

**НАУКОВА РОБОТА**

**СПЕЦІАЛЬНІСТЬ «АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ»**

**НАПРЯМ КОНКУРСУ «АВТОМОБІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА»**

**НА ТЕМУ:**

**«ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЬНИХ  
ГЕНЕРАТОРІВ ЗМІННОГО СТРУМУ»**

## АНОТАЦІЯ

Створення нормальних умов експлуатації, забезпечення високопродуктивної і безперебійної роботи автомобільного транспорту можливе лише за умови достатнього рівня знань обслуговуючого персоналу виробничо-технічної бази, наявності вмінь та навичок її ефективної експлуатації [1].

Метою роботи є підвищення ефективності технічного стану транспортних засобів шляхом дослідження електричних та статистичних характеристик автомобільних генераторів змінного струму. Зокрема, у роботі здійснюється розрахунок обслуговуючої бази автотранспортного підприємства, шляхом визначення річної програми і трудомісткості технічних робіт з підтримання рухомого складу у технічно справному стані. Визначається необхідна кількість виробничих робітників та основних фондів станції технічного обслуговування. Здійснюється розрахунок та проектування, передбаченої завданням, виробничої дільниці. Вивчається та проектується технологічний процес ремонту складових частин автомобіля та розробляється пристосування для його поліпшення. Вивчаються методики економічної оцінки ефективності розробленого проекту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

- провести аналіз об'єкта дослідження, а саме загальної будови та принципи дії сучасних автомобільних генераторних установок з метою підвищення ефективності технічного стану транспортних засобів ;
- проаналізувати основні характеристики генераторів змінного струму;
- провести контрольні випробування автомобільного генератора змінного струму на відповідність його параметрів технічному стану та вимогам держстандартів і технічних умов;
- провести безмоторні дослідження автомобільного генератора змінного струму;
- здійснити розрахунок основних техніко-економічних показників, а саме капіталовкладень, собівартості ремонтних робіт й ефективності капітальних вкладень і роботи станції технічного обслуговування оцінки проекрованої ремонтної бази для станції технічного обслуговування.

Об'єкти дослідження – процеси та режими роботи генераторів змінного струму.

Предмет дослідження – залежність характеристики холостого ходу та струмошвидкісної характеристики генератора змінного струму від їх режимів роботи та технічного стану.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети у роботі використано методики дослідження електричних та статистичних характеристик автомобільних генераторів змінного струму; на базі лабораторної установки aSG-017

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати дають змогу підвищити термін експлуатації генераторів змінного струму.

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Теоретичні дослідження генераторів змінного струму .....	6
1.1 Основні показники технічної характеристики генераторів .....	6
1.2 Електричні характеристики генераторів .....	8
1.3 Теоретичний аналіз процесу самозбудження генераторів.....	11
2 Програма, методика та результати досліджень .....	15
2.1 Програма експериментальних досліджень .....	15
2.2 Методика контрольних випробувань автомобільних генераторів змінного струму .....	15
2.3 Методика безмоторних досліджень генераторів змінного струму під час роботи двигуна на режимі холостого ходу .....	16
2.4 Методика дослідження електричних та статистичних характеристик автомобільних генераторів змінного струму .....	18
2.5 Лабораторна установка aSG-017 для дослідження електричних характеристик автомобільних генераторів змінного струму.....	19
2.6 Методика обробки експериментальних даних і оцінка точності вимірювань.....	20
3 Результати експериментальних досліджень .....	24
3.1 Результати контрольних випробувань агрегатів електроустаткування .....	24
3.2 Результати безмоторних досліджень генератора змінного струму	25
Висновки .....	26
Перелік джерел посилання.....	27
Додатки.....	30

## ВСТУП

Генераторна установка (ГУ) призначена для живлення споживачів електричної енергії постійним струмом, в тому числі для підзарядки акумуляторної батареї, значення напруги при цьому повинно залишитись сталим.

Робота генератора будь-якого типу ґрунтується на явищі електромагнітної індукції: при зміні магнітного потоку, який пронизує замкнуту котушку, в ній індукується електричний струм. У генераторів постійного струму такі котушки розташовують в пазах ротора (обертової частини), а в генераторів змінного струму – в пазах нерухомого статора, з'єднуючи їх в трьох – або п'ятифазову обмотку статора трикутником, п'ятикутником або зіркою.

Електричні машини, застосовувані в автономних енергоустановках, поєднують в собі як позитивні (простота конструкції, безконтактність, високі питомі і регульовальні якості та ін.), так і негативні (щітково-контактний вузол, складна конструкція ротора, низькі питомі показники та ін.) ознаки. Це виправдовує пошук нових типів електричних машин, де поєднання вищеназваних якостей було б найбільш сприятливим або оптимальним по якомусь критерію.

Розвиток сучасних автономних енергетичних установок йде по шляху вдосконалення як електричних машин, так і регульованих джерел живлення і засобів управління.

Одним з варіантів генераторної установки, що реалізує високі потенційні можливості сучасних електричних машин і засобів управління ними, є генератор на базі СРМНВ, однак публікації з цього типу машин носять поодинокий, розрізнений, безсистемний характер, містять багато недомовок - все це робить актуальним завдання дослідження цієї машини в якості генератора автономної енергоустановки. Тим більше, що даний генератор має ряд важливих особливостей: безконтактність; просту і технологічну конструкцію; високу механічну жорсткість і міцність ротора; "Холодний" ротор; високі і надвисокі кутові швидкості, можливість безпідшипникового зчленування ротора генератора з валом первинного двигуна, просту обмотку на статорі.

# 1 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕНЕРАТОРІВ ЗМІННОГО СТРУМУ

## 1.1 Основні показники технічної характеристики генераторів

До основних показників технічної характеристики генераторів відносяться :

- 1) мінімальна частота обертання ротора  $n_x$ , при якій генератор розвиває номінальну напругу  $U_d$  без навантаження,  $\text{хв}^{-1}$ ;
- 2) номінальна напруга  $U_d$  без навантаження, В;
- 3) номінальна частота обертання ротора  $n_p$ , при якій генератор розвиває номінальну потужність,  $\text{хв}^{-1}$ ;
- 4) номінальний струм навантаження  $I_p$ , А;
- 5) внутрішній опір  $r$ , Ом.

Властивості генераторів змінного струму визначаються також його характеристиками (рис. 1.1): холостого ходу (а) і струмошвидкісною (1.1 б).

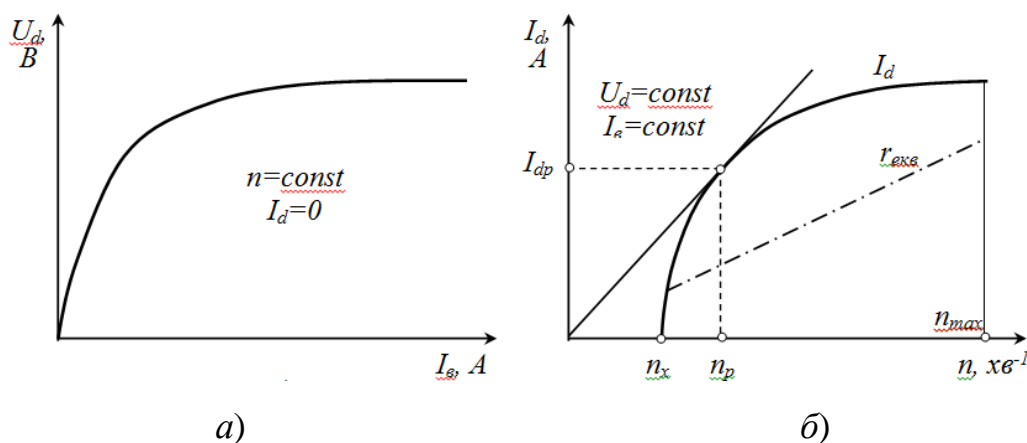


Рисунок 1.1 – Характеристики генератора вентильного типу: а) холостого ходу; б) струмошвидкісна

Характеристика холостого ходу відображає залежність середнього значення випрямленої напруги  $U_d$  від сили струму в обмотці збудження  $I_z$  при сталих обертах ( $n=\text{const}$ ) без навантаження ( $I_d=0$ ):

$$U_d = 2,34 \cdot C_e \cdot n \cdot \Phi \cdot 2\Delta U, \quad (1.1)$$

де  $2,34 \cdot C_e$  – постійна вентильного генератора;  $n$  – частота обертання ротора генератора,  $\text{хв}^{-1}$ ;  $\Phi$  – магнітний потік;  $2\Delta U$  – спад напруги на діодах, В.

Магнітний потік можна виразити через струм збудження функцією вигляду:

$$\Phi = \frac{I_3}{a + b \cdot I_3}, \quad (1.2)$$

де  $a$  і  $b$  – коефіцієнти залежності.

Струмошвидкісна характеристика – це залежність струму  $I_d$  від обертів  $n$  ротора генератора при сталих напрузі на клеммах генератора ( $U_d = \text{const}$ ) і струмі ( $I_3 = \text{const}$ ) в обмотці збудження:

$$I_d = \frac{2,34 \cdot C_e \cdot n \cdot \Phi - 2\Delta U - U_d}{r}. \quad (1.3)$$

На характеристиці (рис. 1.1 б) показана частота обертання ( $n_x$ ), при якій генератор виробляє номінальну напругу 14 (28) В без навантаження ( $I_d = 0$ ) і живленні обмотки збудження струмом напругою 14 (28) В. Із характеристики видно, що із збільшенням частоти обертання ротора генератора від початкової  $n_x$  до розрахункової  $n_p$  спостерігається швидке наростання струму  $I_d$ . При наступному підвищенні частоти обертання ротора ріст струму сповільнюється. Крива струму набуває все більш пологого вигляду в наслідок дії факторів самообмеження:

1) при збільшенні сили струму навантаження зростає сила струму в котушках обмотки статора, що супроводжується збільшенням магнітного потоку статора. Але, оскільки магнітний потік статора протидіє магнітному потоку

ротора, то результуючий магнітний потік зменшується, в наслідок чого зменшується ЕРС індукції  $i$ , відповідно, сила струму;

2) при збільшенні частоти обертання ротора підвищується частота струму в обмотках котушок статора, що в свою чергу підвищує індуктивний опір обмотки.

Таблиця 1.1 – Характеристики автомобільних генераторів

Технічні та обмоточні дані	Г221	Г250-А1	Г270-А	Г271
Номинальна напруга, В	12,5	12,5	25	25
Максимально допустима сила струму самообмеження, А	42	40	30	30
Частота обертання ротора: за номінальної напруги, хв <sup>-1</sup> при силі струму навантаження, А	2000 25	2000 28	1800 20	2000 20
Зусилля пружини на щітку, гс	400-440	180-260	180-260	180-260
Працює з реле регулятором	РР380	РР350, РР362	РР127	РР127
Встановлюється на автомобілі	ВАЗ	ГАЗ, ЗИЛ і ін.	МАЗ, КрАЗ	МАЗ, КрАЗ і ін.
Обмотка збудження: Число витків в котушці Діаметр дроту без ізоляції, мм Опір обмотки, Ом	485 0,65 4,5	490 0,74 3,7	1280 0,47 24,4	1420 0,51 23,3
Обмотка статора: Число котушок Число котушок в одній фазі Число витків в одній котушці Діаметр дроту без ізоляції, мм	18 6 10 1,2	18 6 13 1,35	18 6 16 1,25	18 6 18 1,09

Таким чином, відпадає необхідність установки в ланцюгу генератор – АБ регулятора – обмежника струму. Отже, сучасні генератори змінного струму працюють сумісно лише з регуляторами напруги, що значно спрощує генераторну установку і зменшує вартість в порівнянні з генераторними установками на базі генераторів постійного струму.

## 1.2 Електричні характеристики генераторів

Електричні характеристики генераторів дозволяють охарактеризувати їх якісні параметри в залежності від інших, якщо решта незмінні.

Швидкісна характеристика генератора змінного струму відображає залежність електрорушійної сили генератора від частоти обертання ротора.



$$E_{\Gamma} = c\Phi n, \quad (1.4)$$

де  $c$  – стала величина генератора;  $n$  – частота обертання ротора.

Напруга генератора визначається за формулою:

$$U_{\Gamma} = E_{\Gamma} - I_{\Gamma}Z_o, \quad (1.5)$$

де  $I_{\Gamma}$  – струм генератора;  $Z_o$  – опір генератора.

Швидкісна регульовальна характеристика генератора відображає залежність струму збудження  $I_3$  від частоти обертання ротора генератора змінного струму при сталій напрузі  $U$  і  $I_H$  (рис. 1.3).

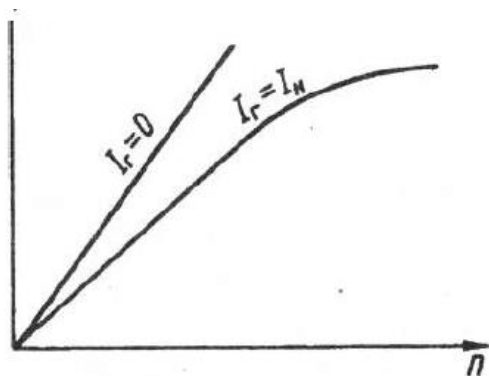


Рисунок 1.2 – Швидкісна характеристика залежності електрорушійної сили генератора змінного струму від числа обертів

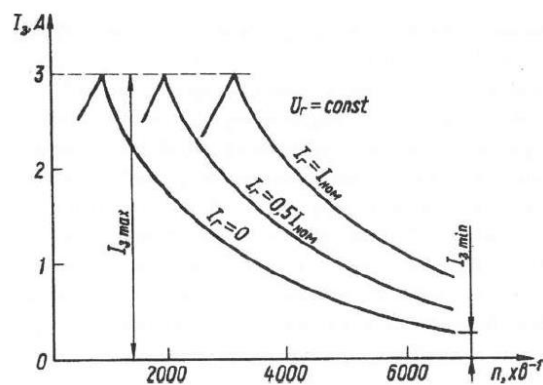


Рисунок 1.3 – Швидкісна регульовальна характеристика генератора

Зовнішня характеристика (рис. 1.4) генератора змінного струму зображає залежність напруги генератора  $U_{\Gamma}$  від струму навантаження  $I_H$  за умови коли частота обертання постійна й відомі значення  $I_3$ .

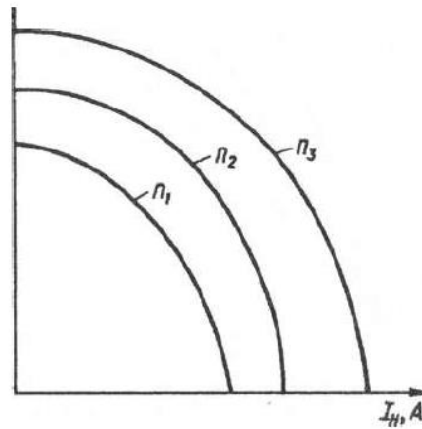


Рисунок 2.4 – Зовнішня характеристика генератора

$$U_G = E_G - I_G Z_o - \Delta U_B, \quad (1.6)$$

де  $U_G$  – електрорушійна сила генератора;  $I_G$  – струм генератора;  $Z_o$  – повний опір якоря генератора;  $\Delta U_B$  – спад апруї на випрямлячі генератора.

Струм генератора змінного струму визначається за формулою:

$$I_G = \frac{E_G}{Z_o}, \quad (1.7)$$

$$Z_o = \sqrt{(R_G + R_H)^2 + x_L^2}, \quad (1.8)$$

де  $Z_o$  – повний опір якоря генератора;  $R_G$  – активний опір генератора;  $R_H$  – опір навантаження генератора;  $x_L$  – індуктивний опір.

$$x_L = 2\pi fL = 2\lambda \frac{pn}{60} L = C_x n, \quad (1.9)$$

де  $f$  – частота струму генератора;  $p$  – кількість пар полюсів;  $L$  – індуктивність;  $n$  – частота обертання ротора генератора.

Підставивши значення виразу (1.9) в (1.7) отримаємо:

$$I_{\Gamma} = \frac{E_{\Gamma}}{\sqrt{(R_{\Gamma} + R_H)^2 + (C_x n)^2}}. \quad (1.10)$$

Якщо частота обертання ротора мала, складова індуктивного опору  $C^2 n^2$  також мала в порівнянні з активною складовою  $(R_e + R_H)^2$  тому нею можна знехтувати. Тоді:

$$I_{\Gamma} = \frac{C_E \Phi \cdot n}{(R_{\Gamma} + R_H)^2} = C_n. \quad (1.11)$$

І навпаки, під час збільшення частоти обертання індуктивна складова зростає  $C^2 n^2$  й збільшується в порівнянні з активною складовою, якою можна також знехтувати. Тоді струм не буде залежати від частоти обертання:

$$I_{\Gamma} = \frac{C_E \Phi}{C_x} = const, \text{ при } \Phi = cont. \quad (1.12)$$

Таким чином, під час збільшення частоти обертання ротора обмежується максимальна сила струму генератора.

### 1.3 Теоретичний аналіз процесу самозбудження генераторів

Схема заміщення (рис. 1.5), дозволяє записати математичну модель асинхронної машини для режиму роботи:

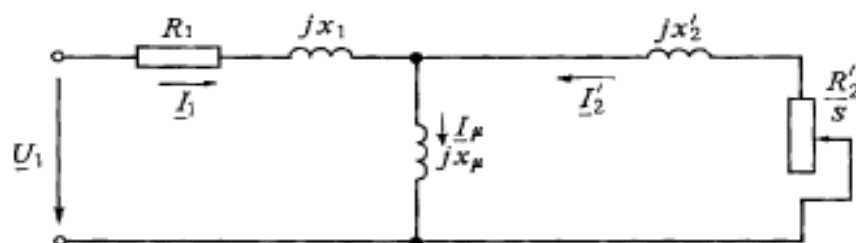


Рисунок 1.5 – Схема заміщення асинхронної машини

$$U_1 = I_1 R_1 + jx_1 I_1 + jx_{\mu} I_{\mu}; \quad (1.13)$$

$$0 = I_2 \frac{R_2}{s} + jx_2 I_2 + jx_\mu I_\mu, \quad (1.14)$$

Гілку намагнічення можна встановити на вході схеми заміщення (рис. 1.6), де  $R_\mu$  – умовний активний опір, що вводимо в схему заміщення з метою відтворення втрат).

Згідно (рис. 1.6):

$$I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + \frac{R_2}{s})^2 + (x_1 + x_2')^2}} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + \frac{R_2}{s})^2 + x_k^2}}, \quad (1.15)$$

де  $x_k = x_1 + x_2$ .

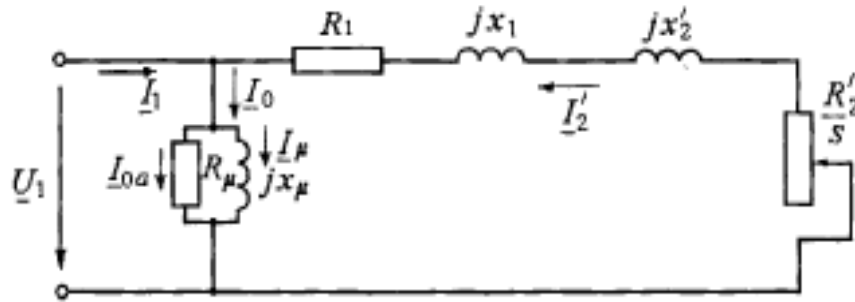


Рисунок 1.6 – Схема заміщення асинхронної машини з урахуванням втрат

Враховуючи електромагнітну потужність, що передається ротору:

$$P = (mI_2')^2 \frac{R_2'}{s} = \frac{mU_1^2 \frac{R_2'}{s}}{(R_1 + \frac{R_2'}{s})^2 + x_k^2}$$

визначаємо електромагнітний момент:

$$(\omega_1 = \frac{\omega}{\rho} = 2\pi f / \rho), \quad (1.16)$$

$$M = \frac{P}{\omega_1} = \frac{mU_1^2 \frac{R_2'}{s}}{\omega_1 [(R_1 + \frac{R_2'}{s})^2 + x_k^2]} = \frac{mU_1^2 R_2' s}{\omega_1 [(sR_1 + R_2')^2 + s^2 x_k^2]}. \quad (1.17)$$

Прирівнявши похідну нуля, отримаємо:

$$\frac{dM}{ds} = \frac{mU_1^2 \frac{R_2'}{s}}{\omega_1} \cdot \frac{s^2 R_1^2 + 2sR_1 R_2' + R_2'^2 + s^2 x_k^2 - 2s^2 R_1^2 - s2R_1 R_2' - 2s^2 x_k^2}{\left[ \left( R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + x_k^2 \right]} =$$

Критичне ковзання й максимальний момент:

$$S_{kp} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + x_k^2}} ;$$

$$M_m = \pm \frac{mU_1^2 \sqrt{R_1^2 + x_k^2}}{\omega_1 \left[ \left( R_1 + (\pm \sqrt{R_1^2 + x_k^2}) \right)^2 + x_k^2 \right]} = \pm \frac{mU_1^2}{2\omega_1 \left[ \pm \sqrt{R_1^2 + x_k^2} \right]},$$

де знак "-" до генераторного режиму роботи асинхронної машини.

Під час роботи асинхронної машини змінного струму може виникнути явище мимовільного зростання струму і напруги.

Це явище використовується для умисного самозбудження асинхронного генератора, що працює на індивідуальну мережу.

Протікання процесу за відсутності видимих джерел ЕРС, а також нетривалість його дають можливість розглядати самозбудження в системі АГ – місткість, як явище електромагнітної нестійкості електродинамічної системи. У математичному, відношенні самозбудження описується методами теорії стійкості узагальнених рухів.

## 2 ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Програма експериментальних досліджень

Програма експериментальних досліджень передбачає:

- контрольні випробування автомобільного генератора змінного струму на відповідність його параметрів технічному стану та вимогам держстандартів і технічних умов;
- безмоторні дослідження автомобільного генератора змінного струму для перевірки можливостей використання однієї з фазних обмоток в якості датчика частоти обертання двигуна.

### 2.2 Методика контрольних випробувань автомобільних генераторів змінного струму

Контрольні випробування генератора змінного струму Г273В 1.3701 двигунів проводились на стенді КІ-968М з метою перевірки його параметрів на відповідність ГОСТ 13608-79 [14]-[16].

Параметри генератора змінного струму перевірялися ГОСТ 13608-79 [14]-[16].

Як об'єкт досліджень, прийняті закономірності зміни напруги ( $U$ ) і сили струму ( $I$ ) на фазних обмотках генератора змінного струму, на різних швидкісних режимах.

Предметом досліджень був генератор постійного струму Г273В1.3701, який встановлюється на автомобілях МАЗ-53366 [15].

До складу експериментальної установки входили: модернізований стенд КІ-968М генератор змінного струму Г273В 1.3701; осцилограф електронно-променевий С1-72.

Основні технічні характеристики експериментальної установки, генератора змінного струму Г273В1.3701 і двох акумуляторних батарей 6СТ-190АМ наведені в додатку 1.1.

Генератор змінного струму Г273В 1.3701 з вбудованим випрямлячем, блоком і інтегральним пристроєм, призначений для роботи в якості джерела електричної енергії паралельно з двома акумуляторними батареями 6СТ-190АМ в системі електрообладнання вантажних автомобілів МАЗ з двигуном ЯМЗ-236, -238 і модифікації (без додаткового виведення фази). Генератор призначений для експлуатації в зонах з холодним, помірним і тропічним кліматом [14].

До автомобільних генераторів висуваються ряд спеціальних вимог, що відбивають специфіку їх роботи, яка полягає головним чином в тому, що вони приводяться в обертання двигуном транспортного засобу, режим роботи якого, перш за все швидкісний, визначається умовами руху.

Відношення мінімальної і максимальної частот обертання ротора генераторів для автомобілів з дизельними двигунами може становити 1:4.

На відміну від генераторів загального призначення, що працюють з номінальною частотою обертання, для автотракторних генераторів специфічною є також струмошвидкісна характеристика (СШХ), що представляє собою залежність найбільшого струму, що віддається генератором при заданій напрузі, від частоти обертання [18], [19].

Характеристика може визначатися в холодному і нагрітому стані генератора [20], [21]. При цьому під холодним станом розуміється таке, при якому температура всіх частин і вузлів генератора дорівнює температурі навколишнього середовища, величина якої повинна бути  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ . Температура повітря визначається в точці на відстані 5 см від повітрозбірника генератора. Струмошвидкісну характеристику можна визначати при номінальній напрузі  $U_H = 28 \text{ В}$ . Але зняти таку характеристику можливо тільки з регулятором, спеціально перебудованим на високий рівень, підтримки напруги. Щоб запобігти роботі регулятора напруги при знятті струмошвидкісної характеристики, випробування проводимо при постійній напрузі генератора  $U_e = 27 \pm 0,2 \text{ В}$ .

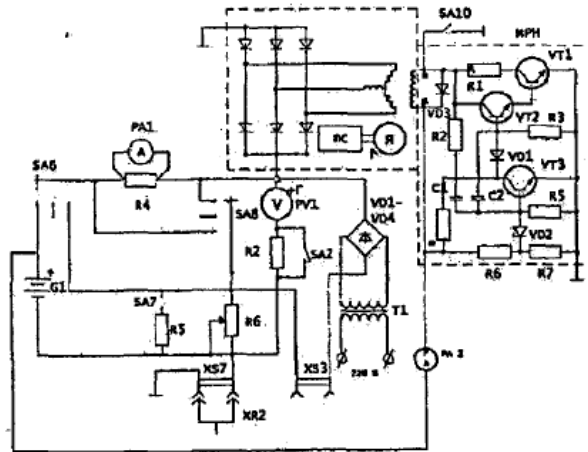


Рисунок 2.1 – Електрична схема випробування генератора

Отримані при контрольних випробуваннях значення регульовальних параметрів генератора змінного струму Г273В 1.3701, що відповідають вимогам відповідних державних стандартів і технічних умов, були прийняті за вихідні (початкові) значення перед проведенням безмоторних досліджень генератора змінного струму. Необхідні параметри на кожному швидкісному режимі знімалися в триразовою повторності і заносилися в журнал випробувань.

2.3 Методика безмоторних досліджень генераторів змінного струму під час роботи двигуна на режимі холостого ходу

Безмоторні дослідження генератора змінного струму проводились на стенді aSG-017, який призначений для випробувань генераторів і стартерів автомобілів з бортовою мережею 12 і 24 Вольт, з метою перевірки можливостей використання однієї з фазних обмоток в якості датчика частоти обертання в режимі холостого ходу.

За об'єкт досліджень прийняті закономірності зміни сили струму на фазних обмотках генератора змінного струму в режимі холостого ходу.

Предметом досліджень був генератор постійного струму Г273В 1.3701, що встановлюється на легкових автомобілях.



До складу експериментальної установки входили: модернізований стенд КІ-968М генератор змінного струму Г273В1.3701; осцилограф електронно-променевої С1-72 (рис. 3.6).

Послідовність проведення безмоторних досліджень.

1. Для зняття осцилограм змінної напруги на одній з фазних обмоток генератора, відповідно до електричної схеми генератора Г273В 1.3701, необхідно підключити з'єднувальні дроти від осцилографа до генератора до випрямних діодів генератора змінного струму.

2. Встановити перемикач SA10 в положення «Незалежне збудження», а SA6 і SA8 – в середнє положення (рис. 4.6).

3. Включити привідну станцію стенду КІ-968М і, збільшуючи частоту обертання, отримати на екрані осцилографа осцилограму змінного напруги на одній з фазних обмоток генератора.

4. Зняти осцилограми змінної напруги на фазних обмотках генератора при різних частотах обертання валу ротора генератора від 500 до 2000  $\text{хв}^{-1}$ , які відповідають частоті обертання колінчастого вала двигуна від 240 до 960  $\text{хв}^{-1}$ , з інтервалом 50  $\text{хв}^{-1}$ .

5. Результати занести в протокол випробувань робочого журналу.

6. Провести зняття осцилограм змінної напруги на всіх фазних обмотках генератора.

7. За результатами вимірювань побудувати діаграми сигналів генератора на різних швидкісних режимах.

Отримані при безмоторних дослідженнях залежності змінної напруги на фазних обмотках генератора Г273В 1.3701 від частоти обертання, були прийняті за вихідні (початкові) значення для розробки електронного блоку управління САУ дизеля в режимі холостого ходу.

## 2.4 Методика дослідження електричних та статистичних характеристик автомобільних генераторів змінного струму

Підготувати генератор, для цього перевірити і при необхідності підтягнути стяжні шпильки, гайку кріплення шківів вентилятора. Від руки повертаючи ротор, впевнитись в справності механічної частини генератора. Перевірити якість контактних з'єднань і при необхідності зачистити їх.

Перевірити стан акумуляторної батареї.

Встановити генератор на випробувальний стенд, з'єднати з приводом і надійно закріпити в затискній скобі.

Скласти електричне коло (рис. 2).

Провести випробування в режимі холостого ходу. Для цього увімкнути електродвигун стенда і, ставно обертаючи маховичок управління варіатором, встановити частоту обертання ротора  $n=1000$  об/хв. На цій частоті обертання ротора необхідно плавно зменшувати опір реостата  $R_3$  і, збільшуючи силу струму збудження ступенями в  $0,25 I_{3max}$ , до  $I_{3max}$ . виміряти на кожній ступені силу струму збудження  $I_3$  і напругу генератора  $U_d$ . Результати вимірювань при  $n=1000$  об./хв. занести у формулу 1.

Форма І.

$I_3$ , А

$U_d$ , В

За отриманими результатами побудувати характеристику холостого ходу генератора.

Провести випробування в навантажувальному режимі:

– встановити повзун реостата  $R_3$  в положення, коли його опір буде рівний нулю ( $R_3=0$ ); заміряти силу струму збудження (вона повинна залишатись незмінною);

– увімкнути електричний стенд 1 за допомогою варіатора встановити таку частоту обертання ротора, при якій напруга генератора буде рівна номінальній ( $U_d=14$ В або  $U_d=28$ В); виміряти частоту обертання;

- підключити до генератора навантаження 1 збільшити частоту обертання ротора, щоб отримати номінальну напругу; провести заміри сили струму навантаження  $I_d$  і частоти обертання ротора генератора  $n$ ;
- збільшити навантаження (зменшити опір  $R_H$ ) і знову, обертаючи маховичок керування частотою обертання, встановити номінальну напругу; провести заміри на різних навантажувальних режимах.

Результати вимірювань занести у формулу 2.

За отриманими даними побудувати струмошвидкісну характеристику. Визначити розрахункову частоту обертання  $n_p$ , на якій генератор розвиває номінальну потужність. Для цього з початку координат графіку струмошвидкісної характеристики провести дотичну до побудованої кривої. Проекція точки дотику на осі координат буде відповідати розрахунковим значенням  $n_p$  і  $I_{dp}$ .

Визначити розрахункову номінальну потужність генератора. Порівнюючи отримані результати (початкову частоту  $n_x$  і частоту  $n_p$ , при якій генератор розвивав розрахункову номінальну потужність) з паспортними даними генератора, зробити висновок про його технічний стан.

## 2.5 Лабораторна установка аSG-017 для дослідження електричних характеристик автомобільних генераторів змінного струму

Стенд для перевірки стартерів та генераторів аSG-017 призначений для випробувань генераторів і стартерів автомобілів з бортовою мережею 12 і 24 Вольт.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика лабораторної установки аSG-017

№ з/п	Параметри	Одиниці вимірювання	Значення показника
1	Напруга живлення, 3 фази	В	380
2	Потужність приводу	кВт	4
3	Частота обертання	об/хв	0-3000

№ з/п	Параметри	Одиниці вимірювання	Значення показника
4	Встановлення обертів	Плавно	
5	Напруга агрегатів	В	12 і 24
6	Напруга вимірювання	В	0-35
7	Струм вимірювання	А	0-1000
8	Джерело живлення	2 акумулятори	
9	Заряд акумуляторів	Постійний	
10	Навантаження	А	0-150
11	Встановлення навантаження	Плавно	
12	Привід фіксації агрегатів	Електричний	
13	Привід натягу ремня	Електричний	
14	Ширина	мм	335
15	Товщина	мм	485
16	Висота стола	мм	950
17	Висота з монітором	мм	1420
18	Вага	кг	94

## 2.6 Методика обробки експериментальних даних і оцінка точності вимірювань

Достовірність і відтворюваність результатів досліджень залежить, в основному, від величини помилок, що виникають під час проведенні виміру досліджуваних величин. З метою зменшення величини помилок при дослідженнях був прийнятий наступний порядок проведення вимірювань:

- відповідно до загальної методики досліджень вибирали методи і засоби вимірювань, які передбачені відповідними стандартами і забезпечують найбільшу точність;
- вивчаються параметри вимірювали в певній послідовності в 3х-5і-кратної повторності [23], [24];
- проводили ретельну настройку і тарування приладів і засобів вимірювань;
- підтримували сталість всіх факторів, які, відповідно до методики досліджень, не повинні змінюватися;

- результати вимірів оброблялися безпосередньо після експериментів, що дозволяло своєчасно виявити і усунути причини випадкових помилок;
- при побудові функціональних залежностей згладжування кривих проводили переважно за допомогою регресії загального вигляду.

Величини граничних відносних помилок ( $\delta_{np}$ ) одноразових вимірюваннях визначали, виходячи з паспортних даних про точність використовуваних приладів за формулою [23]:

$$\delta_{np} = \pm \frac{\Delta \alpha_{np}}{\alpha_{np}} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де  $\delta_{np}$  – найбільша випадкова помилка при правильному використанні приладом і усунення систематичних помилок;  $\delta_{обр}$  – значення величини, виміряної зразковим приладом.

У разі можливості багаторазових вимірювань досліджуваних параметрів визначалася найбільша можлива статична помилка середнього арифметичного ( $\delta_{нв}$ ) за формулою [23]:

$$\delta_{нв} = \pm \frac{3 \cdot \delta}{\bar{a}} \cdot 100\%, \quad (2.2)$$

де  $\bar{a}$  – середнє арифметичне кількох ( $n$ ) вимірювань;  $\delta$  – стандарт або середньоквадратичне відхилення середньої, так само [24]:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}{n-1}}. \quad (2.3)$$

Помилки параметрів, які визначаються розрахунковим шляхом [23], [24]:

$$\delta_{np} = \pm d[\ln f(x_1, x_2, \dots, x_n)] \quad (2.4)$$

Істинне значення вимірюваної величини при відносно великій частоті вимірювань приймали з достатнім ступенем точності рівним середньому арифметичному результатів вимірювань [23], [24]:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i, \quad (2.5)$$

де  $a_i$  – конкретний вимір;  $n$  – кількість вимірювань;  $\delta_{np}$  – гранична відносна помилка функції  $\ln f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ;  $\bar{y}$  – середнє арифметичне результатів вимірювань;  $y_i$  – результат  $i$ -го вимірювання.

Таблиця 2.2 – Значення масштабних коефіцієнтів, координати нульових ліній і похибка при визначенні значень параметрів

Масштабні коефіцієнти						
$\mu_n$	$\mu_\varepsilon$	$\mu_\varepsilon$	$\mu_a$	$\mu_p$	$\mu_{dp/dp}$	$\mu_\varphi$
44,9 хв/мм	±6 сек/мм	-27 мм/мм	1,07 МПа/мм	0,0904 МПа/мм	0,026 МПа/град·мм	1,2 град·п.к.в/мм
Координата нульової лінії						
32,00	33,00	122,90	47,00	–	–	–
Абсолютна похибка під час обробки на осцилограм						
Відносна похибка під час обробки осцилограм						
1,02	1,7	0,68	0,83	0,6	1,4	4,0

Число необхідних об'єктів спостереження визначали при нормальному законі розподілу з урахуванням обраних величин довірчої ймовірності, коефіцієнта варіації та граничної відносної помилки ( $\delta_{np}$ ) за методикою [23].

Всі експериментальні дослідження проводилися з використанням методик і вимірювальної апаратури, що забезпечують необхідну точність вимірювань. Результати експериментальних досліджень оброблялися на персональному комп'ютері з процесором Seleron 2000 266MHz з використанням систем автоматизації математичних програм MathCAD 2001, Mathcad 14, Microsoft Office

Excel 2007, ADCLab (осцилограф-спектроаналізатор), креслярсько-графічних редакторів Adobe Photoshop CS2, Microsoft Visio Professional 2007 і КОМІТАС-3D V8.

### 3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Результати контрольних випробувань агрегатів електроустаткування

Результати випробувань автомобільного генератора змінного струму Г273В 1.3701 наведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Результати контрольних випробувань генератора змінного струму Г273В1.3701

№ з/п	Технічна характеристика	Одиниці вимірювання	Значення
1	Максимальний струм	А	45
2	Номінальна напруга	В	28
3	Потужність	кВт	1260
4	Частота обертання валу без навантаження	хв <sup>-1</sup>	0
5	Частота обертання валу, хв <sup>-1</sup> /при струмі,	А	1670/10 2200/20
6	Довжина	мм	200
7	Діаметр	мм	139

Струмошвидкісна характеристика генератора змінного струму Г273В 1.3701 наведена на рисунку 3.1.

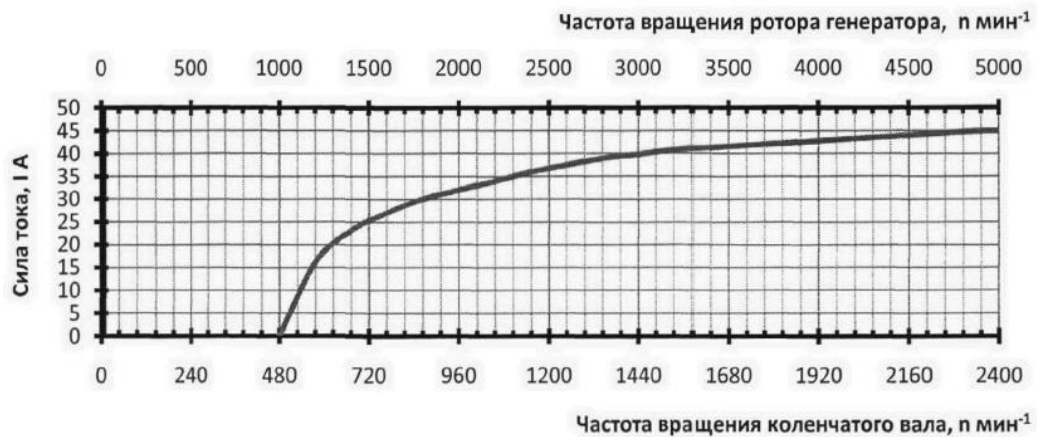


Рисунок 3.1 – Струмошвидкісна характеристика генератора змінного струму Г273В 1.3701.

Отримані під час контрольних випробуваннях значення регульовальних параметрів генератора змінного струму Г273В1.370, що відповідають вимогам відповідних Держстандарті і технічним умовам, були прийняті за вихідні (початкові) значення перед проведенням безмоторних досліджень генератора



змінного струму. Необхідні параметри на кожному швидкісному режимі знімалися в триразовою повторності і заносилися в журнал випробувань.

### 3.2 Результати безмоторних досліджень генератора змінного струму

В результаті проведених безмоторних досліджень генератора змінного струму представлені у вигляді рис. 4.2.

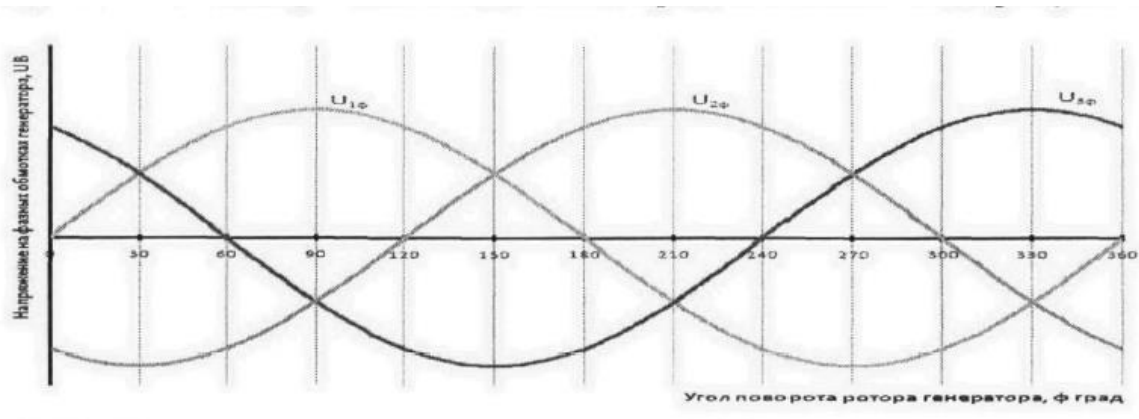


Рисунок 3.2 – Криві зміни миттєвих значень фазних напруг за кутом повороту ротора автомобільного генератора змінного струму

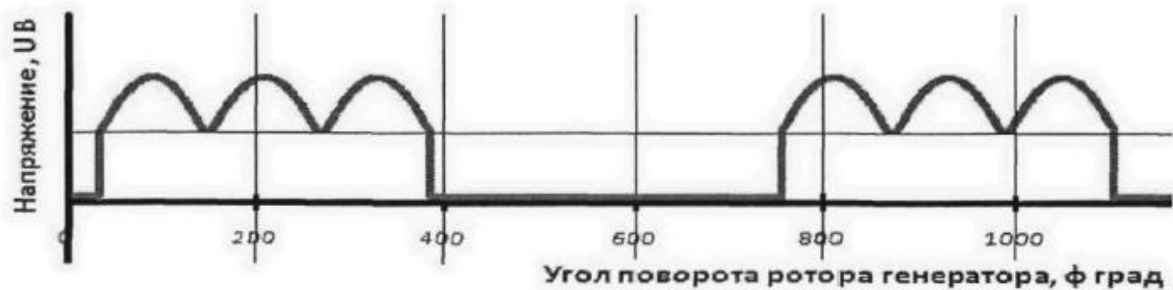


Рисунок 3.3 – Крива зміни миттєвого значення фазної напруги по куту повороту ротора автомобільного генератора змінного струму на одній з фазних обмоток (до діодів)

Результати дослідження [147] сигналів на фазних обмотках генератора змінного струму свідчать про можливість використання однієї з фазних обмоток в якості датчика частоти обертання колінчастого вала двигуна, з урахуванням передавальних відносин від вихідного вала генератора і колінчастого вала двигуна ЯМЗ-238 (84 13/14) (рисунок 4.3).

## ВИСНОВКИ

1. На підставі аналізу характеристики об'єкта дослідження встановлено, що розвиток сучасних автономних енергетичних установок йде по шляху вдосконалення як електричних машин, так і регульованих джерел живлення і засобів управління. З урахуванням нових можливостей традиційні вимоги до електричних машин змінного струму можна не брати до уваги обов'язковими, а, проектуючи спільно перетворювач і електричну машину, можна домогтися високих технічних показників таких установок.

2. Запропонована програма експериментальних досліджень, яка передбачає проведення як контрольних так і безмоторних досліджень автомобільних генераторів змінного струму на відповідність їх параметрам технічному стану та вимогам Держстандартів і технічних умов.

3. В результаті проведених контрольних випробувань генератора змінного струму встановлено, що максимальний струм 45 А, а номінальна напруга рівна 28 В. Також побудований графік струмошвидкісної характеристики генератора змінного струму. Результати дослідження сигналів на фазних обмотках генератора змінного струму свідчать про можливість використання однієї з фазних обмоток в якості датчика частоти обертання колінчастого вала двигуна, з урахуванням передавальних відносин від вихідного вала генератора і колінчастого вала двигуна.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни. - К.: Арістей, 2004. - 476 с.
2. Акимов А.В., Акимов С.В., Лайкин Л.П. Генераторы зарубежных автомобилей. - М.: За рулем, 1997. - 80 с.
3. Данов Б.А. Электрооборудование систем управления иностранных автомобилей. - М.: Горячая линия; Телеком, 2004. - 224 с.
4. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобілів. - Львів: Львівська політехніка, 2004. - 168 с.
5. Сажко В.А. Электричне та електронне обладнання автомобілів. - К.: Каравела, 2004. - 304 с.
6. Чижов Ю.П., Акимов А.В. Электрооборудование автомобилей. - М.: За рулем, 1999. - 386 с.
7. Юп В.Е. Электрооборудование автомобилей. -М. : Транспорт, 1995. - 304 с.
8. Сажко В.А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. – К.: Каравела, 2009. - 400 с.
9. Акимов А.В., Акимов СВ., Лейкин А.П. Генераторы зарубежных автомобилей. - М.: За рулем, 1997.
10. Акимов СВ., Чижов Ю.П. Электрооборудование автомобилей: учебник для вузов. - М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2001. - 384 с.
11. Бауман Э.А., Кушев Ю.А. Автомобильные бесконтактные генераторы. М.: ЦИНТИСельмаш, 1966. - 88 с.
12. Дмитриев М.Н. Практикум по электрооборудованию тракторов, автомобилей и комбайнов. - М.: Агропромиздат, 1988. - 206 с.
13. Тимофеев Ю.Л., Ильин Н.М. Электрооборудование автомобилей. - М.: Транспорт, 1987. - 255 с.
14. ГОСТ 3940 - 2004. Электрооборудование автотракторное. Общие технические условия. Действ, с 01.01.2004. - 7 с.

15. ГОСТ 13608 - 79. Генераторы автомобильные. Габаритные и присоединительные размеры. - Действ, с 01.01.1982. - 7 с.
16. ГОСТ 13054 - 80. Генераторы для тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин. Общие технические условия. - Действ, с 01.07.1981.-6 с.
17. Корсаков, В.В. Руководство по ремонту, эксплуатации и техническому обслуживанию автомобилей МАЗ-6303, МАЗ-53363, МАЗ-53366, МАЗ-53371, МАЗ-5337, МАЗ-64229, МАЗ-54323, МАЗ-5516, МАЗ-5551 / В.В. Корсаков, Н.И. Кузин. - М.: "Издательский дом Третий Рим", 2000. - 144 с.
18. Желтоногов, А.П. Исследование электрических характеристик автотракторных вентильных генераторов / Сост. А.П. Желтоногов, Л.Б. Иванов. - Волгоградский гос. техн. ун-т. - Волгоград, 2001. - 18 с.
19. Тимохин, С.В. Электрооборудование автомобилей автомобилей. Лабораторный практикум / С.В. Тимохин, А.Н. Морунков. - Пенза, РИО ПГСХА, 2003.-58 с.
20. Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей: Учеб. пособие для студентов вузов / В.Е. Ютт. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 2000. - 320 с.
21. Пикифоров, И.К. Электротехника, электроника и электрооборудование Методические указания к лабораторной работе / Сост. И.К. Пикифоров, под ред. А.И.Федотов. - Восточно-Сибирский гос. техн.унив. - Улан-Удэ, 2000г. - 37 с.
22. ГОСТ 12.2.091 - 94 (МЭК 414-73). Требования безопасности для показывающих и регистрирующих электроизмерительных приборов и вспомогательных частей к ним. - Действ. 01.01.94. - 10 с.
23. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки опытных данных / Г.В. Веденяпин.- М.: Колос, 1967. - 159 с.
24. Болдин, А.И. Основы научных исследований и УНИРС // А.П. Болдин, В.А. Максимов / Учеб. пособие. 2-е изд. перераб. и доп. - М.: МАДИ, 2002. - 276 с.

25. Колесник П.А., Шейнин В.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1985. – 325 с.
26. Несвитский Я.И. Техническая эксплуатация автомобилей. – К.: Вища школа, 1971. – 428 с.
27. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 352 с.
28. Грибков В.М., Карпекин П.А. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей. – М.: Россельхозиздат, 1984. 223 с.
29. Дюмин И.Е., Какуевицкий В.А., Силкин А.С. Современные методы организации и технологии ремонта автомобилей. – К.: Техника, 1970. – 390 с.
30. Краткий автомобильный справочник. /Под ред. Познизовкина А.Н. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1979. – 465 с.
31. Оборудование для ремонта автомобилей: Справочник / Григоренко П.С., Гуревич Ю.Д., Кац А.М. и др.; Под ред. М.М. Шахнеса. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1978. – 384 с.
32. Ремонт автомобилей: Учебник для автотрансп. техникумов / Румянцев С.И., Боднев А.Г., Бойко Н.Г. и др.; Под ред. С.И. Румянцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 327 с.
33. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобіля: Підручник. – К.: Либідь, 2000. – 400 с.
34. Коханівський С.П. Довідник по технічному обслуговуванню та ремонту електрообладнання автомобілів, тракторів і комбайнів. – К.: Урожай, 1988. – 240 с.

## Додаток А

**ГЕНЕРАТОРИ ЗМІННОГО СТРУМУ З ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ  
ЗБУДЖЕННЯМ**

Тип генератора	Номинальна напруга, В	Випрямлений струм, А	Частота обертання, об/хв. при max струмі, А	Регулятор напруги	Використовується на мобільних енергетичних засобах (основні моделі)
Г221-А	14	12	5000/41,5	121.3702	ВАЗ-2101,-2102,-2103,-2106
Г222	14	50	5000/47	Я112-В	ВАЗ-2104,-2105,-2107
Г250-В3	12	40	2000/28	22.3702	Двигун ЗМЗ-502.1
Г250-Г3	14	40	2000/28	22.3702 201.3702	ГАЗ-53-12,-53А і їх модифікації
Г250-Д3	12	40	2000/28	22.3702	ГАЗ-3306 і модифікації
Г250-Е2 Г250-Е2-06	12	40	2000/28	20.3702	УАЗ-452,-469 і модифікації
Г250-И1	14	40	2100/28	201.3702	ЗИЛ
Г250-Н2 Г250-Н2-06	12	40	2000/28	201.3702	ГАЗ-24,-24-01
Г250-П2	12 14	40 40	2000/28	РР132-А	УАЗ
Г273 Г273-06	28	28	2200/20	Я120-М1*	Двигуни ЯАЗ-М204,-М206 і модифікації
Г273-В	28	28	2200/20	Я120-М1*	КамАЗ, МАЗ
Г273-В1	28	45	2200/20	Я120-М1*	КамАЗ і модифікації
Г273-Г	28	28	2200/20	Я120-М1*	Двигуни ЯМЗ-841,-842, МАЗ-5336 і модифікації
Г237-Г1	28	45	2200/20	Я120-М1*	Двигуни ЯМЗ-236,-238
Г284А	14	105	5000/95	РР350-Б	Двигуни ЗМЗ-505.10,-506.10 ГАЗ-31011,-31012
Г287	14	90	5000/80	РР132-А	ГАЗ-66-11 і модифікації
Г287-А	14	90	5000/80	РР132-А	ГАЗ-71,-73 і модифікації
Г287-Б	14	90	5000/80	РР132-А	УРАЛ-375ДМ, ЗИЛ-131Р, ЗИЛ-431917 і модифікації
Г-287-Д	14	85	2200/60	РР362-Б1	К-701
Г287-Е	14	85	2200/60	РР362-Б1	К-700А
Г287-КК	14	80	2350/60	Я112-А1*	ЛАЗ-695,-696,-697,-699
Г287-Л	14	80	2350/60	Я112-А1*	ЛиАЗ-677М і модифікації
Г288	28	47	2100/30	111.3702	КамАЗ-4310 і модифікації
Г288-В	28	18	1900/18	111.3702	Двигуни СМД-11Д,

					-11ДН,-11В
Г2288-Е	28	47	2100/30	111.3702	Двигуни КамАЗ-740.10. ЯМ3238 і модифікації
Г502-А	14	30	2600/20	РР310-В	ЗА3-968, ЛуАЗ-969 і модифікації
16.3701	14	65	5000/65	13.3702-01	ГАЗ-24-10,-24-11, -3102
162.3701	14	65	5000/65	13.3702-01	ГАЗ-53-92, КАВ3-3102
17.3701	14	40	2200/24	Я112-А* або Я112-А1	ЗИЛ-157КД, ЗИЛ-495850 і модифікації
17.3701-06	14	40	2200/24	Я112-А* або Я112-А1	ЗИЛ, ГАЗ
17.3701-10 17.3701-40	14	40	2200/24	Я112-А* або Я112-А1	ЗИЛ-157,-157К,-164
17.3701-20 17.3701-30	14	40	2200/24	Я112-А* або Я112-А1	ЗИЛ-431410, ЗИЛ-ММЗ-555, УРАЛ-377, КАЗ-608
17.3701-50	14	40	2200/24	Я112-А* або Я112-А1	М-408, 2138,-2140
32.3701 32.3701-06	14	60	2200/40	201.3702	ЗИЛ-431410 і модифікації, ЗИЛ-ММЗ
37.3701 372.3701	14	55	5000/55	17.3702*	ВАЗ-2108, -2109 і модифікації
371.3701	14	55	5000/55	17.3702*	ВАЗ-21213
381.3701 381.3701-06	14	95	1800/60	РР132-А	ЗИЛ-133ВЯ, -133ГЯ
382.3701**	14	95	1800/60	РР132-А	ЗИЛ-4331 і модифікації
387.3701	14	90	2000/60	19.3702 27.3702	ЗИЛ-431917 і модифікації
51.3701	28	35	5000/35	Я120-М1* Я120-М12	ГАЗ-4301 і модифікації
57.3701	28	75	5000/75	23.3702	К-701М і модифікації
58.3701 581.3701	14	52	2400/32	Я112-А1*	АЗЛК-2140, ИЖ-2125,-271 АЗЛК-2140"Люкс", АЗЛК-2141"Люкс"5
581.3701-10	14	52	2400/32	Я112-А1*	ВАЗ-2101...-2107, АЗЛКК-2141
583.3701	14	55	2500/40	Я112-А1*	ЗА3-1102
583.3701-20	14	55	2500/40	Я112-В1*	ВАЗ-2108,-2109
60.3701	60 (лінійна)	Середня величина фазного струму	4200		БелАЗ-7509,-7519,-7521
63.3701	28	150	4200	21.3702	БелАЗ-7522,-7540,-7523,-531
631.3701	28	150	4200	21.3702	БелАЗ-7509,-7519,

					-7521,-7548
641.3701 642.3701					Двигун ГАЗ-52-04-50, -5204-60 Двигуни РДЗ
65.3701 651.3701	28	90	5000/77	23.3702	ЛАЗ-42021,-4206, -4207, ТС-4960
652.3701 656.3701	28	90	6000/75		КамАЗ-4310
654.3701	28	18	1900/18		Двигуни СМД-11Д і модифікації
655.3701	28	90	6000/75		Двигуни ГАЗ-542.10, - 5424.10
658.3701	28	80	5000/80		Двигуни ЯМЗ-8421 і модифікації
658.3701-1	28	80	5000/80		Двигуни ЯМЗ-238Б1, -238Д4
658.3701-2	28	80	5000/80		Двигуни АМЗ
66.3701	14	60	5000/55	Я112-А1*	ПАЗ-672М,-3201 і модифікації
661.3701	14	60	5000/55	Я112-А1*	КАВЗ-685 і модифікації
662.3701	14	60	5000/55	Я112-А1*	РАФ-2203
665.3701	14	55	2300/40		УАЗ-452,-469
85.3701	14	85	3000/60	Я212-А11Е*	АЗЛК-2142, ИЖ-2126
94.3701 941.3701 942.3701	14	80	6000/80		ВАЗ-2110,-2112, ВАЗ-21214,-21044, -21073 ГАЗ-31029
97.3701	14	65		Я212-А11Е*	ВАЗ, ЗАЗ, АЗЛК
14.3771	14	35	1800/20	Я212-А11Е*	Мотоцикл "Урал"
16.3771 161.3771	14	65	2050/40	Я112-А1*	УАЗ
17.3771	28	50	2100/30	271.3702	Двигуни ЯМЗ-236, -238
18.3771	14	60	2500/35	Я212-А11Е*	Трактори ВТЗ
19.3771	14	65	2200/45	13.3702-01 19.3702	ГАЗ-3102.-31029
20.3771	14	90	2400/65	13.3702-01 19.3702	Двигун ЗІЛ-0550
21.3771	28	50	3000/28	Я120-М1*	КамАЗ
211.3771	28	50	3000/28	Я120-М1* БВП31-35	МАЗ Мотоцикли ИМЗ
ТГМ1	14	15	3500/15	БВП31-35 (вмонтовани й)	Мотоцикли ИМЗ

Примітки: \* інтегральний регулятор, вмонтований в генератор;

\*\* працює сумісно з трансформаторно-випрямним блоком 121.3759.



**БЕЗКОНТАКТНІ ІНДУКТОРНІ ГЕНЕРАТОРИ ЗМІННОГО СТРУМУ З  
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ЗБУДЖЕННЯМ**

Тип генератора	Номинальна напруга, В	Випрямлений струм, А	Частота обертання, об/хв. при тах струмі, А	Регулятор напруги	Використовується на мобільних енергетичних засобах (основні моделі)
955.3701	14	65 при 6000 об/хв	10500	Я112-Б1 Я112-Б12	ВАЗ-2108,-2109 замість генератора 37.3701
956.3701	14	65 при 6000 об/хв	10500	Я112-Б1 Я112-Б12	ВАЗ-2101,-2107 замість генератора Г221, Г222

**ГЕНЕРАТОРИ ЗМІННОГО СТРУМУ ІЗ ЗБУДЖЕННЯМ  
ВІД ПОСТІЙНИХ МАГНІТІВ**

Тип генератора	Номинальна напруга, В	Випрямлений струм, А	Частота обертання, об/хв. при тах струмі, А	Регулятор напруги	Використовується на мобільних енергетичних засобах (основні моделі)
958.3701	28	35	10000	Я120-М1	Замість генераторів Г272, Г273