

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОТЕХНІКИ ТА АВТОМАТИКИ
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри теоретичної
електротехніки

«___»_____2021 р.

_____М.Я.Островерхов

ПАСПОРТ ЛАБОРАТОРІЇ
лабораторний зал техніки високих напруг
(лабораторія №7-1)

Київ – 2021

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Відповідальний за лабораторію:

Шевченко Микола Дмитрович, провідний інженер

Викладачі, які проводять лабораторні заняття:

Бржезицький Володимир Олександрович, д.т.н., професор

Гаран Ярослав Олександрович, к.т.н., асистент

Проценко Олександр Ростиславович, к.т.н., доцент

Троценко Євгеній Олександрович, к.т.н., доцент

Загальний вигляд лабораторії техніки високих напруг



**ПЕРЕЛІК НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН,
З ЯКИХ ПРОВОДЯТЬСЯ ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ**

№ п/п	Дисципліна	Шифр спеціальності	Викладач
1.	Техніка високих напруг	141 « <i>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i> »	Бржезицький В.О. Гаран Я.О. Проценко О.Р. Троценко Є.О.

2.ПЕРЕЛІК

лабораторних робіт, які виконуються в лабораторії техніки високих напруг

1. Дослідження електричної міцності повітряних проміжків на змінній напрузі. (Лабораторний стенд №5).
2. Дослідження ефекту полярності при пробіі повітряних проміжків на постійній напрузі (Лабораторний стенд №6).
3. Дослідження імпульсної електричної міцності. (Лабораторний стенд №4).
4. Дослідження електричної міцності вздовж поверхні твердих діелектриків (Лабораторний стенд №2,3).
5. Дослідження розподілення напруги по гірлянді ізоляторів . (Лабораторний стенд №2).
6. Дослідження зон захисту стрижневих блискавковідводів. (Лабораторний стенд №1).

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМІЩЕННЯ

Призначення приміщення: проведення аудиторних лекційних занять, лабораторних занять на низьковольтному (до 1000 В) та високовольтному (понад 1000 В) електрообладнанні. Існує можливість використання проекційної техніки.

Місце розташування приміщення: кафедра техніки і електрофізики високих напруг, корпус 1, поверх 1, аудиторія № 7-1.

Розміри приміщення: довжина 18,73 м, ширина 10,70 м, висота 3,8 м, корисна площа 189,8 м², об'єм 721,24 м³.

Розміри аудиторної частини: довжина 15,3 м, ширина 5 м, висота 3,8 м, площа 76,5 м², об'єм 290,7 м³.

Освітлення: 8 вікон розмірами 2 × 2,2 м² та загальне електричне: кількість ламп 114 потужністю 40 Вт, загальна потужність електричного освітлення 4560 Вт.

Опалення централізоване, згідно з нормативами.

Вентиляція віконна.

Мережа живлення: трифазна напруга 380/220 В, наявне заземлення всього електрообладнання.

Кількість посадочних місць 26.

Визначення опору заземлення та перевірка ізоляції виконано за протоколами проведення вимірювань відділу головного енергетика НТУУ «Київський політехнічний інститут» № 4 від 21.04.2016 р., № 5 від 21.04.2016 р.

Додається план розміщення обладнання.

ПЛАН ПРИМІЩЕННЯ ТА РОЗТАШУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

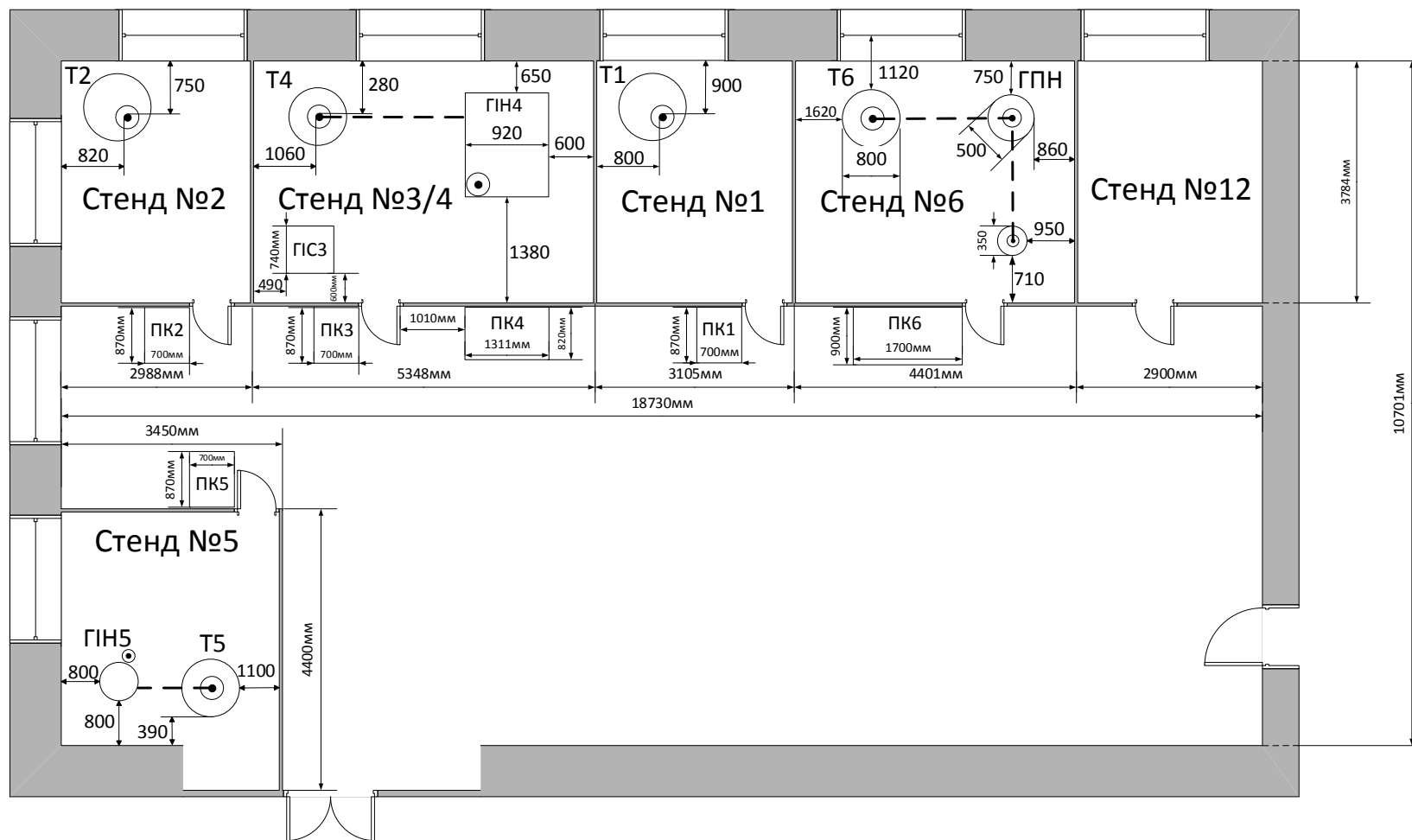


Рис. 2.1. План розміщення високовольтного обладнання у навчальному лабораторному залі № 7-1

4.1. ОПИС ПЛАНУ ПРИМІЩЕННЯ

1. Стенд № 1 містить випробувальний трансформатор Т1 типу ИОМ–100/25 з максимальною робочою напругою 68 кВ, потужністю 25 кВА та пульт керування ПК1, розміщення яких зображено на рис. 2.1.

2. Стенд № 2 містить випробувальний трансформатор Т2 типу ИОМ–100/25 з максимальною робочою напругою 60 кВ, потужністю 25 кВА та пульт керування ПК2, розміщення яких зображено на рис. 2.1.

3. Стенд № 3 містить генератор імпульсних струмів (ГІС) з максимальною робочою напругою 30 кВ та пульт керування ПК3, розміщення яких зображено на рис. 2.1.

4. Стенд № 4 містить випробувальний трансформатор Т4, генератор імпульсних напруг (ГІН4) з максимальною робочою напругою 120 кВ та пульт керування ПК4, розміщення яких зображено на рис. 2.1.

5. Стенд № 5 містить випробувальний трансформатор Т5, генератор імпульсних напруг (ГІН5) з максимальною робочою напругою 200 кВ та пульт керування ПК5, розміщення яких зображено на рис. 2.1.

6. Стенд № 6 містить випробувальний трансформатор Т6, генератор постійної напруги (ГПН) амплітудою до 70 кВ при максимальному струмі навантаження 0,1 А та пульт керування ПК6, розміщення яких зображено на рис. 2.1.

7. Стенд № 12, призначений для дослідження електричної міцності ізоляційних конструкцій на змінній та постійній напрузі (знаходиться на стадії розробки).

3. Перелік обладнання лабораторії техніки високих напруг

Додаток А1

ПАСПОРТ СТЕНДУ № 1

Призначення стану: визначення електричної міцності повітряних проміжків між електродами різної конфігурації.



Технічні параметри стенду: живлення стенду здійснюється від мережі змінної напруги 380/220В частотою 50 Гц. Джерелом високої напруги є випробувальний трансформатор типу ИОМ–100/25 з максимальною робочою напругою 68 кВ, потужністю 25 кВА.

3.1. Схема стенду

Стенд складається з двох частин, розмежованих сітчастою огорожею. На одній частині (низьковольтній – місці роботи оператора) розташований пульт керування ПК1, що дозволяє подавати, регулювати і вимірювати напругу, яка подається на випробувальний об'єкт. На другій (високовольтній) – джерело високої напруги та конструктивні елементи, що дозволяють встановлювати випробувальний об'єкт.

Електрична схема стенду № 1 наведена на рис. А1.1.

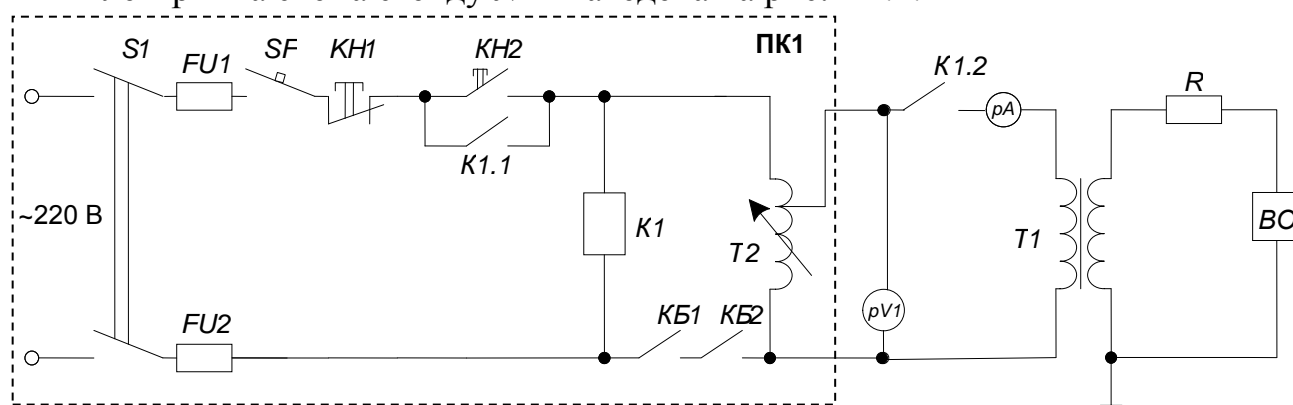


Рис. А1.1. Електрична схема стенду № 1

S1 – рубильник з видимим розривом; *FU1*, *FU2* – запобіжники; *SF* – автоматичний вимикач; *KH1* – кнопка «ОТКЛ»; *KH2* – кнопка «ВКЛ»; ПК1 – пульт керування стенду; *K1* – магнітний пускач; *T2* – регулятор напруги; *pV1* – вольтметр; *pA* – амперметр; *KB1* – блок-контакти дверей; *KB2* – блок-контакти штанги переносного заземлювача; *T1* – випробувальний трансформатор; *R* – рідинний обмежувальний опір; *BO* – випробувальний об'єкт

Джерелом високої напруги є випробувальний трансформатор *T1* типу ИОМ-100/25. Випробувальний трансформатор ИОМ не має спеціальної обмотки для вимірювання високої напруги, тому вказана напруга вимірюється за показаннями вольтметра *PV1* з урахуванням коефіцієнта трансформації трансформатора ИОМ, який дорівнює $100000/350=285,7$. Слід пам'ятати, що при вимірюваннях отримують діючі значення напруг. Для отримання амплітудних значень, які відповідають пробивним напругам, що визначаються в процесі експериментів, показання вольтметра *PV1* слід помножити на $\sqrt{2}$.

Плавне регулювання напруги випробувального трансформатора здійснюється регулятором *T2*.

Вмикання стенду виконується за допомогою рубильника *S1* з додатним для візуального спостереження розривом, автоматичного вимикача *SF* і кнопки *KH2*.

Резистор R призначений для обмеження струмових перевантажень трансформатора $T1$ у випадках виникнення електричних пробивів. Значення пробивної напруги вимірюються за допомогою вольтметра PVI .

3.2. Інструкція з експлуатації

Вихідне (початкове) положення:

3.2.1. Відключити джерело живлення автоматичним вимикачем SF переміщенням його перемикача в нижнє положення.

3.2.2. Вимкнути рубильник $S1$ з видимим розривом.

3.2.3. Рукоятку регулятора напруги $T2$ встановити в нульове положення.

3.2.4. Відкрити двері огороження та накласти заземлення переносним заземлювачем на високовольтний вивід трансформатора $T1$.

3.2.5. Підключити до виводів високої напруги випробувальний об'єкт.

3.2.6. Зняти переносний заземлювач з високовольтного виводу випробувального трансформатора та, виходячи з випробувального поля, встановити його на важелі блок-контакту блокування дверей, зачинити двері огороження.

Порядок роботи:

3.2.7. Включити автоматичний вимикач SF переміщенням його перемикача в верхнє положення.

3.2.8. Ввімкнути рубильник $S1$.

3.2.9. Ввімкнути високу напругу кнопкою $KH2$ "ВКЛ".

3.2.10. Обертанням рукоятки регулятора напруги $T2$ плавно підвищити напругу на об'єкті до виникнення пробиву, контролюючи напругу пробиву за показанням вольтметра PVI .

3.2.11. Відключити високу напругу кнопкою $KH1$ «ОТКЛ».

Порядок вимикання стенду:

3.2.12. Рукоятку регулятора напруги $T2$ встановити в нульове положення.

3.2.13. Вимкнути рубильник $S1$.

3.2.14. Виключити автоматичний вимикач SF переміщенням його перемикача в нижнє положення.

3.2.15. Відкрити двері огороження та накласти заземлення переносним заземлювачем на високовольтний вивід трансформатора $T1$.

3.3. Техніка безпеки при роботі на стенді

3.3.1. Роботу виконують згідно інструкції з охорони праці «Безпека праці при роботі в електроустановках кафедри техніки і електрофізики високих напруг», а також з використанням нормативних документів «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів», «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

3.3.2. Під час виконання робіт повинні виконуватись вимоги інструкцій по роботі з електровимірювальними приладами та апаратами.

3.3.3. До роботи допускають студентів лише після проведення інструктажів з техніки безпеки, загального та на робочому місці (під розпис).

3.3.4. Робота на високовольтному стенді виконується лише під наглядом викладача.

3.3.5. При роботі на стенді обов'язково використовувати електрозахисні засоби: діелектричні рукавички та діелектричний килим.

3.3.6. Всі операції на випробувальному полі виконують після накладання переносного заземлювача на високовольтний вивід трансформатора *T1*.

Увага!

1. Максимальна напруга при роботі на стенді не повинна перевищувати 68 кВ.

ПАСПОРТ СТЕНДУ № 2

Призначення стенду: дослідження електричної міцності ізоляційних конструкцій в неоднорідних електричних полях при дії на ізоляцію змінної напруги промислової частоти і розвитку розряду по поверхні твердого діелектрика; дослідження розподілення напруги по поверхні ізоляційних конструкцій, зокрема, гірлянди ізоляторів.



Технічні параметри стенду: живлення стенду здійснюється від мережі змінної напруги 380/220В частотою 50 Гц. Джерелом високої напруги є випробувальний трансформатор типу ИОМ–100/25 з максимальною робочою напругою 60 кВ, потужністю 25 кВА.

4.1. Схема стенду

Електрична схема стенду № 2 представлена на рис. А2.1. Джерелом високої напруги промислової частоти є випробувальний трансформатор Т1 типу ИОМ – 100/25 з максимальною робочою напругою 60 кВ, потужністю 25 кВА. Значення високої напруги цього трансформатора можна визначити як за допомогою показань вольтметра PV1 (враховуючи коефіцієнт трансформації 100000/200), так і вольтметра PV2 з коефіцієнтом трансформації 100000/100 (який приєднаний до вимірювальної обмотки випробувального трансформатора

на стороні високої напруги). Варто пам'ятати, що при вимірюваннях одержують діючі значення напруги.

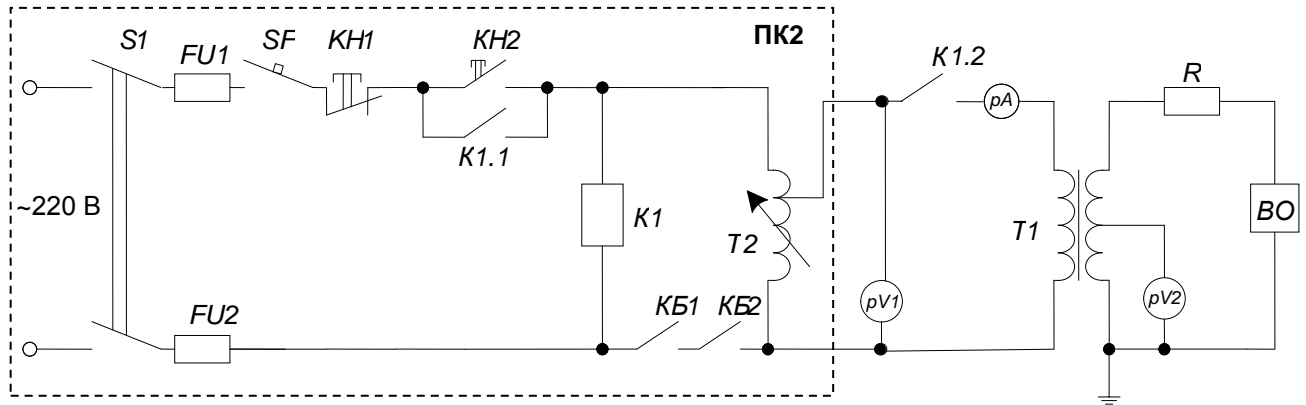


Рис. А2.1. Електрична схема стенду № 2

S1 – рубильник з видимим розривом; *FU1*, *FU2* – запобіжники; *SF* – автоматичний вимикач; *KH1* – кнопка «ОТКЛ»; *KH2* – кнопка «ВКЛ»; ПК2 – пульт керування стенду; *K1* – магнітний пускач; *T2* – регулятор напруги; *pV1* – вольтметр; *pA* – амперметр; *KB1* – блок-контакти дверей; *KB2* – блок-контакти блокування штанги ручного переносного заземлювача; *T1* – випробувальний трансформатор; *pV2* – вольтметр; *R* – рідинний обмежувальний опір; *BO* – випробовуваний об'єкт

Високовольтний резистор *R* призначений для обмеження струму розряду, що необхідно для захисту трансформатора від перевантажень.

Плавне регулювання напруги трансформатора *T1* здійснюється регулятором напруги *T2*.

Вмикання стенду здійснюється за допомогою автоматичного вимикача *SF*, рубильника видимого розриву *S1* та нормально розімкнених контактів кнопки *KH2* «ВКЛ» за умови замкнених контактів блокування дверей *KB1*, що ведуть на поле випробувального стенду та контактів *KB2* блокування штанги ручного переносного заземлювача. При включенні контактів кнопки *KH2* через котушку *K1* магнітного пускача протікає струм і його контакти *K1.1* та *K1.2* замикаються. При цьому регулюючий трансформатор *T1* одержує живлення завдяки замкненню контакту *K1.2*, а контакт *KH2* стає на самоблокування, тобто, кнопка може бути розімкнена при збереженні живлення котушки *K1*. Вимикання живлення котушки *K1*, а відповідно, контакту *K1.1* відбувається при розмиканні нормально замкнених контактів кнопки *KH1* «ОТКЛ», або контактів *KB1* та *KB2*.

Підвищення вихідної напруги *T2* здійснюється його регулятором.

Штатне вимкнення високовольтного живлення стенду здійснюється кнопкою *KH1* «ОТКЛ» при незначній потужності розряду, або автоматично вимикачем *SF* при її збільшенні.

4.2. Інструкція з експлуатації

Вихідне (початкове) положення:

4.2.1. Відключити джерело живлення автоматичним вимикачем *SF* переміщенням його перемикача в нижнє положення.

- 4.2.2. Вимкнути рубильник *SI* з видимим розривом.
- 4.2.3. Рукоятку регулятора напруги *T2* встановити в нульове положення.
- 4.2.4. Відкрити двері огороження та накласти заземлення переносним заземлювачем на високовольтний вивід трансформатора *T1*.
- 4.2.5. Підключити до виводів високої напруги досліджуваний об'єкт.
- 4.2.6. Зняти переносний заземлювач з високовольтного виводу випробувального трансформатора та, виходячи з випробувального поля, встановити його на важелі блок-контакту блокування дверей, зачинити двері огороження.

Порядок роботи:

- 4.2.7. Включити автоматичний вимикач *SF* переміщенням його перемикача в верхнє положення.
- 4.2.8. Ввимкнути рубильник *SI*.
- 4.2.9. Ввимкнути високу напругу кнопкою *KH2* "ВКЛ".
- 4.2.10. Обертанням рукоятки регулятора напруги *T2* плавно підвищити напругу на об'єкті до виникнення пробою, контролюючи напругу пробую за показанням вольтметра *PV1*.
- 4.2.11. Відключити високу напругу кнопкою *KH1* «ОТКЛ».

Порядок вимикання стенду:

- 4.2.12. Рукоятку регулятора напруги *T2* встановити в нульове положення.
- 4.2.13. Вимкнути рубильник *SI*.
- 4.2.14. Виключити автоматичний вимикач *SF* переміщенням його перемикача в нижнє положення.
- 4.2.15. Відкрити двері огороження та накласти заземлення переносним заземлювачем на високовольтний вивід трансформатора *T1*.

4.3. Техніка безпеки при роботі на стенді

4.3.1. Роботу виконують згідно інструкції з охорони праці «Безпека праці при роботі в електроустановках кафедри техніки і електрофізики високих напруг», а також з використанням нормативних документів «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів», «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

4.3.2. Під час виконання робіт повинні виконуватись вимоги інструкцій по роботі з електровимірювальними приладами та апаратами.

4.3.3. До роботи допускають студентів лише після проведення інструктажів з техніки безпеки, загального та на робочому місці (під розпис).

4.3.4. Робота на високовольтному стенді виконується лише під наглядом викладача.

4.3.5. При роботі на стенді обов'язково використовувати електрозахисні засоби: діелектричні рукавички та діелектричний килим.

4.3.6. Всі операції на випробувальному полі виконують після накладання переносного заземлювача на високовольтний вивід трансформатора *T1*.

Увага!

1. Максимальна напруга при роботі на стенді не повинна перевищувати 60 кВ.

ПАСПОРТ СТЕНДУ № 3

Призначення стенду: дослідження високовольтного ємнісного генератора імпульсних струмів (ГІС).



Технічні параметри стенду: живлення стенду здійснюється від мережі змінної напруги 380/220В частотою 50 Гц, зарядна напруга постійного струму до 30 кВ, імпульсний струм до 20 кА.

1. Схема стенду

Електрична схема стенду наведена на рис. АЗ.1.

Схема складається з трьох основних блоків: власне з генератора імпульсних струмів, який зібрано на 4 паралельно з'єднаних конденсаторах ІК-50-3 загальною ємністю C , яка дорівнює 12 мкФ при максимальній напрузі 30 кВ, генератора підпалювання ГП та генератора синхронізуючих імпульсів ГСІ.

У момент, що передує спрацюванню іскрового проміжку (ІП) ГІС, схема знаходиться в наступному стані: конденсатор C генератора, заряджений через вентиль VD1, високовольтний тиратрон Л4 типу ТГІ-400/І6, який замкнений нульовим потенціалом на сітці (властивість тиратронів з водневим наповненням), конденсатор C_6 заряджений через вентиль VD2.

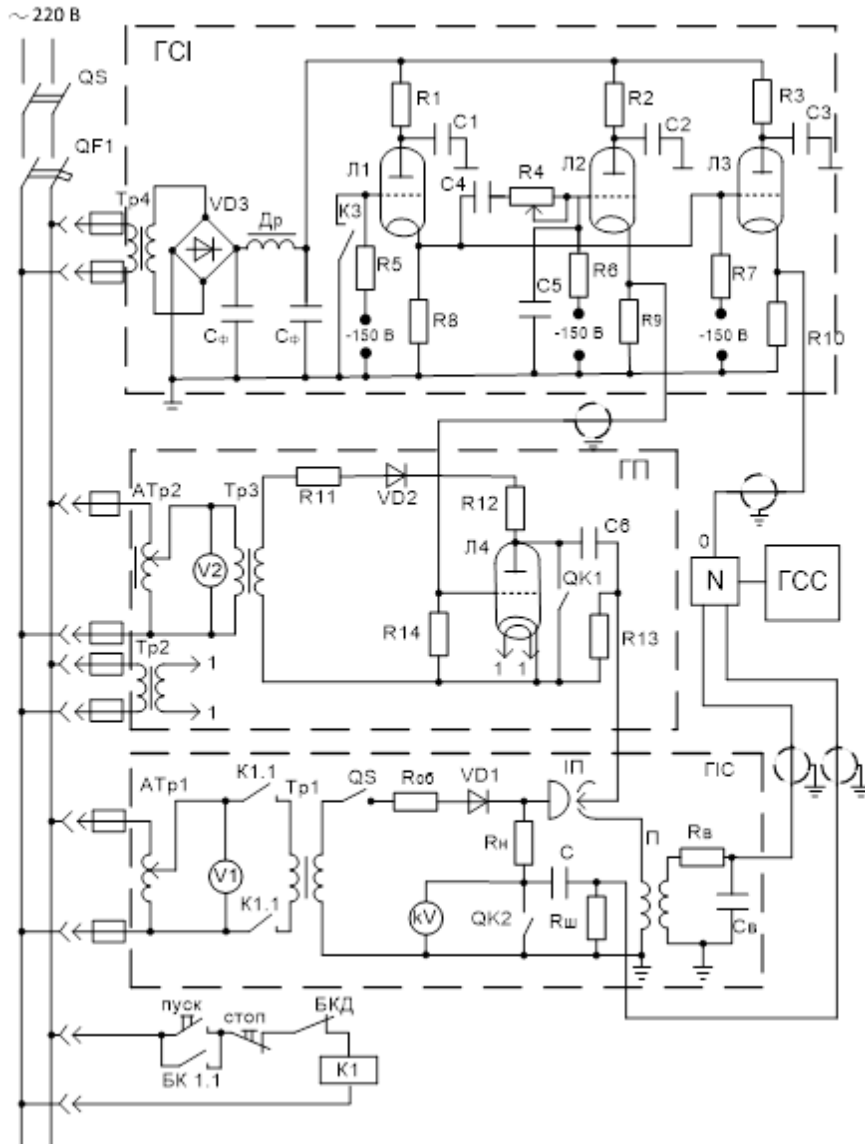


Рис. А3.1. Електрична схема стенду № 3

У схемі ГСІ тиратрони Л1...Л3 замкнені напругою зміщення – 150 В, конденсатори С1...С5 – заряджені.

Спрацьовування схеми відбувається при замиканні контактів кнопки «Пуск» (К3). При цьому сітка тиратрона Л1 набуває нульового потенціалу і тиратрон Л1 відмикається. Конденсатор С1 розряджається на резистор R8. Позитивний імпульс напруги з R8 подається на сітку тиратрона Л3 і відмикає його. Сигнал з резистора R10, що виникає в результаті розряду С8, вмикає промінь і блок розгортки осцилографа.

З деяким запізненням на час, необхідний для перезарядки конденсатора С5, на сітку тиратрона Л2 надходить позитивний імпульс. Конденсатор С2 розряджається через тиратрон Л2 на резистор R9. Сигнал з резистора R9 відмикає високовольтний тиратрон Л4 генератора підпалювання.

В результаті розряду конденсатора С6 ємністю 0,5 мкф та номінальною напругою 10 кВ на голку тригатрона поступає від'ємний імпульс.

Пробивається проміжок між голкою і правою напівсферою. Спрацьовує П. Час затримки спрацьовування П щодо осцилографа регулюється резистором R4.

Пробій ІІІ призводить до розряду конденсатора С ГІС на послідовно включені опір навантаження R_n , опір вимірювального шунта $R_{ш}$ та первинну обмотку поясу Роговського П.

Струм розрядного контуру ГІС реєструється осцилографом N, на вертикальні відхиляючі пластини якого поступають сигнали від шунта і інтегруючого кола поясу Роговського.

Зовнішній вигляд пульта керування ГІС згідно рис. А3.1 приведено на рис. А3.2.



Рис. А3.2. Зовнішній вигляд пульта керування ГІС згідно рис. 5.1

1 – сигнальна лампа «Мережа»; 2 – ручка регулятора напруги; 3 – перемикач ступеню захисту високовольтного трансформатора; 4 – тумблер включення ГІС; 5 – сигнальна лампа «ГІС включено»; 6, 7 – регулятори каналів затримки пускових імпульсів ГІС; 8 – тумблер включення живлення ГП; 9 – сигнальна лампа «підготовка ГП»; 10 – сигнальна лампа готовності тиратрону; 11 – тумблер включення живлення аноду тиратрону; 12 – кнопка підключення високовольтного трансформатора; 13 – кнопка включення високої напруги живлення; 14 – сигнальна лампа «Керована напруга»; 15 - кнопка «Аварійний стоп»; 16 – амперметр у колі живлення; 17 – кнопка відключення високовольтного трансформатора; 18 – кнопка «Пуск»; 19 – пультівий кіловольтметр; 20 – вольтметр первинного живлення; 21 – сигнальна лампа «Індикація захисту»; 22 - кнопка відключення високої напруги живлення; 23 – сигнальна лампа заземлюючого пристрою; 24 – сигнальна лампа високовольтного роз'єднувача; 25 – кнопка підключення ємнісної батареї С ГІС; 26 – кнопка відключення ємнісної батареї С ГІС; 27 – запобіжники

2. Інструкція з експлуатації

Вихідне (початкове) положення:

2.1. Переконавшись, що рубильник видимого розриву QS та автоматичний вимикач QF1 (рис. А3.1) вимкнені.

2.2. Відчинити двері випробувального поля, зняти переносний заземлювач з важелю блок-контакту дверей, провести почергове заземлення всіх елементів ГІС, які могли б зберігати залишковий заряд, заземлити батарею С конденсаторів ГІС. Накласти переносний заземлювач на конденсатор С ГІС.

2.3. Під наглядом викладача зібрати схему експерименту (рис. А3.1).

2.4. Зняти переносний заземлювач з батареї конденсаторів С ГІС та розмістити переносний заземлювач на важелі блок-контакту дверей.

2.5. Впевнившись в тім, що на випробувальному полі стенду немає людей, зачинити ззовні двері випробувального поля.

Порядок роботи:

2.6. Увімкнути рубильник QS випробувального стенду над пультом керування. При цьому засвічується сигнальне табло стенду «Стій! Висока напруга».

2.7. Включити автоматичні вимикачі А1 (при цьому спрацьовує сигнальна лампа 1) та А2, які розташовані у нижній частині пульту керування.

2.8. Вивести регулятор напруги 2 у нульове значення (крайне ліве положення).

2.9. Встановити перемикач рівня захисту високовольтного трансформатора 3 у положення, яке визначає викладач.

2.10. Включити заземлюючий пристрій за допомогою кнопки 25. При цьому спрацьовують автоматичні вимикачі QK1 та QK2 (рис. А3.1), які розземлюють батарею конденсаторів ГІС та високовольтний накопичувальний конденсатор С6 ГП згідно рис. А3.2.

2.11. Включити ГСІ за допомогою тумблера 4. При цьому запалюється сигнальна лампа 5.

5.2.12. Регуляторами 6 та 7 затримки імпульсів каналів керування ГСІ виставити попередні значення затримок сигналів ГП та осцилографа. За допомогою осцилографа визначити часові проміжки між вихідними імпульсами ГСІ в залежності від положення регуляторів затримки сигналів.

5.2.13. Включити тумблер 8 ГП. При цьому повинна загорітися сигнальна лампа 9. На протязі п'яти хвилин відбувається розжарення катода високовольтного тиратрона Л4. Після закінчення процесу спрацьовує реле часу та запалюється сигнальна лампа 10.

2.14. Включити тумблер 11 ГП.

2.15. За допомогою кнопки 12 підключити високовольтний трансформатор Тр1

2.16. За допомогою кнопки 13 включити регулятор живлення високовольтного трансформатора Тр1. При цьому запалюється сигнальна лампа 14.

2.17. При виникненні будь-яких непередбачуваних ситуацій негайно відключити високу напругу за допомогою кнопки 15 «Аварійний стоп».

2.18. За допомогою рукоятки 2 регулятора підняти напругу, спостерігаючи за її рівнем за допомогою кіловольтметрів kV типу С-96 або С-100, які знаходяться на випробувальному полі.

2.19. За допомогою амперметра 16 контролювати зарядний струм, який не повинен перевищувати 2 А.

Порядок вимкнення стенду:

2.20. При досягненні необхідного рівня високої напруги відключити трансформатор Тр1 за допомогою кнопки 17 «Технологічний режим».

2.21. Включити ГІС на спрацювання за допомогою кнопки 18 «Пуск».

2.22. Після спрацювання ГІС за допомогою кнопки 22 відключити високу напругу.

2.23. Вивести регулятор напруги 2 в нульове положення, контролюючи процес за допомогою вольтметрів 19 та 20.

2.24. Відключити анод ГП за допомогою тумблера 11.

2.25. За допомогою тумблера 8 вимкнути накаливання катоду тиратрону Л4.

2.26. Відключити ГСІ за допомогою тумблера 4.

2.27. Відключити автоматичні вимикачі А1 та А2.

2.28. Вимкнути рубильник QS стенду.

2.29. Відкрити двері випробувального поля, зняти переносний заземлювач з важеля блок-контакту дверей, провести почергове заземлення всіх елементів ГІС та заземлити батарею конденсаторів ГІС.

3. Техніка безпеки при роботі на стенді

3.1. Роботу виконують згідно інструкції з охорони праці «Безпека праці при роботі в електроустановках кафедри техніки і електрофізики високих напруг», а також з використанням нормативних документів «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів», «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

3.2. Під час виконання робіт повинні виконуватись вимоги інструкцій по роботі з електровимірювальними приладами та апаратами.

3.3. До роботи допускають студентів лише після проведення інструктажів з техніки безпеки, загального та на робочому місці (під розпис).

3.4. Робота на високовольтному стенді дозволяється лише під наглядом викладача.

3.5. При роботі на стенді обов'язково використовувати електрозахисні засоби: діелектричні рукавички та діелектричний килим.

3.6. Доступ на випробувальне поле високовольтного стенду до початку роботи та у процесі її виконання дозволяється тільки після відключення рубильника видимого розриву стенду QS (згідно рис. 5.1), автоматичного вимикача А1 QF1 та заземлення елементів схеми ГІС за допомогою переносного заземлювача і його остаточного накладення на вихід ГІС.

Увага!

1. Максимальна напруга при роботі на стенді не повинна перевищувати 30 кВ.

6. ПАСПОРТ СТЕНДУ № 4

Призначення стенду: дослідження електричної міцності повітря та зовнішньої ізоляції високовольтного обладнання імпульсною напругою.



Технічні параметри стенду: живлення стенду здійснюється від мережі змінної напруги 380/220В частотою 50 Гц при використанні роздільного трансформатора з коефіцієнтом трансформації 1:1. Максимальна робоча напруга ГІН складає 120 кВ.

1. Схема стенду

Стенд створений на основі ГІН виробництва фірми TUR (Німеччина), схему якого приведено на рис. А4.1.

Стенд зібрано на основі чотириступінчастого ГІН, генератора синхронізуючих імпульсів (ГСІ), генератора підпалювання (ГП), імпульсного осцилографа (N) та генератора зрізу імпульсу (ГЗ). Номінальна напруга ГІН складає 400 кВ. При цьому ємність кожного ступеня дорівнює 0,35 мкФ при номінальній напрузі 100 кВ.

Розрядні та фронтові опори розподілені по ступенях ГП рівномірно. Три праві зарядні опори R_0 не впливають на форму імпульсу, оскільки кожний з цих опорів є значно більшими за суму опорів ($R_p + R_d$).

Живлення ГП здійснюється від трьохфазної мережі 380/220 В при використанні роздільного трансформатора Т1 з коефіцієнтом трансформації 1:1, який призначений для захисту схеми від ймовірних імпульсів, які можуть надходити з мережі та для захисту живлячої мережі від можливих перенапруг, пов'язаних з роботою ГП.

Опори R_2 та R_3 та розрядник FV_3 обмежують імпульсну напругу, яка надходить на ГП при спрацюванні ГП.

В разі необхідності замість перемички у затискачі X1 підключається фронтна індуктивність L_ϕ ; індуктивність випробувального об'єкту може бути приєднана між затискачами X_3 .

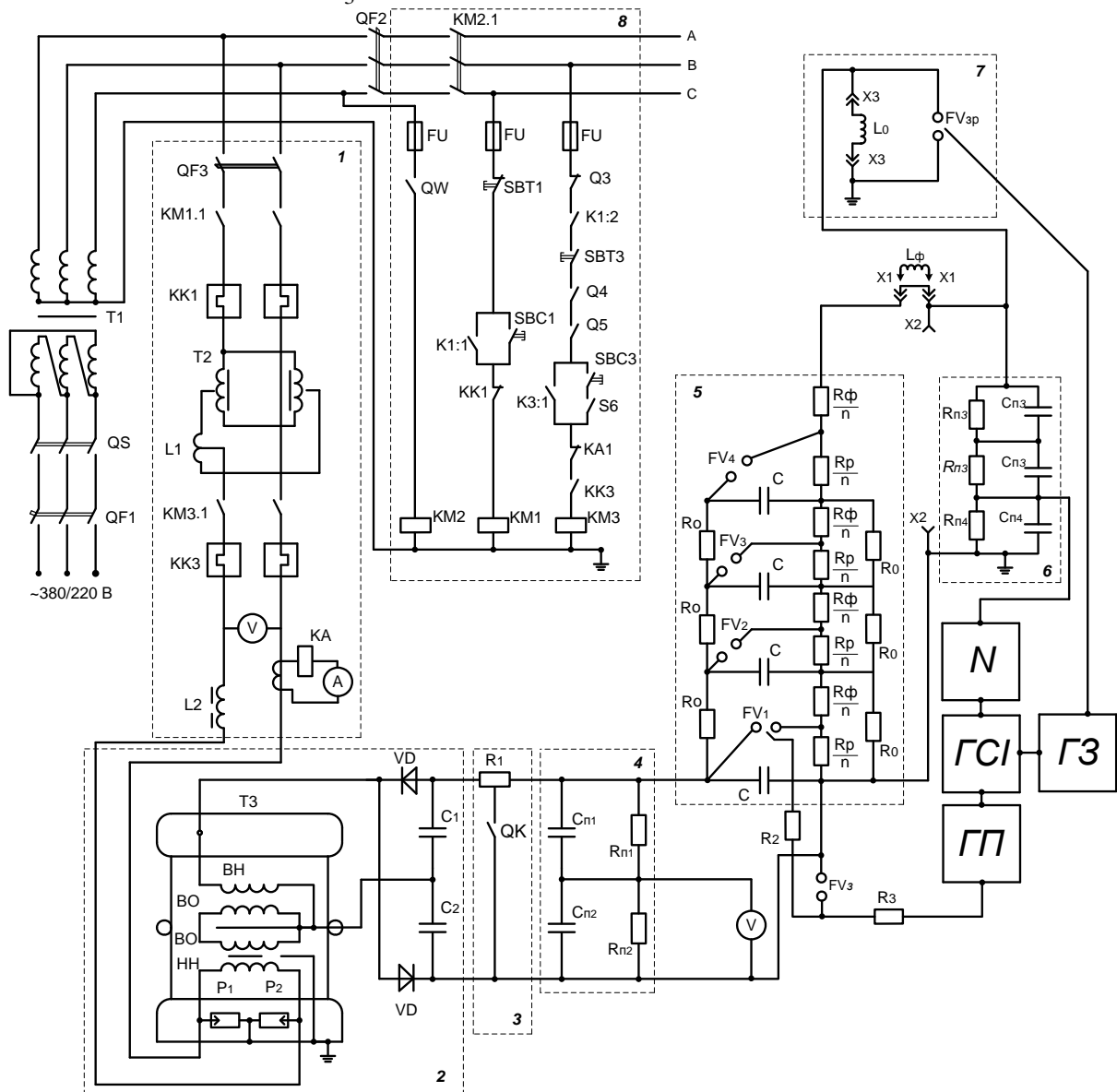


Рис. А4.1. Електрична схема стенду № 4

1 – блок регулювання живлячої напруги; 2 – блок зарядної напруги ГП; 3 – автоматичний короткозамикач (розрядний вимикач); 4 – подільник зарядної напруги ГП; 5 – генератор імпульсних напруг; 6 – подільник імпульсної напруги; 7 – блок градування та зрізу; 8 – блок керування ГП; 9 - QS – рубильник ви-

димого розриву живлення стенду; 10 – QF1 - автоматичний вимикач живлення стенду; 11 – роздільний трансформатор Т1; ГСІ – генератор синхронізуючих імпульсів; ГП – генератор підпалювання ГІН; ГЗ - генератор зрізу імпульсів; Н – імпульсний осцилограф

Схему генератора синхронізуючих імпульсів, який призначено для забезпечення програмованого режиму спрацювання та діагностики ГІН включно зі схемою генератора підпалювання, приведено на рис. А4.2.

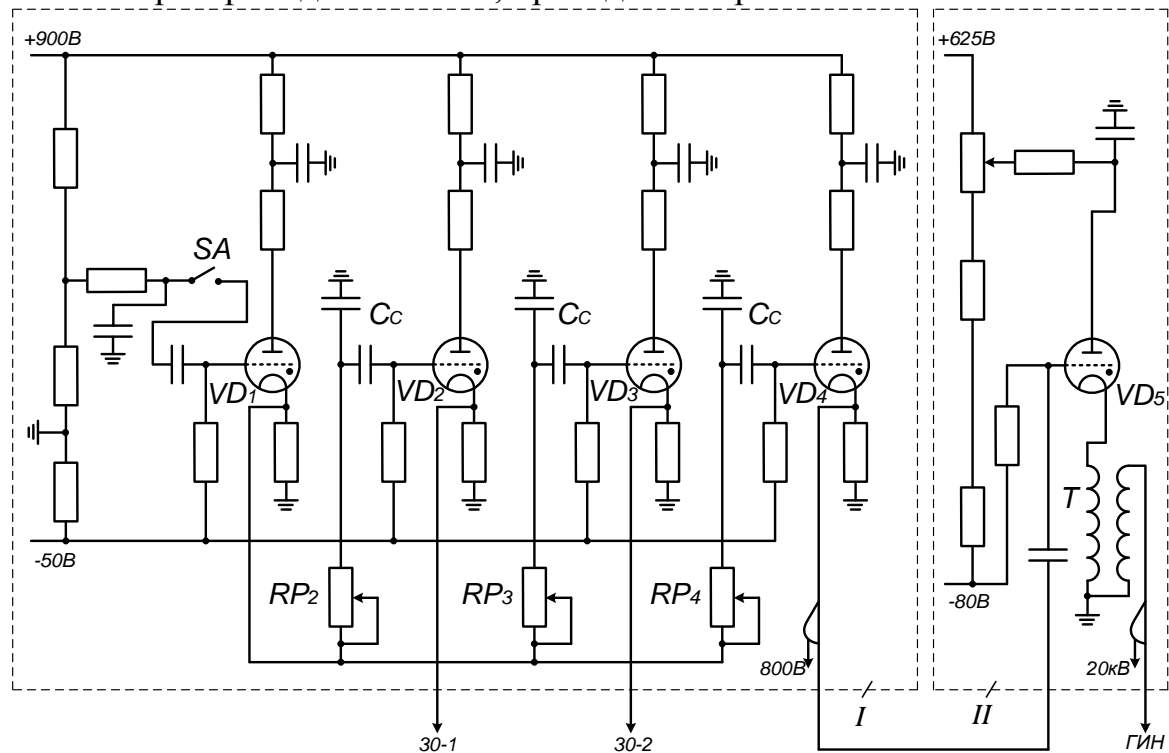


Рис. А4.2. Схема генератора синхронізуючих імпульсів та діагностики ГІН включно зі схемою генератора підпалювання

I – низьковольтний ступінь (ГСІ); II – високовольтний ступінь (ГП); VD₁ – VD₅ – тиратрони; C_с – ємність кола сітки; Т – підвищувальний трансформатор; RP₂ – RP₄ – потенціометри

При замиканні кнопки SA ГСІ спрацьовує та відкривається тиратрон VD₁. Це призводить до подачі позитивного імпульсу у точку А, яка з'єднана через резистори r₂ – r₄ та змінні опори r₂' – r₄' з сітками тиратронів VD₂ – VD₄, які відкриваються та подають пускові імпульси з амплітудою близькою 800 В на запуск осцилографа, а також на підпалювання ГП. Моменти подачі кожного імпульсу регулюються зміною опорів r₂' – r₄', через які керуючий імпульс надходить на сітки відповідних тиратронів.

ГП спрацьовує при подачі пускового імпульсу від ГСІ, який відпирає тиратрон VD₅, розряд якого через первинну обмотку підвищувального трансформатора Т утворює у його вторинній обмотці імпульс з амплітудою близько 20 кВ. Імпульс подається через сумарний опір (R₂ та R₃ згідно рис. А4.1) у декілька десятків кОм, який розрахований на напругу одного ступеня ГІН, на електрод підпалювання першого іскрового проміжку ГІН.

При цьому слід визначити, що опори R_2 та R_3 та розрядник FV_3 (рис. А4.1) обмежують імпульсну напругу, яка надходить на ГП при спрацюванні ГІН.

Схему генератора зрізу імпульсів ГІН типу SESF – 0,2/24 приведено на рис. А4.3.

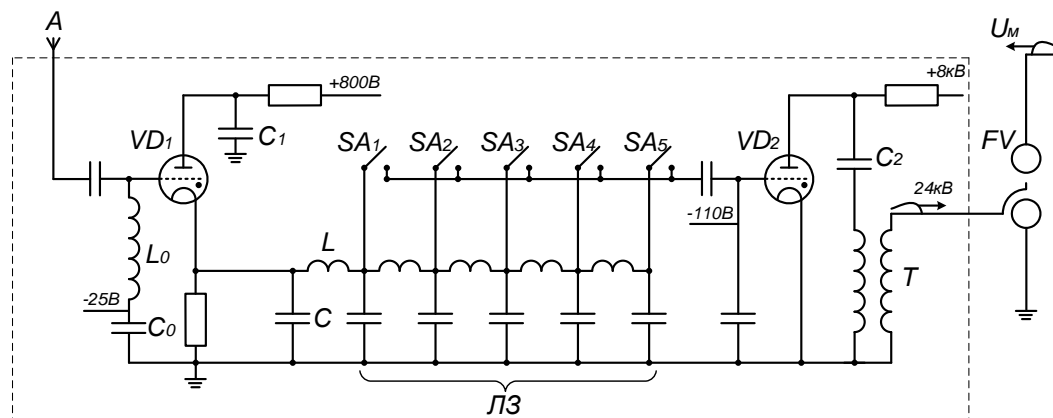


Рис. А4.3. Схема генератора зрізу імпульсів ГІН типу SESF – 0,2/24
 А – висувна антена; VD_1 , VD_2 – тиратрони; ЛЗ – лінія затримки; Т – підвищувальний трансформатор; FV – керований кульовий розрядник, $SA_1 \dots SA_5$ – кнопкові замикачі

При спрацюванні ГІН на телескопічній антені А наводиться коливальна напруга, яка призводить до відпирання тиратрону VD_1 та подачі позитивного імпульсу на лінію затримки ЛЗ.

При зміні кількості комірок LC-кола змінюється час спрацювання тиратрона VD_2 , на сітку якого надходить відкриваючий імпульс з ЛЗ. Імпульсна розрядна напруга конденсатора C_2 через тиратрон VD_2 підвищується трансформатором Т до 24 кВ та надходить до електроду підпалювання керованого проміжку FV. Передрозрядний час може бути встановленим у межах 1,4 – 2,0 – 3,0 – 5,0 мкс з точністю $\pm 0,2$ мкс. Розкид передрозрядного часу складає $\pm 0,1$ мкс.

Блок регульованої живлячої напруги 1 (рис. А4.1) містить автоматичний вимикач QF3 та регульовальний трансформатор Т2 з моторним приводом. Привід регулятора напруги Т2 забезпечує переміщення струмоз'ємних контактів за допомогою асинхронного двигуна М з конденсаторним двофазним пуском.

Індуктивність L_1 , яку підключено до рухомих контактів регульовального трансформатора, призначена для забезпечення рівномірного розподілу струму між обмотками цього трансформатора; дросель L_2 слугує для захисту від перенапруг у живлячому колі та зворотних перенапруг трансформатора Т3.

Блок регульованої живлячої напруги 1 містить також реле КА з трансформатором струму ТА, які забезпечують максимальний струмовий захист живлячої мережі; контакти теплового захисту КК1 та КК2; контакти КМ1.1 контактора КМ1 та КМ3.1 контактора КМ3 блоку керування ГІН, вимірювальні прилади.

У подальшому викладенні приведено опис деяких блоків, які використовуються додатково у схемі рис. А4.1 та приєднані до її мережі живлення.

Схема керування приводом регульовального трансформатора наведена на рис. А4.4.

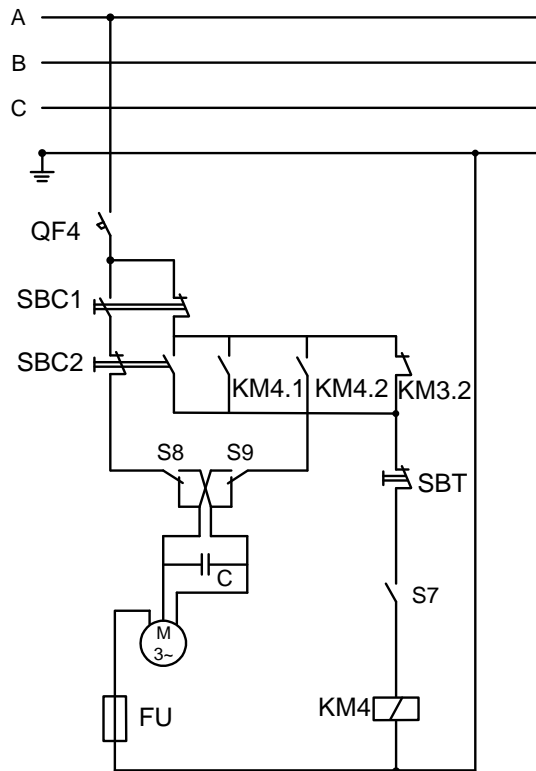


Рис. А4.4. Схема приводу регулятора напруги

Напрямок обертання двигуна М залежить від того, до якої з його фаз підключено напругу фази А мережі.

Висхідний стан схеми при включеному контакторі КМ3 (рис. А4.1) є наступним:

- блок-контакт КМ3.2 розімкнений;
- кінцевий вимикач регулювального трансформатора S7 розімкнено;
- автоматичний вимикач QF4 включено. При цьому напруга на виході регулювального трансформатора Т2 дорівнює нулю.

Напруга на виході Т2 збільшується при натисканні на кнопку SBC1. При цьому двигун починає переміщувати рухомі контакти регулювального трансформатора та замикається контакт S7. Для зниження напруги слід натиснути на кнопку SBC2. При цьому спрацьовує контактор КМ4. Блок – контакти КМ4.1 блокують кнопку SBC2, блок-контакти КМ4.2 забезпечують реверс двигуна. Напруга зменшиться до нуля, якщо не натиснути кнопку SBT. Якщо відпустити кнопку SBT та знов замкнути контакти SBC1, напруга знов почне зростати. Коли движки регулювального трансформатора Т2 досягнуть верхнього положення (що буде відповідати максимальній напрузі на виході регулювального трансформатора), спрацюють кінцеві вимикачі S8, S9 і напруга знизиться, а контакти S8, S9 займуть положення, яке відповідає рис. 6.4. Якщо у процесі роботи сталося відключення контактора КМ3 (рис. 6.1), то його блок – контакти замкнуть коло контактора КМ4 і напруга на виході регулювального трансформатора знизиться до нуля. Запобіжник FU та автомат QF4 захищають двигун від короткого замикання.

Блок високовольтного живлення 2 (рис. А4.1) ГІН являє собою двотактну схему подвоєння (Латура) з заземленим полюсом випрямленої напруги на осно-

ві високовольтного трансформатора ТЗ, випрямлячів VD та конденсаторів С1 та С2 (рис. А4.5).

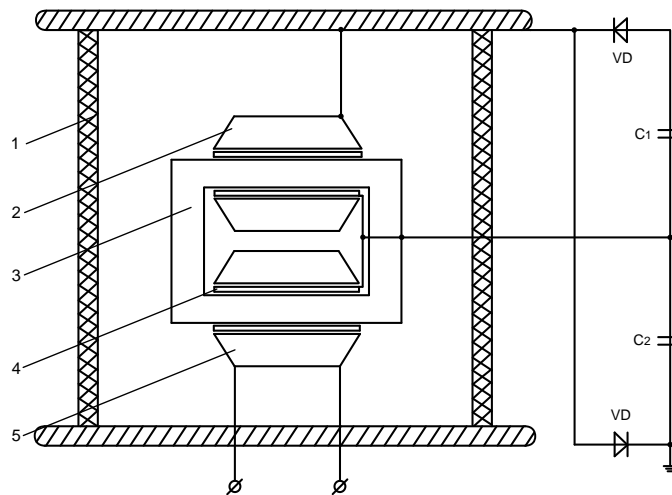


Рис. А4.5. Блок високовольтного живлення ГН

1 – ізоляційний кожух; 2 – обмотка високої напруги;
3 – магнітопровід; 4 – обмотки вирівнювання; 5 – обмотка низької напруги

Випробувальний трансформатор ТЗ виконаний у ізоляційному кожусі (1). Обмотки високої (2) та низької (5) напруг знаходяться на різних осердях.

Для підсилення електромагнітного зв'язку між обмотками та зниження індуктивності розсіювання введено обмотки вирівнювання (4). Магнітопровід ізольовано від днища кожуху; він знаходиться під постійним потенціалом U_{\max} . Під тим же потенціалом працюють обмотки вирівнювання.

У разі, якщо магнітопровід такого трансформатора був би заземленим, то ізоляцію одного з країв обмотки високої напруги відносно магнітопроводу необхідно було б розраховувати на напругу $2U_{\max}$. (U_{\max} - амплітудне значення напруги високовольтної обмотки).

Обмотки високої та низької напруг виконуються ізольованими від магнітопроводу на напругу U_{\max} , а ізоляція між ними, яка розрахована на напругу $2U_{\max}$, забезпечується за допомогою бар'єру з електрокартону.

Схема керування автоматичним короткозамикачем (розрядним вимикачем) QK (блок 3 за рис. А4.1), який призначено для розрядки конденсаторної батареї ГН та конденсаторів С1, С2 схеми подвоєння напруги, приведена на рис. А4.5.

Короткозамикач автоматично спрацьовує при відключенні контактора КМЗ (рис. А4.1.) з пульту керування, або при втраті його живлення з інших причин (наприклад, відключення живлячої електромережі). При цьому розмикається контакт КМЗ.3 згідно рис. А4.5.

Ніж короткозамикача переміщується за допомогою електродвигуна М постійного струму з послідовним збудженням. Енергія на розходження контактів QK надходить від мережі змінного струму через випрямляч, а енергія на замикання контактів накопичується у конденсаторній батареї С₁, яка включена у схему приводу короткозамикача.

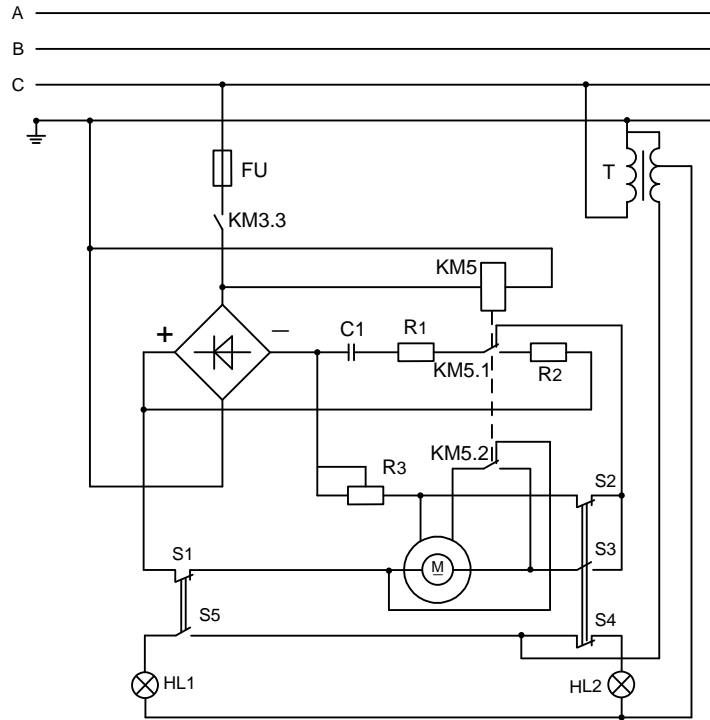


Рис. А4.6. Схема приводу короткозамикача

У процесі підготовки ГІН до роботи після включення контактора КМ3 його блок-контакти КМ3.3 підключають контактор КМ5 та подають напругу на випрямляч VD. Контакти КМ5.1 замикають коло заряду конденсаторної батареї С1 через резистори R1 та R2, а контакти КМ5.2 підключають двигун М, який забезпечує розходження контактів короткозамикача QK у схемі згідно рис. 6.1. При цьому забезпечується коло струму двигуна: плюс випрямляча – контакти кінцевого вимикача приводу S1 – обмотка якоря двигуна – контакти КМ5.2 – збуджувальна обмотка двигуна – резистор R3 – мінус випрямляча. Відключення контактів короткозамикача супроводжується переключенням контактів кінцевих вимикачів S1 – S5. Контакт S1 розмикає коло живлення двигуна, а контакт S5 підключає сигнальну лампу HL1 «Стій! Висока напруга» біля дверей, які ведуть на випробувальне поле.

При відключенні контактора К3 або втраті напруги у мережі живлення контакти КМ5.1 та КМ5.2 повертаються у положення, яке наведено на рис. А4.6.

При цьому утворюється коло живлення двигуна: плюс конденсаторної батареї – резистор R1 – контакти S3 – обмотка якоря двигуна – контакти КМ5.2 – обмотка послідовного збудження двигуна – резистор R3 – мінус конденсаторної батареї. Змінюються напрям струму у обмотці якоря двигуна (струм у обмотці послідовного збудження не змінює напрямку) та напрям обертання двигуна, включаються контакти короткозамикача, переключаються контакти кінцевих вимикачів S1 – S5, контакти S3 розмикають коло живлення двигуна, контакти S5 знеструмлюють сигнальну лампу HL1, а контакти S4 підключають лампу HL2.

Для вимірювання зарядної напруги ступенів ГІН (рис. А4.1) використовується омично-ємнісний подільник напруги (4), який складається з високовольтного ($C_{п1}, R_{п1}$) та низьковольтного вимірювального ($C_{п2}, R_{п2}$) плечей. Вольтметр V, який приєднаний до вимірювального плеча, знаходиться у пульті керування.

Регулювання вихідної напруги ГІН здійснюється зміною відстані між шарами розрядників FV1 – FV4 ГІН за допомогою асинхронного короткозамкненого двигуна М, обертання ротора якого перетворюється механічним редуктором у переміщення ізоляційної штанги з закріпленими на ній кулями розрядників. Схему керування відстані між кулями розрядників приведено на рис. А4.7. На пульт керування відстань між кулями передається за допомогою сельсинної пари М - М. Кнопки комутації реверсного магнітного пускача «Відстань між кулями збільшити, зменшити» винесені на пульт керування.

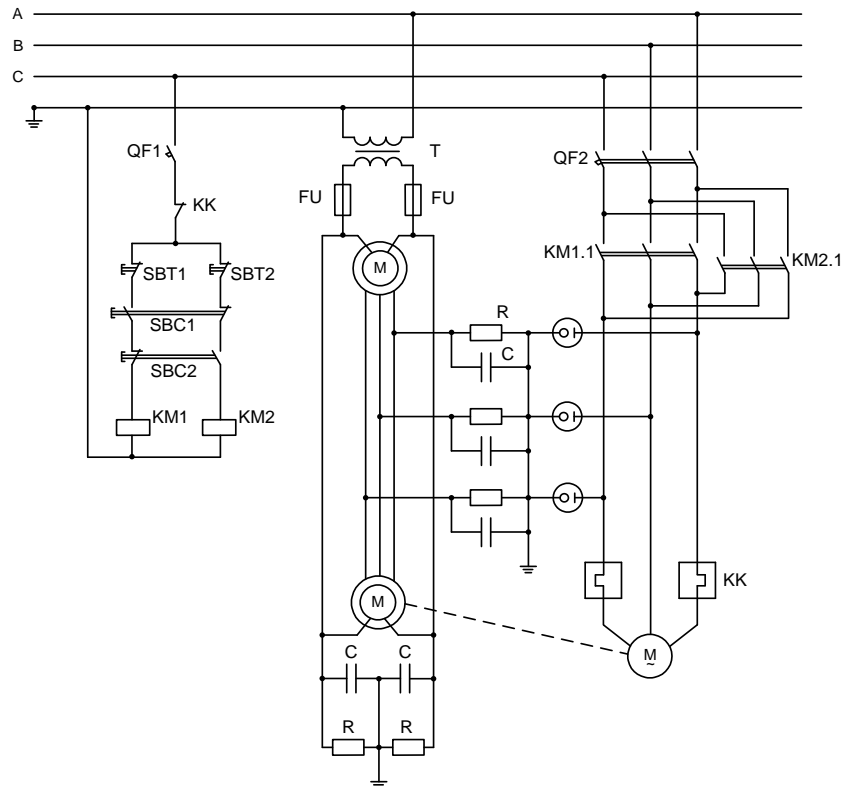


Рис. А4.7. Схема керування відстані між кулями розрядників ГІН

Кнопки керування SBC1 «Збільшити відстань» та SBC2 «Зменшити відстань» не шунтуються блок – контактами, тобто, ротор двигуна обертається, доки натиснуто одну з цих кнопок. У колах сельсинної передачі встановлено RC – фільтри та розрядники FV1 – FV3, які забезпечують стійкість її роботи в умовах впливу сильних електромагнітних полів

Вимірювання імпульсної напруги (згідно рис. А4.1) здійснюється за допомогою омично-ємнісного подільника напруги (6) з високовольним та вимірювальним плечима ($R_{п3}C_{п3}$), ($R_{п4} C_{п4}$) відповідно. Ємність цього подільника може бути використана в якості ємності випробувального об'єкту.

Градування подільника за допомогою блока (7) згідно рис. А4.1 проводиться кульовим розрядником FV_{зр}. Напруга з вимірювального плеча подільника імпульсної напруги (6) надходить до високовольного імпульсного осцилографа N.

Керування режимами стенду здійснюється зі спеціального пульта. Розташування органів керування на пульті приведено на рис. А4.8.

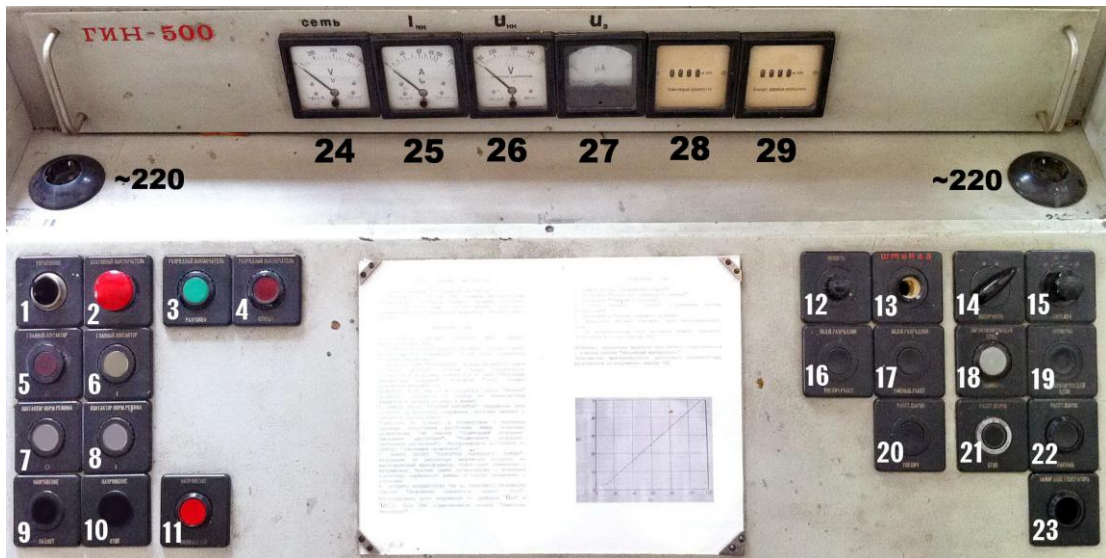


Рис. А4.8. Пульта керування ГІН

1 – включення керування; 2 – аварійний вимикач; 3 – розрядний вимикач «відключити»; 4 – розрядний вимикач «включити»; 5 – головний контактор «відключити»; 6 – головний контактор «включити»; 7 – контактор нормального режиму «відключити»; 8 – контактор нормального режиму «включити»; 9 – напругу «зменшити»; 10 – напруга «стоп»; 11 – напругу «підвищити»; 12 – яскравість; 13 – заземлююча штанга; 14 – полярність імпульсу; 15 – зарядна напруга; 16 – розрядник підпалювання «збільшити відстань»; 17 – розрядник підпалювання – «зменшити відстань»; 18 – сигнальне коло; 19 – перевірка сигнального кола; 20 – відстань між кулями «збільшити»; 21 – відстань між кулями «стоп»; 22 – відстань між кулями «зменшити»; 23 – підпалювання генератора; 24 – контроль мережі; 25 – струм зарядження; 26 – регульована первинна низька напруга; 27 – напруга ГІН; 28 – відстань між електродами проміжку підпалювання; 29 – вимірювальний кульовий розрядник.

2. Інструкція з експлуатації

Вихідне (початкове) положення:

- 2.1. Встановити нульове значення напруги кнопкою 9.
- 2.2. Відключити джерело живлення автоматом QF1, натиснувши кнопку «Викл».
- 2.3. Вимкнути вимикач з видимим розривом QS.
- 2.4. Відкрити двері огороження, накласти переносний заземлювач на вивід високої напруги ГІН.
- 6.2.5. Підключити до виводу високої напруги ГІН перший дослідний об'єкт.
- 2.6. Зняти переносний заземлювач з виводу високої напруги генератора та встановити його на важелі блок-контакту дверей, закрити двері огороження.

Порядок роботи:

- 2.7. Включити автомати QF1 – QF4, які розташовані на внутрішній частині пульта керування.
- 2.8. Включити перемикач «Керування» 1 на лицьовій панелі пульта.
- 2.9. Натиснути на кнопку 6 – головний контактор - «включити».

- 2.10. Натиснути на кнопку 8 – контактор нормального режиму – «включити».
- 2.11. Зарядити конденсатори ГІН до необхідної напруги.
- 2.12. Натиснути на кнопку 23 «підпалювання генератора».
- 2.13. Визначити за допомогою осцилографа параметри імпульсу напруги.
- 2.14. Зняти осцилограми імпульсних хвиль ГІН при різних значеннях R_d та R_p . У якості ємності навантаження використовувати конденсатори подільника напруги. Порівняти амплітуди імпульсів на отриманих осцилограмах.

Порядок вимикання стенду:

- 2.15. Встановити нульове значення напруги кнопкою 9.
- 2.16. Натиснути на кнопку 7 – контактор нормального режиму – «відключити».
- 2.17. Натиснути на кнопку 5 – головний контактор – «відключити».
- 2.18. Включити заземлюючу штангу ГІН.
- 2.19. Виключити автомати QF1 – QF4, натиснувши кнопку "Викл".
- 2.20. Вимкнути рубильник з видимим розривом QS.
- 2.21. Відкрити двері огороження, накласти переносний заземлювач на вивід високої напруги ГІН.

3. Техніка безпеки при роботі на стенді

3.1. Роботу виконують згідно інструкції з охорони праці «Безпека праці при роботі в електроустановках кафедри техніки і електрофізики високих напруг», а також з використанням нормативних документів “Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів”, “Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів”.

3.2. Під час виконання робіт повинні виконуватись вимоги інструкцій по роботі з електровимірювальними приладами та апаратами.

3.3. До роботи допускають студентів лише після проведення інструктажів з техніки безпеки, загального та на робочому місці (під розпис).

3.4. Робота на високовольтному стенді виконується лише під наглядом викладача.

3.5. При роботі на стенді обов’язково використовувати електрозахисні засоби: діелектричні рукавички та діелектричний килим.

3.6. Доступ на випробувальне поле високовольтного стенду до початку роботи та у процесі її виконання дозволяється лише після відключення рубильника видимого розриву QS та автоматичного вимикача QF1, заземлення елементів схеми ГІН за допомогою переносного заземлювача та його накладення на вивід високої напруги ГІН.

Увага!

1. Максимальна напруга при роботі на стенді не повинна перевищувати 120 кВ.

ПАСПОРТ СТЕНДУ № 5

Призначення стенду: дослідження на моделях зон захисту стрижневих блискавковідводів.



Технічні параметри стенду: живлення стенду здійснюється від мережі змінної напруги 380/220В частотою 50 Гц. Максимальна робоча напруга ГН складає 200 кВ.

1. Схема стенду

На рис. А5.1 наведена електрична схема стенду № 5. Джерелом високої напруги (ВН) є імпульсний генератор високої напруги ГН-400.

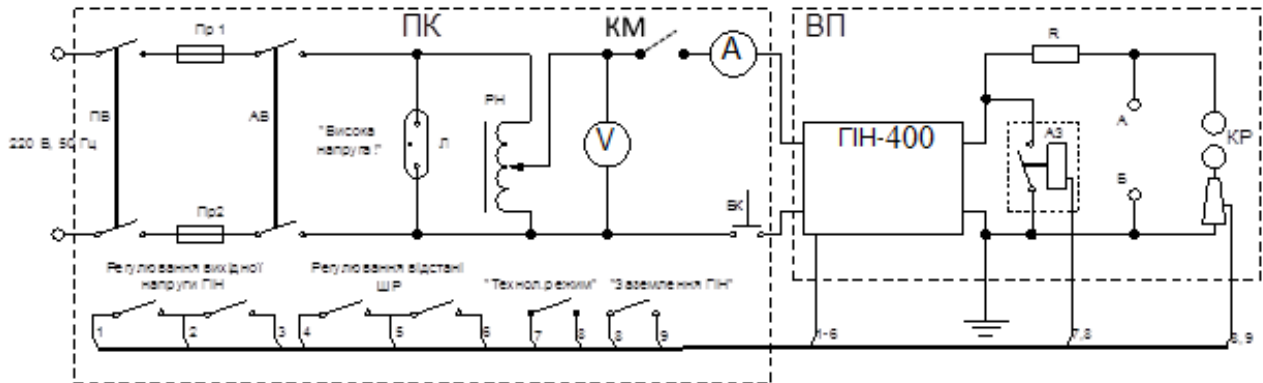


Рис. А5.1. Електрична схема стенду № 5

Принцип дії ГН полягає у паралельному заряді високовольтних конденсаторів на початковому етапі його роботи та перемиканні заряджених конденсаторів за допомогою кульових розрядників у послідовне з'єднання на другому етапі – етапі генерації високовольтної хвилі напруги.

Пульт керування ГН-400 та всім стендом в цілому передбачає наявність наступних контрольних приладів та вимикачів (рис. 7.2).

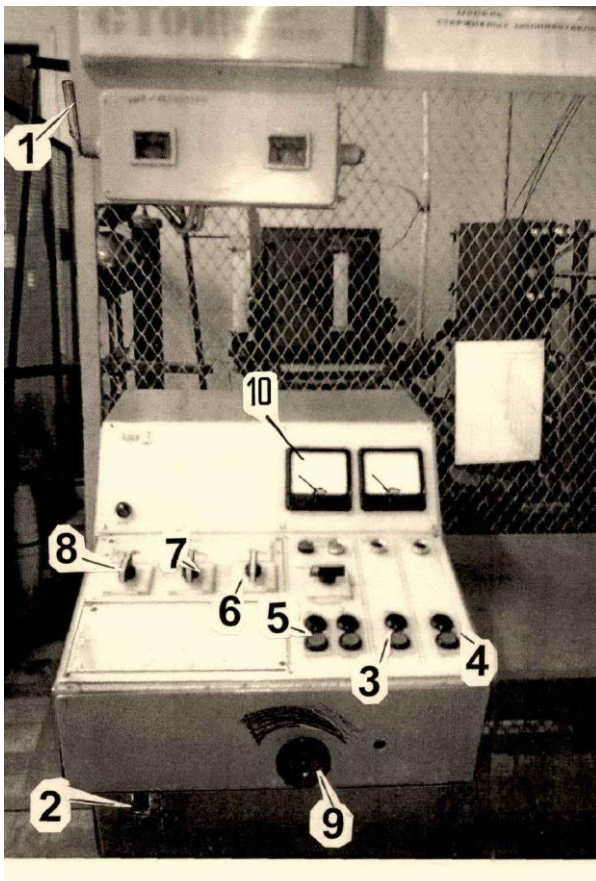


Рис. А5.2. Пульт керування ГН-400

1 – рубильник видимого розриву; 2 – перемикач автомата захисту; 3 – кнопки управління заземлювачами; 4 – кнопки включення накалу кенотронів; 5 – кнопки «ВКЛ», «ОТКЛ» джерела живлення генератора; 6 – перемикач регулювання вихідної напруги джерела живлення ГН-400; 7 – перемикач регулювання величини відстані між електродами об'єкта дослідження; 8 – перемикач регулювання величини відстані між кулями вимірювального розрядника КР; 9 – ручка регулювання величини вихідної напруги ГН-400; 10 – прилади контролю вхідної напруги джерела живлення ГН-400 та струму, що ним споживається.

2. Інструкція з експлуатації

Вихідне (початкове) положення:

- 2.1. Відключити джерело живлення автоматом АВ (2) переміщенням його перемикача в нижнє положення.
- 2.2. Вимкнути рубильник ПВ (1).
- 2.3. Рукоятку регулятора напруги РН (9) встановити в нульове положення.
- 2.4. Відкрити двері огороження, накласти переносний заземлювач на вихідний вивід генератора імпульсної напруги.
- 2.5. Підключити до виводу високої напруги ГІН перший дослідний об'єкт.
- 2.6. Зняти переносний заземлювач з вихідного виводу ГІН та встановити його на важелі блок-контакту дверей, закрити двері огороження.

Порядок роботи:

- 2.7. Включити джерело живлення автоматом АВ (2) переміщенням його перемикача в верхнє положення.
- 2.8. Ввімкнути рубильник ПВ (1),
- 2.9. Включити джерело живлення генератора (5), натиснувши кнопку "ВКЛ".
- 2.10. Розвести кулі вимірювального розрядника на відстань 50 мм, шляхом включення перемикача «Сферичний розрядник»-«Більше» (8), відстежуючи відстань між кулями по циферблату.
- 2.11. Включити розігрів накалів випрямляючих вакуумних ламп (кенотронів) ГІН, натиснувши кнопку «Вкл» «Технологічний режим» (4).
- 2.12. Через 2 хвилини, на протязі яких лампи досягнуть технологічного режиму, розземлити ГІН, натиснувши кнопку «Вкл» «Заземлення» (3).
- 2.13. Плавно підвищити напругу на зарядному пристрої ГІН шляхом обертання рукоятки регулятора РН (9) до появи імпульсів на його виході, але не більше ніж до 110-120 В, контролюючи вхідну напругу по вольтметру (11) на пульті керування. Частота генерування імпульсів може бути підвищена або знижена шляхом регулювання зарядної напруги. Максимальна частота не повинна перевищувати 1 імпульс в 2 секунди.
- 2.14. У разі, коли об'єкт випробування не пробився від поданих на нього імпульсів, необхідно збільшити їх амплітуду. Для цього необхідно, перемкнувши вимикач «ГІН» у положення «Більше» (7), розвести іскрові розрядники ГІН до моменту першого пробоя об'єкту.
- 2.15. Після цього необхідно так підібрати амплітуду вихідних імпульсів ГІН, (тобто зменшити чи збільшити відстань між його іскровими розрядниками) щоб 50% імпульсів пробивали об'єкт, а 50%- не пробивали.
- 2.16. Встановивши таким чином необхідну амплітуду імпульсу, необхідно її виміряти, використовуючи для цього вимірювальні кульові розрядники.
- 2.17. Перед вимірюванням амплітуди імпульсу необхідно відключити об'єкт від ГІН-400. Для цього необхідно вимкнути ГІН-400 (див. вимкнення ГІН нижче за текстом), відкрити двері огороження, накласти переносний заземлювач на вихідний вивід генератора та від'єднати об'єкт дослідження.
- 2.18. Вимірювання вихідної напруги ГІН-400 необхідно починати з його ввімкнення автоматом АВ та рубильником ПВ, після чого включити на 2 хвилини розігрів накалів кенотронів, натиснувши кнопку «Вкл» «Технологічний режим», через 2 хвилини розземлити ГІН, натиснувши кнопку «Вкл» «Заземлення» (3), та

кнопкою (5) (рис. 7.2) включити поштовхом напругу живлення генератора.

2.19. Для вимірювання вихідної напруги ГІН-400 необхідно плавно наблизити кулі вимірювального розрядника КР одну до одної, шляхом включення перемикача «Сферичний розрядник»-«Менше» (7), відстежуючи відстань між кулями по циферблату.

2.20. Після виникнення першого розряду між кулями, необхідно виставити таку відстань між ними, щоб 50% імпульсів викликали пробій проміжку, а 50% - не викликали пробою.

2.21. Визначити амплітуду імпульсів, використовуючи для цього виміряну відстань між кулями вимірювального розрядника.

2.22. Розвести кулі вимірювального розрядника на відстань 50 мм, а потім знову наблизити їх одну до одної, повторивши попередній експеримент. Виміри необхідно повторити п'ять разів.

Порядок вимикання стенду:

2.23. Встановити рукоятку регулятора РН (9) в нульове положення.

2.24. Виключити джерело живлення генератора, натиснувши кнопку "ОТКЛ" (5).

2.25. Заземлити ГІН, натиснувши кнопку «ОТКЛ» «Заземлення» (3).

2.26. Виключити розігрів накалив випрямляючих вакуумних ламп (кенотронів) ГІН, натиснувши кнопку «ОТКЛ» «Технологічний режим» (4);

2.27. Вимкнути рубильник ПВ (1).

2.28. Відключити джерело живлення автоматом АВ (2) переміщенням його перемикача в нижнє положення.

2.29. Відкрити двері огороження, накласти переносний заземлювач на вихідний вивід генератора імпульсної напруги.

3. Техніка безпеки при роботі на стенді

3.1. Роботу виконують згідно інструкції з охорони праці «Безпека праці при роботі в електроустановках кафедри техніки і електрофізики високих напруг», а також з використанням нормативних документів «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів», «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

3.2. Під час виконання робіт повинні виконуватись вимоги інструкцій по роботі з електровимірювальними приладами та апаратами.

3.3. До роботи допускають студентів лише після проведення інструктажів з техніки безпеки, загального та на робочому місці (під розпис).

3.4. Робота на високовольтному стенді виконується лише під наглядом викладача.

3.5. При роботі на стенді обов'язково використовувати електрозахисні засоби: діелектричні рукавички та діелектричний килим.

3.6. Всі операції на випробувальному полі виконують після накладання переносного заземлювача на вихідний вивід ГІН.

Увага!

1. Максимальна напруга при роботі на стенді не повинна перевищувати 200 кВ.

ПАСПОРТ СТЕНДУ № 6

Призначення стенду: дослідження ефекту полярності електродів в газових проміжках з різконеоднорідним полем за допомогою генератора постійної напруги GP-50/300.



Технічні параметри стенду: живлення стенду здійснюється від мережі змінної напруги 380/220В частотою 50 Гц. В стенді використовується генератор постійної напруги (ГПН), який генерує постійну напругу різної полярності амплітудою до 70 кВ при максимальному струмі навантаження 0,1 А.

1. Схема стенду

Стенд № 6 побудований на основі генератора постійної високої напруги виробництва підприємства TUR (Німеччина).

Живлення трансформатора TR1 відбувається з мережі 380/220 В, 50 Гц. Конструкція трансформатора виконана таким чином, що між мережевою (низьковольтною) обмоткою, та високовольтною обмоткою знаходиться ізоляція, розрахована на робочу постійну та змінну напругу 150 кВ. Функціональна схема трансформатора наведена на рис. А6.1.

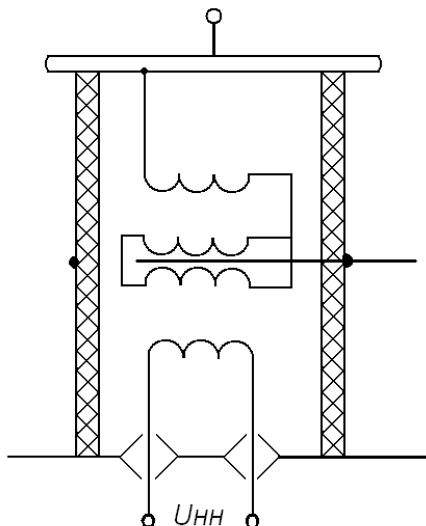


Рис. А6.1. Схема високовольтного трансформатора TR1 генератора постійної напруги GP50/300

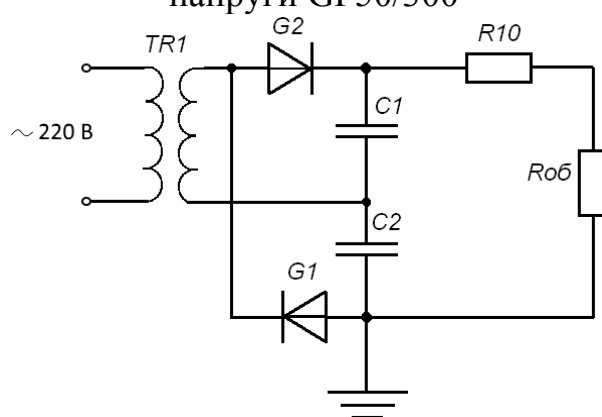


Рис. А6.2. Електрична схема генератора постійної напруги GP50/300

Змінна висока напруга максимальною амплітудою 150 кВ подається на випрямляючі селенові вентиля G1 та G2, які розраховані на зворотну напругу 300 кВ та максимальний струм навантаження до 0,1 А. При вказаних на рис. А6.2 полярностях вентилів високовольтні конденсатори C1 та C2 (номінальна ємність 144 нФ) заряджаються до максимальної напруги в 150 кВ (один на позитивному, а інший на негативному півперіоді промислової частоти). На виході генератора ці напруги сумуються, завдяки чому вихідна напруга генератора стає рівною 300 кВ. У разі необхідності в зміні полярності вихідної напруги потрібно змінити полярність включення вентилів G1 та G2 на протилежну.

Випробна напруга подається на об'єкт випробувань через обмежуючий резистор R10, який має опір електричному струму 50 кОм, та розрахований на номінальну напругу генератора в 300 кВ. Цей опір необхідний для обмеження струму через вентиля G1 та G2 у разі пробоя об'єкта випробувань, та упередження можливості пошкодження вентилів.

В генераторі передбачена можливість вимірювання вихідної напруги на об'єкті досліджень. Для цього використовується високовольтний резистивний подільник MR1/300, який має коефіцієнт ділення 1/300, та складається з високовольтного плеча R11, та низьковольтного плеча H136. Сигнал з низьковольтного плеча подається на вимірювач MU7-1, який встановлений на пульті керу-

вання генератора і має три границі вимірів – 100 кВ, 200 кВ, 400 кВ, які перемикаються відповідними кнопками.

Всі елементи вимірювальної схеми мають відповідний захист розрядниками від можливості підвищення вихідних напруг вище 300 В.

Крім цього, генератор має автоматичну систему заземлення вихідних кіл, яка спрацьовує у разі відключення установки, незважаючи на причину відключення (пробій, вимкнення, спрацювання систем блокування і т.ін.).

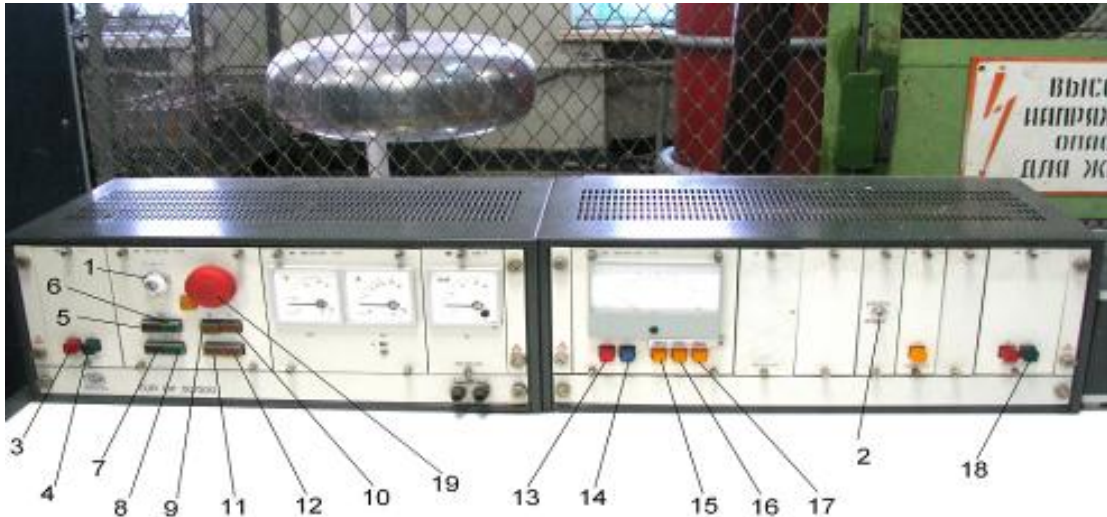


Рис.А6.3. Пульт керування стендом № 6

2. Інструкція з експлуатації

Вихідне (початкове) положення:

2.1. Відключити джерело живлення пульта керування стенду за допомогою вимикача 1, що замикається на ключ.

2.2. Накласти переносний заземлювач на високовольтний вивід генератора.

2.3. Встановити необхідну полярність вентилів генератора.

2.4. Візуально перевірити цілісність шин заземлення, розташованих на підлозі.

2.5. Зняти переносний заземлювач та встановити його на кінцевий вимикач над вхідними дверями випробувального поля.

2.6. Зачинити двері випробувального поля.

Порядок роботи:

2.7. Включити живлення генератора за допомогою вимикача 1, що замикається на ключ.

2.8. Включити коло керування натисканням кнопки «Загальний контакт ВКЛ» 4.

2.9. Встановити початкову міжелектродну відстань перемикаючи тумблер в режими «ВВЕРХ», «ВНИЗ» 2.

2.10. Включити універсальний пристрій для виміру випробних напруг 18, після його включення вибрати (відповідно до розташування діодів) полярність режиму роботи 13(+); 14(-).

2.11. Встановити границю вимірювання подільника напруги приладу MU7-1 на 100 кВ 17.

2.12. Включити головний контактор ВКЛ 6.

2.13. Включити кнопкою 8 контактор подачі високої напруги.

2.14. Для регулювання швидкості підйому напруги використовувати потенціометр, що розташований у нижній частині стенду. Отримати необхідну напругу за допомогою кнопок «зростання напруги» 11, «зменшення напруги» 12. Натискання кнопки «ВКЛ» 10 фіксує швидкість зміни напруги. Швидкість зміни напруги задається регулятором, що розташований на тумбі під пультом справа.

2.15. У разі необхідності установка УПТ-300 може бути виключена в екстреному режимі шляхом натискання червоної кнопки 19.

Порядок вимикання стенду:

2.16. Необхідно зменшити напругу на виході генератора до нуля шляхом натискання кнопки 12. Напругу контролювати за показанням приладу МУ7-1.

2.17. Виключити кнопкою 7 контактор подачі високої напруги.

2.18. Виключити кнопкою 5 пульт керування генератором GP50/300.

2.19. Виключити пульт керування генератора натисканням кнопки 3.

2.20. Виключити живлення генератора за допомогою вимикача 1, що замикається на ключ.

2.21. Накласти переносний заземлювач на високовольтний вивід генератора.

3. Техніка безпеки при роботі на стенді

3.1. Роботу виконують згідно інструкції з охорони праці «Безпека праці при роботі в електроустановках кафедри техніки і електрофізики високих напруг», а також з використанням нормативних документів “Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів”, “Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів”.

3.2. Під час виконання робіт повинні виконуватись вимоги інструкцій по роботі з електровимірювальними приладами та апаратами.

3.3. До роботи допускають студентів лише після проведення інструктажів з техніки безпеки, загального та на робочому місці (під розпис).

3.4. Робота на високовольтному стенді виконується лише під наглядом викладача.

3.5. При роботі на стенді обов’язково використовувати електрозахисні засоби: діелектричні рукавички та діелектричний килим.

3.6. Вхід на високовольтне поле стенду дозволяється лише після спрацювання автоматичного заземлювача стенду.

3.7. Всі операції на випробувальному полі виконують після накладання переносного заземлювача на вихід високої напруги генератора.

Увага!

1. Максимальна напруга при роботі на стенді не повинна перевищувати 70 кВ.

Лабораторні меблі та оргтехніка

Аудиторні столи – 12 шт.

Стільці – 26 шт.

Дошка – 1 шт.

Мультимедійний проектор – 1 шт.

Аудіосистема – 1 шт.