



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Харківський національний технічний університет  
сільського господарства імені Петра Василенка**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
для виконання лабораторної роботи  
«ВИПРОБУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ НАПРУГИ  
АВТОТРАКТОРНИХ ГЕНЕРАТОРІВ»  
з дисципліни  
«Основи технічної експлуатації, надійність та  
діагностування енергетичного обладнання»**

для студентів спеціальності  
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
РВО «бакалавр»

Затверджено  
на засіданні кафедри ЕЕМ  
Протокол № 2 від 27.09.2018 р.

Затверджено  
на засіданні Методичної ради ННІ ЕКТ  
ХНТУСГ імені Петра Василенка  
Протокол № 2 від 26.10.2018 р.

**Харків 2018**

Автори: Трунова І. М., доц., к.т.н., Пазій В. Г., ст. викл.  
(Харківський національний технічний університет сільського господарства)

Трунова І. М. Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи «Випробування регуляторів напруги автотракторних генераторів» з дисципліни «Основи технічної експлуатації, надійність та діагностування енергетичного обладнання»./І. М. Трунова, В. Г. Пазій. – Харків: ХНТУСГ, 2018. – 13 с.

### **Рецензенти:**

Черенков О. Д., доктор технічних наук, професор  
(Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка)

Кунденко М. П., доктор технічних наук, професор  
(Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка)

© Харківський національний  
технічний університет сільського  
господарства імені Петра Василенка  
2018

## ВИПРОБУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ НАПРУГИ АВТОТРАКТОРНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

**Мета роботи:** вивчити побудову, принцип дії реле регуляторів напруги автотракторних генераторів, оцінити їх технічний стан.

### ПОЯСНЕННЯ ДО РОБОТИ

У системі автотракторного електропостачання як джерела живлення використовуються акумулятори і генератори. Останні за допомогою кліноремінної передачі обертаються від основного двигуна.

Напруга на затискачах генератора пропорційна величині магнітного потоку, що утворюється обмоткою збудження, та оборотам двигуна

$$E = C \cdot \Phi \cdot n, \quad (1)$$

де  $C$  - постійна генератора;

$\Phi$  - магнітний потік;

$n$  - оберти якоря.

Так як оберти двигуна змінюються в широких межах, виникає необхідність регулювання напруги на виході генератора.

На практиці в генераторах регулюється магнітний потік шляхом зміни струму в обмотці збудження. Найпростіші способи регулювання: закорочування обмотки збудження, розрив кола збудження або вмикання послідовно з обмоткою збудження додаткового резистору.

При цьому використовується коливальний процес, наприклад: підвищення напруги – розрив кола збудження – зниження напруги – відновлення кола збудження і т.п., завдяки чому напруга генератора коливається навколо регулюемого значення незалежно від обертів двигуна.

Описаний принцип регулювання може бути реалізований пристроями різного типу. На сучасних автомобілях знайшли широке застосування регулятори електромагнітного, електронного і змішаного типів, які витісняють електромагнітні регуля-

тори. Це пояснюється більш високою надійністю електронних регуляторів: вони мають термін служби до 200-250 тис.км пробігу. Середній термін служби електромагнітного регулятора тільки 120-150 тис.км пробігу.

Електронний регулятор не має рухомих частин, контактних поверхонь, що підгоряють, та пружин і тому не регулюється у процесі експлуатації, що є характерним для електромагнітного регулятора.

Як приклад регулятора напруги електромагнітного типу може бути представлений реле-регулятор типу РР380 (рис.1), який встановлюється сумісно з генератором Г221 на автомобілях ВАЗ.

Регулятор має обмотку реле KV, яка вмикається через резистор температурної компенсації  $R_T$ . Паралельно контактам першої ступені KV1 вмикається додатковий резистор  $R_d$  и дросель LL, який служить для заземлення через контакт другої ступені KV2.

При низькій напрузі обмотка збудження отримує живлення через замкнений контакт KV1. З підвищенням напруги контакт KV1 розмикається і обмотка збудження підключається через додатковий резистор  $R_d$ . Якщо напруга підвищується ще більше, то замикається контакт KV2, і обмотка збудження закорочується.

Прикладом регулятора напруги змішаного типу може служити реле-регулятор РР-362 (рис.2), який застосовується на автомобілях ГАЗ-52А, ГАЗ-52-04 і на деяких моделях автомобілів “Москвич”.

Цей реле-регулятор має реле напруги KV1, реле захисту KV2 і германієвий транзистор VT1. Реле напруги має пару контактів: KV1.2, що замикається, і KV1.1, що розмикається.

Після вмикання замка запалення ВЗ до моменту спрацювання регулятора, тобто до досягнення генератором регулюємої напруги, струм проходить по таких колах:

- коло бази: клемма ВЗ – діод VD2 – емітер – база VT1 – резистор  $R_3$  – клемма М;

- коло струму збудження: клемма ВЗ – діод VD2 – емітер – колектор VT1 – клемма Ш – обмотка збудження – “маса”.

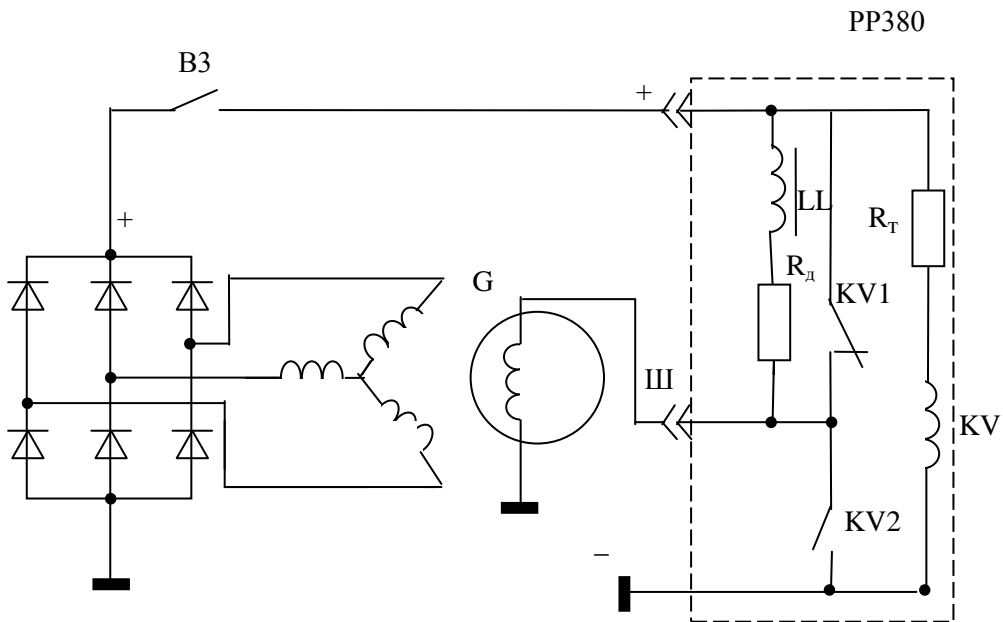


Рисунок 1 - Схема вмикання реле-регулятора PP380

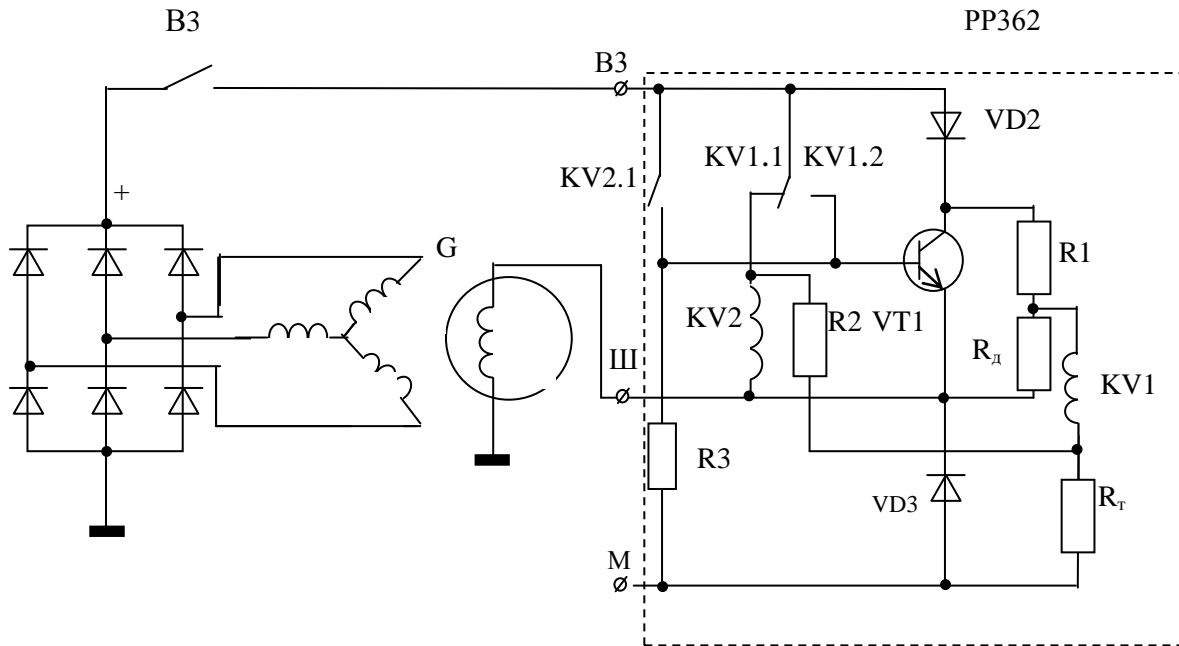


Рисунок 2 - Схема вмикання реле-регулятора PP362

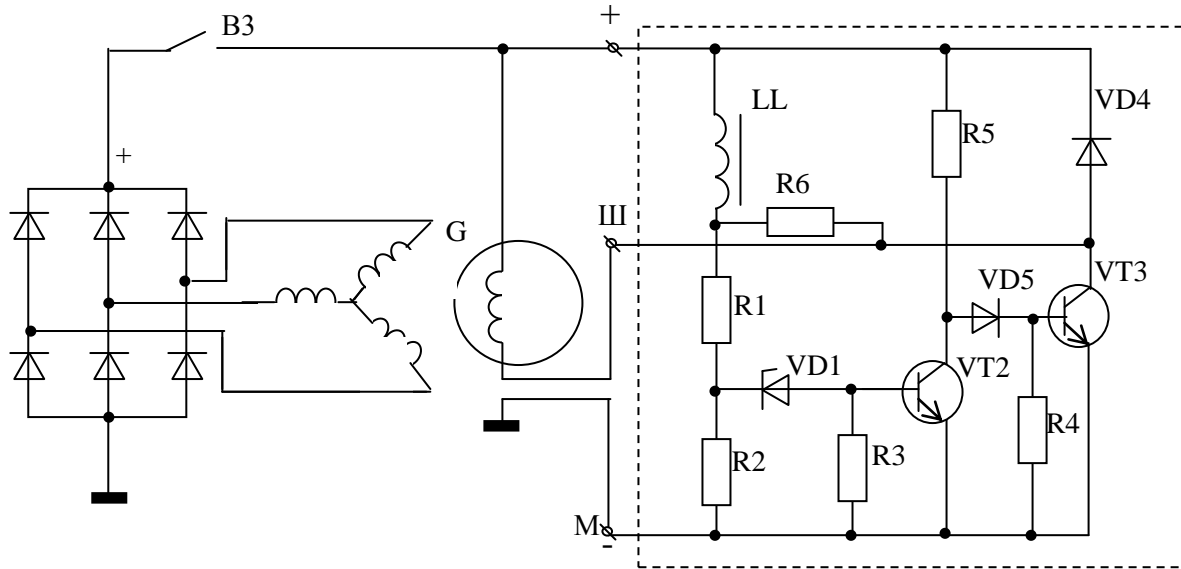


Рисунок 3 - Схема вмикання реле-регулятора PP132

При досягненні напруги рівня порога спрацьовування реле KV1, воно замикає контакти KV1.2. При цьому на базу транзистора буде поданий позитивний потенціал і транзистор запирається. Тепер струм збудження обмежується послідовно з'єднаними резисторами  $R_1$  і  $R_d$ . Це приводить до зменшення магнітного потоку збудження і напруги генератора. При зниженні напруги контакти KV1.2 реле розмикаються, а KV1.1 замикаються, транзистор знов відкривається. Виникає коливальний процес відкриття та закриття транзистора, який забезпечує постійність регулюємої напруги. Якщо виникає замикання обмотки збудження на масу, напруга генератора падає і замикається контакт KV1.1. Обмотка реле KV2 потрапляє під повну напругу батареї. Контакти реле KV2 замикаються та подають на базу транзистора “+”. Останній запирається, що попереджує його перевантаження струмом к.з.

Недоліком регулятора змішаного типу є старіння пружини реле KV1, тому в експлуатації він, як і електромагнітний, повинен періодично перевірятися.

Прикладом безконтактного транзисторного регулятора може служити регулятор типу PP132A, схема якого приведена на рис.3.

Регулятор типу PP132A містить вимірювальне коло, що складається з поділювача напруги (резисторів  $R_1$  і  $R_2$ ), стабілітрона VD1 (еталона напруги), резистора  $R_3$  і транзисторів VT2 і VT3 з резисторами  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_6$ , діодами VD4 і VD5. Дросель LL, ввімкнутий послідовно з поділювачем напруги, виконує функції фільтру. Колекторний зворотний зв'язок утворюється резистором  $R_6$ .

Транзисторний регулятор напруги являє собою транзисторне реле з визначеною напругою спрацьовування  $U_{спр}$  і напругою повернення  $U_в$ .

Робота регулятора напруги здійснюється таким чином. При підключенні регулятора напруги до акумуляторної батареї напруга на неї менша напруги спрацьовування транзисторного ре-



ле ( $U_b < U_{спр}$ ). Тому транзистор VT2 закритий (знаходиться на межі відсічки), а транзистор VT3 відкритий (знаходиться у стані насичення). Ступінь насичення транзистора VT3 визначається значенням опору R5. У цьому випадку по обмотці збудження, яка ввімкнена між затискачами “+” і “Ш” протікає струм через відкритий транзистор VT3. Генератор збуджується і, зі збільшенням частоти обертання ротору, підвищується напруга на виході. Коли напруга генератора досягне значення, яке дорівнює напрузі спрацьовування транзисторного реле  $U_{спр}$ , транзистор VT2 відкривається, а транзистор VT3 закривається. При цьому обмотка збудження відмикається від генератора.

Так як обмотка збудження шунтована діодом VD4, то ЕРС самоіндукції, що виникає, прикладається до діоду VD4 у прямому напрямку. При цьому струм збудження зменшується, протікаючи через шунтуючий діод VD4, що виключає можливість перенапруги на транзисторі VT3.

Зі зменшенням сили струму збудження зменшується і напруга генератора. Коли вона понизиться до значення, яке дорівнює напрузі повернення транзисторного реле  $U_b$ , транзистор VT2 закривається, а транзистор VT3 відкривається.

Обмотка збудження підключається до генератора і напруга на ньому буде зростати до спрацьовування реле. Потім описаний процес періодично буде повторюватися.

Опір оберненого зв'язку R6 дозволяє прискорити процес перемикання транзисторів VT2 і VT3. Коло VD5 – R4 забезпечує більш повне закриття транзистора VT3. Опір резистора R6 повинен дорівнювати 37,5 Ом і розсіювати потужність 6,5 Вт. Резистори типу МЛТ виготовляють з розсіяною потужністю не більш 2 Вт. Тому використовують чотири резистори типу МЛТ з номінальним опором  $R=150$  Ом. У корпусі регулятора є два виводи: “+” для підключення до плюсового зажиму генератора і “Ш” для підключення обмотки збудження генератора. Корпус регулятора напруги підключений до маси.

Регулятори мають такі технічні дані:

- номінальна напруга – 14 В;

- напруга початку регулювання струму збудження – 10,5-16 В;
- напруга вимикання струму збудження – 15,5-16 В.

## ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити конструкцію та принцип дії реле регуляторів напруги автотракторних генераторів.

2. Визначити, до якого типу (електромагнітного, змішаного або електронного) належать реле регулятори напруги, які запропоновані для випробування.

3. Здійснити по чергове випробування усіх регуляторів. Для цього ввімкнути випробувальний стіл і виставити напругу на нуль. Вимкнути стіл. Зібрати схему випробування по рис.4 або рис.5. Ввімкнути напругу і, підвищуючи її плавно з нуля, визначити початок регулювання струму збудження за амперметром (струм починає понижатися, не зважаючи на зростання напруги). Підвищуючи напругу до 16 В, визначити момент вимикання струму збудження (за амперметром або лампочкою, яка заміняє опір обмотки збудження).

4. Виміряні дані порівняти з паспортними і заповнити протокол випробувань.

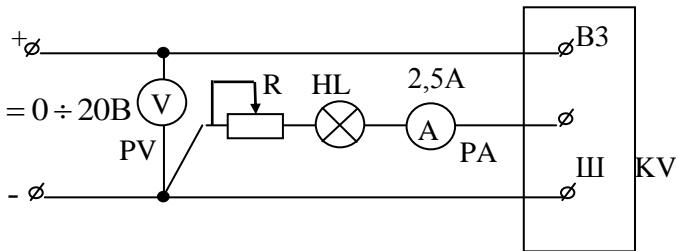


Рисунок 4 - Схема дослідження реле регуляторів електромеханічного і змішаного типів

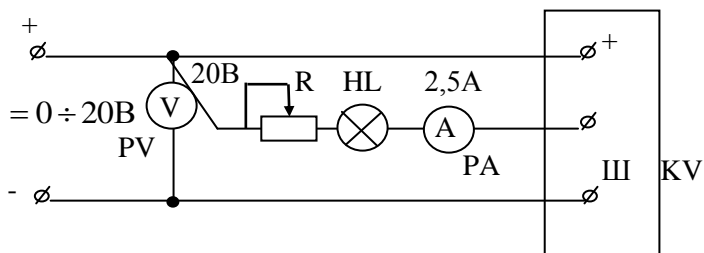


Рисунок 5 - Схема дослідження реле регуляторів електронного типу

### ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ

Устрою \_\_\_\_\_  
/зазначити тип і заводський номер/

Бригада в складі \_\_\_\_\_

за схемою рис.4 або рис.5 (додається) провела такі випробування:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_

При цьому використовувалась вимірювальна апаратура:

Назва	Система	Заводський номер	Номінальні величини	Клас точності	Примітки

Результати випробувань та дослідні характеристики \_\_\_\_\_

Висновок \_\_\_\_\_

(чи відповідає технічним вимогам, або перерахувати

несправності, що заважають експлуатації)

Дата \_\_\_\_\_ Підписи: \_\_\_\_\_ (П. І. Б.)

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Від чого змінюється напруга на затискачах автотракторного генератора? Чому виникає необхідність регулювання напруги?
2. Які Ви знаєте найпростіші способи регулювання напруги на виході автотракторного генератора?
3. Які типи регуляторів напруги знайшли застосування на сучасних автомобілях? Їх переваги та недоліки.
4. Як діє регулятор напруги електромагнітного типу?
5. Як діє регулятор напруги змішаного типу?
6. Як діє транзисторний регулятор напруги?
7. Як визначити, чи в робочому стані регулятор напруги автотракторного генератора?

*Список використаних джерел*

1. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. – Харків: Форт, 2017. – 376 с.
2. Норми випробування електрообладнання: СОУ-Н-ЕЕ 20.302:2007.– К.: ГРІФРЕ,2007. – 217 с.
3. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів: ДНАОП 0.00-1.21-98.–К.: Основа, 1998. – 380 с.
4. Лут М. Т. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК/ М. Т. Лут, О. В. Мірошник, І. М. Трунова. - Харків: Факт, 2008. – 438 с. – Бібліогр.: с. 431-437.
5. Бойко М. Ф. Трактори та автомобілі. Ч.2. Електрообладнання: Навч. посіб. – К.: Вища освіта, 2001. – 243 с.
6. Правила улаштування електроустановок.[Електронний ресурс]. Режим доступу <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/06/ПВЕ.pdf> (дата звернення 25.09.2018 р.).

Навчальне видання

Трунова І. М., Пазій В. Г.

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**для виконання лабораторної роботи**  
**«ВИПРОБУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ НАПРУГИ**  
**АВТОТРАКТОРНИХ ГЕНЕРАТОРІВ»**  
з дисципліни «**Основи технічної експлуатації, надійність та**  
**діагностування енергетичного обладнання»**

для студентів спеціальності  
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
РВО «бакалавр»

Відповідальний за випуск: І. М. Трунова

Комп'ютерний набір та верстка: І. М. Трунова

---

ХНТУСГ, 61002, м. Харків, вул. Різдвяна, 19

---

Підготовлено кафедрою електропостачання та енергетичного менеджменту Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка