

Міністерство освіти і науки України
Державний ВНЗ "Національний гірничий університет"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання науково-дослідної лабораторної роботи ЕГР-20
"Дослідження рудникових автоматичних вимикачів"

для студентів спеціальності 141 "Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка"

Дніпропетровськ
Державний ВНЗ "НГУ"
2018

Методичні вказівки до виконання науково-дослідної лабораторної роботи ЕГР-20 "Дослідження рудникових автоматичних вимикачів" для студентів спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / Упоряд.: М.М. Білий, Г.М. Бажін, І.Б. Кольцов, В.М. Прокуда, А.В. Рухлов. – Д.: Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", 2018. – 23 с.

Упорядники:

Г.М. Бажін, доц. каф. систем електропостачання

І.Б. Кольцов, ст. викл. каф. систем електропостачання

В.М. Прокуда, ас. каф. систем електропостачання

А.В. Рухлов, доц. каф. систем електропостачання

Відповідальний за випуск завідувач кафедри систем електропостачання С.І. Випанасенко, д-р техн. наук, проф.

ЗМІСТ

1. Мета виконання роботи.....	4
2. Призначення та область застосування.....	4
3. Конструкції та електричні схеми автоматичних вимикачів... 4	4
<i>3.1. Автоматичні вимикачі серії АФВ.....</i>	<i>5</i>
<i>3.2. Автоматичні вимикачі серії АВ.....</i>	<i>7</i>
<i>3.3. Автоматичні вимикачі серії АБВ.....</i>	<i>15</i>
4. Стенд "Вибухобезпечні автоматичні вимикачі"	18
5. Порядок виконання роботи.....	18
6. Домашня підготовка до роботи.....	21
7. Зміст звіту з лабораторної роботи.....	21
8. Питання для самоконтролю.....	21
Список літератури.....	22

1. Мета виконання роботи

- 1.1. Вивчення конструкцій та схем вибухобезпечних автоматичних вимикачів.
- 1.2. Випробування максимального струмового захисту.
- 1.3. Перевірка роботи автоматичного вимикача разом з реле витоку.
- 1.4. Перевірка роботи автоматичного вимикача разом з газовим захистом.

2. Призначення та область застосування

Автоматичні вимикачі призначені для не частих комутацій і захисту магістральних кабельних ліній, живильних розподільних пунктів очисних і підготовчих вибоїв від струмів короткого замикання, а також для пуску, захисту і вимикання потужних стаціонарних установок при напрузі до 1200 В. Вони мають ручний привід з механізмом вільного розчіплювання, який автоматично вимикає вимикач, навіть якщо його рукоятка утримується у ввімкненому стані при відхиленні деяких параметрів (робочого та струму витоку, напруги та ін.) від норми.

Вибухобезпечні автоматичні вимикачі застосовуються у вугільних шахтах, небезпечних за вибухом газу або пилу, як увідні в розподільних пунктах вибоїв для їх швидкого вимикання при ремонтах і пересуваннях або вимкнення струмів короткого замикання в кабельних відгалуженнях від розподільних пунктів при застосуванні станцій керування, спрацьовуванні газового захисту або захисту від витоку струму на землю.

3. Конструкції та електричні схеми автоматичних вимикачів

Нині ще застосовуються рудникові вибухобезпечні автоматичні вимикачі серії АФВ на напругу 380 або 660 В, які зняті з виробництва. На їх заміну випускаються більш досконалі вимикачі серії АВ на напругу 380, 660 та 1140 В, а також швидкодіючі – серії АБВ для шахт, небезпечних за раптовими викидами. Технічні дані вимикачів наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Основні технічні дані рудникових автоматичних вимикачів

Тип	Номинальний струм, А	Номинальна напруга, В	Гранична комутаційна здатність, кА (діюче значення), при напрузі, В			Уставка максимального струмового захисту, А
			380	660	1140	
АФВ-1А	200	380; 660	19	10	–	300 – 600 (через 75 А)
АФВ-2А АФВД-2БК	350	380; 660	19	10	–	600 – 1200 (через 150 А)
АФВ-3	500	380; 660	19	10	–	1000 – 2000 (через 250 А)
АВ-315Р АВ-320Р	315 320	380; 660 380; 660	23 23	20 14	–	800 – 2400 (через 200 А)
АВ-400Р	400	380; 660	27	22	–	800 – 2800 (через 200 А)
АВ-200ДО АВ-320ДО	200 320	380/660 380/660	20 23	17 20	–	800 – 2400 (через 200 А)
АВ-320ДО2	320	1140	–	–	10	800 – 2400 (через 200 А)
АВ-400ДО1	400	1140; 660	–	22	12	800 – 2400 (через 200 А)
АВ-400ДО2	400	380; 660	17	17	–	800 – 2400 (через 200 А)
		1140	–	–	11	
		1140/660	–	17	11	
АВВ-400/250ДОМ АВВ-400/250РМ	400/250	1140/660	–	22	12	800 – 2800 (через 200 А)
500 – 1750 (через 125 А)						
АВВ-630ДОМ АВВ-630РМ	630	660/380	25	22	–	1200 – 1500 (через 300 А)

3.1. Автоматичні вимикачі серії АФВ

Автоматичні вимикачі серії АФВ (АФВ-1А, АФВ-2А, АФВ-3) мають ручне керування. У них вбудовані вимикачі типу АВМ-У. Вибухобезпечна оболонка вимикачів серії АФВ має зварну конструкцію. На корпусі оболонки встановлений ввідний пристрій з двома камерами (мережною і моторною). Камери поділені знімальною перегородкою і закриваються загальною кришкою. У середині камер розташовані прохідні затискачі. У ввідних і вивідних пристроях є гумові кільця для ущільнення кабелю, на муфтах – скоби для запобігання кабелю від висмикування і прокручування. Для доступу до апаратів, змонтованих усередині оболонки, є кришка, яка з'єднана з корпусом багнетним замком. Блокування кришки АФВ з рукояткою виконано так, що зняття її при ввімкненому вимикачі, а також вмикання вимикача з

відкритою кришкою неможливо. Для полегшення крутіння кришки є рукоятка з шестірнею на кінці, а на частині кришки нарізані зубці.

Автоматичний вимикач має два максимальних реле миттєвої дії, розташовані в двох крайніх фазах. Вони забезпечують автоматичне вимкнення вимикача, якщо струм у його колі перевищує струм уставки реле. Змінювання уставки реле виконується зміною натягання пружини з допомогою регульовального гвинта з контргайкою. Розмикальні контакти розташовані усередині дугогасильної камери з азбоцементу між ґратами зі сталевих поріднених пластин, що покращують гасіння електричної дуги. У нижній частині панелі вмонтована вимикальна котушка, яка живиться напругою 380 або 660 В. Вона вмикається контактами реле витoku, які замикаються при недопустимих витоках струму в мережі. Вимикальна котушка діє на механізм вільного розчеплювання так само, як і максимальне струмове реле.

У нормальних режимах роботи автоматичні вимикачі вмикаються і вимикаються поворотом рукоятки, розташованої зовні оболонки.

Електрична схема автоматичних вимикачів серії АФВ наведена на рис. 1. Максимальний захист здійснюється вмикнутими в дві фази силового кола струмовими реле КА1 і КА2, що діють безпосередньо на максимальний розчіплювач. Котушки КП1 і КП2 перевірки справності механізму вільного розчіплювання вмикнуті на лінійну напругу через кнопки SB1, SB2. Керування ними винесено на корпус вимикача. Вимикальна котушка QF вмикнута через контакт реле витoku і замыкальний допоміжний контакт QF1 вимикача на лінійну напругу. При спрацьовуванні вона діє на максимальний розчіплювач.

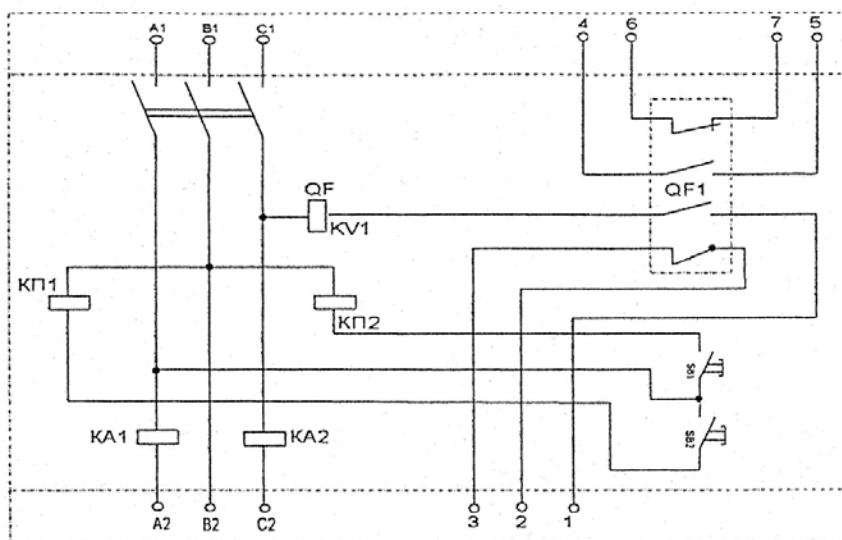


Рис. 1. Принципова електрична схема автоматичного вимикача АФВ-1А

3.2. Автоматичні вимикачі серії АВ

У вимикачах серії АВ застосовані автоматичні вимикачі АЗ700У. Автоматичні вимикачі АВ-315Р, АВ-320Р і АВ-400Р з ручним керуванням та мають ідентичні конструкції. Автоматичний вимикач АВ-315Р (рис.2) має вибухонепроникну оболонку 1, швидковідкривну кришку 20, кришки відділень уводів і виводів 12, кабельний ввід 11, що дозволяють приєднання гнучких і броньованих кабелів. На обох відділеннях є ввідні пристрої 15 для контрольних кабелів. У середині розміщені силові прохідні затискачі 13. Відділення вводів і виводів – розділені та мають циліндричну форму.

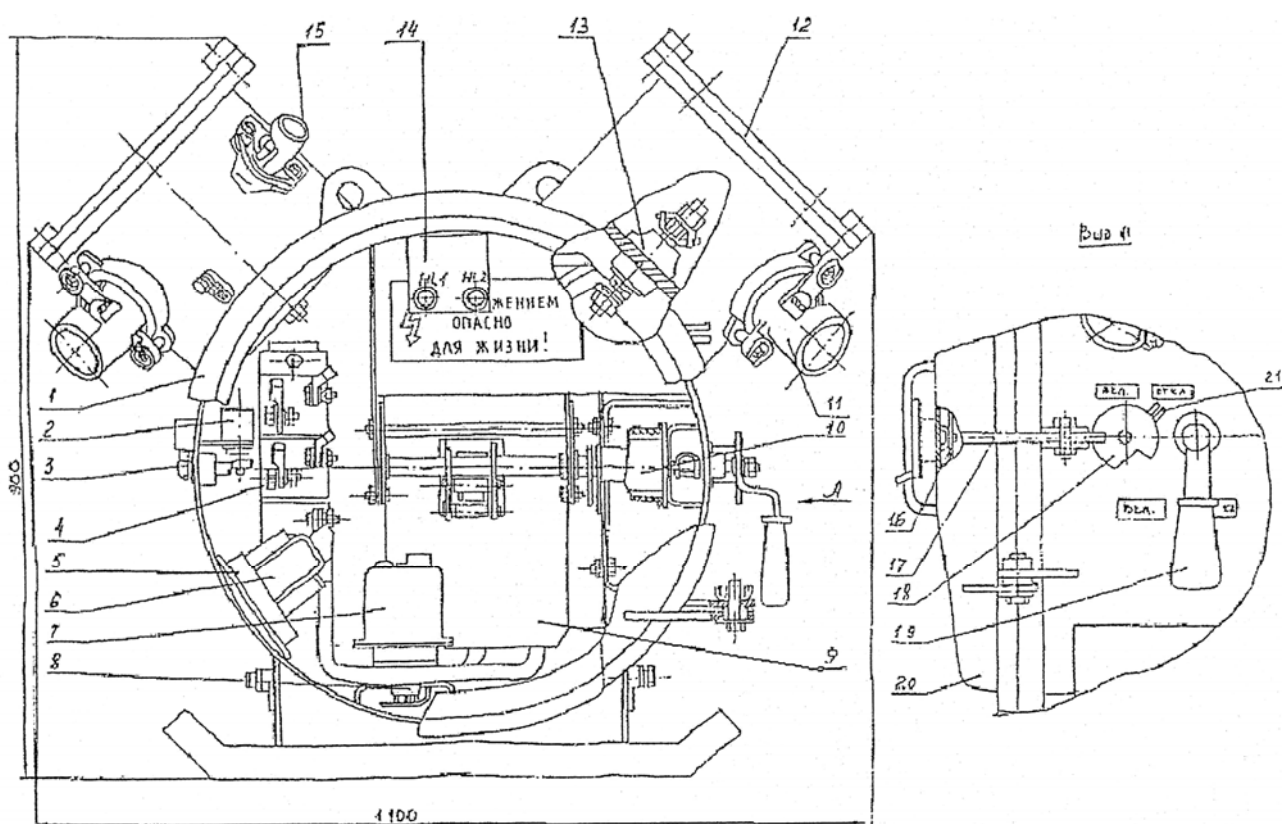


Рис. 2. Загальний вид автоматичного вимикача АВ-315Р

У відділенні вимикача, що обслуговується, розміщені: автоматичний вимикач А-3732У з приводом 9; блокувальний перемикач 10 типу ПВП-11; панель трансформаторів струму 4; блок максимального струмового захисту 7; трансформатор живлення 6; панель 4 з лампами. На бокових поверхнях корпусу розташовані: рукоятка 18 приводу перемикача ПВП-11; рукоятка 19 приводу вимикача А-3732У; ручка 3 приводу кнопки ПМЗ (SB2).

Відділення вводу і виводу закриваються кришками з болтовим кріпленням. Стики кришок з відділеннями і з корпусом ущільнені гумовими шнурами. Замикання швидковідкривної кришки здійснюється за допомогою відкидних прихоплювачів. Вони приводяться в дію роликами, розташованими на повертальному кільці, яке повертається під дією ексцентрика, привід якого виведений на зовнішню поверхню кришки. На кришці розташовані оглядові вікна сигнальних ламп.

Механічне блокування швидковідкривної кришки виконано так, що її можна відкрити тільки при вимкненому перемикачі ПВП і неможливо увімкнути перемикач при відкритій кришці. Вимкнути перемикач ПВП можна тільки при вимкненому автоматичному вимикачі А-3732У. Для відкривання швидковідкривної кришки необхідно вимкнути автоматичний вимикач і повернути рукоятку його приводу в положення "Откл.". Вимикач А-3732У вимикається і розімкне силове коло. При цьому виступ рукоятки відходить у бік, що дозволяє здійснити відключення перемикача ПВП. Перемикач ПВП при повороті рукоятки в положення "Откл." вимикається і знімає напругу з вторинних кіл внутрішнього відсіку. Після вимикання перемикача ПВП його рукоятка (положення "Откл.") заважає вмиканню автоматичного вимикача і дозволяє вивести блокувальну скобу з паза диска приводу ексцентрика. Після повороту блокувальної скоби перемикач ПВП і автоматичний вимикач заблоковані, а диск приводу ексцентрика швидковідкривної кришки розблокований. Це дозволяє з допомогою ключа відімкнути замок і відкрити кришку. При вмиканні вимикача всі операції слід виконати в зворотній послідовності.

Електрична схема автоматичного вимикача АВ-315Р наведена на рис. 3. Вона забезпечує наступні види захистів, блокувань, сигналізації та перевірок:

- світлову сигналізацію про вмикання вимикача;
- захист від струму короткого замикання відхідних від вимикача силових ліній;
- світлову сигналізацію про спрацьовування максимального струмового захисту;
- перевірку дії максимального струмового захисту;
- можливість приєднання реле витоку і газового захисту.

Силове коло автоматичного вимикача складається з увідного пристрою (затискачі А1, В1, С1), вмонтованого вимикача QF, первинних обмоток трансформаторів ТА1 – ТА3 і затискачів А3, В3, С3 відділення виводів.

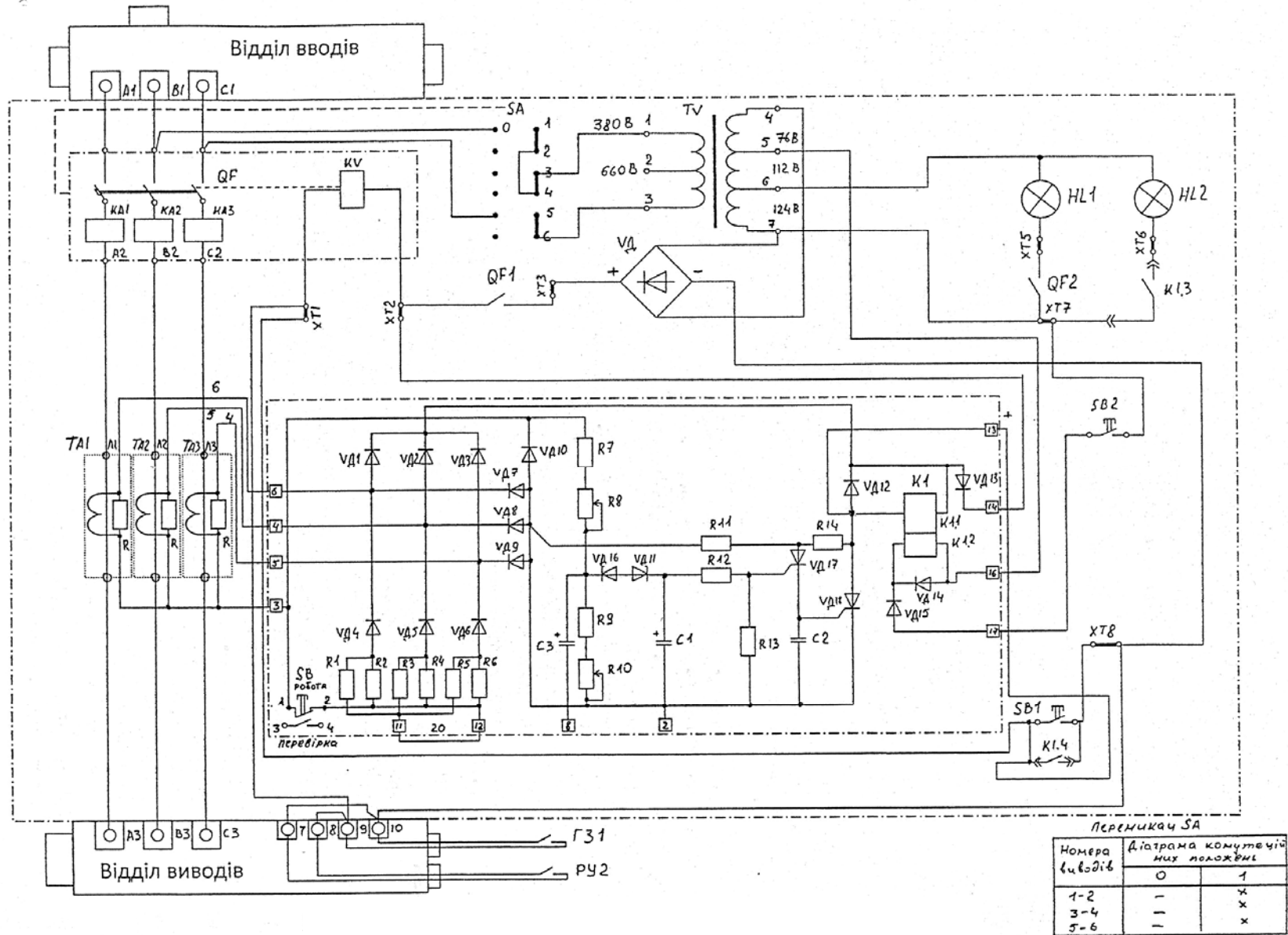


Рис. 3. Принципова електрична схема вимикача АВ-315Р

Максимальний струмовий захист здійснюється блоком типу ПМЗ, вмикнутим через трансформатори струму ТА1 – ТА3. У встановленому блоці ПМЗ контакт кнопки SB1 розімкнений, а при знятому блоці – замкнений. При спрацьовуванні максимального струмового захисту ПМЗ подається команда на спрацьовування незалежного розчіплювача KV, який діє на механізм керування вимикачем і відключає автоматичний вимикач QF. При цьому засвічується лампа HL2.

Вторинні обмотки трансформаторів струму в ПМЗ з'єднані в зірку з нульовим проводом. Паралельно до кожної вторинної обмотки приєднані резистори R. У схемі застосовані два трифазних однонапівперіодних випрямляча на діодах VD1 – VD3 та VD7 – VD9, які поділяють схему на вимірювальну і виконавчу частини. При такому побудуванні схеми трансформатори струму є не тільки датчиками струму, але і джерелами живлення виконавчого органу захисту, що складається з послідовно ввімкнутих трифазного випрямного мосту, зібраного на діодах VD1 – VD3, діода VD13, обмотки незалежного розчіплювача KV автоматичного вимикача QF, тиристора VD18 та діода VD10. Паралельно обмотці незалежного розчіплювача KV приєднана одна з обмоток поляризованого електромагнітного реле K1 з магнітною заціпкою.

Вимірювальна частина схеми містить трифазний випрямний міст, зібраний на діодах VD4 – VD6, подільник напруги на резисторах R7 – R10 і напівпровідникове реле, вхід якого приєднаний до подільника напруги, а вихід – до електрода, який керує тиристором VD18.

Напівпровідникове реле містить стабілітрон VD16, діод VD11, конденсатори C1 і C2, резистори R11 – R14, тиристор VD17.

Живлення виконавчої частини схеми здійснюється від трансформаторів струму напругою, знімаємою з резисторів R, а вимірювальної частини – напругою, знімаємою з паралельно з'єднаних резисторів R і одного з резисторів R1, R3 або R5 додаткового трифазного випрямного моста.

Схема функціонує наступним чином.

При протіканні струму в первинному силовому колі у вторинних обмотках трансформаторів струму виникає струм, який протікає через подільник напруги. Сигнал з подільника напруги подається на вхід напівпровідникового реле. За допомогою резисторів R7, R9 і настроювального резистора R10 подільника напруги встановлюється струм спрацьовування блока, відповідний першій уставці – 800 А.

За допомогою змінного резистора виконується настроювання наступних уставок спрацьовування блока максимального захисту. На шкалу уставок ПМЗ виведено дев'ять положень, що відповідають струму в силовому колі від 800 до 2400 А через кожні 200 А. Поріг спрацьовування блока визначається стабілітроном VD16.

Знімаєма з резисторів R9 і R10 напруга прикладена до електрода, який керує тиристором VD17. Імпульс струму з тиристора VD17 поступає на електрод, який керує тиристором VD18. При цьому тиристор VD18 відкривається і струм протікає від вторинних обмоток трансформаторів струму через діоди VD1 – VD3, діод VD13, контакт 14 штепсельного роз'єму, обмотку незалежного розчіплювача KV, контакт 13 штепсельного роз'єму, тиристор VD18, діод VD10, контакт 3 штепсельного роз'єму на нульову точку трансформаторів струму. При цьому незалежний розчіплювач вимкне автоматичний вимикач QF.

Паралельно контактам 13, 14 штепсельного роз'єму приєднана обмотка K1.1 двообмоткового реле K1, яке сигналізує про спрацьовування блока і блокує автоматичний вимикач у вимкненому стані. Реле K1 спрацьовує одночасно з незалежним розчіплювачем KV. При цьому контакт K1.3 замикає коло живлення сигнальної лампи HL2, а контакт K1.4 забезпечує блокування у вимкненому стані автоматичного вимикача за колом: позитивний полюс випрямляча VD, замикальний допоміжний контакт QF1 контактора, обмотка незалежного розчіплювача KV, замикальний контакт K1.4, "мінус" випрямляча VD. Завдяки цьому при вмиканні автоматичного вимикача і замиканні його допоміжного контакта QF1 отримує живлення незалежний розчіплювач KV, який вимкне автоматичний вимикач QF. Для підготовки автоматичного вимикача до повторного вмикання необхідно привести поляризоване реле K1 до вихідного стану. Для цього необхідно ручку приводу кнопки SB2 повернути в положення "ПМЗ". При цьому на другу обмотку K1.2 поляризованого реле K1 подається напруга від трансформатора напруги TV за колом: затискач 7 вторинної обмотки трансформатора, кнопка SB2, діод VD15, обмотка K1.2 реле K1, затискач 5 трансформатора TV. Реле K1 вимикається і розімкне контакти K1.3 і K1.4. Блок ПМЗ приходять у вихідне положення, лампа HL2 гасне і можна вмикати вимикач QF.

Для перевірки дії блока максимального захисту в його схемі передбачений вимикач SB, рукоятка якого виведена на лицьову панель блока. При встановленні перемикача SB в положення "Перевірка" загальна точка випрямляча VD4 – VD6 з резисторами R1 – R3 відклю-

чається від вторинних обмоток трансформаторів струму ТА1 – ТА3. Внаслідок цього при появі струму в первинному колі на вимірювальну частину схеми напруга подається не з паралельно з'єднаних резисторів R, R1 – R3, R2 – R6, а з резистора R. Тому чутливість схеми значно підвищується.

Перевірку дії захисту здійснюють при пуску електродвигуна. Якщо уставка захисту вибрана за умовою відстроювання від пускових струмів приєднаного до мережі через вимикач електродвигуна, захист ПМЗ спрацьовує. Після перевірки дії захисту перемикач SB встановлюють у положення "Робота".

Перевірка уставок спрацьовування захисту ПМЗ повинна виконуватися згідно з "Методикою перевірки максимального струмового захисту ПМЗ" перед спуском вимикача в шахту або після монтажу перед уводом його в експлуатацію, а під час експлуатації не менше одного разу на шість місяців.

При вмиканні автоматичного вимикача QF замикається його допоміжний контакт QF2 в колі сигнальної лампи, сигналізуючи про те, що вимикач увімкнений. Одночасно замикається допоміжний контакт QF1 автоматичного вимикача в колі випрямного моста VD, підготуючи коло живлення незалежного розчіплювача KV для спільної роботи з реле витоку РУ або з апаратами газового захисту ГЗ, апаратурою контролю температури та ін.

При спрацьовуванні реле витоку замикається його контакт РУ1 (рис.3) і незалежний розчіплювач KV живиться за колом: "плюс" випрямляча VD, замикальний контакт QF1, незалежний розчіплювач KV, прохідні затискачі 9, 8 відділення виводів, замикальний контакт РУ1 реле витоку, затискачі 7, 10, "мінус" випрямляча VD. Незалежний розчіплювач вимкне автоматичний вимикач. Так само забезпечується вимикання автоматичного вимикача і при спрацьовуванні газового захисту.

Опір ізоляції силових електричних кіл вимикача перед спуском у шахту повинний бути не нижче ніж 5 МОм.

Автоматичні вимикачі серії АВ-ДО на відміну від вимикачів з ручним керуванням забезпечують можливість їх дистанційного вимикання. В автоматичному вимикачі типу АВ-400ДО відділення вводів і виводів роздільні, циліндричної форми, так само як у вимикачах АВ-315Р, АВ-400Р і дозволяють приєднати такі ж самі кабелі. Вимикач АВ-400ДО на відміну від вимикачів серії АВ-Р має блокувальний роз'єднувач, який встановлений в спеціальному вибухозахищеному

відділенні оболонки. При вимиканні роз'єднувача знімається напруга з усіх частин, що проводять електричний струм, апаратів, розташованих в обслуговуваному відділенні вимикача. Завдяки цьому в ньому можна проводити роботи не вимикаючи автоматичний вимикач.

Електрична частина автоматичного вимикача АВ-400ДО (рис. 4) має такі уніфіковані блоки:

- максимального струмового захисту (А1) типу ПМЗ, який забезпечує разом з трансформаторами струму ТА1 – ТА3 вимикання відхідної ділянки мережі при виникненні на ній короткого замикання;
- дистанційного вимикання (А2) типу ДВ для вимикання вимикача винесеною кнопкою "Стоп";
- контролю ізоляції (А3) типу БКІ для попереднього контролю опору ізоляції відносно землі перед вмиканням захищеної вимикачем ділянки мережі і блокування його вмикання, якщо вказаний опір буде нижче допустимого рівня (30 або 90 кОм).

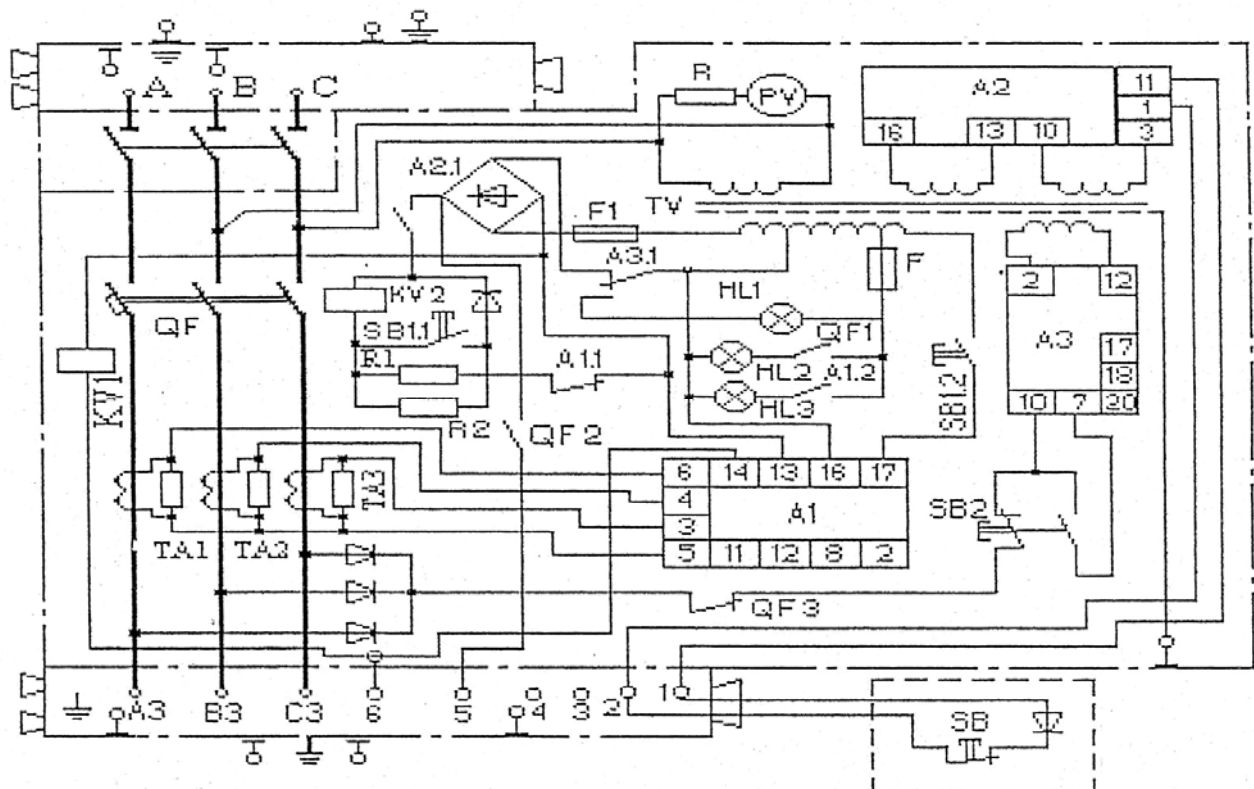


Рис. 4. Принципова електрична схема автоматичного вимикача АВ-400ДО

Електрична схема вимикача забезпечує такі види захисту, блокувань, сигналізації та перевірок:

- захист від струмів КЗ відхідних силових кіл;
- захист від обриву кола дистанційного керування;

- захист від втрати керованості при замиканні жил кола дистанційного керування;
- нульовий захист;
- світлову сигналізацію про вмикання вимикача, про спрацьовування максимального струмового захисту, про спрацьовування блока попереднього контролю ізоляції;
- перевірку дії максимального струмового захисту ПМЗ;
- перевірку роботи блока контролю опору ізоляції;
- електричні і механічні блокування: від вмикачів при зниженні опору ізоляції у відхідному приєднанні нижче ніж 30 або 90 кОм; виконання послідовності операцій "вимикання вимикача – вимикання роз'єднувача – відкривання кришки оболонки, вмикання вимикача після спрацьовування ПМЗ".

Робота автоматичного вимикача відбувається наступним чином.

При вмиканні роз'єднувача QS подається живлення на знижувальний трансформатор TV і вольтметр PV. Якщо жили кола дистанційного вимикання в задовільному стані і не замкнуті між собою, а кнопка SB винесеного поста дистанційного вимикання не зафіксована в розімкненому положенні, то спрацьовує реле блока дистанційного вимикання A2, яке своїм замикальним контактом A2.1 замикає коло живлення нульового розчіплювача KV2. Перед вмиканням вимикача необхідно натиснути кнопку SB1, повертаючи ручку привода кнопки в положення "Взвод захисту". При досить високому рівні ізоляції відхідного приєднання вручну вмикають вимикач QF, замикається його блок-контакт QF1 у колі живлення білої сигнальної лампи HL2. Контакт SB1 кнопки замикається і шунтує резистори R1 і R2.

Якщо при вимкненому вимикачі QF опір ізоляції відхідного приєднання нижче уставки (30 чи 90 кОм) спрацює блокувальне реле витоку блока БКІ (A3). Розмикальний контакт A3.1 розімкне коло живлення нульового розчіплювача і тим самим блокує вмикання вимикача. При цьому замикальним контактом A3.1 вмикається сигнальна лампа з жовтим світлофільтром HL1, яка сигналізує про низький опір ізоляції у відхідній ділянці мережі.

При спрацюванні максимального струмового захисту (блок A1) подається сигнал на спрацьовування незалежного розчіплювача KV1, який через механізм вільного розчіплення вмикає вимикач QF. Після спрацьовування МСЗ повторно ввімкнути вимикач неможливо, тому що коло живлення нульового розчіплювача KV2 розімкнено контактом A1.1. Замикальний контакт A1.2 вмикає лампу з червоним світ-

лофільтром HL3, що вказує на спрацювання МСЗ. Для можливості вмикання вимикача необхідно натиснути кнопку SB1.2. Її контакт SB1.2 вмикає реле в блоці МСЗ (А1) і контакт А1.1 кола живлення нульового розчіплювача KV2 замкнеться, що призведе до зняття блокування вмикання вимикача QF.

Вимикач може бути вимкнтий вручну рукояткою на його корпусі або дистанційно кнопкою SB у винесеному посту керування. Він може вимикатися автоматично від дії апаратури захисного вмикання: МСЗ, реле витоку, аналізатора метану, температурних реле, апаратів контролю повітря тощо. Усі вони впливають на коло живлення нульового розчіплювача (крім МСЗ), розмикаючи його. Нульовий розчіплювач впливає на механізм вільного розчіплення, який вмикає вимикач QF. При дистанційному вмиканні натискають на кнопку SB, реле блока А2 вмикається, його замикальний контакт А2.1 розмикається і вмикає коло живлення нульового розчіплювача KV2, завдяки чому вимикач QF вмикається.

Перевірка блока контролю ізоляції БКІ (А3) здійснюється при вимкненому вимикачі натисненням на кнопку SB2. При справному блоці замикається контакт А3.1 у колі живлення сигнальної лампи HL1 і остання засвічується.

Для напруги 1140 В розроблені вибухобезпечні автоматичні вимикачі АВ-320ДО2 і АВ-400ДО2, котрі виконують ті ж самі функції, що і відповідні вимикачі на напругу 660 В. Вони відрізняються тим, що на боковій частині корпуса є два оглядові вікна для візуального контролю положення контактів блокувального роз'єднувача, конструкція якого забезпечує заземлення його ножів у вимкненому положенні. Наявність двох блоків ДО дозволяє вимикати вимикач за двома незалежними колами.

3.3. Автоматичні вимикачі серії АБВ

Для видобувних і підготовчих ділянок на пластах, небезпечних за раптовими викидами породи, вугілля або газу, розроблений вибухобезпечний швидкодіючий автоматичний вимикач АБВ-250У2 на номінальний струм 250 А при напрузі 380/660 В, призначений для роботи в системах електропостачання з автоматичним випереджувальним вмиканням (2,5 мс).

Вимикач складається з набору електричних апаратів, розміщених у вибухобезпечній оболонці з швидковідкривною кришкою, ка-

бельного ввідного пристрою, блокувального роз'єднувача швидкодіючого вимикача, апаратів захисту, керування та сигналізації. Кабельні ввідні пристрої призначені для приєднання кабелів марок КГЕШ, КГЕШУ, КГВЕУШ, ЕВТ та ін.

Апаратура керування і захисту розташована на поворотній панелі та містить: блок максимального захисту; блок швидкодіючого захисту від міжфазних замикань; швидкодіюче реле захисту від замикань на землю; реле витоку, блокувальне реле витоку; блок реле контролю і дистанційного вимикання; головний короткозамикач; імпульсний трансформатор; блок конденсаторів; трансформатори струму та фільтр приєднання.

Електрична схема швидкодіючого вимикача (рис. 5) забезпечує такі види керування та захисту:

- ручне вмикання і вимикання;
- дистанційне вимикання;
- швидкодіючий захист від міжфазних замикань відхідного кабелю і навантаження, перевірку його справності, а також сигналізацію про коротке замикання;
- загальномережний захист від однофазних витоків струму (при опорі ізоляції 9 і 15 кОм при напрузі відповідно 380 і 660 В) і від симетричних трифазних витоків струму на землю (при $R_{iz} = 10$ і 30 кОм / фаза при напрузі відповідно 380 і 660 В), а також перевірку його справності і сигналізацію;
- вимір опору ізоляції кабелю відносно землі при вимкненому вимикачі;
- нульовий захист;
- блокування, що заважає вмиканню вимикача при збільшенні активного опору жил дистанційного керування більше ніж 40 Ом, або при їх замиканні чи обриві;
- подачу вимикального імпульсу на моторні короткозамикачі при спрацьовуванні швидкодіючих захистів, при цьому кількість моторних короткозамикачів не повинна перевищувати десяти;
- закорочування відхідного кабелю при спрацьовуванні швидкодіючих захистів головними напівпровідниковим і механічним короткозамикачами ГК автоматичного вимикача.

Подача напруги здійснюється через роз'єднувач QS до автоматичного вимикача QF. Напівпровідниковий і механічний короткозамикачі закорочують жили відхідного кабелю тільки при спрацьовуванні швидкодіючих захистів (БМЗ, УБЗ).

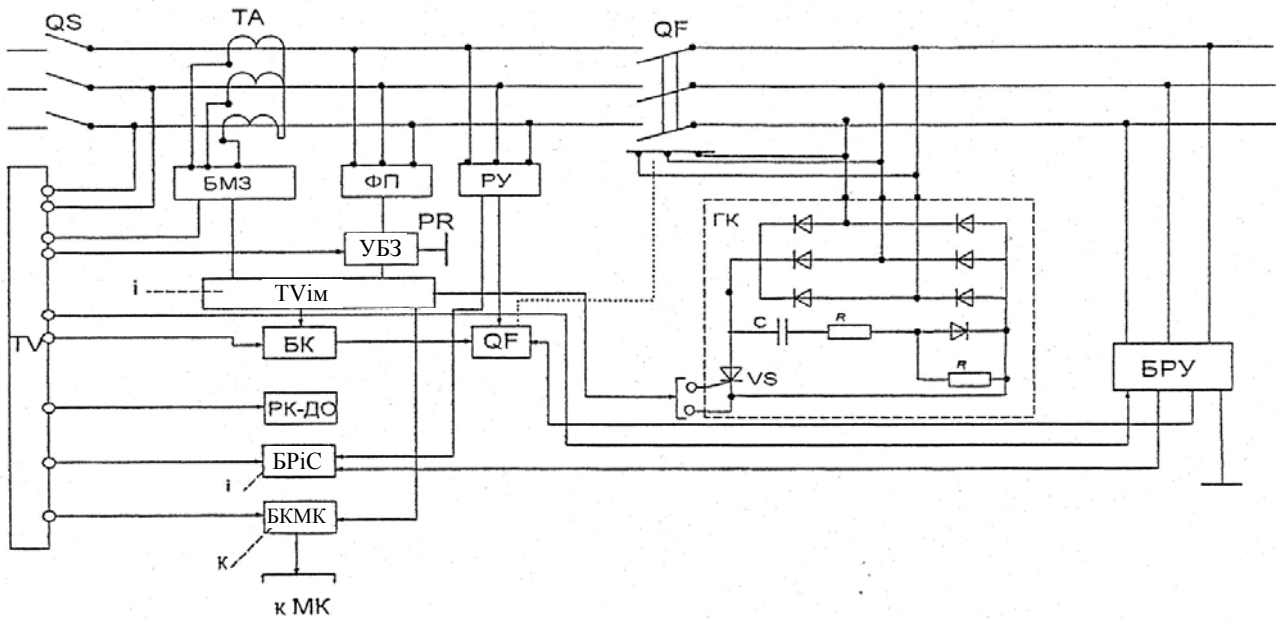


Рис. 5. Схема автоматичного швидкодіючого вимикача АБВ-250:
 ФП – фільтр приєднання, ТВім – імпульсний трансформатор,
 БРіС – блок реле і сигналізації, БКМК – блок керування моторними
 короткозамикачами МК.

Швидкодіючий максимальний захист реагує на швидкість зростання струму di/dt у мережі. При швидкості зростання струму більше граничного значення подається сигнал на розряд батареї конденсаторів блока БК через котушку QF індукційно-динамічного привода. Одноразово подається сигнал на спрацювання головного короткозамикача ГК і моторних напівпровідникових короткозамикачів. У блоці БМЗ встановлено двообмоткове реле з магнітною заціпкою, яке блокує повторне вмикання вимикача при спрацюванні БМЗ.

Пристрій швидкодіючого захисту від замикань на землю УБЗ реагує на напругу нульової послідовності. При зниженні опору ізоляції електричної мережі нижче уставки спрацювання захисту УБЗ видає сигнал на розряд батареї конденсаторів БК, що спричиняє вимкнення вимикача і вмикання головного та моторних короткозамикачів.

При ввімкненому вимикачі та зниженні опору ізоляції електричної мережі до граничного значення спрацює реле витоку РУ, що спричиняє вимкнення вимикача QF без спрацювання короткозамикачів ГК і МК.

При вимкненому вимикачі QF у разі зниження опору ізоляції електричної мережі нижче граничного значення спрацює БРУ та вимикач блокується.

Блок реле контролю дистанційного вимикання РК-ДО контролює збільшення активного опору кола керування, обрив і замикання між жилами кола дистанційного керування. При обриві або збільшенні активного опору кола дистанційного керування більше 40 Ом подається сигнал на розмикання електромагнітного розчіплювача.

Виконавчий орган швидкодіючого автоматичного вимикача складається з батареї конденсаторів, зарядженої до 500 – 530 В. При спрацюванні швидкодіючих захистів батарея конденсаторів розряджається через котушку індукційно-динамічного приводу QF.

Головний короткозамикач ГК призначений для короткого замикання жил відхідного кабелю при спрацюванні швидкодіючих захистів. Для роботи спільно з автоматичним вимикачем АБВ-250 у трифазних мережах змінного струму використовують швидкодіючі короткозамикачі типів ПМК і ПМКБ, які замикають жили живильної лінії з боку електродвигунів.

4. Стенд "Вибухобезпечні автоматичні вимикачі"

Лабораторний стенд "Вибухобезпечні автоматичні вимикачі" має набір вимірювальних приладів, апаратів керування та сигналізації, функціонально пов'язаних між собою згідно з мнемосхемою (рис. 6). На стенді можна виконати такі перевірки:

- світлової сигналізації про вмикання вимикача;
- дії блока максимального струмового захисту, що спрацьовує за допомогою датчиків струму (трансформатор струму ТС);
- уставок спрацьовування захисту ПМЗ;
- дії незалежного розчіплювача при спрацьовуванні реле витоку РВ та апаратури газового захисту (аналізатору метану АМ).

5. Порядок виконання роботи

5.1. Вивчити конструкції, електричні схеми і принципи роботи автоматичних вимикачів типу АФВ і АВ.

5.2. Перевірити світлову сигналізацію про вмикання автоматичного вимикача АВ-315Р. Для цього увімкнути ввідний вимикач стенду QF1 (рис. 6) і подати напругу на вимикач АВ-315 Р. При цьому лампа НЛ9 засвітиться, а сигнальна лампа НЛ2 не повинна засвітитися. Увімкнути вимикач. Повинна засвітитися лампа НЛ1 "Вмкн."

Аварійне
вимикання

АВ-315 Р/АВ-400 Р

⊗ HL

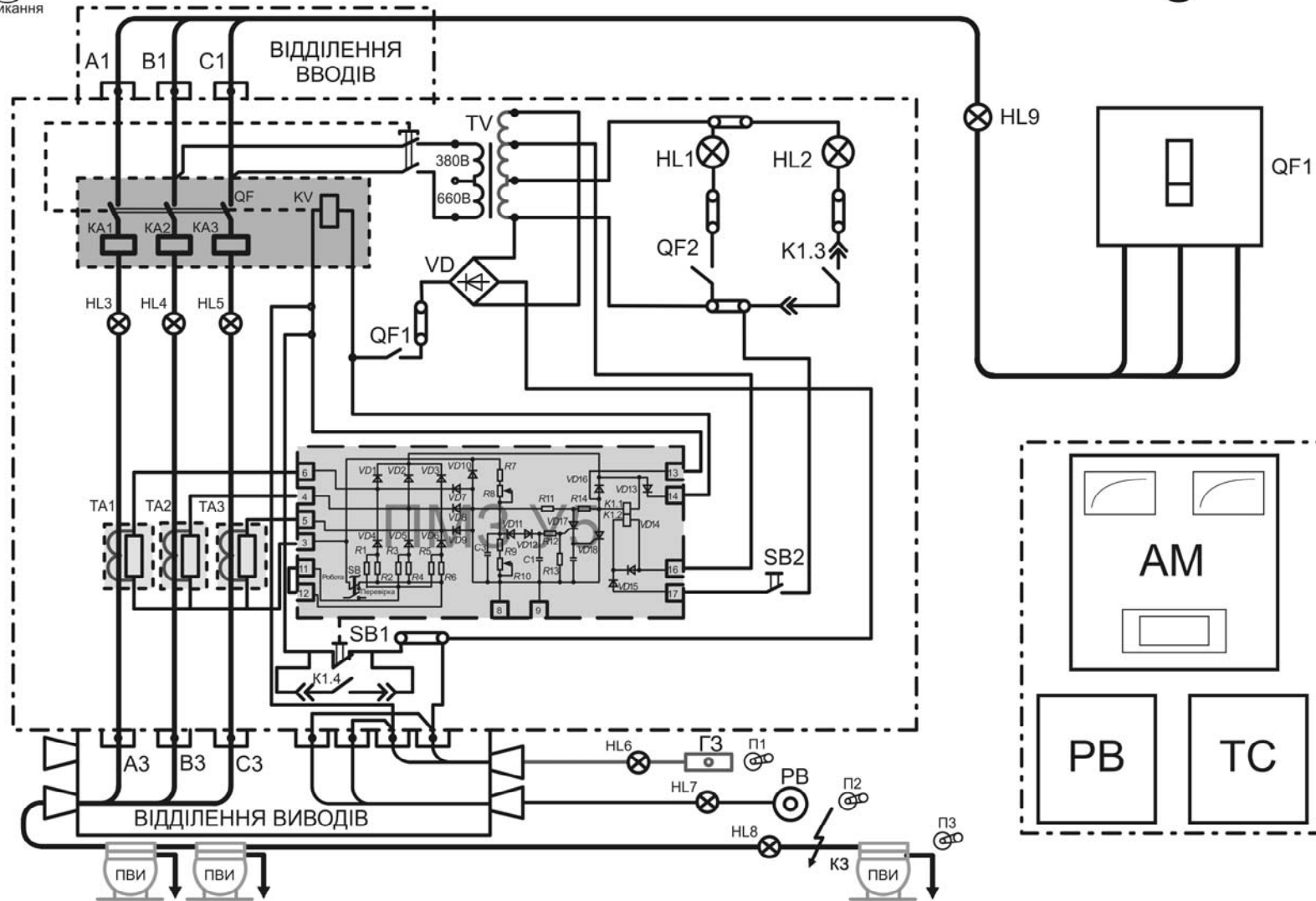


Рис. 6. Схема лабораторного стану

5.3. Виконати перевірку дії максимального струмового захисту в такій послідовності:

– оглянути стан трансформаторів струму і блока захисту ПМЗ. Звернути увагу на цілісність їх корпусів, стан контактів штепсельних роз'ємів, кріпильних деталей і монтажних дротів. Підтягнути контактні з'єднання виводів трансформаторів струму за необхідності, перевірити наявність пломб на блоці захисту;

Перевірка трансформаторів струму і перевірка фактичних струмів спрацьовування ПМЗ здійснюється на спеціальному стенді та роботою не передбачається. Дію блоку захисту ПМЗ у зібраному стані перевіряють перемиканням тумблера на блоці в положення "Перевірка" і пробного пуску електродвигуна відповідної потужності, приєднаного до автоматичного вимикача. За необхідності уставка струму спрацьовування може бути знижена до мінімуму.

– згідно завдання керівника роботи на блоці ПМЗ виставити уставку струму спрацьовування максимального захисту. Для цього скористатися даними табл. 2.

Таблиця 2

Струми спрацьовування максимального захисту,
що відповідають позначкам на блоці ПМЗ

Номинальний струм вимикача, А		до 63	64...125	126...200	201...250	251...400
Струм уставки (А), що відповідає позначці на блоці ПМЗ	1	125	250	400	500	800
	2	156	312	500	625	1000
	3	187	375	600	750	1200
	4	219	438	700	875	1400
	5	250	500	800	1000	1600
	6	281	562	900	1125	1800
	7	312	625	1000	1250	2000
	8	344	688	1100	1375	2200
	9	375	750	1200	1500	2400

5.4. Перевірка роботи захисту при короткому замиканні (КЗ) у відхідній від автоматичного вимикача кабельній мережі.

Увімкнути автоматичний вимикач АВ-315 Р.

Для штучного створення короткого замикання вмикають перемикач П1 "КЗ" на стенді. При цьому блок ПМЗ спрацює, автоматичний вимикач вимкне мережу, засвітиться лампа НЛ2 і погасне лампа НЛ1. Переконалися у спрацьованні блоку ПМЗ за допомогою інших

сигнальних ламп HL3 – HL8. Для повернення електричної схеми у вихідний стан необхідно вимкнути перемикач П1 "КЗ", привести блок ПМЗ у початкове положення (виконати "взведення захисту") за допомогою відповідного перемикача на боці корпусу та вимкнути автоматичний вимикач.

5.5. Перевірка роботи автоматичного вимикача при спрацьовуванні реле витоку (РВ).

Увімкнути автоматичний вимикач АВ-315 Р.

Вмикнути перемикач П2 "РВ" на стенді для імітації спрацьовування реле витоку при витоку струму у кабельній мережі. Автоматичний вимикач вимкне мережу аналогічно п. 5.4. Переконайтеся у спрацюванні реле витоку за допомогою відповідних сигнальних ламп HL1 – HL8. Вимкнути перемикач П2 "РВ". Повернути схему у вихідний стан.

5.6. Перевірка роботи автоматичного вимикача при спрацьовуванні газового захисту (ГЗ).

Вмикнути автоматичний вимикач АВ-315 Р.

Увімкнути перемикач П3 "ГЗ" на стенді для імітації спрацьовування аналізатору метану при перевищенні допустимої концентрації газу у повітрі. Автоматичний вимикач вимкне мережу аналогічно п. 5.4. Переконайтеся у спрацюванні газового захисту за допомогою відповідних сигнальних ламп HL1 – HL8. Вимкнути перемикач П3 "ГЗ". Повернути схему у вихідний стан.

6. Домашня підготовка до роботи

6.1. Вивчити дані методичні вказівки до лабораторної роботи.

6.2. Заготовити звіт з лабораторної роботи у вигляді:

- назви та мети роботи;
- принципів електричних схем автоматичних вимикачів типу АВ-315Р, АВ-400ДО і АБВ-250;
- технічних характеристик вивчаемого електрообладнання;
- схеми лабораторного стенду.

6.3. Користуючись літературою, наведеною у списку цих методичних вказівок, теоретично підготуватися до відповідей на питання для самоконтролю.

7. Зміст звіту з лабораторної роботи

Звіт повинен містити:

- стислі відомості про призначення, сферу застосування та технічні характеристики автоматичних вимикачів;
- принципові електричні схеми автоматичних вимикачів типу АВ-315Р, АВ-400ДО і АБВ-250;
- схему лабораторного стенду;
- результати експериментальних досліджень;
- висновки, які зроблені за результатами досліджень.

8. Питання для самоконтролю

1. Які типи автоматичних вимикачів виготовляються вітчизняною промисловістю?
2. Назвіть основні технічні характеристики автоматичних вимикачів?
3. Який принцип дії механічного блокування автоматичних вимикачів серії АВ?
4. Які види захисту, блокування та сигналізації здійснює електрична схема вимикача типу АВ-315Р?
5. Які додаткові види захистів і блокувань може здійснювати електрична схема автоматичного вимикача типу АВ-400ДО?
6. За рахунок чого забезпечується вибухозахист рудникових вимикачів?
7. Як функціонує захист від струмів короткого замикання типу ПМЗ?
8. Назвіть причини, завдяки яким при вмиканні вимикача може не засвітитися сигнальна лампа НЛ1.
9. Як функціонує електрична схема вимикача АВ-315Р при спрацьовуванні реле витоку і газового захисту?
10. Назвіть відмінні особливості електричної схеми швидкодіючого автоматичного вимикача АБВ-250У5 від інших рудникових вимикачів.

Список літератури

1. Електропостачання гірничих підприємств: довід. посіб. / Г.Г. Півняк, М.М. Білий, Г.М. Бажін; за ред. акад. НАН України

А.К. Шидловського; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Вид. 2-ге, випр. та допов. – Д.: НГУ, 2015. – 633 с.

2. Електрифікація гірничих робіт: Підручник / Г.Г. Півняк, М.М. Білий, Л.П. Ворохов та ін.; За ред. академіка НАН України Г.Г. Півняка. – Д.: Національний гірничий університет, 2005. – 615 с.

3. Справочник по электроустановкам угольных предприятий. Электроустановки угольных шахт / В.Ф. Антонов, Ш.Ш. Ахмедов, С.А. Волотковский и др.; Под общ. ред. В.В. Дегтярева. – М.: Недра, 1988. – 436 с.

4. Электрification горных работ: Учеб. для вузов / М.М. Белый, В.Т. Заика, Г.Г. Пивняк и др.; Под ред. Г.Г. Пивняка. – М.: Недра, 1992. – 383 с.

5. Цапенко Е.Ф., Мирский М.И., Сухарев О.В. Горная электротехника / Под ред. Е.Ф. Цапенко. – М.: Недра, 1986. – 416 с.

Упорядники

Геннадій Михайлович Бажін
Ігор Борисович Кольцов
Володимир Миколайович Прокуда
Артем Володимирович Рухлов

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання науково-дослідної лабораторної роботи ЕГР-20
"Дослідження рудникових автоматичних вимикачів"

для студентів спеціальності 141 "Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка"

Кафедра систем електропостачання

Державний ВНЗ "НГУ"
49005, м. Дніпропетровськ, просп. Д. Яворницького, 19.