

## ПРИСТРІЙ ГРАНИЧНОГО КОНТРОЛЮ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ

Балахонов О. М., Вітренко М. М., Сотнік О. В., Сокрута В. О., Щука О. С.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

*Запропоновано пристрій для граничного контролю ізоляції електротехнічних виробів, який допомагає встановити в якому із діапазонів знаходиться стан ізоляції конкретної частини електротехнічних виробів.*

**Постановка проблеми.** Предметом дослідження роботи є витік струму в ізоляції електротехнічних виробів таких, як обмотки електричних машин, трансформаторів, магнітних пускатрів, реле, а також кабелів і т.п.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Приведені результати дослідження щодо розробки пристрою граничного контролю стану ізоляції. За допомогою пристрою можливо встановити, в якому з діапазонів знаходиться стан ізоляції конкретної частини електротехнічних виробів. До того ж діагностика виконується автоматично, без участі людини, що виключає вплив людського фактору на результати діагностики [1].

**Мета статті.** Розробка пристрою граничного контролю стану ізоляції електротехнічних виробів – ПГКСІ-1.

**Основні матеріали дослідження.** Сфера застосування розробленого пристрою – у підприємствах і організаціях, що займаються монтажем і експлуатацією електротехнічних виробів.

Для захисту людей від враження електричним струмом вразі пошкодження ізоляції в електроустановках необхідний періодичний контроль стану ізоляції електротехнічних виробів (електропроводок, кабелів, електричних машин і т.п.). Тому на початку випробувань електротехнічних виробів проводиться вимірювання опору ізоляції обмоток відносно корпусу та між обмотками [1,2].

Вимір опору ізоляції здійснюється за допомогою мегаомметра. Мегаометром є логометричний прилад, що вимірює опір ізоляції постійному струму. Джерелом постійного струму зазвичай слугує вбудований в нього генератор з постійними магнітами, що обертається від руки або електроприводом.

Опір ізоляції практично не залежить від величини прикладеної напруги в досить широких межах. Тому результати вимірів не залежать від номінальної напруги мегаомметра, але точність вимірів буде найбільшою для того мегаомметра, показники якого лежать в середній частині робочої шкали. Проте завжди треба вибирати вищу напругу мегаомметра, що дає можливість одночасно при вимірі опору ізоляції виявити грубі дефекти ізоляції. При цьому треба переконатися, що номінальна напруга мегаомметра нижча за випробувальну напругу об'єкту (з тим, щоб унеможливити при вимірі пробою ізоляції). Так опір ізоляції обмоток з номінальною напругою до 500 В включно належить вимірювати мегаомметром з напругою 500 В, а з номінальною напругою більше 500 В – мегаомметром з напругою 1000 В. При номінальній напрузі обмотки 3000 В і вище можуть застосовуватись мего-

метри з більш високою напругою, наприклад з 2500 та 5000 В.

Значення опору ізоляції обмоток сильно залежить від багатьох чинників. Головні з них – температура та вологість ізоляції. Якщо ці показники зростають, значення опору ізоляції обмоток зменшується. Але, якщо температуру можна виміряти безпосередньо, то значення вологості – ні. Припущення щодо вологості обмотки ("волога" – "не волога") дослідник робить на основі свого накопиченого досвіду та виходячи з нормативів, які не мають строгого обґрунтування [1].

На даний час ринок засобів вимірювальної техніки для діагностики електротехнічних виробів має досить широкий спектр. Всі вони мають і свої переваги і свої недоліки. Тому розробка нових пристроїв з покращеними метрологічними, технічними і споживчими характеристиками і високою якістю є досить актуальною.

У наступній статті пропонується схема пристрою граничного контролю стану ізоляції електротехнічних виробів (ПГКСІ-1), призначеного для контролю за певними інтервалами (зонами) витоку струму в ізоляції електротехнічних виробів.

Технічні характеристики пристрою ПГКСІ-1 наступні:

- граничний вимірюваний опір ізоляції 5 МОм, 2,5 МОм, 1,0 МОм, 0,5 МОм;
- максимальний вимірюваний опір ізоляції 2500 МОм;
- час одиничного випробування ізоляції 5,5 хв.;
- напруга живлення 220 В  $\pm$  5% частотою 50 Гц або 18 В постійного струму від зовнішніх джерел живлення;
- потреба потужності не більше 25 Вт;
- вага 3,55 кг;
- габаритні розміри 110  $\times$  210  $\times$  170 мм.

Структурна схема приладу показана на рис. 1.

Основними елементами структурної схеми є:

- параметричний стабілізатор напруги ПСНПНН;
- блок, що задає частоту генерації генератора ЗГ;
- підсилювач потужності ПП;
- помножувач напруги ПН;
- блок високовольтний БВ;
- реле струму КА;
- стрілочний індикатор  $\mu$ А;
- блок автоматики, що складається з:
  - параметричного стабілізатора напруги ПСН;
  - електронних ключів ЕК1-ЕК3;
  - електронного реле часу ЕРЧ;

- реле напруги KV;
- елементів світлової індикації R1–HL1 "ВИПРОБУВАННЯ", R2–HL2 "НОРМА", R3– HL3 "ПРОБІЙ";
- кнопки "ПУСК";
- граничних елементів R4 – R7;
- елементів комутації SB1, SB2 і SA1.

Принцип дії пристрою ППКСІ–1 наступний. При натисненні кнопки "Пуск" - SB- 1, спрацює електронний ключ ЕК1. Отримує живлення реле напруги KV через розмикаючий контакт реле струму КА, при цьому запалюється індикатор "ВИПРОБУВАННЯ" і замикається контакт реле KV. Отримує живлення параметричний стабілізатор напруги с плавним наростанням напруги (ПСНПНН): запускається генератор ЗГ, імпульси якого підсилюються підсилювачем потужності ПП, а потім напруга підсилювача потужності збільшується помножувачем напруги ПН, випрямляється високовольтним випрямлячем БВ і через реле струму KV, стрілочний індикатор  $\mu\text{A}$  і порогові елементи 15 поступають на об'єкт випробування. При цьому перемикач SA1 повинен знаходитися в положенні 1– 4. Якщо рівень опору ізоляції знаходиться в межах допустимого, то по закінченню часу випробування, яке задається електронним реле часу ЄРЧ, розімкнуться контакти електричного ключа ЕК1, знеструмиться обмотка реле КА і розімкнуться його контакти KV. З об'єкта випробування знімається висока напруга. Електронне реле часу увімкне другий електричний ключ ЕК2, в наслідок чого отримує живлення через розмикаючий контакт кнопки "ПУСК" – SB1.2 світлодіод HL2, що свідчить про те, що стан ізоляції знаходиться в межах норми ("НОРМА"). При цьому, після 1 хвилини дослідження натисненням кнопки "СТРУМ ВИТОКУ" – SB2 можна виміряти струм витоку ізоляції.

У випадку, якщо стан ізоляції нижчий від норми,

спрацює реле струму КА і розімкне свій контакт КА 1.1. Таким чином буде знята високовольтна напруга з об'єкта випробування. При цьому замкнеться контакт КА 1.2 реле струму КА, замкнеться контакт електронного ключа ЕК3, світлодіод HL3 отримає живлення через розмикаючий контакт SB1.3, що свідчить про недопустиме для цієї межі зниження стану опору ізоляції "ПРОБІЙ".

При запалюванні світлодіода "НОРМА" – HL2, приєднуються виводи високовольтного кабелю на новий об'єкт випробування, знову натискається кнопка "ПУСК" – SB1, при цьому гасне світлодіод HL1 "ВИПРОБУВАННЯ" і процес заміру повторюється.

При запалюванні світлодіода "ПРОБІЙ" – HL3 перемикач SA1 переводиться в друге положення і натискається кнопка SB1, при цьому гасне світлодіод "ПРОБІЙ" – HL3 і запалюється світлодіод HL1 "ВИПРОБУВАННЯ" і процес іспиту повторюється. Якщо на цій межі запалюється світлодіод "ПРОБІЙ" – HL3, це буде свідчити, що стан ізоляції знаходиться нижче норми. Після цього переводять перемикач SA1 в положення 3, а якщо показники виміру будуть такими самими, то – в положення 4. В положенні 4 запалення світлодіода "ПРОБІЙ" – HL3 буде свідчити про те, що стан ізоляції знаходиться нижче норми (стан ізоляції не відповідає нормі).

Конструктивно пристрій зроблено наступним чином. Всі структурні елементи і блоки розташовані в єдиному металевому корпусі. У середині корпусу розташовані шасі, на якому розміщені силовий трансформатор і трансформатор підсилювача потужності з високовольтним виходом.

Електричні схеми блоків виконані на ізольованих платах з печатним монтажем. На передній лицьовій панелі розташовані органи управління і індикацій: вимикач напруги живлення, вмикач для визначення струму витоку, перемикач граничного контролю рівня опору ізоляції.

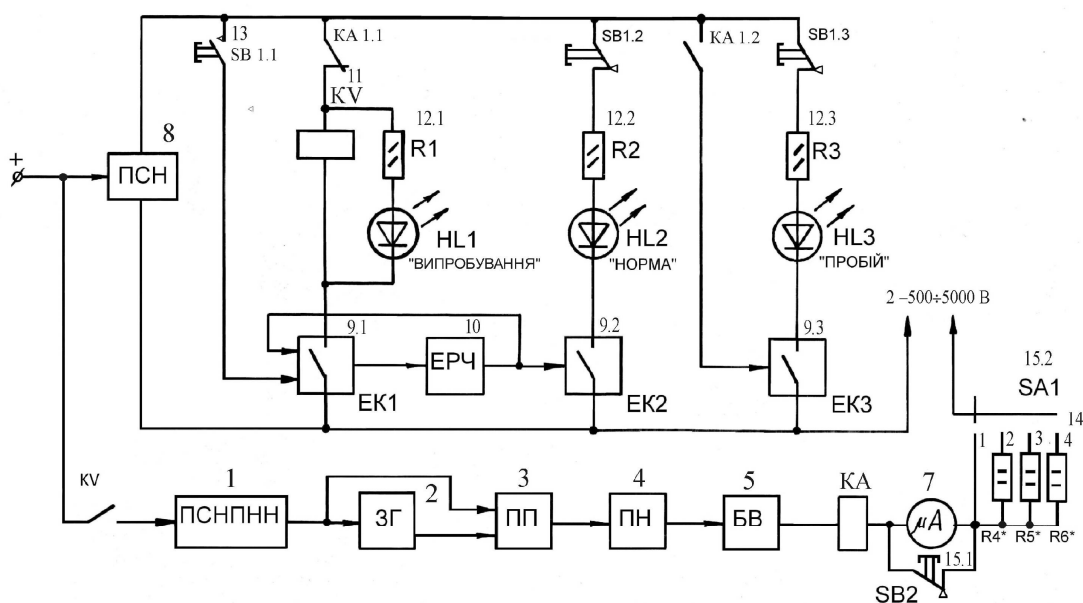


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою граничного контролю стану ізоляції електротехнічних виробів

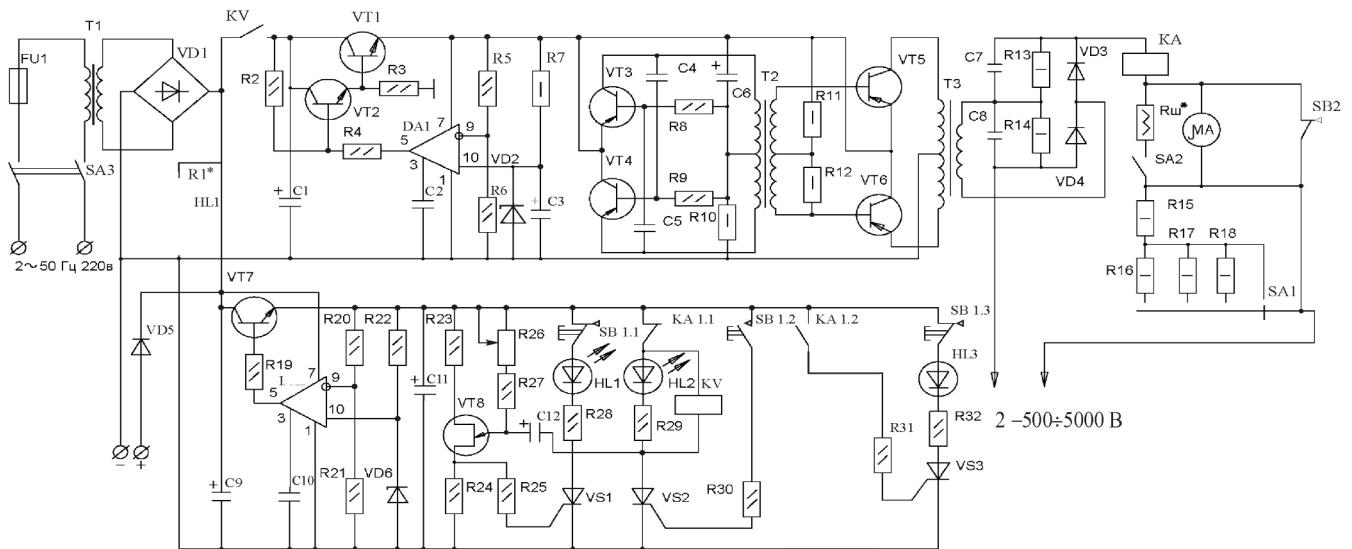


Рисунок 2 – Схема електрична принципова пристрою граничного контролю стану ізоляції електротехнічних виробів

Світова індикація подачі напруги мережі – HL1 "ВИПРОБУВАННЯ", а індикації часу іспиту і результату іспиту – "НОРМА" – HL2 і "ПРОБІЙ" – HL3. На задній панелі розміщені кабелі для підключення живлення до мережі 220 В 50 Гц, високовольтний кабель, гнізда для підключення струму напругою 18 В і вивід для підключення пристрою до заземлюючого контуру.

Схема електрична принципова приладу ППКСІ-1 показана на рис. 2. Параметричний стабілізатор напруги з плавним наростанням напруги ПСН ПНН складається з диференційного підсилювача DA1, транзисторів VT1 і VT2, резисторів R2-R7, стабілітрона VD2 і конденсаторів C1-C3. Генератор, що задає частоту 3Г складається з транзисторів VT3 і VT4 а також трансформатора T2 та інших компонентів.

Підсилювач потужності ПП містить транзистори VT5 та VT6, трансформатор T3 та інших компонентів.

Блок високовольтний БВ складається з конденсаторів C7-C8, високовольтних діодів VD3-VD4 і резисторів R13-R14.

Параметричний стабілізатор напруги блоку автоматики аналогічний ПСН ПНН.

Електронне реле часу виконано на одноперехідному транзисторі VT8, електронне реле виконане на тиристорах VS1-VS3, реле струму – герконове.

**Висновки.** Таким чином запропонований пристрій ППКСІ-1 для граничного контролю стану ізоляції електротехнічних виробів допомагає встановити, в якому з діапазонів знаходиться стан ізоляції конкретної частини електротехнічних виробів. Перевагою цього пристрою порівняно з іншими є те, що діагностика стану ізоляції виконується автоматично, без участі людини, що виключає вплив людського фактору на отримані результати.

#### Список використаних джерел

1. Жерве Г. К. Промышленные испытания электрических машин / Г. К. Жерве– 4-е изд., сокр. и пе-

реаб. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1984. - 408 с.

2. Средства измерительной техники ОАО "Мегомметр" для безопасной эксплуатации электрообъектов [Электронный ресурс] // Электронный журнал-довідник "Рынок Электротехники", 2009. – №2. - Режим доступа до журн.:

[www.marketelectro.ru/](http://www.marketelectro.ru/)

#### Аннотация

### УСТРОЙСТВО ПОРОГОВОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Балахонов А. М., Витренко Н. М., Сотник О. В., Сокрута В. О., Щука О. С.

*Предложено устройство для порогового контроля состояния изоляции электротехнических изделий, которое позволяет установить в каком из диапазонов находится состояние конкретной части электротехнического изделия.*

#### Abstract

### THE DEVICE OF THE THRESHOLD CONTROL OF ISOLATION CONDITION OF ELECTROTECHNICAL PRODUCTS

O. Balachonov, M. Vitrenko, O. Sotnik, V. Sokruta, O. Schuka

*The device for the threshold control of isolation condition of electrotechnical products, which allows to establish in what of ranges there is a condition of a concrete part of an electrotechnical product.*