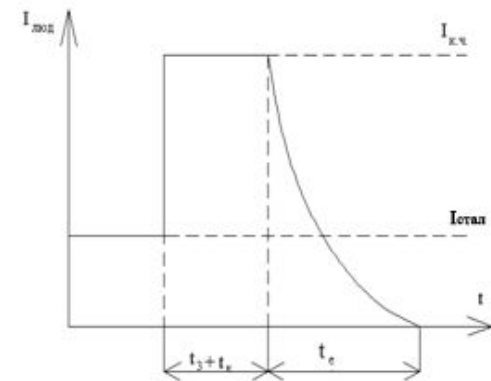
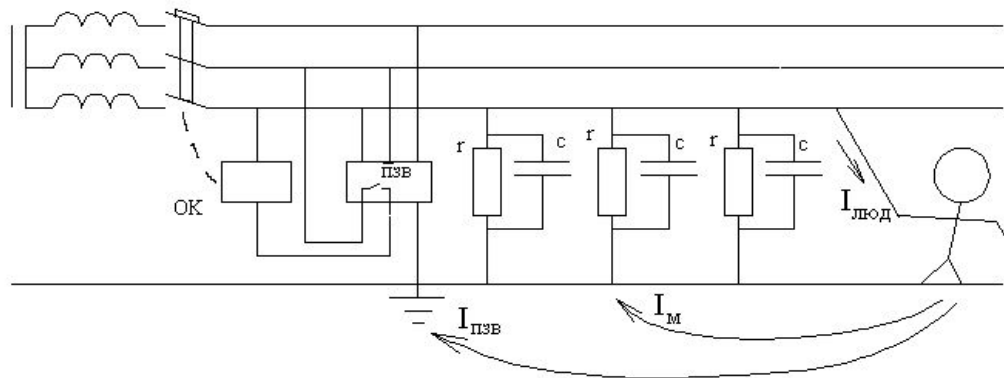


Електробезпека на геотехнічних виробництвах. Захисне відключення мережі [5, 6]



Принцип захисту від струму витоку на землю: ВК – вимикальна котушка.

Графік залежності протікання величини струму через людину від часу $I_{\text{люд}} = f(t)$.

При використанні в якості оперативного – постійного струму

$$I_{\text{оп}} = \varphi(r_{\Sigma}); \quad r_{\Sigma} = \frac{r_a \cdot r_b \cdot r_c}{r_a \cdot r_b + r_b \cdot r_c + r_a \cdot r_c}; \quad I_{\text{в}} = f(r_{\text{в}}, r, c)$$

При заданому значенні C , при $I_{\text{в}} = I_{\text{оп}}$ можна розглядати три характеристики

$r'_b = \varphi(r)$; $r''_b = \varphi(r)$; $r'''_b = \varphi(r)$; $r'_{\text{відкл}} : r''_{\text{відкл}} : r'''_{\text{відкл}} = 1 : 2 : 3$ канонічні характеристики
 $r \geq (1.5 \dots 2)r_{\text{кр}}$ – стала робота. $r'_{\text{відкл}} : r''_{\text{відкл}} : r'''_{\text{відкл}} \neq 1 : 2 : 3$ деформовані характеристики

$$r_{\text{кр}} = \frac{U_{\Phi}}{I_{\text{доп.д}}}$$

Електробезпека на геотехнічних виробництвах. Захисне відключення мережі.



Захисне відключення попереджує небезпеку ураження людини при умовах:

- безперервного контролю опору ізоляції всієї електрично зв'язаної мережі (при неселективному захисті);
- автоматичної сигналізації в разі зниження ізоляції нижче встановленого рівня;
- вимкнення мережі при аварійному стані ізоляції та дотиканні людини до однієї з фаз;
- високої швидкодії захисту (струм пройшовши через людину не спричиняє тяжких наслідків);
- незалежності роботи ПЗВ від коливань напруги в мережі;
- незалежності роботи захисту від ємності мережі;
- самоконтролю функціонування.

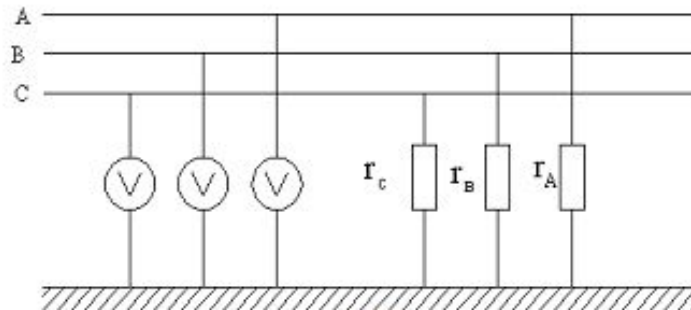
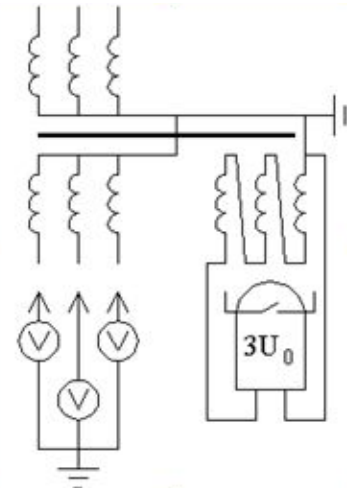


Схема контролю ізоляції вольтметрами.



Контроль ізоляції мережі за допомогою трансформатора НТМІ (НАМИ).

Електробезпека на геотехнічних виробництвах. Захисне відключення мережі.

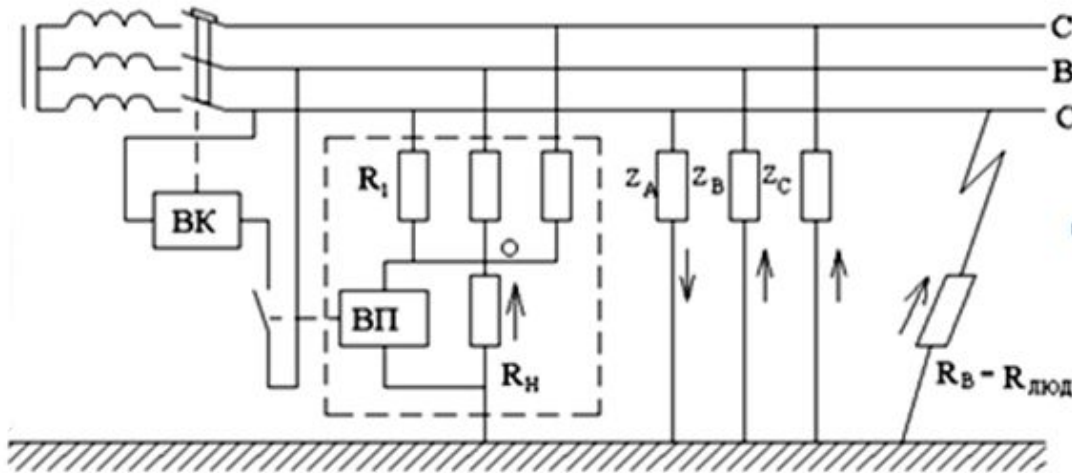
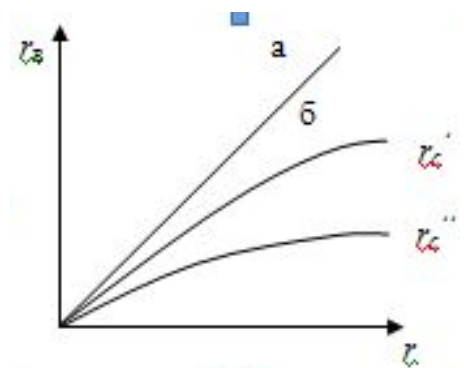


Схема пристрою захисного відключення, яка реагує на напругу нульової послідовності: ВК – вимикальна катушка автоматичного вимикача; ВП – вимірювальний пристрій.



Характеристики захисту асиметра.

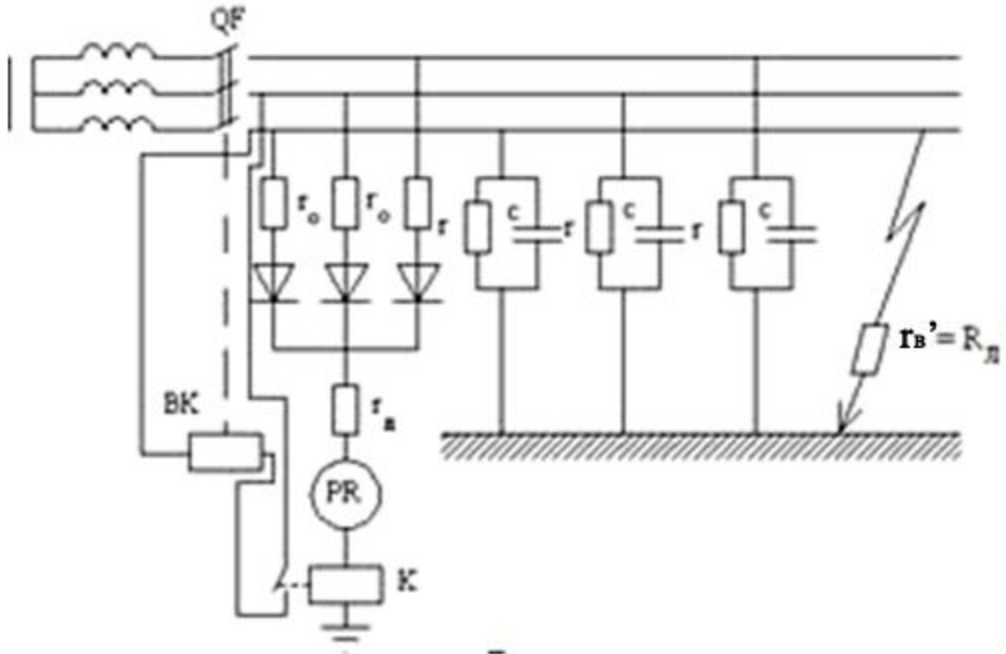
Напруга спрацювання
$$U_0 = \frac{U \cdot r}{3r'_c + r} = U_c$$

Опір спрацювання
$$r'_c = \frac{U - U_c}{U_c} \cdot \frac{r}{3} \quad (\text{а}) \quad r'_c = \frac{U - U_c}{U_c} \cdot \frac{r(R_1 + 3R_n)}{3(r + R_1 + 3R_n)} \quad (\text{б}) \quad \frac{r \cdot R_{cx}}{r + R_{cx}} = \frac{r(R_1 + 3R_n)}{r + (R_1 + 3R_n)}$$

При $C=0$ напруга спрацювання при однофазному витоці через $R_{\text{люд}}$

$$U_c = \frac{U_\phi \cdot r(R_1 + 3R_n)}{3R_{\text{люд}}(r + R_1 + 3R_n) + (R_1 + 3R_n)r}$$

Електробезпека на геотехнічних виробництвах. Захисне відключення мережі.



Принципова схема контролю опору ізоляції випрямленими струмами контролюємої мережі: К – котушка реле вимкнення мережі; ВК – вимикальна котушка автомата.

$$I_{on} = \frac{1,5}{\pi} \cdot \frac{U_{\max.l}}{R_{cx} + r_{\Sigma}} = \frac{U_{on}}{R_{cx} + r_{\Sigma}}$$

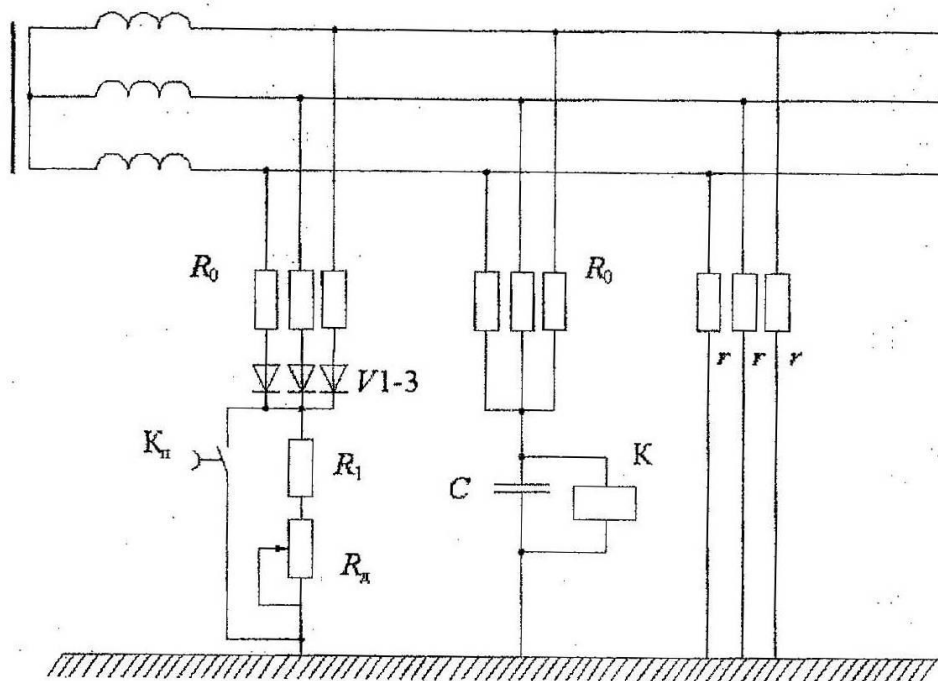
При $r \rightarrow \infty$ та $I_{cn} = I_{дон.д.}$ для однофазного витоку

$$r'_{\epsilon} = \frac{U_{on}}{I_{cx}} - R_{cx} = R_c$$

$$r''_{\epsilon} = 2 \left(\frac{U_{on}}{I_{cx}} - R_{cx} \right) = 2R_c$$

$$r'''_{\epsilon} = 3 \left(\frac{U_{on}}{I_{cx}} - R_{cx} \right) = 3R_c$$

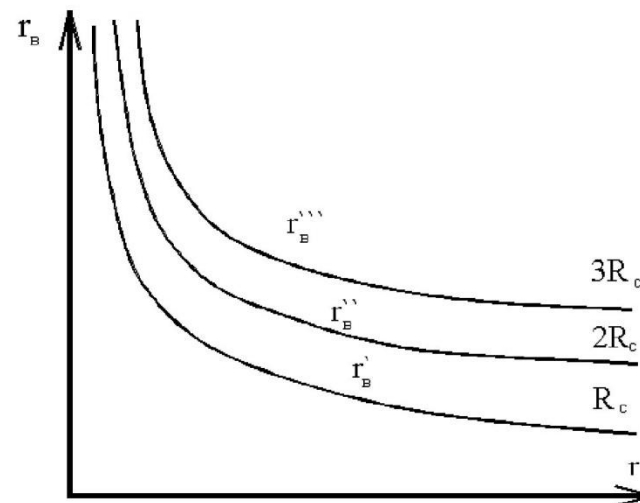
Електробезпека на геотехнічних виробництвах. Захисне відключення мережі.



Паралельна вентильна схема контролю ізоляції та захисного вимикання.

Використовується в пристроях:

РУ-220, РУ-380



Характеристики захисту, що працює на випрямлених струмах контролюємої мережі

Електробезпека на геотехнічних виробництвах. Захисне відключення мережі.

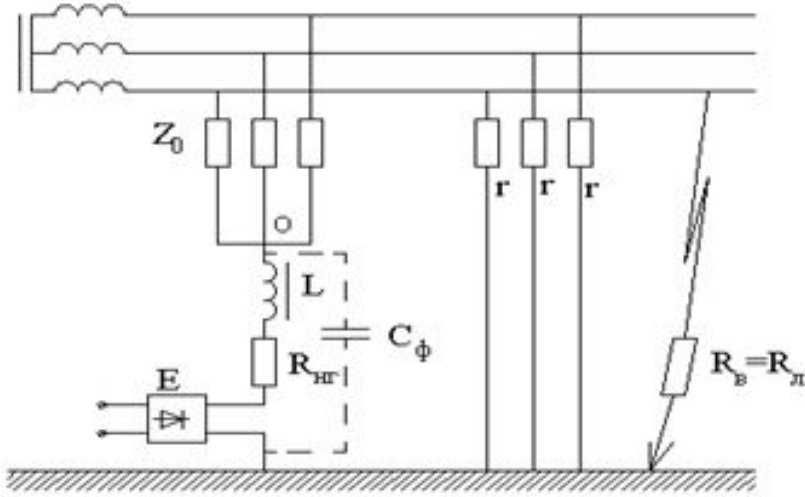


Схема контролю ізоляції мережі за допомогою постійного струму стороннього джерела.

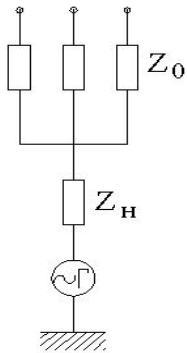
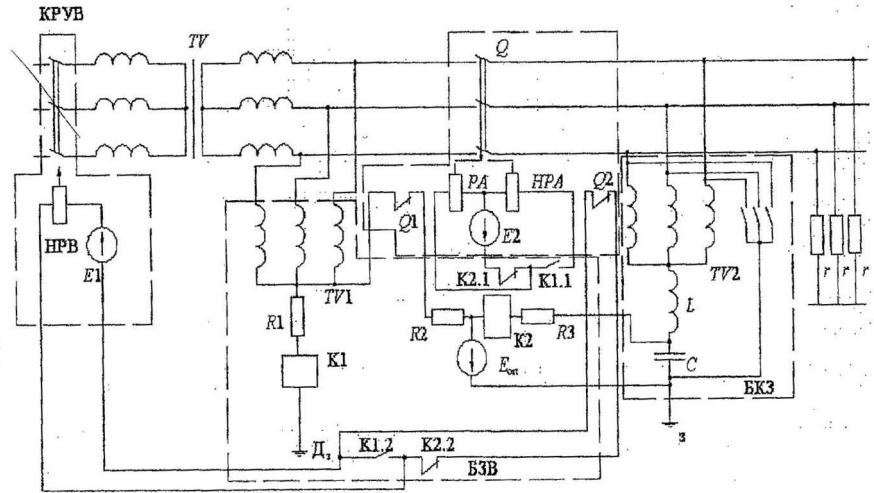


Схема захисту на оперативному струмі підвищеної частоти



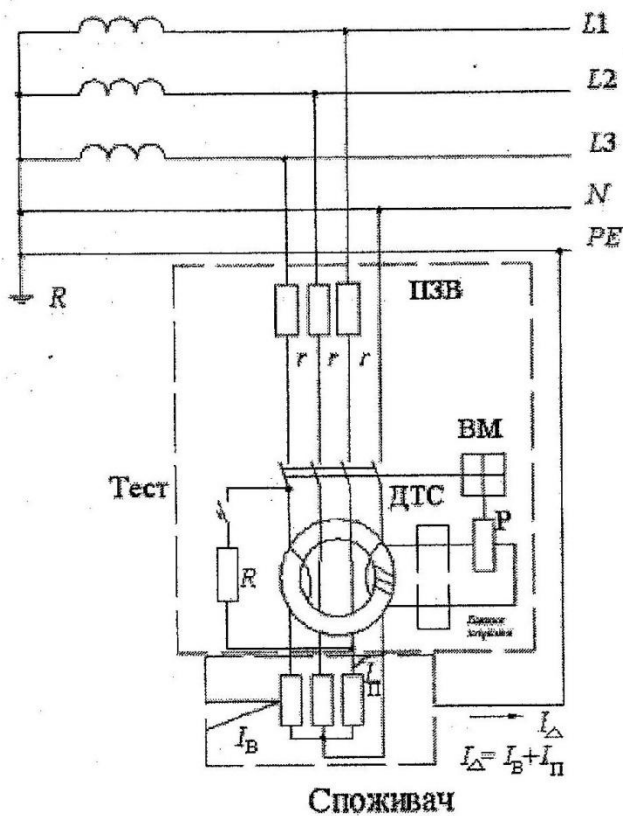
Принципова електрична схема захисту в електричних мережах напругою 1140В: БЗВ – блок захисного вимикання; БКЗ – блок короткозамикачів; НРА – нульовий розчеплювач автоматичного вимикача; НРВ – нульовий розчеплювач високовольтного вимикача.

Струм у вимірювальному полі $i = I_{=} + i_n$

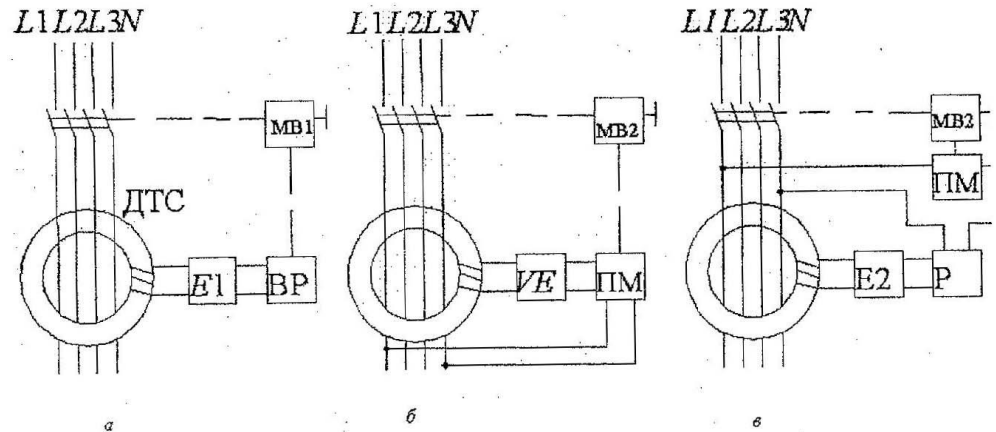
$$I = \frac{3E}{3(r'_\Sigma + R_{cx}) + R_o}$$

$$r'_\Sigma = \frac{r_\Sigma \cdot R_\lambda}{r_\Sigma + R_\lambda}$$

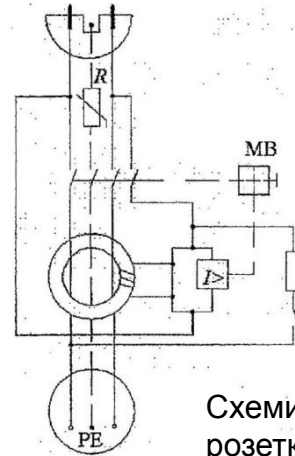
Електробезпека на геотехнічних виробництвах. Захисне відключення мережі.



Принципова електрична схема підключення диференціального ПЗВ.



Структурні схеми функціонування незалежних (а), функціонально залежних (б) та функціонально умовно залежних (в) ПЗВ.









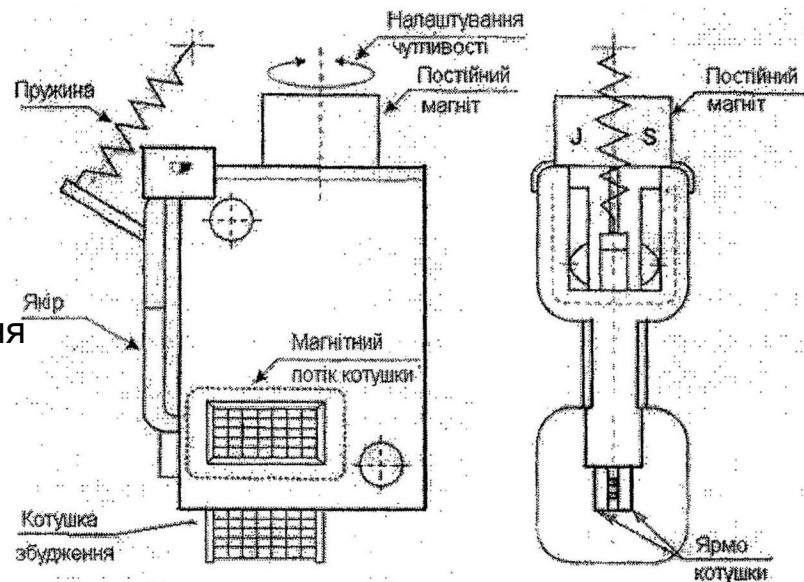
Схеми ПЗВ для штепсельної розетки.

Електробезпека на геотехнічних виробництвах. Захисне відключення мережі.



Диференціальні ПЗВ бувають:

- дво- та чотиріполюсні;
- за чутливістю для різного виду диференціального струму:  AC,  A,  B;
- за залежністю від напруги живлення: функціонально залежні, функціонально незалежні, функціонально умовно незалежні;
- за витримкою часу: без затримки спрацювання  з затримкою спрацювання не менше 10 мс
- типу G , селективні S  з мінімальною затримкою 40 мс;
- за способом монтажу: фіксований, мобільний монтаж;
- без вбудованого максимального захисту;
- з вбудованим максимальним захистом (комбінація ПЗВ і автомата – RCBO).



Відмикальне релле ПЗВ з постійним магнітом.

Селективність захисного відключення.



В мережах з заземленого нейтраллю два види селективності спрацювання ПЗВ: поперечна та повздовжня.

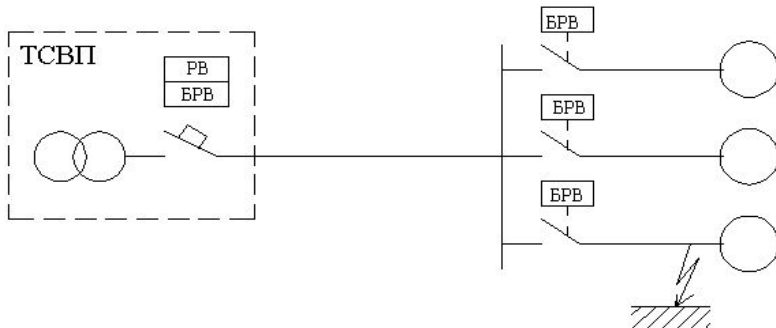
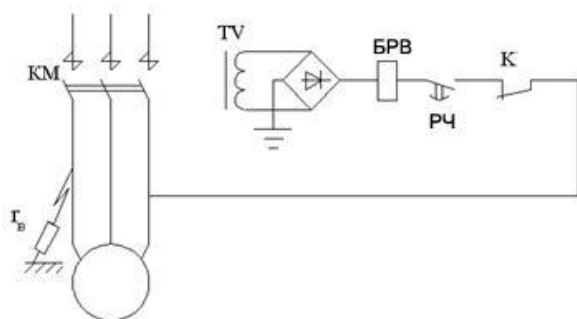


Схема пошуку місця пошкодження ізоляції з використанням БРВ.



Принципова схема БРВ релейного типу: К – контактор; РЧ - реле часу.

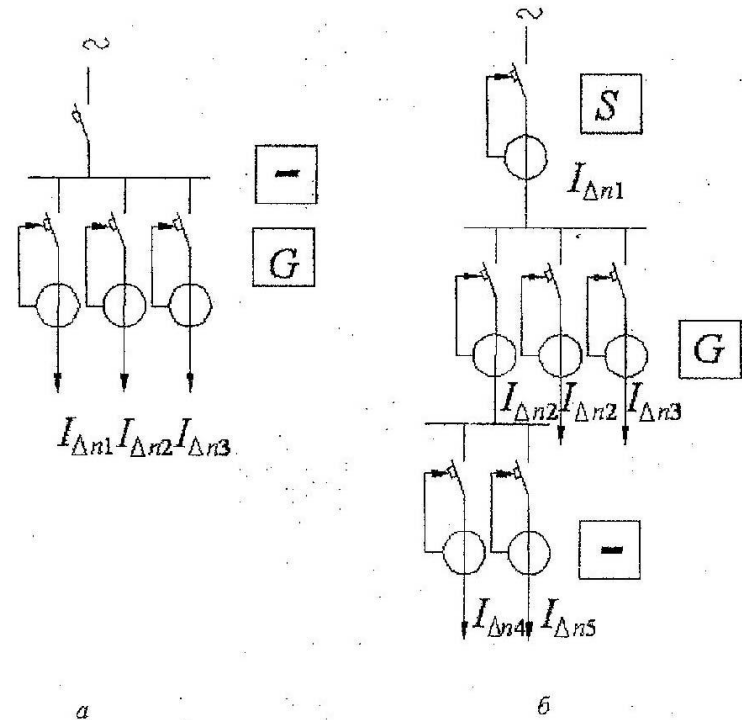
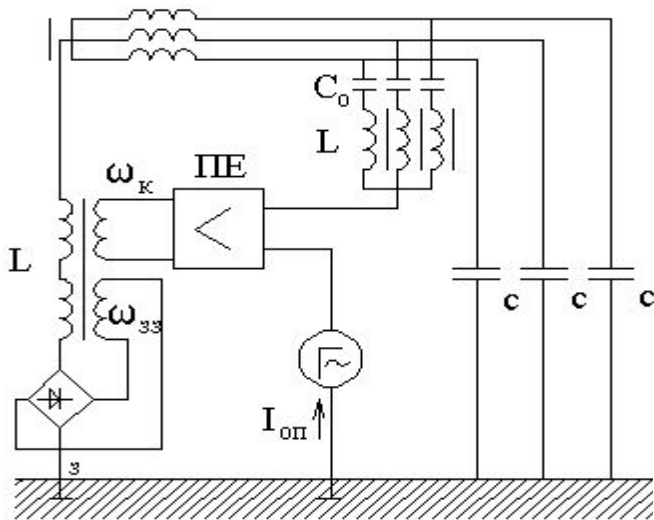


Схема селективного спрацювання ПЗВ: а) поперечна, б) повздовжня.



Структурна схема пристрою автоматичної компенсації ємності з використанням струму підвищеної частоти.

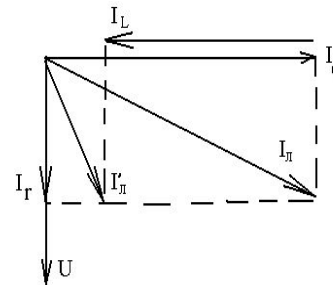
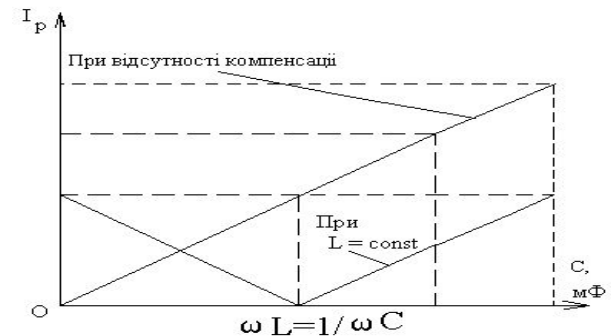
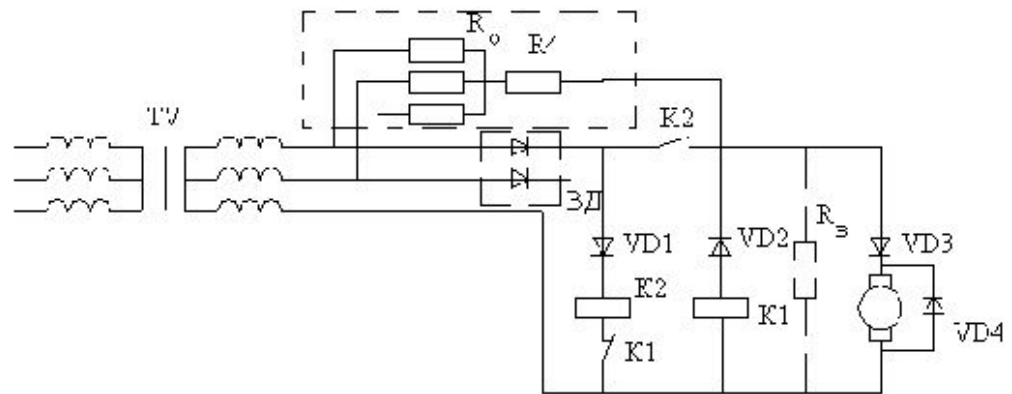


Схема заміщення мережі та векторна діаграма, що пояснює принцип компенсації ємності.

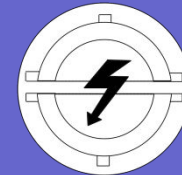


Залежність реактивного струму через людину від ємності мережі.



Принципова схема пристрою контролю ізоляції контактної мережі типу УЗО –2.

ПОЖЕЖО- ТА ВИБУХОБЕЗПЕКА ВІД ЕЛЕКТРИЧНОГО струму. Класифікація вибухо- та пожежонебезпечних середовищ [14]



Речовини:

- за горючістю: негорючі, важкогорючі, горючі;
- за температурою підпалення: важко займисті, легкозаймисті.

Суміші вибухонебезпечних речовин з повітрям:

- газоподібні (метан, пропан, бутан, водень, сірководень, сірковуглець та ін.);
- пароподібні (бензин, ацетон, спирти, ефіри, бензол та ін.);
- тверді пилоподібні (сірка, вугілля, органічні речовини, волокна та ін.);

Межі вибуховості суміші:

- Нижня межа – недостатньо горючої речовини;
- Верхня межа – недостатньо окислювача.

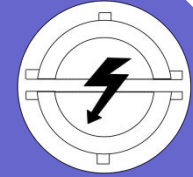
Горючі гази завжди відносяться до вибухонебезпечних при будь-яких температурах зовнішнього середовища.

Легкозаймисті рідини – вибухонебезпечні, якщо температура спалаху на перевищує 45°C, а пари рідин, що мають температуру спалаху вищу за 45°C – пожежонебезпечні.

Тверді горючі речовини (горючий пил чи волокна):

- вибухонебезпечні – при межі вибуховості до 65 г/м³;
- пожежонебезпечні – при концентрації більше 65 г/м³.

Класифікація вибухо- та пожежонебезпечних середовищ.



Згідно ПБЕ та стандартам МЕК 79-1А, 79-4 в залежності від здатності передачі вибуху через вузькі щілини встановлені категорії вибухонебезпечних сумішей, коли максимальна небезпечна експериментальна щілина між фланцями довжиною 25 мм становить:

I. Рудникові гази – більше за 1,0 мм;

II. Промислові гази та пари легкозаймистих рідин:

II.A – більше за 0,9 мм;

II.B – від 0,5 до 0,9 мм;

II.C – до 0,5 мм.

Залежно від температури самозаймання – 6 груп сумішей:

T1 – більше 450 °C;

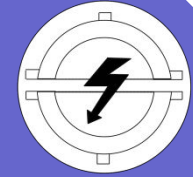
T2 – від 300 – 450 °C;

T3 – від 200 – 300 °C;

T4 – від 135 – 200 °C;

T5 – від 100 – 135 °C;

T6 – від 135 – 100 °C.



Класи вибухонебезпечних зон в Україні регламентуються ПБЕ та стандартами ЄС EN№60079-10 та EN№117-1:

для газопароповітряних сумішей – вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2;

для пилоповітряних вибухонебезпечні зони класів 20, 21, 22.

Клас 0 – простір, у якому вибухонебезпечне середовище наявне постійно або протягом тривалого часу (в межах корпусів технологічного обладнання);

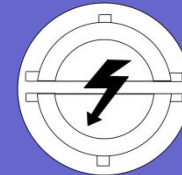
Клас 1 (приблизно відповідає класу В-1 за ПУЕ) – вибухонебезпечне середовище може утворюватись під час нормальної роботи;

Клас 2 (класи В-1а, В-1б, В-1в – ПУЕ) – простір, у якому за нормальних умов вибухонебезпечне середовище відсутнє, а якщо виникає, то рідко і на короткий час;

Клас 20 – простір, у якому при нормальній роботі вибухонебезпечний пил у вигляді хмари існує постійно, або частково в кількості, достатньої для утворення небезпечної концентрації з повітрям, і (або) простір, де мажуть утворюватись пилові шари непередбаченої або надмірної товщини (в середині обладнання);

Клас 21 – простір, у якому при нормальній роботі ймовірна поява пилу в завислому стані в кількості, достатній для утворення з повітрям вибухонебезпечної концентрації;

Клас 22 – простір, в якому пил у завислому стані може з'являтися не часто і існувати недовго.



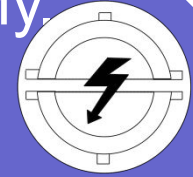
Пожежонебезпечні зони за ПУЕ діляться на класи:

П-I – простір у приміщенні, де використовуються або зберігаються горючі речовини з температурою підпалення парів більшою за +61 °С;

П-II – простір у приміщенні, де виділяються горючі пил чи волокна, для яких нижня межа вибуху перевищує 65 г/м³ або їх концентрація в повітрі не досягає вибухонебезпечної концентрації – може виникати тільки пожежа;

П-III – простір поза приміщенням, де зберігаються горючі рідини, пожежонебезпечних пил та волокна, або тверді горючі речовини.

Пожежо- та вибухобезпека від електричного струму. Вибухонебезпечні суміші в підземних виробках.



Вибухонебезпечні речовини виділяються при видобутку: вугілля – метан; калійної солі – водень; озокериту – сірка, водень.

Рудникові гази – природні гази (виділяються з корисної копалини та оточуючих порід) та технологічні гази (утворюються в результаті хімічних та біохімічних реакцій між киснем повітря та вугіллям, дерев'яним кріпленням під час вибухових робіт).

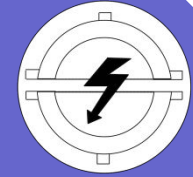
Основними компонентами газів в шахтах, небезпечних за газом та пилом є: метан (CH_4) та його гомологи (етан, пропан, бутан), вуглекислий газ (CO_2), оксид вуглецю (CO), азот (N_2), водень (у не великій кількості) та ін.

Метаноповітряна суміш більш небезпечна ніж суміш повітря з вугільним пилом. Для неї нижня та верхня межі вибуховості становлять 4,9 та 16% метану, а для водневеповітряної суміші – 4 та 74%.

Оптимальна концентрація (коли суміш вибухає найлегше) створює максимальний тиск: для метану 5-9%, для водню 4-74%. Межі вибуховості та оптимальна концентрація залежать від: початкових температур, тиску, величини підпалюючого імпульсу, від джерела підпалювання.

Температура підпалювання рудникового газу залежить від багатьох чинників і знаходиться в межах від 650-750°C (від енергії джерела підпалювання, початкового тиску та ін.).

Пожежо- та вибухобезпека від електричного струму. Джерела запалювання вибухонебезпечних сумішей.



Самозаймання – одночасне виникнення реакції горіння в усій суміші.

Вимушене займання – локальний підігрів до температури займання.

Джерела запалення:

– відкрите полум'я:

1. Полум'я вводиться в суміш (ламінальний потік),

2. Полум'я поширюється через вузький отвір (турбулентний потік),

– нагріті поверхні електрообладнання, нитки розжарення та ін. (нитки розжарення – температура біля 2000°C). Необхідне одночасне вимкнення лампи при руйнуванні колби та витримка часу контакту метану з спіраллю 30-160 мс (безпечна температура $1290-1980^{\circ}\text{C}$),

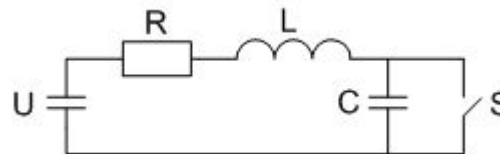
– іскри тертя і співударяння. Особливо небезпечні співударяння алюмінієвих сплавів з короновою сталлюю поверхнею (плівка опаску 2-5 мкм).

– розжарені металеві частини (найбільш небезпечні частини алюмінію),

– лазерне випромінення (імпульсне, безперервне, періодичне),

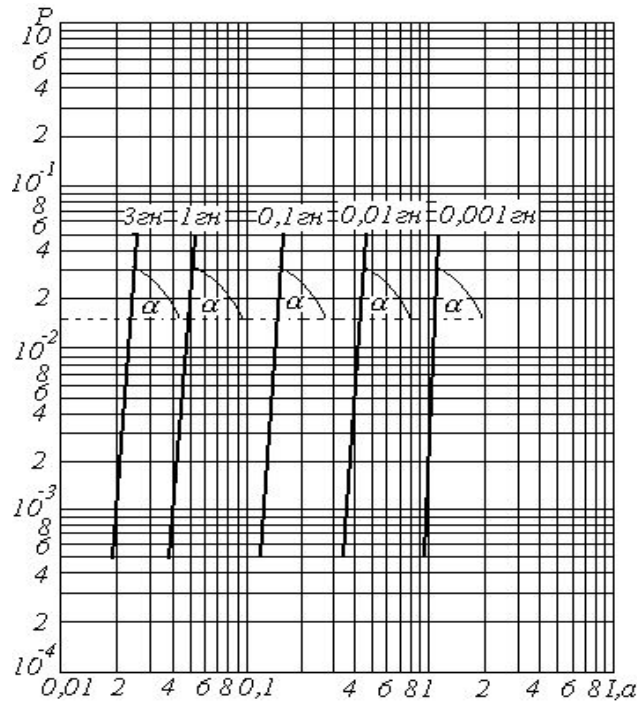
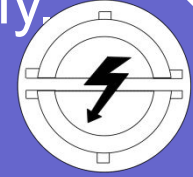
– тепловий прояв електричного струму (короткі замикання, перевантаження кола з струмом, значний опір в контактах, розряди статичної електрики),

– електричні розряди (мінімальна енергія підпалювання метану – 0,28 мДж, водневої суміші – 0,019 мДж).

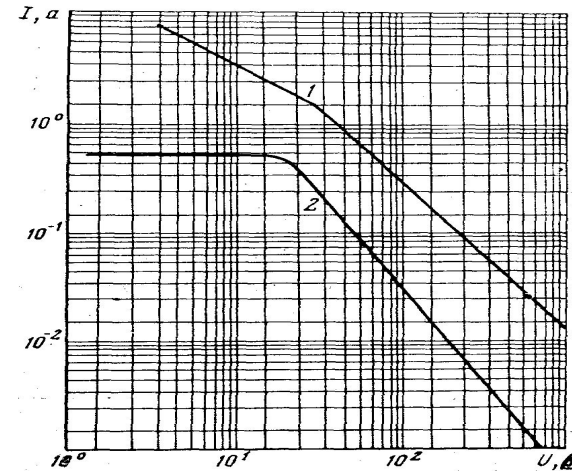


Для зручності аналізу електричні кола поділяють на омичні, індуктивні і ємнісні.

Пожежо- та вибухобезпека від електричного струму. Оцінювання іскробезпеки електричних кіл.



Залежність імовірності спалаху метанової суміші від струму та індуктивності (за даними Мак НДІ).



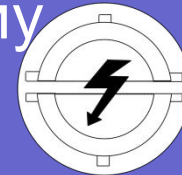
Залежність струму спалаху від напруги джерела $U, В$ для малої індуктивності ($L=10^{-4} Гн$): 1 - метанової суміш; 2 - водневої суміш.

$$P = A I^n; P = b U_c^m; \quad I_i = I_3 \left(\frac{P_i}{P_3} \right)^{1/\text{tg}\alpha}$$

$$I_i \leq \frac{I_3}{K_i} = \frac{I_3}{2} \quad K_i = 1,5 \quad K_i I_i \leq 0,8 I_3$$

Пожежо- та вибухобезпека від електричного струму

Попередження вибухів і пожеж [14]



Можливість вибуху – наявність вибухонебезпечної суміші та джерела підпалення. Першочерговими щодо попередження пожеж є заходи та засоби запобігання утворення вибухонебезпечних сумішей у виробках: технологічні та організаційно-технічні.

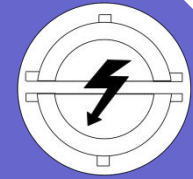
Технологічні передбачають застосування:

- безпечних способів розкриття та підготовки шахтного поля, систем розробки та вибір оптимальної швидкості відпрацювання;
- технологій добування та проходження виробок з мінімальним використанням підривних робіт;
- польових виробок для відпрацювання газових пластів;
- раціональних схем і засобів провітрювання;
- дегазацію пластів та ін.

Організаційно-технічні заходи та засоби:

- регулярна перевірка складу повітря у вихідних струменях вибоїв, дільниць, пластів, крил, шахти в цілому;
- автоматичний контроль скупчень метану біля комбайнів, бурильних машин, на дільницях, небезпечних за раптовими викидами та автоматичне зняття напруги при небезпеці;
- контроль метану в місці проведення ремонтних робіт;
- попереднє зволоження пластів;
- знепилювання повітря у виробках (зрошення);
- сланцевий пиловихухозахист (побілка, сланцювання виробок, сланцеві заслони, туманоутворювальні завіси та ін.

Пожежо- та вибухобезпека від електричного струму. Виконання електрообладнання загальнопромислового використання.



Кліматичне виконання електрообладнання:

- для експлуатації на суші, річках, озерах: «У» - для районів з помірним кліматом; «ХЛ» - з холодним кліматом; «Т» - з тропічним кліматом («ТС», «ТВ»); «О» - загально кліматичне виконання;
- для встановлення на морських судах: «М» - морський клімат; «ТМ» - тропічний морський; «ОМ» - для необмежених районів плавання; «В» - всі кліматичні райони на суші і на морі.

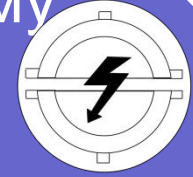
Категорії виконання:

- 1 – для роботи на відкритому повітрі;
- 2 – для приміщень з несуттєвою різницею температури від зовнішньої;
- 3 – для приміщень без регулювання мікроклімату;
- 4 – для приміщень з регульованим мікрокліматом;
- 5 – для приміщень з підвищеною вологістю (зокрема в виробках шахт).

За захистом персоналу від доторкання до струмоведучих частин та від проникнення в обладнання сторонніх предметів, вологи та води – міжнародна класифікація ІРОО.

Пожежо- та вибухобезпека від електричного струму

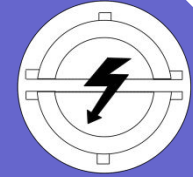
Виконання електрообладнання загальнопромислового використання [2]



Перша цифра – захист персоналу та захист від попадання твердих предметів: 0 – захисту немає; 1 – захист від попадання твердих тіл розміром понад 52,5 мм та доторкання великою поверхнею тіла; 2 – розміром понад 12 мм, від доторкання пальцями; 3 – розміром 2,5 мм, від доторкання інструментом; 4 – розміром більше 1 мм; 5 – захист від пилу, повний захист від доторкання; 6 – пилонепроникність.

Друга цифра – захист від води: 0 – захисту немає; 1 – захист від крапель конденсату; 2 – захист від крапель, що падають під кутом 15° ; 3 – захист від дощу (до 60°); 4 – захист від бризок; 5 – від струменів води; 6 – від хвиль (робота на палубі); 7 – захист при зануренні в воду (встановлений тиск та час); 8 – захист при довготривалому зануренні (тиск встановлений).

Пожежо- та вибухобезпека від електричного струму. Рівні та види вибухозахисту електрообладнання.



Дві групи засобів вибухозахисту: I – допускає вибух у середині електрообладнання, але не дозволяє поширення в навколишнє середовище;

II – запобігає вибуху за рахунок ізоляції струмоведучих частин від вибухонебезпечного середовища або ліквідації небезпечного іскріння чи нагріву частин, що стикаються з вибухонебезпечним середовищем

Дві групи вибухонебезпечного обладнання: а) для шахт і рудників; б) для приміщень та зовнішніх установок.

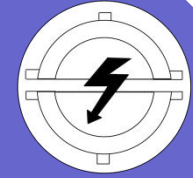
Рівень вибухозахисту визначає ступінь вибухозахисту.

Вид вибухозахисту – сукупність конструктивних заходів, що забезпечують потрібний рівень.

Рівні вибухозахисту електрообладнання:

- рудникове нормальне виконання – засоби вибухозахисту відсутні.
- рудникове підвищеної надійності – забезпечує вибухозахист в режимі нормальної роботи (РП); заходи та засоби, що затрудняють появу іскр, дуг, нагріву.
- рудникове вибухобезпечне (РВ) – як при нормальних режимах так і при будь-яких пошкоджених
- рудникове особливо вибухобезпечне (РО); вибухобезпека при будь-яких пошкодженнях, крім пошкоджень вибухозахисту.
- вибухозахисне обладнання для приміщень: підвищена надійність

Пожежо- та вибухобезпека від електричного струму. Рівні та види вибухозахисту електрообладнання [10]



- Види вибухозахисту:
- вибухонепроникна оболонка «В» («1В», «2В», «3В», «4В») – «d»;
 - підвищена надійність (захист «е») – «П» - «е»;
 - іскробезпека електричних кіл у нормальному і аварійному станах «И» (I_a, I_b, I_c) – «i_a», «i_b», «i_c»;
 - кварцеве заповнення оболонки «К» («К1», «2К», «2КЕ») – «q»;
 - автоматичне захисне вимикання «А»;
 - спеціальні види захисту «С» - «S» («m», «n»);
 - оливозаповненне обладнання «М» («1М», «2М», «3М», «4М») – «o»;
 - продувка та заповнення з надлишком тиску – «р».

Маркування: I-знак рівня вибухозахисту:

–«2» - підвищена надійність;

–«1» - вибухобезпечне;

–«0» - особливо вибухобезпечне;

II-знак Ex – відповідність стандартам вибухозахищеного обладнання;

III-знак виду вибухозахисту;

IV-знак групи обладнання: I – рудникове, II – для внутрішньої та

зовнішньої установки

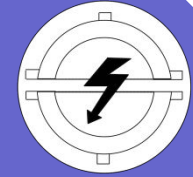
(IIA, IIB, IIC – категорія суміші та її група T1 – T6).

– Приклади: Ex dI, Ex eI – для рудникового

– РПП1В; РВЗВ; РВЗВНа

– 2 Ex-ed IIBT3

Пожежо- та вибухобезпека від електричного струму. Електрообладнання в рудниково нормальному виконанні та підвищеної надійності.

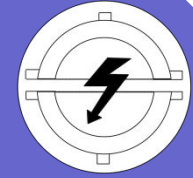


РН – має додаткові вимоги порівнянно з загальнопромисловим обладнанням:

- оболонки повинні мати підвищену механічну міцність, захист від проникнення вологи, пилу;
- температура зовнішніх частин не перевищує 200°C за нормального режиму і 450°C – короткочасна (до 3-х хвилин);
- ізоляція волого-, оливо-, тепло-, лугостійка, розрахована для вологості 97-100% і температури до 35°C;
- тільки кабельні введення;
- мати блоківки, що не допускають відкриття кришки під напругою;
- допускається оливонаповнене обладнання напругою до 700В;
- розривна потужність комутаційних апаратів знижується в два рази порівняно з її природною здатністю.

РП – електрообладнання, що не містить іскрячих частин у нормальному режимі роботи – природно вибухобезпечне для цього режиму.

Електрообладнання в рудниково нормальному виконанні та підвищеної надійності.



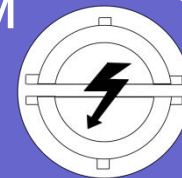
Виконання РП додатково забезпечується заходами:

- використання ізоляційних матеріалів високої якості;
- забезпечення підвищених відстаней витоків струму та електричних зазорів;
- зниження теплового навантаження на ізоляцію.

РН використовують: в шахтах, безпечних за газом та пилом, в шахтах небезпечних за газом та пилом у стволах, приствольних виробках, у виробках зі свіжим струменем провітрювання, в камерах стаціонарних установок, коли в прилеглих виробках відсутні суфлярні виділення метану.

РП допускається для роботи в виробках зі свіжим струменем повітря шахт I та II категорії за газом, чи шахт безпечних за газом, але небезпечних за вибухом пилу.

Пожежо- та вибухозахист від електричного струм Електрообладнання у вибухонебезпечному виконанні



Вибухозахист за рахунок контролю середовища навколо струмоведучих елементів за рахунок заповнення діелектриком:

- чистим повітрям або інертним газом - вибухозахист «заповнення або продувка оболонки під надмірним тиском», використовується для стаціонарного обладнання при його великій потужності (панелі керування двигуни та ін.);

- рідинним діелектриком (мінеральна олива, негорючі синтетичні оливи, ПМС-40, і ін.) – «заповнення оливою» використовують для нерухомого обладнання (трансформатори); недоліки – токсичність та висока в'язкість.

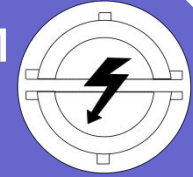
- сипучий діелектрик – спеціально приготований і оброблений кремній органічною рідиною на основі уайт-спіриту, пісок, «кварцеве заповнення», використовують для заповнення трансформаторів;

- твердий діелектрик – термореактивний компаунд. Використовують для заповнення обладнання, що немає рухливих елементів, немає високих нагрівів;

- полуменеве та безполуменеве (каталітичне) спалювання горючих речовин по мірі надходження їх в оболонку. Каталізатор-хлористий паладій.

Можливе використання інгібіторів – речовин, що уповільнюють реакцію

Пожежо- та вибухозахист від електричного струму Іскробезпечне виконання електрообладнання



Іскробезпечне електричне коло не здатне генерувати дуги, іскри або проявляти теплову дію, що може спричинити вибух небезпечної суміші як за нормального функціонування, так і в разі відповідних аварійних ситуацій. ($I_3/I_1=K_{io}=1,5$; $P=10^{-6}$).

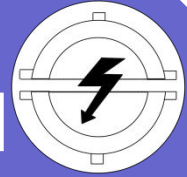
Іскробезпека досягається обмеженням енергії, що виділяється в електричному розряді (обмеженням потужності 20-60 Вт) і електричного кола, зменшенням впливу реактивних елементів, збільшенням іскробезпечної потужності через обмеження тривалості розряду, зменшенням енергоспоживання іскробезпечних схем, зменшенням імовірності пошкодження елементів і ін.

Використовується: в контрольно – вимірювальній апаратурі, зв'язку (телефонного, радіо), в системах дистанційного керування, блокувальні кола, системи сигналізації і ін..

Три рівні: Ex ia – особливо вибухобезпечні (допускає до двох пошкоджень, використовується в зонах 0, 1, 2); Ex ib – вибухобезпечні (одне пошкодження, зони 1, 2); Ex ic – підвищеної надійності..

Пожежо- та вибухозахист від електричного струму

Попередження пожеж від електричного струму [14]



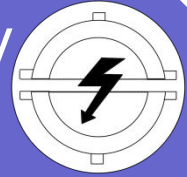
20% всіх пожеж спричиняються електричним струмом (в шахтах – 75%)

Причини пожеж:

- надмірне підвищення струму: короткі замикання, перевантаження, пошкодження ізоляції, зовнішні механічні дії (удари, вібрацій та ін.), дія хімічно-реактивних речовин, вологи на ізоляцію;
- розмикання під навантаженням кіл (контактних з'єднань, розрив, розріз, злом провідника);
- ненормально високий опір в контактних з'єднаннях;
- замикання на землю (струм витoku на землю);
- несправність апаратів з оливою (особливо трансформаторів);
- поява статичних розрядів;
- неправильний догляд за освітлювальними приладами;
- спалахування горючих матеріалів поблизу електрообладнання;
- пошкодження ізоляції двигунів, трансформаторів, поява міжвиткових замикань, двофазних режимів і т. п.
- пожежна небезпека повітряних ліній, (к. з., займання опор)
- перевищення допустимого часу існування к. з. і ін.
- використання електророзаіррюапння без прийняття необхідних захистівю

Пожежо- та вибухозахист від електричного струму

Попередження пожеж від електричного струму



Засоби попередження пожеж (повинні забезпечити їх імовірність виникнення не вище 10^{-6} на рік):

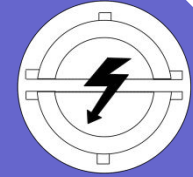
- правильний вибір електрообладнання;
- якісний монтаж обладнання та необхідного з'єднання в колах;
- використання кабелів з негорючою оболонкою;
- належна експлуатація оливкового господарства (випробовування на пробій – 6міс.; фізико-хімічний аналіз оливи - 12міс.)
- заміни оливи (кварцевим піском, сухе виконання)
- встановлення електрообладнання в спеціальних камерах, хороше їх провітрювання;
- використання надійних засобів захисту та правильний добір уставок;
- періодичне очищення ламп розжарення від пилу;
- просочення дерев'яних опор ЛЕП негорючими речовинами;
- наявність грозозахисту і ін.

Локалізація та гасання пожеж.

Для гасіння перш за все необхідно зняти напругу з установки. Гасіння зводиться до перекриття доступу кисню до матеріалів, що горять. Використовують активні способи гасіння (водою, піною інертним газом, піском, порошком (використовують спочатку пожежі) та гасіння спочатку пожеж шляхом їх ізоляції (перешкоди, герметичні перемички, протипожежні двері та ін.)

Захист електроустановок

Основні види експлуатаційного захисту на гірничих підприємствах

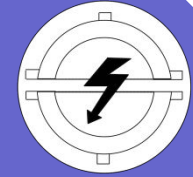


Основні причини появи небезпечного струму:

- для комутаційної апаратури – помилки обслуговуючого персоналу та порушення ПТЕ (35-41%), знос та розрегулювання основних вузлів (25-26%);
- для гнучких кабелів – пошкодження оболонок породюю і механізмами (83%) та експлуатаційним персоналом (17%);
- для вибійного електроустаткування – погіршення ізоляції обмоток статорів двигунів в наслідок дії води (37-45%), пробій через перегрів двигуна (29,6%), відмови внаслідок неякісного ремонту (32%), пошкодження вузлів вибухозахисту конвеєрних двигунів (14,8%), міжвиткове к. з. та пробій ізоляції двигунів насосних станцій (64%) і др.;

Захист електроустановок

Основні види експлуатаційного захисту на гірничих підприємствах



Експлуатаційний захист – дві групи (виконується разом з комутаційним апаратом).

Захист від пошкодження – (попередження розвитку пошкодження ізоляції, запобігання дії струму к. з. на непошкоджені елементи):

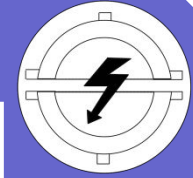
Пошкодження: замикання між фазами, на землю, міжвиткові, обрив чи підвищення опору в колі; захисти: максимальний фільтровий, від струму витoku на землю;

Захист від ненормальних режимів роботи – попередити пошкодження ще справних елементів.

Ненормальні режими: симетричні перевантаження двигунів, технологічне перевантаження пусковими струмами, пускові струми при затяжних пусках, часті ввімкнення двигуна, неповнофазні режими, пониження напруги.

Захист електроустановок

Захист від струмів к. з [14,16]



Причини к. з. на гірничих підприємствах (шахтах):
 пошкодження кабелів породою, що обвалюється (29,2%);
 висмикування кабелів із введів електрообладнання (45,8%);
 пошкодження міжфазної ізоляції (4,2%);
 неправильний монтаж обладнання (8,3%) та інші пошкодження (12,5%)

Короткі замикання викликають 65% пожеж та 35% вибухів у шахті.

Вимоги до захисту від к. з.:

- висока чутливість, коефіцієнт чутливості: $k_{ч} = I_{к.з. \text{мін}} / I_{с} \geq 1,5$ (1,25)
- висока швидкодія для забезпечення пожежобезпеки кабелів при $k_{ч} = 1,5$, $t_{\text{відкл.}} < 0,2 \text{ с}$ (для пускачів і КРУ 6кВ) і $t_{\text{відкл.}} < 0,1 \text{ с}$ (для АВ);
- зона дії максимального захисту - граничний опір мережі, за якою ще забезпечується захист з необхідною чутливістю.

Вона повинна перевищувати граничний опір мережі, вибраний за умови експлуатації обладнання $Z_{\text{м.н.}} = (0,53-0,7) Z_{\text{дв.п.}}$. Визначення зони при налагодженні захисту за $I_{\text{н.п.}}$ двигуна ($I_{с} = I_{\text{н.п.}}^{\text{м.н.}}$) та $k_{ч} = 1,5$:

При налагодженні захисту за фактичним пусковим струмом

$$I^{(2)} = U_0 / 2 \sqrt{(X_{\text{мф}} + X_{\text{с}})^2 + (R_{\text{мф}} + R_{\text{с}})^2} \quad I_{\text{н.п.}} = U_0 / \sqrt{3} (Z_{\text{дв.п.}}) \quad Z_{\text{мф}} = 0,61 \cdot Z_{\text{дв.п.}}$$

$$Z_{\text{мф}} = 0,62 \cdot Z_{\text{дв.п.}}$$