

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ,  
ТРАНСПОРТУ ТА ПРИРОДНИЧИХ НАУК



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ЩОДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
**«ЕЛЕКТРОННЕ ТА ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛІВ»**  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ  
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 274 – «АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ»  
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ «АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ»  
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

Методичні вказівки щодо виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Електронне та електричне обладнання автомобілів» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт» освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладач асист. О. А. Мурашко

Рецензент к. т. н., доц. С. М. Черненко

Кафедра «Автомобілі та трактори»

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол № 5 від 23.02 2024 р. *Н.*

Голова методичної ради *В. В. Костін* проф. В. В. Костін

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
1 Загальні положення .....	7
2 Контрольне завдання .....	7
3 Методичні вказівки та приклади розв'язання задач .....	8
4 Критерії оцінювання знань студентів.....	27
Список літератури .....	28
Додаток А Вихідні дані до контрольного завдання .....	29
Додаток Б Зразок оформлення титульної сторінки контрольної роботи.....	35

## ВСТУП

Виконання контрольного завдання з головних тем курсу «Електронне та електричне обладнання автомобілів» – «Система електрозабезпечення автомобіля», «Система запалювання» та «Схема електрообладнання автомобіля» – має на меті вивчити будову електричних систем сучасного автомобіля, елементів його електрообладнання, принцип їх роботи та одержати вміння здійснювати розрахунки щодо їх вибору.

Методичні вказівки містять головні теоретичні відомості, необхідні для розв'язування задач, приклади розв'язування задач, а також необхідні для розв'язання завдань довідкові дані.

У результаті виконання контрольної роботи студент повинен:

**знати:** методики вибору генератора змінного струму; визначення допустимого часу розрядження акумуляторних батарей; визначення діапазону нормальної роботи контактної системи запалювання;

**уміти:** вибирати генератор змінного струму для автомобіля та розраховувати його необхідну потужність; визначати допустимий час розрядження свіжозаряджених свинцево-кислотних акумуляторних батарей, що живлять автономно; визначати діапазон нормальної роботи контактної системи запалювання; рисувати електричну принципову схему електрообладнання автомобіля та визначати переріз проводів і вибирати запобіжники.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти набувають таких компетентностей і програмних результатів навчання.

**Загальні компетентності:** ЗК 2 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 3 – Здатність здійснювати безпечну діяльність. ЗК 7 – Здатність працювати в команді. ЗК 8 – Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності). ЗК 9 – Здатність працювати автономно. ЗК 10 – Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

**Фахові компетентності спеціальності:** ФК 2 – Здатність використовувати у професійній діяльності знання з основ конструкції, експлуатаційних властивостей, робочих процесів і основ розрахунку автомобільних транспортних засобів. ФК 3 – Здатність проведення вимірювального експерименту і обробки його результатів. ФК 7 – Здатність аналізувати технологічні процеси експлуатації, обслуговування й ремонту об'єктів автомобільного транспорту як об'єкта управління, застосовувати експертні оцінки для вироблення управлінських рішень щодо подальшого функціонування підприємства, забезпечувати якість його діяльності. ФК 10 – Здатність здійснювати технічну діагностику об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів. ФК 13 – Здатність аналізувати техніко-експлуатаційні показники автомобільних транспортних засобів, їх систем і елементів з метою виявлення та усунення негативних чинників і підвищення ефективності їх використання. ФК 16 – Знання та розуміння предметної галузі та розуміння професії. ФК 17 – Здатність застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для розв'язання типових задач спеціальності.

**Програмні результати навчання:** РН 1 – Мати концептуальні наукові та практичні знання, необхідні для розв'язання спеціалізованих складних задач автомобільного транспорту, критично осмислювати відповідні теорії, принципи, методи і поняття. РН 4 – Відшукувати необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах; аналізувати та оцінювати цю інформацію. РН 7 – Аналізувати інформацію, отриману в результаті досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності. РН 9 – Аналізувати та оцінювати об'єкти автомобільного транспорту, їх системи та елементи. РН 14 – Аналізувати технологічні процеси експлуатації, обслуговування й ремонту об'єктів автомобільного транспорту. РН 18 – Розробляти технології виробничих процесів на усіх етапах життєвого циклу об'єктів автомобільного транспорту.

PH 19 – Здійснювати технічну діагностику автомобільних транспортних засобів, їх систем та елементів з використанням відповідних методів і засобів, а також технічних регламентів, стандартів та інших нормативних документів. PH 20 – Збирати та аналізувати діагностичну інформацію про технічний стан автомобільних транспортних засобів. PH 21 – Організовувати дію системи звітності та обліку (управлінського, статистичного, бухгалтерського та фінансового) роботи об'єктів та систем автомобільного транспорту. PH 26 – Розв'язання складних непередбачуваних завдань і проблем у спеціалізованих сферах професійної діяльності та/або навчання, що передбачає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір методів та інструментальних засобів, застосування інноваційних підходів.

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Номер варіанта завдання вибирають згідно з вказівкою викладача.

Контрольна робота повинна бути оформлена у вигляді записки на аркушах формату А4 (210 x 297 мм), містити титульну сторінку (додаток Б). Усі рисунки та таблиці повинні бути пронумеровані, мати пояснювальний напис і посилання в тексті роботи.

Пояснювальна записка може бути надрукована або написана від руки чорним, синім, фіолетовим чорнилом чи пастою з одного боку аркуша. Усі сторінки записки, починаючи зі змісту, нумерують арабськими цифрами. Розрахунки варто виконати із застосуванням розмірності міжнародної системи одиниць СІ.

Виконану контрольну роботу необхідно захистити до іспиту або заліку з навчальної дисципліни «Електронне та електричне обладнання автомобіля».

## 2 КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

### 2.1 Завдання до теми «Система електрозабезпечення автомобіля»

#### 2.1.1 Генератор змінного струму

Визначити необхідну потужність і вибрати генератор для автомобіля. Кількість споживачів, їх номінальну напругу живлення зазначено відповідно до варіанта завдання в табл. А.5, їхня номінальна потужність та коефіцієнт тривалості роботи – у табл. А.1. Вибір генератора здійснити за таблицею А.2.

#### 2.1.2 Акумуляторна батарея

Визначити допустимий час розрядження свіжозаряджених свинцево-кислотних акумуляторних батарей, що живлять автономно (при генераторі, який не працює). Тип, кількість і спосіб з'єднання батарей вказано в табл. А.3. Розрахунок почати з формули (3.7), узявши  $I_p = I_{нав}$  за результатами

розрахунків щодо потрібної потужності генератора у попередньому завданні. Після визначення  $\beta_{ci}$  (за графіком) визначимо  $\tau_p$  за формулою (3.8), де значення  $I_p$  зменшимо на 5 % для того, щоб урахувати середнє значення напруги розрядження батареї.

## **2.2 Завдання до теми «Система запалювання»**

Визначити діапазон нормальної роботи контактної системи запалювання. Для розрахунків характеристики  $U_{2max} = f(n)$  урахувати залежності додаткового опору від обертів  $R_o = f(n)$ . Утратами знехтувати. Дані для розрахунку взяти з таблиці А.4. Накреслити схему контактної системи запалювання.

## **2.3 Завдання до теми «Схема електрообладнання автомобіля»**

Нарисувати електричну принципову схему електрообладнання автомобіля. Споживачів електроенергії відповідно до варіанта завдання зазначено у таблиці А.5. Визначити переріз проводів і вибрати запобіжники. Достатньо виконати розрахунок щодо двох – чотирьох споживачів. Номінальну потужність споживачів відповідно до напруги живлення (12 або 24 В) позначено у таблиці А.1. Спад напруги в проводах не враховувати.

# **3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ**

## **3.1 Методичні вказівки щодо виконання завдання до теми «Системи електрозабезпечення автомобілів»**

### **3.1.1 Генератор змінного струму**

Генератор призначений для живлення споживачів і заряджання акумуляторної батареї при двигуні, що працює. На сьогодні на автомобілях застосовують генератори змінного струму з вбудованим випрямним блоком. Це трифазні синхронні електричні машини з електромагнітним збудженням, у яких ЕРС пропорційна частоті обертання ротора й магнітному потоку. Привод ротора



генератора здійснюється за допомогою пасової передачі від колінчастого вала двигуна автомобіля, тому частота обертання ротора постійно змінюється. Окрім того, відбувається постійне вмикання й відключення різних споживачів електричної енергії. Чим більша частота обертання ротора й менше навантаження на генератор, тим вища вихідна напруга генератора. Тому для забезпечення сталості напруги на виході генератора його ЕРС змінюється внаслідок зміни величини магнітного потоку, що залежить від струму, який тече через обмотку збудження генератора. Живлення обмотки збудження здійснюється від джерела постійного струму, наприклад, від акумуляторної батареї або від самого генератора через регулятор напруги. Якщо напруга на виході генератора зростає або зменшується, регулятор відповідно зменшує або збільшує струм збудження й уводить напругу в потрібні межі.

Генератор вибирають на підставі статистичних досліджень режимів роботи автомобільних генераторів. Була встановлена ймовірність вмикання й відносний час роботи споживачів електричної енергії в бортовій мережі автомобіля. Такий підхід дозволяє визначити з достатньою точністю необхідну потужність генератора, за якої акумуляторній батареї буде повернута електрична енергія, витрачена під час пуску двигуна, малоефективної його роботи й у разі живлення споживачів тільки від акумуляторної батареї.

Вибираючи генератор можна орієнтуватися на рекомендації фірми Bosch або вітчизняного виробництва. За обома рекомендаціями генератор добирають за струмом навантаження, який розраховується на підставі сумарного струму споживачів з урахуванням відносного часу їх роботи. Номінальний струм споживачів множиться на коефіцієнт тривалості роботи  $k_t$  і коефіцієнт навантаження  $k_n$ . Якщо споживач постійно працює під час руху,  $k_t = 1$ ; для споживачів, увімкнених короткочасно,  $k_t < 1$  (табл. А.1). Якщо споживач може працювати не на повну потужність,  $k_n < 1$  (табл. А.1).

Силу струму навантаження  $I_{наг}$  визначають за формулою:

$$I_{нав} = \sum_{j=1}^m I_{nj} k_{nj} k_{tj} = \sum_{j=1}^m \frac{P_{nj} k_{nj} k_{tj}}{U_n}, \quad (3.1)$$

де  $m$  – загальна кількість споживачів на автомобілі;  $I_{nj}$  – номінальний струм  $j$ -го споживача, А;  $P_{nj}$  – номінальна потужність  $j$ -го споживача, Вт;  $U_n$  – номінальна напруга споживачів, В;  $k_{nj}$  – коефіцієнт навантаження (для споживачів, які вмикають не на повну потужність);  $k_{tj}$  – коефіцієнт тривалості роботи споживачів (відносно тривалості роботи автомобіля).

Розрахунок здійснюють для умови руху автомобіля, якому відповідає найбільша сила споживаного струму живлення споживачів. Такими умовами можуть бути рух автомобіля вночі взимку в місті або по шосе, а за наявності кондиціонера, холодильника – ще й влітку в місті або по шосе.

Після розрахунку сили струму навантаження визначаємо максимальну силу струму генератора:

$$I_m = k_3 I_{нав}, \quad (3.2)$$

де  $k_3$  – коефіцієнт запасу ( $k_3=1,1-1,15$  – для легкових автомобілів;  $k_3=1,15-1,2$  – для вантажних автомобілів).

Потужність генератора визначають за формулою:

$$P_g = U_n I_m. \quad (3.3)$$

Приклад розв'язання задачі

Вантажний автомобіль оснащений комплектом електрообладнання: 2 фари дальнього світла, 2 фари ближнього світла, 4 габаритні вогні, 2 стоп-сигнали, по 2 сигнали повороту на кожний бік. Визначити необхідну потужність генератора. Потужність установлених у світлосигнальних приладах ламп і режим їх роботи (коефіцієнт тривалості роботи) подані в табл. А.1.

*Розв'язок.* Визначимо силу струму навантаження для умов руху автомобіля вночі взимку в місті й по шосе (для руху влітку розрахунок не виконуємо через відсутність на автомобілі кондиціонера) за формулою (3.1)

$$I_{нав}^{нзг} = \sum_{j=1}^m \frac{P_{nj} k_{tj}}{U_n} = \frac{2 \cdot 60 \cdot 0,05 + 2 \cdot 55 \cdot 0,95 + 4 \cdot 5 + 2 \cdot 25 \cdot 0,15 + 2 \cdot 25 \cdot 0,15}{12} = 12,1 A,$$

$$I_{нав}^{нзи} = \sum_{j=1}^m \frac{P_{nj} k_{tj}}{U_n} = \frac{2 \cdot 60 \cdot 0,95 + 2 \cdot 55 \cdot 0,05 + 4 \cdot 5 + 2 \cdot 25 \cdot 0,05 + 2 \cdot 25 \cdot 0,1}{12} = 12,2 A.$$

Вибираємо найбільше значення сили струму й за ним визначаємо максимальне значення сили струму генератора за формулою (3.2):

$$I_m = k_3 I_{нав} = 1,125 \cdot 12,2 = 13,7 A.$$

Визначаємо необхідну потужність генератора за формулою (3.3):

$$P_2 = U_n I_m = 12 \cdot 13,7 = 164,4 Bm.$$

За табл. А.2 вибираємо генератор з умов:  $U_{нг} = 14 B$ ,  $P_{нг} > P_r$  або  $I_{нг} > I_m = 13,7 A$ . Це генератор Г221 ( $U_{нг} = 14 B$ ,  $I_{нг} = 42 A$ ).

### 3.1.2 Автомобільний акумулятор

Акумуляторна батарея складається із з'єднаних між собою акумуляторів, кожний з яких є хімічним джерелом струму у вигляді одного гальванічного елемента. На транспорті найбільшого поширення набули батареї, утворені трьома або шістьма послідовно з'єднаними свинцево-кислотними акумуляторами. Головними параметрами акумулятора є ємність  $C$  і розрядна напруга  $U_p = U_{po} - I_p r_p$  (де  $U_{po}$  – напруга розімкненого кола;  $r_p$  – внутрішній опір;  $I_p$  – струм розрядження). Величини  $U_p$  і  $r_p$  залежать від споживаного струму  $I_p$ , температури та тривалості розрядження.

Зокрема, типову характеристику 10-годинного розрядження свинцевого акумулятора за сталої величини  $I_p$  подано на рисунку 3.1.

Розрізняють початкову  $U_{np}$ , середню  $U_{cp}$ , кінцеву  $U_{кр}$  напруги розрядження.

Номінальна напруга одного свинцево-кислотного акумулятора  $U_{ном} = 2 B$ , за їх послідовного з'єднання в батарею напруги додаються.

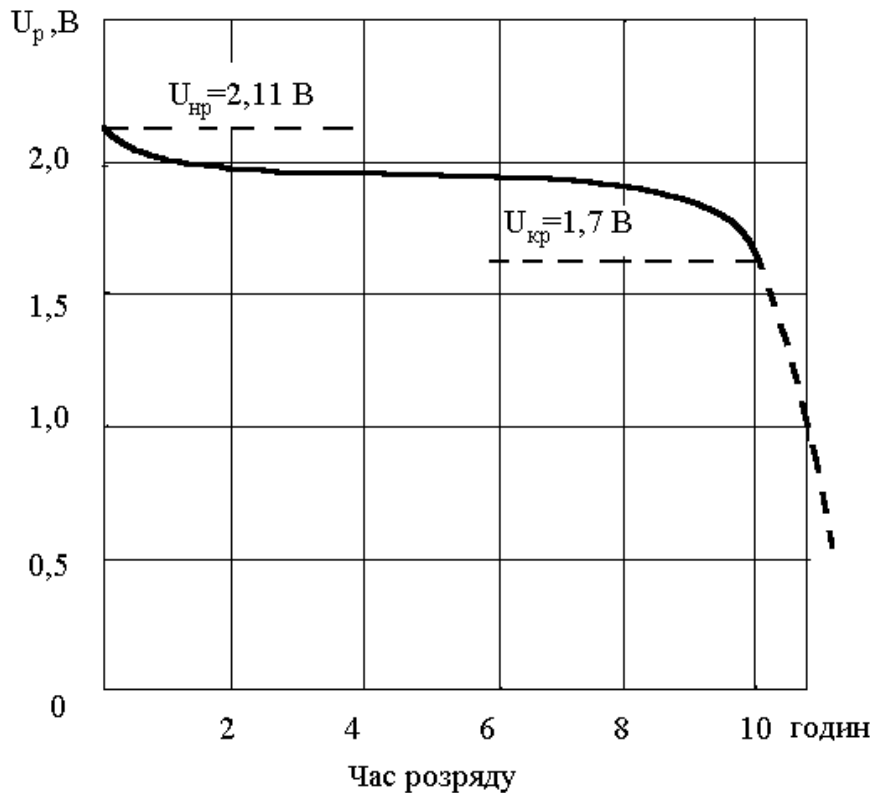


Рисунок 3.1 – Характеристика 10-годинного розрядження свинцевого акумулятора

*Ємність* – це величина, відповідна кількості електрики, яку акумулятор або батарея може віддати внаслідок розрядження від початкової до кінцевої напруги. Подальше розрядження є руйнівним для акумуляторів.

Якщо батарея розряджається постійним струмом  $I_p$ , то ємність

$$C_p = I_p \tau_p, \quad (3.4)$$

де  $\tau_p$  – час розрядження до кінцевої напруги  $U_{кр}$ .

Щоб уникнути утворення на електродах великих нерозчинних кристалів сульфату свинцю, розрядження припиняють за кінцевої напруги 1,75 В на одному акумуляторі за 20-годинного номінального режиму (струмом  $0,05 \cdot C_{20}$  за температури  $25^{\circ}\text{C}$ ). У стартерному режимі розрядження струмом  $3C_{20}$  за температури  $25^{\circ}\text{C}$   $U_{кр} = 1,5$  В, а за температури  $-18^{\circ}\text{C}$   $U_{кр} = 1$  В.

Кінцева напруга розрядження для одиночного акумулятора  $U_{кр} = 1,75$  В. У 6-вольтній батареї  $U_{кр} = 5,25$  В, у 12-вольтної батареї  $U_{кр} = 10,5$  В.

Якщо акумулятор розряджається за постійного опору зовнішнього кола  $R$ , то ємність

$$C_R = \frac{1}{R} \cdot \int_0^{\tau} U_P d\tau \approx U_{cp} \tau_p / R, \quad (3.5)$$

де  $U_{cp}$  – середня напруга розрядження, В;  $\tau_p$  – час розрядження, год.

Номінальна ємність  $C_n$  (або  $C_{20}$ ) за стандартами DIN або EN (Europe Norm) визначається за 20-годинним розрядженням постійним струмом  $0,05C_{20}$  до  $U_{кр} = 1.75$  В за температури  $25^\circ\text{C}$ .

Віддача батареї за ємністю характеризується коефіцієнтом віддачі за ємністю  $\beta_c$ :

$$\beta_c = \frac{C_p}{C_3} = \beta_{cn} \cdot \beta_{ci}, \quad \beta_{cn} = \frac{C_n}{C_3}, \quad \beta_{ci} = \frac{C_p}{C_n}, \quad (3.6)$$

де  $C_3$  – ємність, що отримана за повного зарядження, Аг;  $C_p$  – ємність, що віддана за повного розрядження до  $U_{кр}$ , Аг;  $C_n$  – ємність, що може бути віддана за 20-годинного номінального режиму розрядження до  $U_{кр} = 1.75$  В (за температури  $25^\circ\text{C}$ ) – номінальна ємність, А-год;  $\beta_{cn}$  – коефіцієнт віддачі за ємністю у номінальному режимі розрядження,  $\beta_{cn} = 0,85-0,9$ ;  $\beta_{ci}$  – коефіцієнт, що враховує зниження віддачі акумулятора за ємністю за струму розрядження, відмінному від номінального (більшого, ніж  $0,05C_{20}$ ).

Величина  $\beta_{ci}$ , як і  $U_{кр}$ , залежить від ряду чинників і передусім – від струму розрядження. Так, за 5-хвилинного розрядження  $\beta_{ci} = 0,2-0,25$ , за 20-годинного  $\beta_{ci} = 1$ , причому в цих самих межах  $U_{кр}$  з розрахунку на один акумулятор коливається від 1,5 до 1,75 В. Залежність коефіцієнта віддачі  $\beta_{ci}$  від часу розрядження  $\tau_p$  зображена на рисунку 3.2.

У стандартному умовному позначенні батареї, наприклад, 6СТ-50А, перша цифра вказує на кількість послідовно з'єднаних акумуляторів (3 або 6, і відповідно  $U_{ном}$  становить 6 або 12 В); літери – призначення за функціональною ознакою, зокрема, СТ. – стартерна; цифри (50 або інші в цій позиції) –

номінальну ємність за класифікацією DIN, *A-год*; далі позначене виконання (А – зі спільною кришкою, Н – несухозаряджена, З – така, що не обслуговується, залита електролітом і повністю заряджена).

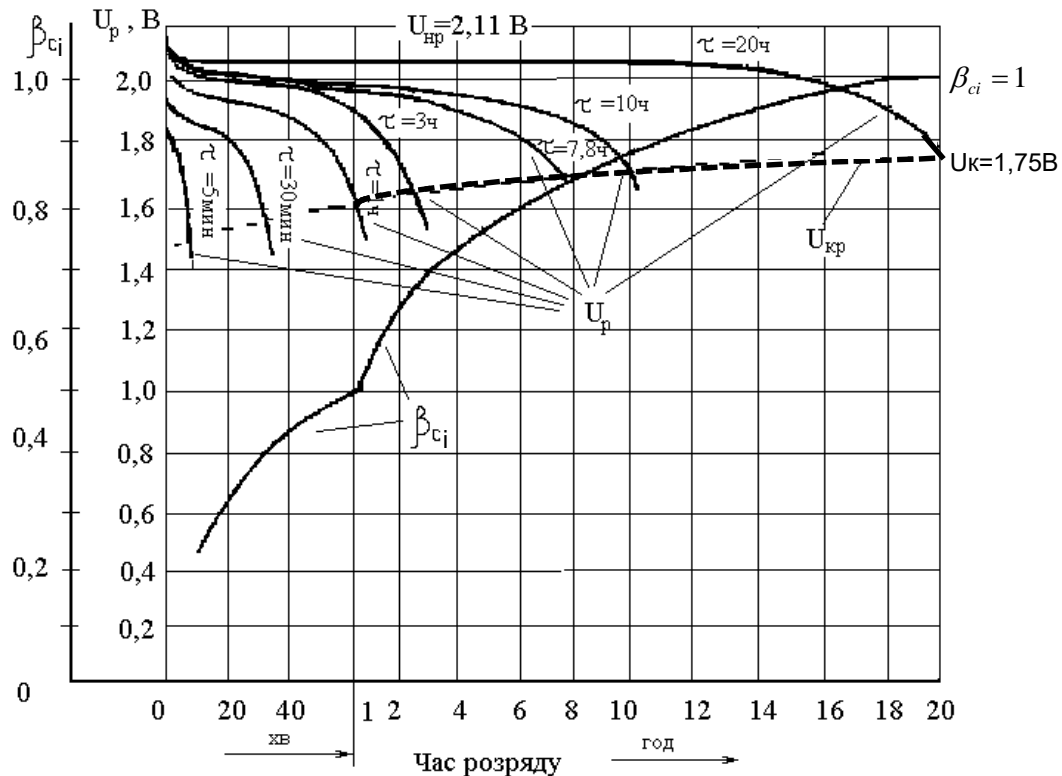


Рисунок 3.2 – Залежність коефіцієнта віддачі  $\beta_{ci}$  та  $U_p$  від часу розрядження  $\tau_p$

### **Приклад розв'язання задачі**

В автомобілі, коли не працює генератор, від двох паралельно ввімкнених свинцевих акумуляторних батарей типу 6СТ-50А живиться комплект електрообладнання: дві фари ближнього світла з лампою потужністю 40 Вт, лампи габаритного вогню і ліхтаря номерного знаку – 21 Вт, плафон з лампою – 10 Вт. Визначити допустимий час розрядження батарей.

*Розв'язання.* Зі стандартного позначення акумуляторної батареї 6СТ50А виходить, що номінальна її ємність  $C_{нб} = 50 \text{ A-год}$  і в батарею входить 6 послідовно з'єднаних акумуляторів. Номінальна напруга батареї  $U_n = 6U_{на} = 6 \cdot 2 = 12 \text{ В}$ , де  $U_{на} = 2 \text{ В}$  – номінальна напруга одного акумулятора.

У паралельно увімкнених батарей ємності додаються, тобто для двох батарей  $C_n = 2C_{нб} = 100 \text{ А-год}$ , а напруга зберігається, і тому загальній напрузі повинна відповідати номінальна напруга електрообладнання.

Сумарна потужність увімкнених приладів освітлення:

$$P_n = 2 \cdot 40 + 2 \cdot 21 + 10 = 153 \text{ Вт},$$

їх еквівалентний опір:

$$R_n = \frac{U_n^2}{P_n} = \frac{12^2}{153} = 0,94 \text{ Ом}.$$

Припустивши заздалегідь, що середня напруга розрядження  $U_{cp}$  дорівнює  $U_n$ , визначимо середній струм розрядження:

$$I_p = \frac{U_n}{R_n} = \frac{12}{0,94} = 12,75 \text{ А},$$

і орієнтовний допустимий час розрядження:

$$\tau = \frac{C_n}{I_p} = \frac{100}{12,75} = 7,84 \text{ год}. \quad (3.7)$$

Приблизність результату визначається тим, що, по-перше, номінальна ємність батареї може бути практично повністю реалізована тільки за струму 20-годинного розрядження; по-друге, напруга в процесі розрядження знижується і середня напруга може відрізнятись від  $U_n$ .

Результат уточнимо, використовуючи відомі експериментально визначені криві розрядження (рис. 3.2), відповідні одному акумулятору. Тут криві напруги  $U_p$  від  $U_{нр}$  до  $U_{кр}$  дані для часу розрядження  $\tau$ , що дорівнює 5 і 30 хв, 1, 3, 10 і 20 годин. Показана також залежність коефіцієнта віддачі  $\beta_{ci} = C_p/C_n$  від часу розрядження  $\tau_p$ .

На рис. 3.2 будемо подібно до заданих кривих  $U_p$  ще криву розрядження  $U_p$  для  $\tau_p = 7,8 \text{ год}$ .

Графічним інтегруванням визначаємо за побудованим графіком величину середньої напруги акумулятора  $U_{cpA} = 1,9 \text{ В}$ , і тоді для батареї  $U_{cp} = 1,9 \cdot 6 = 11,4 \text{ В}$ .

За графіком  $\beta_{ci} = f(\tau_p)$  визначаємо при  $\tau_p = 7,8$  год значення  $\beta_{ci} = 0,83$  (відносна ємність, що реалізується за 7, 8-годинного розрядження).

Уточнений середній струм розрядження:

$$I_p = \frac{U_{cp}}{R_n} = \frac{11,4}{0,94} = 12,1 \text{ А},$$

і друге наближення часу розрядження:

$$\tau_p = \frac{\beta_{ci} \cdot C_n}{I_p} = \frac{0,83 \cdot 100}{12,1} = 6,8 \text{ год.} \quad (3.8)$$

Це значення і візьмемо, як результат, допустимий для практичної мети.

### 3.2 Методичні вказівки щодо виконання завдання до теми

#### «Система запалювання»

Розглянемо роботу контактної системи запалювання, електричну схему якої зображено на рис. 3.3. Унаслідок замикання переривника 4 через додатковий опір 2 та первинну обмотку котушки запалювання 1 починає текти струм  $i_1$ , що наростає у часі до сталого значення.

Унаслідок розмикання переривника струм  $i_1$  різко зменшується, і в первинній обмотці індукується напруга  $U_1 = -L \frac{di}{dt}$ , що набагато перевищує

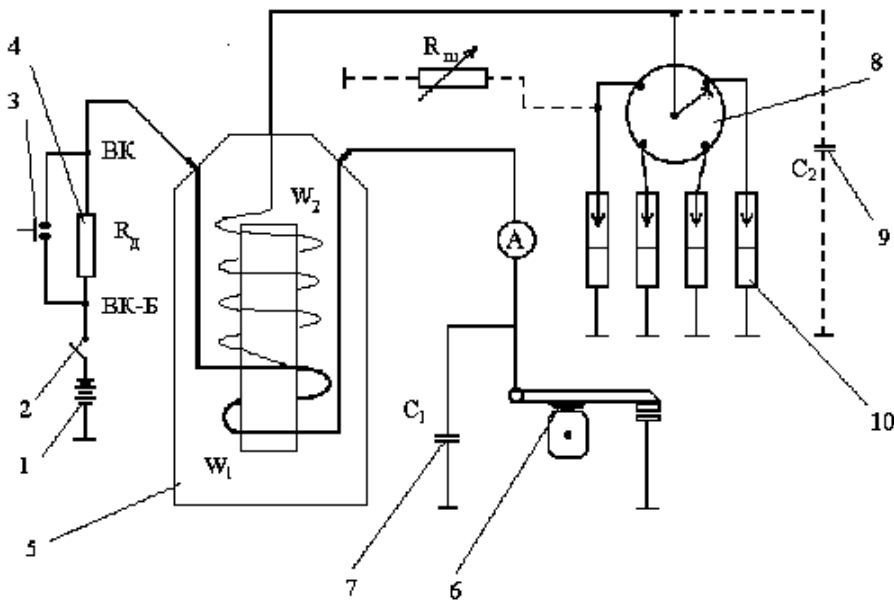
ЕРС акумуляторної батареї  $E$ . Відповідно до коефіцієнта трансформації

$K_{21} = \frac{W_2}{W_1}$  утворюється висока напруга  $U_2$  у вторинній обмотці. Ця напруга

підводиться до свічки 6, у якій відбувається іскровий розряд і тече струм  $i_2$  з досягненням пробивної напруги. Енергія розрядження, якщо виключити втрати, визначається кількістю енергії магнітного поля, накопиченої в первинній обмотці котушки запалювання за досягнення струмом  $i_1$  величини  $I_p$  у момент розірвання контакту переривника. Унаслідок цього енергія магнітного поля



$\frac{LI_p^2}{2}$  у міру зменшення струму і зростання напруги спочатку переходить в ємності (конденсатор  $C_1$  і ємність проводів вторинної обмотки котушки запалювання  $C_2$ ), а після цього з плином часу, на порядок меншого за час накопичування, в іскру з досягненням пробивної напруги  $U_{пр}$ .



1 – джерело живлення, 2 – вимикач запалювання, 3 – контакти реле стартера, 4 – додатковий опір, 5 – індукційна котушка, 6 – переривник, 7 – конденсатор, 8 – розподільник, 9 – ємність вторинного кола, 10 – свічки запалювання

Рисунок 3.3 – Електрична схема контактної системи запалювання

Невелика кількість енергії, що залишилася від магнітного поля, йде на догорання іскри («хвіст» іскри). Значення можливої максимальної напруги вторинної обмотки котушки запалювання  $U_{2max}$  можна визначити з умови:

$$\frac{LI_p^2}{2} = \frac{C_1 U_{1max}^2}{2} + \frac{C_2 U_{2max}^2}{2} + W_{дж},$$

де  $W_{дж}$  – утрати в котушці запалювання і додатковому опорі  $R_d$ .

Додатковий опір  $R_\partial$  може залежати від температури нагрівання, яка вища за низьких обертів двигуна:

$$R_\partial = R_{\partial 0} \cdot \left(1 + \frac{n_o}{n}\right),$$

де  $n_o = 600 - 900$  об/хв,  $R_{\partial 0}$  – додатковий опір при  $n = 600 - 900$  об/хв.

Нехтуючи в першому наближенні величиною втрат і враховуючи, що

$$U_{1\max} = \frac{W_1}{W_2} U_{2\max}, \text{ маємо } U_{2\max} = I_p \sqrt{\frac{L}{C_1 \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 + C_2}}.$$

Значення струму  $I_p$  з розриванням контакту переривника визначають унаслідок розгляду перехідного процесу в первинній обмотці в період від вмикання контакту до його розривання. Починаючи від моменту вмикання контакту, струм наростає згідно із законом

$$i_1 = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t_3}\right) = I_y \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t_3}\right),$$

де  $R$  – опір первинного кола системи запалювання,  $R = R_\partial + R_l$ ;  $R_l$  – опір первинної обмотки котушки запалювання, Ом;  $I_y$  – стале значення струму, А.

Оскільки переривник замкнено протягом малого часу  $t_3$ , струм  $i_1$ , не встигає досягти сталого значення і до моменту розривання контакту

$$I_p = \frac{U}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t_3}\right) \leq I_{уст}.$$

Унаслідок цього зі зростанням обертів двигуна енергія, що накопичується у котушці запалення, і, відповідно, максимальна напруга вторинної обмотки котушки запалювання  $U_{2\max}$  і потужність іскри знижуються.

### ***Приклад розв'язання задачі***

Визначити залежність вторинної напруги котушки запалювання від оборотів чотиритактного двигуна і діапазон нормальної роботи запалювання. Напруга акумуляторної батареї  $E = 12$  В, кількість циліндрів двигуна  $i = 4$ ,

параметри котушки запалювання:  $W_1 = 300$ ,  $W_2 = 21000$ ,  $R_l = 0,75$  Ом, параметри системи запалювання:  $R_\delta = 8$  Ом,  $C_1 = 0,2$  мкФ,  $C_2 = 10^{-4}$  мкФ,  $L = 0,1$  Гн. Пробивна напруга свічок  $U_{np} = 11000$  В. Побудувати залежність  $U_{2max}(n)$ . Утрати та залежність додаткового опору  $R_\delta$  від температури нагрівання не враховувати.

*Розв'язання.* У чотиритактному двигуні загорання в усіх циліндрах повинне статися за два оберти колінчастого вала, тобто тривалість одного періоду роботи переривника при  $n = 1000$  об/хв:

$$T = \frac{120}{ni} = \frac{120}{1000 \cdot 4} = 0,03 \text{ , с.}$$

Час замкненого стану переривника  $t_3 = k \cdot T = 0,5 \cdot 0,03 = 0,015$  с, де  $k$  – коефіцієнт, що залежить від профілю кулачка (зазвичай  $k = 0,4 \dots 0,6$ ). Опір первинного кола  $R = R_l + R_\delta = 0,75 + 8 = 8,75$  Ом.

Струм розривання:

$$I_p = \frac{E}{R} \left( 1 - e^{-\frac{R}{L} t_3} \right) = \frac{12}{8,75} \left( 1 - e^{-\frac{8,75}{0,1} \cdot 0,015} \right) = 1,002 \text{ , А.}$$

Максимальна вторинна напруга:

$$U_{2max} = I_p \sqrt{\frac{L}{C_1 \left( \frac{W_1}{W_2} \right)^2 + C_2}} = 1,002 \sqrt{\frac{1}{0,2 \cdot 10^{-6} \left( \frac{300}{21000} \right)^2 + 0,1 \cdot 10^{-9}}} = 26800 \text{ , В.}$$

Розрахунок повторюємо при  $n = 500, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000$  об/хв. Результати розрахунку зводимо в табл. 3.1. Графік залежності максимальної вторинної напруги  $U_{2max}$  та струму розриву  $I_p$  від оборотів двигуна  $n$  показано на рис. 3.2. Там же вказаний діапазон безперебійного запалювання, за якого  $U_{2max} > U_{np} = 11000$  В:  $n_{max} = 3100$  об/хв.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків

Частота обертання двигуна, об/хв	Частота обертання кулачка переривника, об/хв	Час замкненого стану переривника, с	Струм розривання, А	Макс. вторинна напруга, В
500	250	0,03	1,27	33950
1000	500	0,015	1,002	26800
2000	1000	0,0075	0,658	17600
3000	1500	0,005	0,486	13000
4000	2000	0,0037	0,37	9890
5000	2500	0,003	0,317	8460
6000	3000	0,0025	0,2705	7230

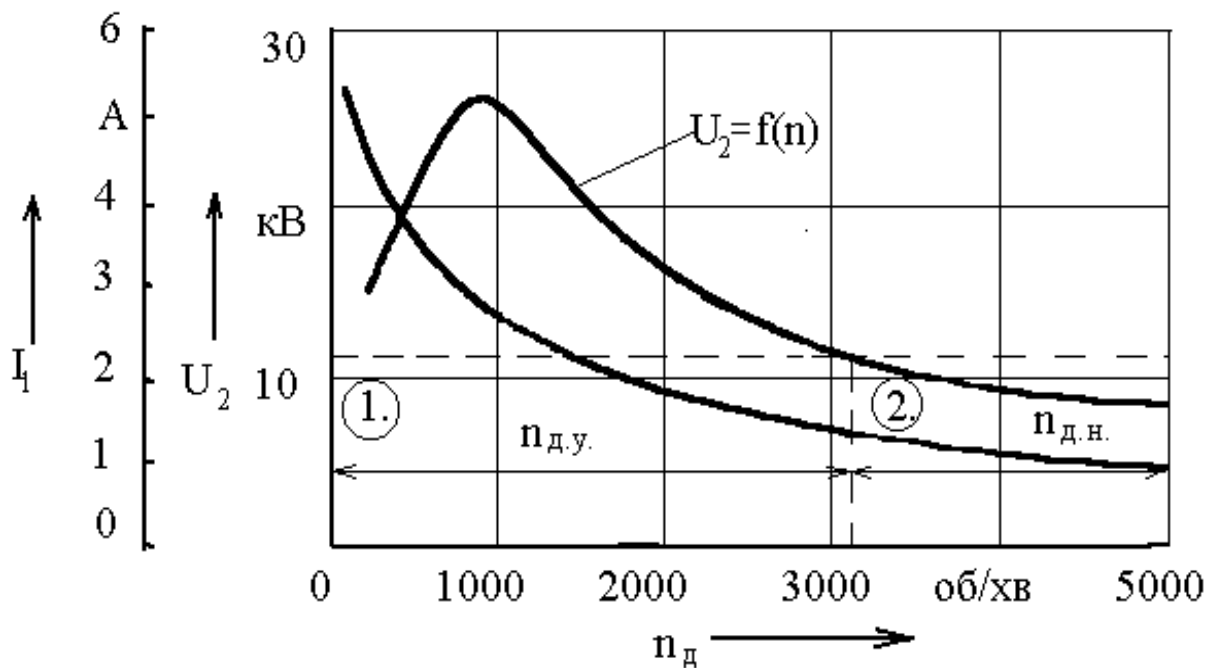


Рис. 3.4 – Графіки залежностей  $U_{2max}$  та  $I_p$  від обертів двигуна  $n$

### 3.3 Методичні вказівки щодо виконання завдання до теми

#### «Схема електрообладнання автомобіля»

##### 3.3.1 Складання принципової схеми електрообладнання автомобіля

Відповідно до варіанта завдання (табл. А.5) скласти електричну схему живлення зазначених споживачів. Для цього варто враховувати вимоги нормативних документів. Наприклад, відповідно до «Правил дорожнього руху», вмикання ближнього й дальнього світла фар, а також протитуманних фар допускається тільки після вмикання габаритних вогнів автомобіля. Для складання схеми рекомендується ознайомитися з побудовою принципів електричних схем електрообладнання сучасних автомобілів і з тим, як підключені в цих автомобілях відповідні споживачі.

##### 3.3.2 Визначення перерізу проводів і вибір запобіжників

Автомобільні проводи низької напруги застосовуються для з'єднань у бортовій мережі й складаються з мідних струмопровідних жил з ізоляцією з полівінілхлоридного пластикату (типу ПВА). Переріз жили в мм<sup>2</sup> автомобільних проводів відповідає ряду 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; товщина ізоляції становить від 0,35 мм (переріз 0,5 мм<sup>2</sup>) до 1,6 мм (95 мм<sup>2</sup>). Проводи перед установленням на автомобіль збирають у джгути, які являють собою закінчений електротехнічний виріб, що містить, окрім проводів, їхні наконечники, гумові захисні ковпачки, обплетення. Перспективними є плоскі джгути, у яких проводи прикріплені до основи методом теплового зварювання. Наконечники проводів виконуються для гвинтового кріплення з діаметром отвору на 0,2–0,5 мм більшим, ніж діаметр гвинта, і у вигляді штекерів. Максимально допустимий струм для штекерів 2,8 мм – 6 А; 6,3 мм – 20 ÷ 30 А; 9,5 мм – 30 ÷ 40 А.

Переріз проводів у джгуті вибирають, виходячи з їхнього теплового навантаження, зумовленого температурою навколишнього середовища, кількістю проводів у джгуті, тепловим навантаженням проводів і конструкцією

джгута. Норми припустимих теплових навантажень вітчизняних джгутів традиційної конструкції наведено в таблиці 3.2, а плоских джгутів у разі прокладання проводів в один шар – у таблиці 3.3.

*Вибір перерізу проводу* проводиться за припустимим струмовим навантаженням з умови:

$$I_{\text{прип}} > I_{\text{нав}},$$

де  $I_{\text{прип}}$  – припустимий тривалий струм навантаження проводу, А;  $I_{\text{нав}}$  – струм навантаження проводу, А.

Струм навантаження проводу визначається з урахуванням режиму роботи споживачів і способу прокладання проводу (табл. 3.2, табл. 3.3)

$$I_{\text{нав}} = \sum I_{\text{трив}} + 0,35 \sum I_{\text{н-кт}} + 0,1 \sum I_{\text{кт}},$$

де  $\sum I_{\text{трив}}$  – сума струмів споживачів тривалого режиму роботи, А;  $\sum I_{\text{н-кт}}$  – сума струмів споживачів повторно-короткотривалого режиму роботи;  $\sum I_{\text{кт}}$  – сума струмів споживачів короткотривалого режиму роботи, А.

За знайденим  $I_{\text{нав}}$ , дотримуючись  $I_{\text{прип}} > I_{\text{нав}}$ , за таблицями 3.2–3.4 знаходимо переріз проводу, а за таблицею 3.5 визначаємо номінальний струм запобіжника.

Проводи повинні бути перевірені щодо припустимого спадання напруги. Спадання напруги у проводі  $\Delta U_{\text{пр}}$  визначається зі співвідношення:

$$\Delta U_{\text{пр}} = \frac{\rho l}{S},$$

де  $\rho$  – питомий опір мідного проводу при 20<sup>0</sup>С,  $\rho = 0,0185$  Ом мм<sup>2</sup>/м;  $S$ ,  $l$ ,  $I$  – відповідно переріз, мм<sup>2</sup>, довжина проводу, м, та сила струму в проводі, А.

З урахуванням спадання напруги в провідних ланцюгах мінімальна напруга у колі дальнього й ближнього світла повинна бути 12,6 (25,1) В, передніх габаритних вогнів, передніх покажчиків повороту, задніх габаритних вогнів – 12,3 (25,5) В, задніх покажчиків повороту, сигналу гальмування – 12,7 (26,3) В.

Таблиця 3.2 – Припустиме струмове навантаження для джгутів

Номінальний переріз, мм <sup>2</sup>	Постійне струмове навантаження, А, за температури навколишнього середовища, °С					
	30°С		50°С		80°С	
	Кількість проводів у джгуті					
	2–7	8–19	2–7	8–19	2–7	8–19
0,5	9,5	6,5	7,5	5,0	5	3,5
0,75	12	8,5	9,5	6,5	6,5	4,5
1	14,5	10,5	11,5	8	7,5	5,5
1,5	19	13	15	10,5	10	7
2,5	26	18	20,5	14	14	9,5
4,0	34,5	23,5	28	18,5	18,5	12,5
6,0	44	31	36	25	26	18

Таблиця 3.3 – Припустиме струмове навантаження для плоских джгутів

Номінальний переріз, мм <sup>2</sup>	Постійне струмове навантаження, А, за температури навколишнього середовища, °С		
	30°С	50°С	80°С
0,5	9	7,5	5,5
0,75	11	9,5	7
1	13	11	8
1,5	17	15	10
2,5	23	19	13
4,0	31	25	17

Таблиця 3.4 – Припустиме струмове навантаження для одножильних проводів

Номінальний переріз, мм <sup>2</sup>		1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
Опір 1 м проводу при 20 <sup>0</sup> С, мОм		18,5	12,7	7,6	4,7	3,1	1,8	1,1	0,5	0,36
Припустиме струмове навантаження за темпер.:	30 <sup>0</sup> С	19	24	32	42	54	73	98	129	158
	50 <sup>0</sup> С	13,5	17	22,7	29,8	38,3	51,8	69,6	91,6	112

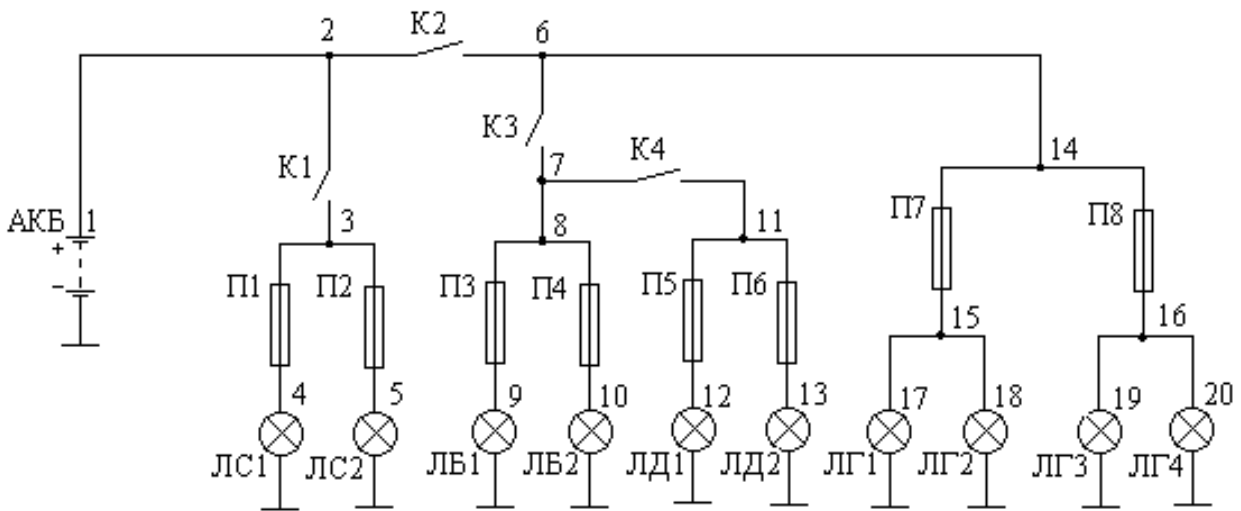
Таблиця 3.5 – Типовий ряд номінальних струмів автомобільних запобіжників

Переріз проводу, мм <sup>2</sup>	Запобіжник	
	Плавкий	Термобіметалевий
0,5	8	10
0,75	10	15
1,0	10	15
1,5	16	20
2,5	20	30
4,0	30	40

#### Приклад розв'язання задачі

Визначити переріз проводів і вибрати запобіжники для схеми електрообладнання, запропонованої на рисунку 3.5. Спадання напруги у проводах не враховувати.





На схемі позначено: ЛС1, ЛС2 – лампи стоп-сигналів; ЛБ1, ЛБ2 – лампи ближнього світла; ЛД1, ЛД2 – лампи дальнього світла; ЛГ1, ЛГ2, ЛГ3, ЛГ4 – габаритного вогню; К1 – вимикач стоп-сигналів; К2 – вимикач ламп габаритів; К3 – вимикач ближнього світла; К4 – вимикач дальнього світла; П1, П2, П3, П4, П5, П6, П7, П8 – плавкі запобіжники

Рисунок 3.5 – Фрагмент схеми електрообладнання

*Розв'язання.* Розбиваємо принципову схему електрообладнання на ділянки. Струм навантаження кожної ділянки визначаємо за формулою (3.1). Струми споживачів, незалежно від режимів роботи, визначають за формулою:

$$I = \frac{P_n}{U_n}, \text{ А},$$

де  $P_n$  – номінальна потужність електроспоживача, Вт;  $U_n$  – номінальний струм у системі електрообладнання (12 або 24 В, залежно від кількості, типу і способу вмикання акумуляторних батарей), В.

Наприклад, для ділянки 16–14 струм навантаження визначають 2 лампи габаритних вогнів потужністю по 5 Вт, тому  $I_{нав} = (5+5)/12 = 0,8 \text{ А}$ .

Переріз проводів вибираємо відповідно до вітчизняних норм припустимих теплових навантажень джгутів традиційної конструкції з таблиці 3.2. Значення номінальних струмів плавких запобіжників вибираємо з таблиці 3.5. Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати розрахунків

№ пор.	Ділянка схеми	Струм навантаження, А	Переріз проводу, мм <sup>2</sup>	Номінальний струм запобіжника, А
1	2	3	4	5
1	20–16	0,4	0,5	
2	19–16	0,4	0,5	
3	18–15	0,4	0,5	
4	17–15	0,4	0,5	
5	16–14	0,8	0,5	8 А – П8
6	15–14	0,8	0,5	8 А – П7
7	14–6	1,6	0,5	
8	13–11	5	0,5	8 А – П6
9	12–11	5	0,5	8 А – П5
10	11–7	10	0,75	
11	10–8	4,6	0,5	8 А – П4
12	9–8	4,6	0,5	8 А – П3
13	8–7	9,2	0,5	

## 2 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТА

1. Виконання контрольної роботи оцінюється в національній системі оцінювання: «відмінно», «добре», «задовільно» або «не задовільно».

2. «Відмінно» – студент виконав завдання щодо практичної роботи у повному обсязі, може пояснити призначення, будову та принцип роботи елементів системи, що вивчається, правильно відповів на всі контрольні питання під час захисту.

3. «Добре» – студент виконав завдання щодо контрольної роботи у повному обсязі, може пояснити призначення, будову елементів системи, що вивчається, відповіді на більшість контрольних питань під час захисту є правильними.

4. «Задовільно» – студент виконав завдання щодо контрольної роботи у повному обсязі, може пояснити призначення елементів системи, що вивчається, однак відповіді на контрольні питання неповні або неправильні, що вказує на поверхові знання студента за темою практичної роботи.

б. «Незадовільно» – студент виконав контрольну роботу, але не може пояснити ні призначення, ні будову, ні принцип роботи елементів системи, що вивчається.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: підручник. Київ: Каравела, 2009. 400 с.
2. Павлюк В. І Електронне та електричне обладнання автомобілів: конспект лекцій для студентів спеціальності “Автомобілі та автомобільне господарство” усіх форм навчання. Луцьк: ЛНТУ, 2017. 120 с.
3. Осташевський М. О., Юр’єва О. Ю. Електричні машини і трансформатори: навчальний посібник. Київ: Каравела, 2018. 452 с.
4. Співак В. М., Гуржий А. М., Нельга А. Т., Ітякін О. С. Загальна електротехніка і основи електроніки: навчальний посібник. Київ: КПІ, 2020. 266 с.
5. Артюх О. М., Дударенко О. В., Кузьмін В. В., Сосик А. Ю., Щербина А. В. Електронні системи керування транспортними засобами: навчальний посібник. Запоріжжя: Запорізька політехніка, 2021. 556 с.
6. Гайкова Т. В., Мурашко О. А. Сприяння впровадженню електромобілів як науково-технічна інновація в галузі автомобільного транспорту. Кропивницький: *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Вип. 7(38), ч. II, 2023. С. 130–138.
7. Мурашко О. А. Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Електронне та електричне обладнання автомобілів» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт» освітнього ступеня «Бакалавр». Кременчук, КрНУ, 2024. 34 с.
8. Мурашко О. А. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Електронне та електричне обладнання автомобілів» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт» освітнього ступеня «Бакалавр». Кременчук, КрНУ, 2024. 53 с.

## Вихідні дані до контрольного завдання

Таблиця А.1 – Потужність електроспоживачів і режим їх роботи

	Потужн. спожив. (12/24В) Вт	Коефіцієнт тривалості роботи $k_t$				Коеф. наван- тажен. $k_n$
		Рух у місті		Рух по шосе		
		Зима день/ніч	Літо день/ніч	Зима день/ніч	Літо день/ніч	
Лампа дальнього світла	60/75	0/0,05	0/0,05	0/0,95	0/0,95	1
Лампа ближнього світла	55/70	0/0,95	0/0,95	0/0,05	0/0,05	1
Лампа протитуман. фари	55/70	0,2	0,2	0,3	0,3	1
Лампа протитуман. ліхтар	25/28	0,3	0,3	0/0,5	0/0,5	1
Габаритні ліхтарі	5/7	0/1	0/1	0/1	0/1	1
Лампа стоп-сигналу	25/28	0,15	0,15	0,05	0,05	1
Лампа сигналу повороту	25/28	0,15	0,15	0,1	0,1	1
Лампа номерного знака	5/7	0/1	0/1	0/1	0/1	1
Система запалювання	25	1	1	1	1	1
Система впрыску палива	20	1	1	1	1	1
Склоочищувач передній	40	0,25	0,25	0,25	0,25	0,8
Склоочищувач задній	25	0,15	0,15	0,15	0,15	1
Склоочищувач фар	10	0,05	0,05	0,05	0,05	1
Система вентиляції	20	0	1/0,5	0	0,5/0	1
Система охолодження	30	0,1/0	0,3/0,2	0	0,1	1
Система опалення	25	1	0	1	0	1
Обігрівач скла	30	1	0	1	0	1
Обігрівач дзеркал	10	0,6	0	0,6	0	1
Обігрівач сидінь	20	0,2	0	0,2	0	0,8
Магнітола	8	0,5	0,5	0,7	0,7	1
Кондиціонер	80	0	1	0	1	0,9

Таблиця А.2 – Характеристики генераторів змінного струму

Модель	Ном. напруга, В	Початк. частота обертання ротора (без навантаж), об/хв	Макс. струм навантаж, А
17.3701	14	950	37
Г221	14	1150	42
29.3701	14	950	45
Г222	14	1250	47
58.3701	14	1400	52
37.3701	14	1100	55
Г266А	14	1200	60
16.3701	14	1150	64
76.3710	14	1100	68,5
19.3701	14	1000	82
77.3701	14	1050	90
Г273А	28	1500	28
Г272	28	1500	30
Г288	28	1180	47
Г289	28	1200	75

Таблиця А.3 – Тип, кількість і спосіб з'єднання батарей

Вар.	Тип АБ	К-сть	З'єдн.	Вар.	Тип АБ	К-сть	З'єдн.	Вар.	Тип АБ	К-сть	З'єдн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6СТ-45	1	-	18	3СТ-60	2	ПС	35	6СТ-75	2	ПР
2	6СТ-60	1	-	19	3СТ-75	2	ПС	36	6СТ-90	2	ПР
3	6СТ-75	1	-	20	3СТ-90	2	ПС	37	3СТ-45	4	ПС
4	6СТ-90	1	-	21	6СТ-45	2	ПС	38	3СТ-60	4	ПС
5	6СТ-60	2	ПС	22	6СТ-50	2	ПС	39	3СТ-75	4	ПС
6	6СТ-75	2	ПС	23	6СТ-55	2	ПС	40	3СТ-90	4	ПС
7	6СТ-90	2	ПС	24	6СТ-60	2	ПС	41	6СТ-105	2	ПР
8	6СТ-105	2	ПС	25	6СТ-50	1	-	42	6СТ-132	2	ПР
9	6СТ-105	1	-	26	6СТ-55	1	-	43	6СТ-150	2	ПР
10	6СТ-132	1	-	27	6СТ-65	1	-	44	6СТ-190	2	ПР
11	6СТ-150	1	-	28	6СТ-82	1	-	45	6СТ-105	2	ПС
12	6СТ-225	1	-	29	6СТ-35	2	ПС	46	6СТ-132	2	ПС
13	6СТ-45	2	ПС	30	6СТ-55	2	ПС	47	6СТ-150	2	ПС
14	6СТ-60	2	ПС	31	6СТ-65	2	ПС	48	6СТ-225	2	ПС

Продовження таблиці А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	6СТ-75	2	ПС	32	6СТ-82	2	ПС	49	3СТ-105	2	ПС
16	6СТ-90	2	ПС	33	6СТ-45	2	ПР	50	3СТ-132	2	ПС
17	3СТ-55	2	ПС	34	6СТ-60	2	ПР	51	3СТ-150	2	ПС

Таблиця А.4 – Параметри контактної системи запалювання

Вар.	$I,$ $A$	$E,$ $B$	$R_I,$ $\Omega$	$R_{до},$ $\Omega$	$L_I,$ $Гн$	$C_I,$ $мкФ$	$C_2,$ $нкФ$	$W_I,$ $вт.$	$W_2,$ $вт.$	$U_{пр},$ $кВ$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	6	12	3	4	0,125	0.23	11000	300	21000	8
2	4	12	1,5	5	0,1	0.2	8000	250	20000	10
3	6	12	1,5	5	0,1	0.2	8000	250	25000	8
4	4	12	2	4	0,12	0.2	10000	300	21000	10
5	6	12	2	4	0,12	0.2	10000	300	24000	8
6	4	12	3	3	0.12	0.25	12000	350	24500	10
7	6	12	3	3	0.12	0.25	12000	350	28000	8
8	4	12	2.5	4	0.125	0.22	9000	250	20000	11
9	6	12	2.5	4	0.125	0.22	9000	250	25000	9
10	4	12	3	4.5	0.14	0.3	11000	300	21000	11
11	6	12	3	4.5	0.14	0.3	11000	300	24000	9
12	4	12	2	3.5	0.14	0.28	12000	350	24500	11
13	6	12	2	3.5	0.14	0.28	12000	360	28000	9
14	4	12	1.5	5	0.15	0.25	9000	250	20000	12
15	6	12	1.5	5	0.15	0.25	9000	250	25000	10
16	4	12	2.5	4.5	0.15	0.22	10000	300	21000	12
17	6	12	2.5	4.5	0.15	0.22	10000	300	24000	10
18	4	12	2	4	0.16	0.3	12000	350	24500	12

Продовження таблиці А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
19	6	12	2	4	0.16	0.3	12000	350	28000	10
20	4	12	1.5	4.5	0.1	0.28	8000	250	20000	10
21	6	12	1.5	4.5	0.1	0.28	8000	250	25000	8
22	4	12	2	4	0.11	0.25	9000	300	21000	10
23	6	12	2	4	0.11	0.25	9000	300	24000	8
24	4	12	2.5	3.5	0.12	0.23	12000	350	24500	10
25	6	12	2.5	3.5	0.12	0.23	12000	350	28000	8
26	4	12	3	4	0.13	0.22	9000	250	20000	11
27	6	12	3	4	0.13	0.22	9000	250	25000	9
28	4	12	2	4.5	0.14	0.28	11000	300	21000	11
29	6	12	2	4.5	0.14	0.28	11000	300	24000	9
30	4	12	2.5	3	0.15	0.25	12500	350	24500	11
31	6	12	2.5	3	0.15	0.25	12500	350	28000	9
32	4	12	1.5	5	0.15	0.2	10000	250	20000	12
33	6	12	1.5	5	0.15	0.2	10000	250	25000	10
34	6	12	2.5	4.5	0.16	0.3	11000	300	24000	10
35	4	12	2	4	0.16	0.22	12000	350	24500	12
36	6	12	2	4	0.16	0.22	12000	350	28000	10
37	4	12	2.5	4.5	0.16	0.3	11000	300	21000	12
38	4	12	1.5	4.5	0.11	0.2	9000	250	20000	10



Таблиця А.5 – Споживачі електроенергії автомобіля

Варіант	Ном. напруга	Споживачі електроенергії																				
		Лампи дальн. світла	Лампи ближн. світла	Протитуманні фари	Протитуманні ліхтарі	Габаритні ліхтарі	Стоп-сигнали	Сигнал повороту	Ліхтар номер. знака	Система запалювання	Система впрыск. палива	Склоочишувач			Система						Магнітола	Кондиціонер
												передній	задній	фар	вентиляції салону	Охолодження двигуна	опалення	обігрівання скла	обігрівання дзеркал	обігрівання сидінь		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		Кількість електроспоживачів певного типу																				
1	12	2	2	2	-	4	2	2	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
2	12	4	2	2	-	4	2	2	2	-	-	1	1	-	1	-	1	1	1	-	1	-
3	12	2	2	2	-	6	2	2	1	1	1	1	-	-	1	-	1	1	-	1	1	-
4	12	2	2	2	-	8	4	2	2	1	1	1	-	-	1	-	1	1	1	-	1	-
5	24	2	2	2	-	4	2	2	1	-	-	1	-	-	1	-	1	1	-	1	1	-
6	24	4	2	2	-	4	2	2	2	-	-	1	-	-	1	-	1	1	1	-	1	-
7	24	2	2	2	-	6	2	2	1	-	-	1	-	-	1	-	1	1	-	1	1	-
8	24	2	2	2	-	8	4	2	2	-	-	1	-	-	1	-	1	1	1	-	1	-
9	12	2	2	2	2	4	2	2	1	-	-	1	1	1	1	-	1	1	-	-	-	1
10	12	4	2	2	2	4	2	2	2	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
11	12	2	2	2	2	6	2	2	1	1	-	1	1	1	1	-	1	1	1	-	-	1
12	12	2	2	2	2	8	4	2	2	1	-	1	1	1	1	-	1	1	-	1	-	1
13	24	2	2	2	2	4	2	2	1	-	-	2	-	1	1	-	1	1	1	-	-	1
14	24	4	2	2	2	4	2	2	2	-	-	1	-	1	1	-	1	1	-	1	-	1
15	24	2	2	2	2	6	2	2	1	-	-	2	-	1	1	-	1	1	1	-	-	1
16	24	2	2	2	2	8	4	2	2	-	-	1	-	1	1	-	1	1	-	1	-	1

Продовження таблиці А.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
17	12	2	2	-	-	4	2	2	1	1	1	1	1	-	1	1	1	-	1	1	1	-
18	12	4	2	-	-	4	2	2	2	1	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	-
19	12	2	2	-	-	6	2	2	1	-	-	2	1	-	1	1	1	-	1	1	1	-
20	12	2	2	-	-	8	4	2	2	1	1	2	1	-	1	1	1	-	-	-	1	-
21	24	2	2	-	-	4	2	2	1	-	-	2	-	-	1	1	1	-	1	1	1	-
22	24	4	2	-	-	4	2	2	2	-	-	2	-	-	1	1	1	-	-	-	1	-
23	24	2	2	-	-	6	2	2	1	-	-	2	-	-	1	1	1	-	1	1	1	-
24	24	2	2	-	-	8	4	2	2	-	-	2	-	-	1	1	1	-	-	-	1	-
25	12	2	2	-	2	4	2	2	1	1	-	2	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-
26	12	4	2	-	2	4	2	2	2	-	-	2	-	-	1	1	1	-	-	1	1	-
27	12	2	2	-	2	6	2	2	1	1	1	1	-	-	1	1	1	-	1	-	1	-
28	12	2	2	-	2	8	4	2	2	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	1	1	-
29	24	2	2	-	2	4	2	2	1	-	-	2	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-
30	24	4	2	-	2	4	2	2	2	-	-	2	-	1	1	1	1	-	-	1	1	-
31	24	2	2	-	2	6	2	2	1	-	-	1	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-
32	24	2	2	-	2	8	4	2	2	-	-	2	-	1	1	1	1	-	-	1	1	-
33	12	2	2	2	-	4	2	3	2	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
34	12	4	2	2	-	4	2	3	1	1	-	1	1	-	1	1	1	-	-	1	-	1
35	12	2	2	2	-	6	2	3	2	1	-	1	-	1	1	1	1	-	1	-	-	1
36	12	2	2	2	-	8	4	3	1	1	-	1	1	-	1	1	1	-	1	1	-	1
37	24	2	2	2	-	4	2	3	2	-	-	2	-	-	1	1	1	-	1	-	-	1
38	24	4	2	2	-	4	2	3	1	-	-	2	-	-	1	1	1	-	1	1	-	1
39	24	2	2	2	-	6	2	3	2	-	-	2	-	-	1	1	1	-	-	-	-	1
40	24	2	2	2	-	8	4	3	1	-	-	2	-	-	1	1	1	-	-	1	-	1

Міністерство освіти і науки України  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
Кафедра автомобілів і тракторів

## КОНТРОЛЬНА РОБОТА

з навчальної дисципліни  
«Електронне та електричне обладнання автомобілів»

Студент Іванов І. І.  
Шифр 012345  
Група АТ-24-1  
Викладач Мурашко О. А.

Кременчук 2024

Методичні вказівки щодо виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Електронне та електричне обладнання автомобілів» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт» освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладач асист. О. А. Мурашко

Відповідальний за випуск зав. кафедри «Автомобілі та трактори» Е. С. Клімов

Підп. до др. \_\_\_\_\_. Формат 60x84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.

Ум. друк. арк. \_\_\_\_\_. Наклад \_\_\_\_\_ прим. Зам. № \_\_\_\_\_. Безкоштовно.

Редакційно-видавничий відділ  
Кременчуцького національного університету  
імені Михайла Остроградського  
вул. Університетська, 20, м. Кременчук, 39600