001	110	FH14W/830HE «OSRAM»	14	Світлодіод	1...2	50	IP51	656,4×266×77	6,0
ЛВВ07-2×14(2×2)-002	50	FH14W/830HE «OSRAM»	14	Світлодіод	1...2	50	IP51	656,4×266×77	6,0

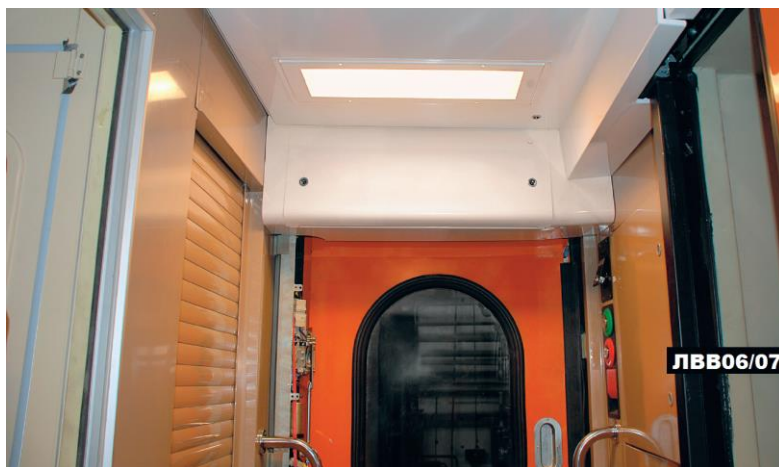


Рисунок Г – Вагонні світильники

Таблиця Г.4 – Перетворювачі для вагонних світильників

Тип апарату	Напруга живлення, В	Рід струму	Струм споживання при номінальній напрузі, мА, не більше	Потужність лампи, Вт	Кільк. ламп, шт.
Для люмінесцентних ламп					
НП ПРА 02-6-54*	54	пост.	122	4-6	1
НП ПРА 02-11-54	54	пост.	224	8-11	1
НП ПРА 02-20-54	54	пост.	407	18-20	1
НП ПРА 02-20-2-54	54	пост.	814	18-20	1
НП ПРА 02-40-54	54	пост.	814	36-40	2
НП ПРА 02-6-80	80	пост.	83	4-6	1
НП ПРА 02-11-80	80	пост.	151	8-11	1
НП ПРА 02-20-80	80	пост.	275	18-20	1
НП ПРА 02-20-2-54	80	пост.	550	18-20	1
НП ПРА 02-40-80	80	пост.	550	36-40	2
НП ПРА 02-6-110	110	пост.	60	4-6	1
НП ПРА 02-11-110	110	пост.	110	8-11	1
НП ПРА 02-20-110	110	пост.	200	18-20	1
НП ПРА 02-20-2-110	110	пост.	400	18-20	2
НП ПРА 02-40-110	110	пост.	400	36-40	1
НП ПРА 02-20-220	220	змінний	150	18-20	1
НП ПРА 02-20-2-220	220	змінний	280	18-20	2
НП ПРА 02-40-220	220	змінний	280	36-40	1
Для галогенових ламп та світлодіодних матриць					
НП ПРА 02-10-54G	54	пост.	-	12	1
НП ПРА 02-20-54G	54	пост.	-	20	1
НП ПРА 02-10-54LED	54	пост.	-		
НП ПРА 02-10-110G	110	пост.	-	10	1
НП ПРА 02-20-110G	110	пост.	-	20	1
НП ПРА 02-10-110LED	110	пост.	-	-	-
*Серія НП ПРА 02 – електронні пускорегулювальні апарати транспортного призначення і вони є комплектуючим виробом для люмінесцентних світильників залізничних пасажирських вагонів, вагонів електропоїздів та дизель-поїздів, вагонів метрополітену, тролейбусів, трамваїв та інших транспортних засобів. Апарати даної серії виготовляються відповідно до ТУ У 16304848.002-2000.					

Додаток Д
До розрахунку потужностей груп споживачів вагона

Таблиця Д.1 – Залежність коефіцієнта максимуму від ефективного числа споживачів і групового коефіцієнта використання

n_g	k_m при k_{igr}									
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
4	3,43	3,11	2,64	2,14	1,87	1,65	1,46	1,29	1,14	1,05
5	3,23	2,87	2,42	2,00	1,76	1,57	1,41	1,26	1,12	1,04
6	3,4	2,64	2,24	1,88	1,66	1,51	1,37	1,23	1,10	1,04
7	2,88	2,48	2,10	1,80	1,58	1,45	1,33	1,21	1,09	1,04
8	2,72	2,31	1,99	1,72	1,52	1,40	1,30	1,20	1,08	1,04
9	2,56	2,20	1,90	1,65	1,47	1,37	1,28	1,18	1,08	1,03
10	2,42	2,10	1,84	1,60	1,43	1,34	1,26	1,16	1,07	1,03
12	2,24	1,96	1,75	1,52	1,36	1,28	1,23	1,15	1,07	1,03
16	1,99	1,77	1,61	1,41	1,28	1,23	1,18	1,12	1,07	1,03
20	1,84	1,65	1,50	1,34	1,24	1,20	1,15	1,11	1,06	1,03
50	1,40	1,30	1,23	1,6	1,14	1,10	1,10	1,08	1,04	1,02
100	1,21	1,17	1,12	1,10	1,08	1,08	1,07	1,05	1,02	1,02

Додаток Е
До вибору акумуляторної батареї вагона

Таблиця Е.1 – Технічні дані секцій АБ

Найменування секції	Напруга, В	Ємність, А·год	Електроліт
КМ 260 Р	1,2	260	лужний
КМ 300 Р	1,2	300	
L 02 300 G	2,0	300	кислотний гелеподібний
L 02 370 G	2,0	370	

Умовні позначення:

К – відкритий нікель-кадмієвий призматичний акумулятор;

L – свинцево-кислотна батарея;

М – середній режим розряду;

260 – номінальна ємність в ампер-годинах;

02 – номінальна напруга, В;

Р – пластмасовий корпус акумулятора;

G – гелеподібний електроліт.

Додаток Ж
До вибору комутаційної апаратури

Таблиця Ж.1 – Контактори TAL

ІЕС			
Номінальна потужність 400В АС-3, кВт	Номінальний струм $q \leq 40^\circ\text{C}$ АС-1, А	Тип та робоча напруга котушки |__|__|	Маса, кг
4	25	TAL 9-30-10|__|__|	0,520
		TAL 9-30-01|__|__|	0,520
5,5	27	TAL 12-30-10|__|__|	0,520
		TAL 12-30-01|__|__|	0,520
7,5	30	TAL 16-30-10|__|__|	0,520
		TAL 16-30-01|__|__|	0,520
11	45	TAL 26-30-10|__|__|	0,750
		TAL 26-30-01|__|__|	0,750
15	55	TAL 30-30-10|__|__|	0,850
		TAL 30-30-01|__|__|	0,850
18,5	60	TAL 40-30-10|__|__|	0,850
		TAL 40-30-01|__|__|	0,850
22	100	TAL 50-30-10|__|__|	1,200
		TAL 50-30-01|__|__|	1,240
37	125	TAL 75-30-10|__|__|	1,200
		TAL 75-30-01|__|__|	1,240
45	145	TAL 95-30-10|__|__|	2,040
		TAL 95-30-01|__|__|	2,070
55	160	TAL 110-30-10|__|__|	2,040
		TAL 110-30-01|__|__|	2,070

Триполюсні контактори TAL9...TAE50-110. Коло керування постійного струму, котушка з подвійною обмоткою

Додаток И

До вибору захисної апаратури



Таблиця И.1 – Запобіжники серії ВП

Найменування	Граничний струм, А	Найменування	Граничний струм, А
ВП1-1	0,25-5	ВПБ6-38	4
ВП1-2	0,25-5	ВПБ6-39	5
ВП2Б-1В	0,25-8	ВПБ6-40	6,3
ВП3Б-1В	1-8	ВПБ6-41	8
ВП3Т-2Ш	3,15-10	ВПБ6-42	10
ВП4-1	0,5	ВПБ6-5	0,5
ВП4-2	0,75	ВПБ6-7	1
ВП4-3	1	ВПМ2-М1	0,1-0,5
ВП4-4	2	ВТФ-6	6
ВП4-5	3,15	ВТФ-10	10
ВП4-6	3,5	ПК-30	0,15-2
ВП4-7	4	ПК-45	0,15-5
ВП4-8	0,1	ПЦ-30	1-5
ВП4-9	0,16	ВПТ6-1	0,16
ВП4-10	0,2	ВПТ6-2	0,25
ВП4-11	0,25	ВПТ6-3	0,315
ВП4-12	0,315	ВПТ6-4	0,4
ВП4-13	0,4	ВПТ6-5	0,5
ВП4-14	1,25	ВПТ6-6	0,63
ВП4-15	1,6	ВПТ6-7	1
ВП4-16	5	ВПТ6-8	1,25
ВП4-17	0,63	ВПТ6-9	1,6
ВП4-18	2,5	ВПТ6-10	2
ВПБ6-1	0,16	ВПТ6-11	3,5
ВПБ6-2	0,25	ВПТ6-13	5
ВПБ6-10	2	ВПТ6-15	0,25
ВПБ6-11	3,15	ВПТ6-18	0,5
ВПБ6-12	4	ВПТ6-19	2
ВПБ6-13	5	ВПТ6-20	1
ВПБ6-23	2	ВПТ6-26	5
ВПБ6-24	3,15	ВПТ6-28	0,25
ВПБ6-25	4	ВПТ6-31	0,5
ВПБ6-26	5	ВПТ6-33	1
ВПБ6-36	2	ПВД-1	4/6,3
ВПБ6-37	3,15	-	-

Таблиця И.2 – Запобіжники типу ППН

Тип запобіжника	Номінальний струм плавкої вставки, I_n , А	Номінальна напруга, U_n
ППН-33, габарит 00С	2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100	- 220 В ~ 400 В
ППН-33, габарит 00, 0	2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160	
ППН-35, габарит 1	2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250	
ППН-37, габарит 2	40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400	
ППН-39, габарит 3	100, 125, 160, 200, 250, 315, 400	
ППН-39, габарит 3	500, 630	- 440 В ~ 500 В
ППН-41, габарит 4	500, 630	
ППН-41, габарит 4	800, 1000	
ППН-41, габарит 4	1250, 1500, 1600	
ППН-41, габарит 4а	800, 1000, 1250, 1500, 1600	

Таблиця И.3 – Автоматичні вимикачі серії ВА-101

Зовнішній вигляд	Назва
<p style="text-align: center;">ВА-101 1P</p> 	<p>ВА-101 1P 1A ВА-101 1P 2A ВА-101 1P 3A ВА-101 1P 6A ВА-101 1P 10A ВА-101 1P 16A ВА-101 1P 20A ВА-101 1P 25A ВА-101 1P 32A ВА-101 1P 40A ВА-101 1P 50A ВА-101 1P 63A</p>
<p style="text-align: center;">ВА-101 2P</p> 	<p>ВА-101 2P 1A ВА-101 2P 2A ВА-101 2P 3A ВА-101 2P 6A ВА-101 2P 10A ВА-101 2P 16A ВА-101 2P 20A ВА-101 2P 25A ВА-101 2P 32A ВА-101 2P 40A ВА-101 P 50A ВА-101 P 63A</p>

Таблиця И.4 – Вимикачі шляхові* серії ВА-101

Тип вимикача	Кількість полюсів	Вид приводу	Виконання вимикача за видом спрацювання
ВП15К21А(Б)111	1	Товкач	Прямої дії, напівмиттєвої дії
ВП15К21А(Б)211	2		
ВП15К21А(Б)121	1	Товкач з роликом	
ВП15К21А(Б)221	2		
ВП15К21А(Б)131	1	Важіль з роликом	
ВП15К21А231	2		
ВП15К21Б231			
ВП15К21А(Б)161	1	Важіль, що регулюється за довжиною	Напівмиттєвої дії
ВП15К21А(Б)261	2		
ВП15К21А(Б)191	1	Важіль з роликом, що регулюється за довжиною	
ВП15К21А291	2		
ВП15К21Б291			

* Вимикачі шляхові серії ВП15 призначені для комутації електричних кіл управління змінної напруги до 660 В частоти 50 і 60 Гц і постійної напруги до 440 В під впливом керуючих упорів у певних точках шляху контрольованого об'єкта.

Додаток К

До вибору вагонних дротів

Таблиця К.1 – Допустимий тривалий струм (А) для дротів з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією в мережах напругою до 1000 В

Вид дроту, кабелю, спосіб укладання	Переріз дроту або жили кабелю, мм ²											
	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150
Дроти, відкрито укладені	$\frac{30}{24}$	$\frac{41}{32}$	$\frac{50}{39}$	$\frac{80}{60}$	$\frac{100}{75}$	$\frac{140}{105}$	$\frac{170}{130}$	$\frac{215}{165}$	$\frac{270}{210}$	$\frac{330}{255}$	$\frac{385}{295}$	$\frac{440}{340}$
Дроти, укладені в труби	$\frac{25}{19}$	$\frac{35}{28}$	$\frac{42}{32}$	$\frac{60}{47}$	$\frac{80}{60}$	$\frac{100}{80}$	$\frac{125}{95}$	$\frac{170}{130}$	$\frac{210}{165}$	$\frac{255}{200}$	$\frac{290}{220}$	$\frac{330}{255}$
Трижильні дроти	$\frac{25}{19}$	$\frac{35}{27}$	$\frac{42}{32}$	$\frac{55}{42}$	$\frac{75}{60}$	$\frac{95}{75}$	$\frac{120}{90}$	$\frac{145}{110}$	$\frac{180}{140}$	$\frac{220}{170}$	$\frac{260}{200}$	$\frac{305}{235}$

Примітка – в чисельнику значення сили струму для мідних, в знаменнику для алюмінієвих жил.

Таблиця К.2 – Мінімальний перетин дротів мережі електропостачання вагонів

Характеристика дротів і умов прокладання	Найменший перетин дротів, мм ²	
	Мідних	Алюмінієвих
Ізольовані дроти для освітлювальної апаратури	0,5	—
Дроти для переносних приладів	0,75	—
Незахищені ізольовані дроти для стаціонарного прокладення 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 рознімачами	1,5	2,5