

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Електротехнічний факультет
Кафедра електроенергетики

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання лабораторної роботи ЕГР-15
"ДОСЛІДЖЕННЯ ВИБУХОБЕЗПЕЧНИХ МАГНІТНИХ ПУСКАЧІВ ТИПУ ПВІ"

Затверджено на засіданні кафедри електроенергетики
(протокол № _ від __.__.2021)

Дніпро
2021

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи ЕГР-15
"Дослідження вибухобезпечних магнітних пускачів типу ПВІ" / А.В.
Рухлов, Н.Ю. Рухлова, С.В. Дибрін.- Дніпро: НТУ «ДП», 2021. - 14 с.

Укладачі: А.В. Рухлов, канд. техн. наук доц.
Н.Ю. Рухлова, канд. техн. наук, доц.
С.В. Дибрін, асист.

Друкується в редакційній обробці укладачів

1. Цілі виконання роботи

1. З'ясувати призначення вибухобезпечних магнітних пускачів, познайомитися з їх технічними даними.

2. Вивчити конструкцію й електричну схему пускачів типу ПВІ.

3. Досліджувати роботу основних функціональних вузлів пускачів.

Завдяки попередній підготовці до лабораторної роботи студент повинен знати: призначення пускачів ПВІ; послідовність операцій вмикання пускача; призначення БРВ (блокувального реле виток) і його принцип дії; роботу ПМСЗ (пристрою максимального струмового захисту) пускача; принципи забезпечення захисту від втрати керованості, захисту від обриву або збільшення опору кола заземлення понад 100 Ом, нульового захисту, захисту від самовмикання при підвищенні напруги до 1,5Un; роботу блокувань, послідовність проведення перевірки справності БРВ та ПМСЗ.

Студент повинен уміти: вмикати пускач і вимикати його; відкривати пускач; замінювати блок захисту та блок керування; перевіряти справність БРВ та ПМСЗ; збирати схеми дистанційного (за допомогою виносного кнопкового поста) та місцевого керування; регулювати уставку струму спрацьовування ПМСЗ.

2. Призначення та сфера застосування пускачів

Магнітні **вибухобезпечні пускачі** типу **ПВІ** з **іскробезпечною** схемою дистанційного керування призначені для роботи в трифазних мережах змінного струму з ізольованою нейтраллю у вугільних і сланцевих шахтах, небезпечних за газом (метаном) та вугільним пилом, для дистанційного вмикання та вимикання трифазних асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором.

Пускачі надійно працюють при:

- температурі оточуючого повітря $-5^{\circ}\text{C} \dots +35^{\circ}\text{C}$;
- відносній вологості навколишнього середовища до 98 %;
- нахилі майданчика установки пускача від горизонтальної до 30° в будь-якому напрямку;
- коливання напруги в електричній мережі від 80 до 100 % від номінальної.

3. Технічні дані

1. Пускачі ПВІ забезпечують надійну роботу в таких режимах: тривалому, короткочасному та повторно-короткочасному.

2.	Номинальна напруга мережі, В	-	380, 660
3.	Частота змінного струму, Гц	-	50
4.	Напруга ланцюга керування, В	-	18
5.	Уставка блокувального реле витоку, кОм:		
	у мережі напругою 380 В	-	18
	у мережі напругою 660 В	-	30

Таблиця

Номинальні струми та уставки струмового захисту ПМСЗ

Тип пускача	Ном. струм, А	Струми уставок, що відповідають умовним одиницям на шкалі блоку захисту, А										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПВІ-25А	25	63	75	87	100	112	125	137	150	162	175	187
ПВІ-63А	63	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375
ПВІ-125А	125	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
ПВІ-250А	250	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
ПВІ-320А	320	800	900	1180	1280	1440	1600	1760	1920	2080	2240	2400

6. Пускачі ПВІ допускають жорстке комплектування між собою за допомогою спеціальних перехідних коробок.

7. Електрична схема пускачів забезпечує наступні види захистів, електричних блокувань та перевірок:

- захист від струмів короткого замикання силових кіл, що відходять від пускача, та сигналізацію про спрацьовування захисту (сигнальна лампа з червоним світлофільтром);

- захист від втрати керованості при обриві або замиканні жил дистанційного керування між собою та із заземлювальною жилою;

- захист від обриву або збільшення опору кола заземлення до понад 100 Ом;

- нульовий захист;

- захист від самовмикання пускача при підвищенні напруги в живильній електричній мережі до 150 % від номінальної;

- електричне блокування, що перешкоджає вмиканню пускача при зниженні опору ізоляції в ділянці мережі, що відходить, нижче 30 кОм (для мереж з напругою 660 В) та 18 кОм (для мереж з напругою 380 В) і сигналізацію про спрацьовування блокування;

- взаємне електричне блокування послідовності вмикань пускачів;
- перевірку справності роботи електричного блокування від витоку та максимального струмового захисту;
- перевірку справності схеми керування та ланцюга втягуючої котушки контактора.

8. Електрична схема забезпечує такі види керування пускачем:

- дистанційне - за допомогою кнопових постів керування, вбудованих у робочі машини або встановлених окремо;
- дистанційне автоматичне - від замикаючого допоміжного контакту іншого пускача або датчика;
- місцеве вимикання - за допомогою вбудованої в пускач кнопки "Стоп".

9. Електрична схема виключає можливість одночасної роботи пускача з декількома видами керування.

10. Знижувальний трансформатор пускача допускає підмикання до вторинної обмотки навантаження потужністю до 75 В·А (світильника місцевого освітлення, ланцюгів автоматизації та ін.).

4. Електрична схема

Принципову електричну схему пускача ПВІ наведено на рис. 1. Схема пускача складається з силового кола, схем керування, блокувань та захисту.

Силове коло пускача містить ланцюги ввідного та вивідного (транзитного) пристроїв (затискачі А, В, С), блокувальний роз'єднувач Q, первинні обмотки Л1-Л2 трансформаторів струму ТА-1 та ТА-2, головні контакти контактора К1.2, затискачі А1, В1, С1 для приєднання кабелю, що відходить до струмоприймача.

Схема керування пускачем - трипроводова з використанням в якості третього проводу заземлювальної жили. При дистанційному керуванні від окремого кнопового поста в пускачі встановлюється перемикач 3-0. У винесений пост керування вбудовуються діод V7 та шунтуючий опір Rш. Проміжне реле К4 постійного струму увімкнено паралельно вторинній обмотці III-IV трансформатора Т2 (положення перемичок пульту керування (ПК) повинне відповідати табл. рис.1).

Дистанційне керування - загальним силовим кабелем (встановлені перемички в ПУ: 2-9, 5-10, 8-11).

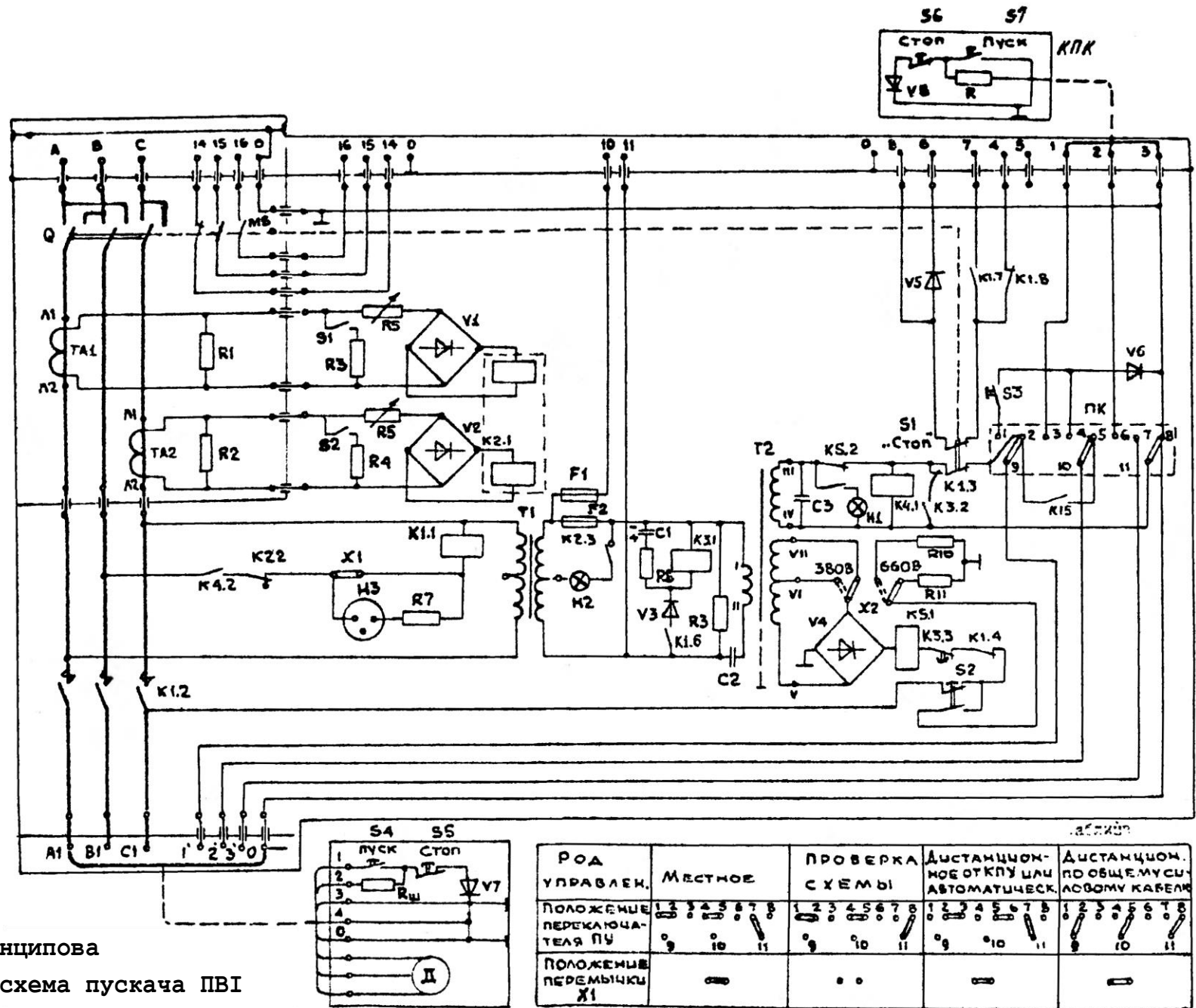


Рис. 1. Принципова
електрична схема пускача ПВІ

РОД УПРАВЛЕН.	МЕСТНОЕ	ПРОВЕРКА СХЕМЫ	ДИСТАНЦИОННОЕ ОТКЛЮЩАЮЩАЯ АВТОМАТИЧЕСК.	ДИСТАНЦИОННОЕ ПО ОБЩЕМУСЛОБОМУ КАБЕЛЮ
ПОЛОЖЕНИЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ ПУ	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
ПОЛОЖЕНИЕ ПЕРЕМЫЧКИ X1	—	• •	—	—

При натисканні на кнопку S4 "Пуск", встановлену на робочому механізмі, один напівперіод змінного струму проходить по колу: вивід III трансформатора T2, розмикаючий контакт БРВ К5.2, кнопка S1 "Стоп", прохідний затискач 2 у відділенні контрольних виводів, жила керування силового кабелю, кнопки S4 "Пуск", S5 "Стоп", діод V7, заземлююча жила силового кабелю, перемичка на прохідних затискачах 0-3 в пускачі, прохідний затискач 0, перемичка 8-11, вивід IV трансформатора T2.

Другий напівперіод змінного струму проходить через обмотку реле К4. Реле обтікається випрямленим струмом, спрацьовує та своїм контактом К4.2 замикає коло котушки контактора К1. При відпусканні кнопки S4 "Пуск" коло залишається замкненим через допоміжний замикаючий контакт контактора К1.5, затискач 2 та резистор Rш. При натисканні на кнопку S5 "Стоп" діод V7 у кнопковому посту вимикається зі схеми, реле К4 обтікається змінним струмом і вимикається, розмикаючи коло котушки контактора К1.

Дистанційне керування з винесеного поста здійснюється окремим кабелем (встановлені перемички в ПК: 2-3, 5-6, 7-11). При натисканні на кнопку S7 "Пуск" винесеного поста керування один напівперіод змінного струму проходить по колу: вивід III трансформатора T2, розмикаючий контакт БРВ К5.2, кнопка S1 "Стоп", прохідний затискач 2, жила кабелю керування, кнопки S7 "Пуск", S6 "Стоп", діод V8, жила 3 кабелю керування, перемичка в пускачі 8-11, вивід IV трансформатора T2.

Електричною схемою пускача передбачено можливість перевірки справності кола втягуючої котушки контактора без подачі напруги на електродвигун. Для цього необхідно зняти перемичку XI у колі котушки контактора (встановити перемички в ПК: 1-2, 4-5, 8-11) та вмикнути пускач кнопкою S3 "Перевірка схеми".

Один напівперіод змінного струму проходить по колу: вивід III трансформатора T2, розмикаючий контакт БРВ К5.2, кнопка S1 "Стоп", перемичка 1-2, діод V6, перемичка 8-11, вивід IV трансформатора T2. Другий напівперіод змінного струму проходить через реле К4. Реле обтікається випрямленим струмом і спрацьовує, замикаючи свій контакт К4.2 у колі котушки контактора. Створюється коло: затискач силового кола (фаза С), котушка К1 контактора, резистор R7, лампа неонова Н3, розмикаючий контакт К2.2 в блоці ПМС3, замикаючий контакт К4.2 у блоці керування, затискач фази В. Значення опору резистора R7 підібрано таким чином, що струм, який проходить через котушку контактора, недостатній для спрацьовування контактора. При

справності кола живлення котушки контактора засвітиться неонova лампа НЗ.

Вмикання в коло діодів V7 або V8 забезпечує захист від втрати керованості. При замиканні або обриві кола дистанційного керування діод вимикається зі схеми, реле K4 вимикається та розриває коло живлення котушки контактора. Пускач вимикається.

Контроль цілісності заземлючої жили кабелю здійснюється за рахунок використання її у колі керування й установлення перемички 0-3 в моторній камері, а також параметрами настройки реле K4.

Блокувальне реле витоків (БРВ) K5 призначено для контролю опору ізоляції відносно землі, вимкненої пускачем ділянки мережі, та блокування вимкненого пускача, якщо опір ізоляції цієї ділянки знизився нижче за допустиму величину (18 кОм - при напрузі 380 В та 30 кОм - при напрузі 660 В).

Схема БРВ складається з випрямного моста, підключеного до вторинної обмотки V-VII трансформатора T2, перемичок X2 реле K5 БРВ і перевірочних опорів R10, R11.

При зниженні опору ізоляції нижче уставки високочутливе реле K5 БРВ при увімкненому роз'єднувачі Q обтікається випрямленим струмом, достатнім для його спрацьовування, по колу: вивід T2 (VII - при напрузі 660 В, VI - при напрузі 380 В), перемичка X2, діодний міст V4, обмотка реле K5 БРВ, розмикаючий контакт реле часу K3.3, допоміжний контакт K1.4 контактора, кнопка S2 "Перевірка БРВ", фаза С, опір ізоляції щодо землі, діодний міст V4, вивід T2. Реле K5 БРВ своїм контактом K5.2 розриває коло живлення проміжного реле K4 та замикає коло сигнальної лампи Н1.

Контроль роботи схеми здійснюється замиканням кола БРВ кнопкою S2 "Перевірка БРВ" через резистор R10 - при напрузі мережі 380 В або R11 - при напрузі мережі 660 В.

Схема реле часу складається з реле K3.1, конденсатора C1, резистора R8 та діода V3. Схема запобігає помилковому спрацьовуванню захисту від витоків (БРВ) при повторних увімкненнях від електрорушійної сили вимкненого, але обертового (рухомого) електродвигуна.

При вмиканні контактора допоміжний контакт K1.6 контактора K1 вмикає реле часу K3; воно замикає свій контакт K3.2 в колі, шунтуючому проміжне реле K4 та розмикає свій контакт K3.3 у колі реле K5.1 БРВ. При вимиканні контактора K1 припиняється живлення реле часу K3, але його якор залишається в притягнутому положенні за

рахунок обтікання обмотки реле струмом розряду конденсатора С1 через резистор R8. Протягом 2...3 с (час розряду конденсатора), коли електрорушійна сила електродвигуна практично знижується до нуля, розмикаючий контакт К3.3 замикається та вмикає в роботу БРВ, а замикаючий контакт К3.2 розриває коло, що шунтує реле К4.

Схема максимального струмового захисту ПМСЗ забезпечує вимикання пускачем відхідної від нього електричної мережі, що забезпечує нормальну експлуатацію приєднаних до неї електродвигунів у разі виникнення в будь-якій точці цієї мережі трифазного або двофазного короткого замикання.

Схема складається з двох однакових кіл, що містять трансформатори струму ТА1 та ТА2, перевірочні резистори R3, R4, тумблери S1, S2, змінні резистори R5, R6, випрямні мости V1 та V2, реле К2.

При виникненні короткого замикання струм вторинної обмотки трансформаторів струму ТА1 та ТА2 створює на резисторах R1 та R2 напругу, що випрямляється та надходить до виконавчого реле К2. Реле спрацьовує, розмикає свій контакт К2.2 у колі котушки контактора К1, замикає свій контакт К2.3 в колі сигнальної лампи Н2. Виконавче реле К2 увімкнене до схеми як реле напруги. Струм в обмотці реле змінюється по експоненціальному закону. При нормальних комутаціях магнітний потік в магнітопроводі реле К2 не встигає досягти потоку зрушення реле, що дає можливість обирати уставку захисту за фактичним пусковим струмом електродвигуна. Регулювання уставок проводиться за допомогою змінних резисторів R5 та R6.

Блокування послідовності вмикання двох або декількох пускачів може здійснюватися при будь-якому виді керування. Для цього в колі керування пускача, який повинен вмикатися другим, паралельно кнопці "Пуск" вводиться допоміжний контакт К1.7 контактора К1, увімкнений послідовно з кнопкою S1 "Стоп" другого пускача.

Схема пускачів ПВІ-250 та ПВІ-320 дещо відрізняється від наведеної на рис. 1. У цих пускачах котушка контактора живиться постійним (випрямленим) струмом.

5. Конструкція пускача ПВІ

Пускач ПВІ складається з набору електричної апаратури, змонтованої у вибухонепроникній оболонці. Корпус є зварною конструкцією, складається з чотирьох відділень, розділених вибухонепроникними перегородками.

Мережне відділення призначено для вводу, транзитного виводу та приєднання до пускача силового гнучкого або броньованого кабелю. Відділення виводів служить для вводу та приєднання кабелю струмоприймача і кабелів контрольних кіл. У відділенні роз'єднувача розміщені блокувальний реверсивний роз'єднувач і трансформатори струму максимального струмового захисту. У контакторному відділенні розташовані висувний контакторний блок з контактором і апаратурою захисту, керування та сигналізації, кнопки керування, перевірок та механічне блокування роз'єднувача з кнопкою "Стоп". Відділення закривається швидковідкриваємою кришкою з шарнірною підвіскою.

Блоки керування БК та максимального струмового захисту ПМСЗ пускачів регулюються на заводі-виготовлювачі та пломбуються з боку контактної панелі.

Механічне блокування в пускачах ПВІ призначено для забезпечення безпечного обслуговування та монтажу пускача в підземних виробках шахт. Воно виконане таким чином, що кришку контакторного відділення, яке обслуговується, неможливо відкрити при увімкненому роз'єднувачі, а також увімкнути роз'єднувач при відкритій кришці відділення, що обслуговується. Крім того, блокування не дозволяє вимкнути роз'єднувач при увімкненому контакторі.

Для відкривання швидкодійної кришки, слід:

- кнопкою "Стоп" вимкнути пускач;
- вимкнути роз'єднувач;
- розблокувати привід замка кришки;
- повернути привід замка швидковідкриваємої кришки за годинниковою стрілкою та відкрити кришку.

Запірання кришки та увімкнення роз'єднувача виконується у зворотній послідовності.

6. Підготовка до роботи

Перед доставкою пускача до місця установлення необхідно:

- вивчити електричну схему і конструкцію;
- мегомметром перевірити стан ізоляції силових кіл (щоб уникнути пробоїв діодів при перевірці ізоляції мегомметром, блоки керування та максимального струмового захисту необхідно зняти);
- опір ізоляції повинен бути не меншим 10 МОм;
- перевірити відповідність пускача напрузі мережі та потужності підключаемого електроприймача;

- встановити перемички X2 блокувального реле витоку на лицьовій панелі блоку керування відповідно до напруги мережі;

- під час доставки пускача на робоче місце стежити, щоб він не піддавався ударам та трясінням, оскільки це може привести до поломки і виходу з ладу елементів, вбудованих у вибухобезпечну оболонку.

Після доставки пускача до місця встановлення необхідно:

- встановити його на горизонтальну площину (настил, в нішу і т.п.);

- підключити пускач відповідно до обраного роду керування за електричною схемою (рис. 1);

- вибрати згідно з розрахунковим значенням уставку струму спрацьовування максимального струмового захисту та встановити рукоятки регульованих резисторів на блоці ПМСЗ на відповідні розподіли шкали у відносних одиницях відповідно до таблиці;

- приєднані до пускача гнучкі кабелі ущільнити гумовими кільцями. Для броньованого кабелю, крім того, свинцеву оболонку приєднати до зовнішнього заземлювального болта, перехідну коробку залити кабельною масою;

- під'єднати заземлювальні жили ввідного та транзитного кабелів до внутрішніх заземлювальних затискачів мережного відділення, а корпус пускача приєднати до заземлювального контура дільниці;

- невикористані отвори ввідних пристроїв закрити заглушками й ущільнити гумовими кільцями;

- закрити кришками мережне відділення та відділення виводів.

7. Опис лабораторної установки

Лабораторна установка для дослідження пускачів ПВІ складається з самого вибухобезпечного пускача ПВІ-63 та стенду. На стенді викреслено спрощену принципову схему пускача та змонтовано винесені з пускача клеми перемикання роду керування, а також пульт дистанційного керування, прилади та сигнальні лампи для контролю роботи кіл захисту пускача (див. рис.2), тумблери, що імітують замикання в колі дистанційного керування.

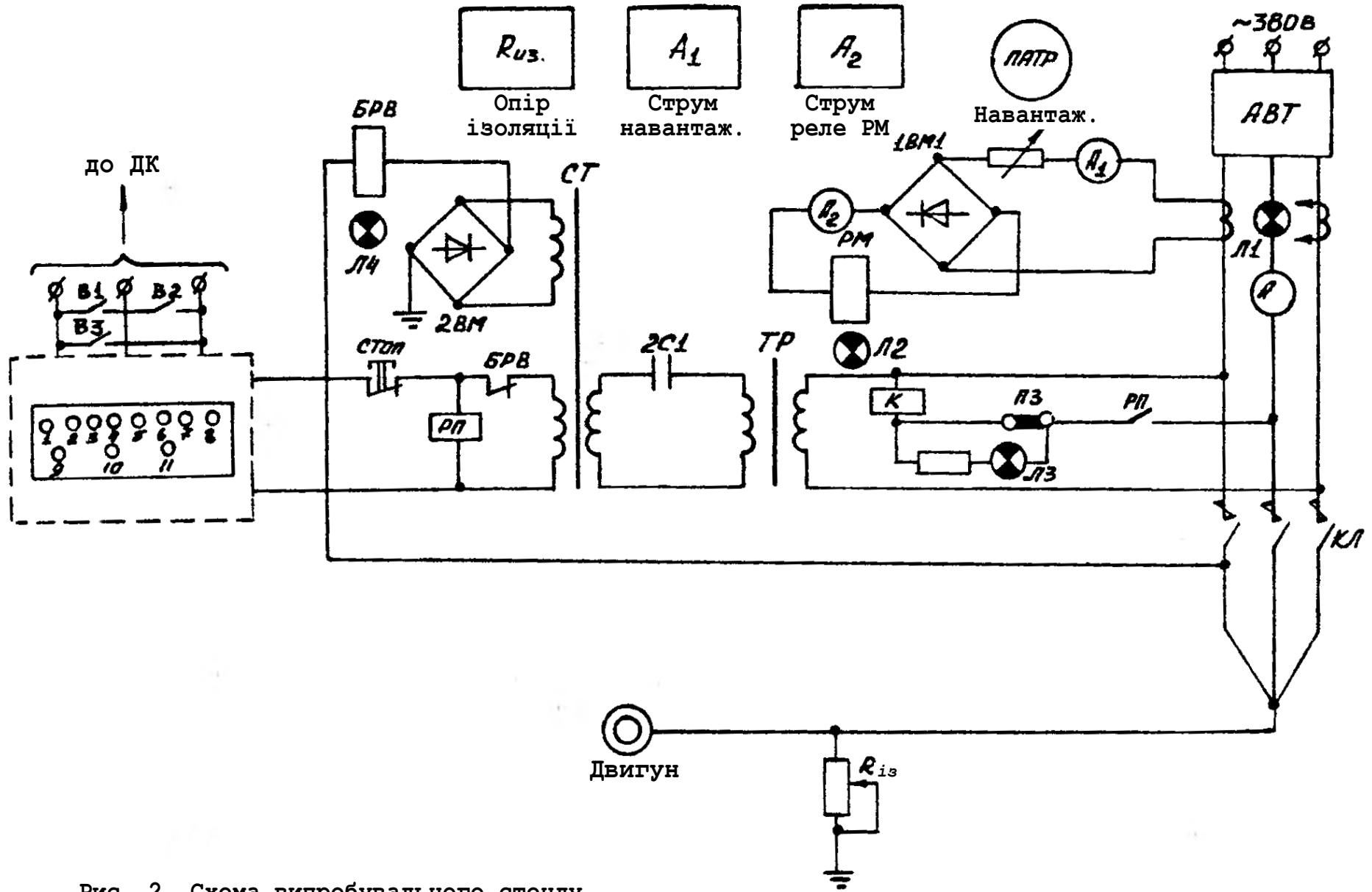


Рис. 2. Схема випробувального стенду

8. Порядок виконання роботи на стенді

1. Дослідження пристрою контролю ізоляції БРВ:

- зібрати схему дистанційного керування (для цього на стенді встановити перемички перемикача роду керування 2-3, 5-6, 7-11);
- увімкнути ввідний автомат стенду АВ (АВТ);
- увімкнути роз'єднувач пускача;
- плавно зменшити опір ізоляції мережі (резистор R_{i3});
- при спрацьовуванні реле БРВ (про що сигналізує лампа) зняти з приладу показ величини опору ізоляції;
- увімкнути пускач, для чого натиснути кнопку "Пуск" пульта дистанційного керування на стенді (пускач не повинен увімкнутися);
- резистор R_{i3} встановити в початкове положення;
- увімкнути пускач, для чого натиснути кнопку "Пуск" пульта дистанційного керування на стенді;
- проаналізувати роботу пускача та сформулювати результати.

2. Дослідження максимального струмового захисту:

- зняти криву зміни струму в реле ПМСЗ залежно від струму в мережі, для цього плавно повертати ручку регулятора навантаження і знімати покази з приладів відповідно А1 та А2;
- зафіксувати струм у мережі, при якому спрацьовував би максимальний струмовий захист (момент спрацювання лампи);
- порівняти струм спрацювання максимального струмового захисту та струм уставки на блоці ПМСЗ пускача (виконати з дозволу викладача), для чого:
 - натиснувши кнопку "Стоп", вимкнути пускач;
 - вимкнути роз'єднувач;
 - вимкнути ввідний автомат стенду;
 - відкрити пускач, зафіксувати значення уставки ПМСЗ.

Підготувати пускач до роботи, для чого необхідно:

- натиснути поворотну кнопку "Звід" у блоці захисту;
- закрити кришку пускача;
- увімкнути ввідний автомат стенду;
- увімкнути роз'єднувач.

Побудувати криву вимірювання струмів в реле ПМСЗ.

Сформулювати висновки.

3. Дослідження захисту від втрати керованості:

- розблокувати ПМСЗ;
- увімкнути пускач, натиснувши кнопку "Пуск";

- перевірити роботу кола керування при замиканні між 1 та 2 жилами керування кабелю, для чого увімкнути тумблер В1 (рис. 2);
- перевірити роботу кола керування при замиканні між 2 та 3 жилами (тумблери В1 - вимк., В2 - вмик.);
- перевірити роботу кола керування при замиканні між 1 та 3 жилами (тумблери В1 - вимк., В2 - вимк., В3 - вмик.);
- сформулювати висновки.

9. Зміст звіту

1. Навести електричну схему пускача, стислий опис, принцип роботи, технічні дані та область застосування.
2. Результати проведених досліджень.

10. Питання для самоконтролю

1. Призначення магнітних пускачів ПВІ.
2. Принцип роботи ПМСЗ. Як проводиться перевірка справності ПМСЗ і регулюється її струм спрацьовування?
3. Принцип роботи БРВ. Які значення критичних опорів спрацьовування БРВ в мережі 380 та 660 В?
4. Яким чином забезпечується обмеження частоти вмикань?
5. Яким чином здійснюється захист від втрати керованості?
6. Який принцип дії захисту від збільшення опору кола заземлення?
7. Що таке нульовий захист та чим він забезпечується в пускачах ПВІ?
8. Як здійснити реверсування двигуна, керованого пускачем ПВІ?

Література

1. Щуцкий В.И., Волощенко Н.И., Плащанский Л.А. Электрификация подземных горных работ. - М.: Недра, 1966.-С.125-134.
2. Дзюбан В.С., Риман Я.С., Маслий А.К. Справочник энергетика угольной шахты. - М.: Недра, 1983.-С.334-347.
3. Справочник по установкам угольных предприятий. Электроустановки угольных шахт /В.Ф. Антонов, Ш.Ш. Ахмедов, С.А. Волотковский и др. - М.: Недра, 1988. -С.590-603.
4. Электрооборудование и электроснабжение участка шахты: Справочник / Р.Г. Беккер, В.В. Дегтярев, Л.В. Седаков и др. - М.: Недра, 1983, -С.104-142.

Укладачі:

Рухлов Артем Володимирович

Рухлова Наталія Юріївна

Дибрін Сергій Володимирович

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи ЕГР-15
"Дослідження вибухобезпечних магнітних пускачів типу ПВІ"

Видано в редакції авторів

НТУ «Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.