

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Державний вищий навчальний заклад
Національний гірничий університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
З ДИСЦИПЛІНИ „ОСНОВИ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ”
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ
НАПРЯМУ 6.050301 ГІРНИЦТВО

Частина третя

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Дніпропетровськ
2011

Методичні вказівки з дисципліни „Основи електрифікації” для студентів
напряму 6.050301 Гірництво. Частина третя „Електропостачання” / Уклад.
М.М. Білий. – Дніпропетровськ: ДВНЗ НГУ

Укладач
М.М. Білий, канд. техн. наук, проф.

Друкується у редакційній обробці укладача

ВСТУП

Сучасні гірничі підприємства мають велику кількість електрифікованих машин та механізмів. Кожну з цих машин необхідно забезпечити електроенергією. Тому, метою третьої частини дисципліни "Основи електрифікації" є формування у студентів системи знань, умінь та навичок, що потрібні фахівцю-технологу гірничого виробництва при експлуатації рудникового електроустаткування, а також вироблення у студентів поваги до своєї професії.

Дисципліна побудована так, що студенти вивчають теоретичні питання електрообладнання та електропостачання гірничих робіт, а також практичні питання застосування та експлуатації рудникового електроустаткування.

Під час вивчення дисципліни студенти знайомляться з новими досягненнями у галузі гірничої електротехніки, у подальшому підвищенні енергоозброєння праці працівників гірничої промисловості.

Метою дисципліни є формування умінь та навичок, що потрібні фахівцю-технологу гірничого виробництва при експлуатації рудникового електроустаткування, а також вироблення у студентів поваги до своєї професії.

Вивчення цієї дисципліни базується на знаннях інших дисциплін і особливо на глибоких знаннях основ фізики, математики, загальної електротехніки, електричних машин, електропривода. Тому при самостійній праці над матеріалом рекомендується з окремих питань звертатися до навчальних посібників цих дисциплін. Дисципліна „Основи електрифікації” за змістом та обсягом дуже значна, тому студентам рекомендується працювати систематично та наполегливо, теоретичні знання порівнювати з практикою експлуатації електрообладнання на шахтах.

Ця частина містить 10 тем, котрі за складом, обсягом та складністю матеріалу далеко не однакові. При їх вивченні потрібно звертати увагу на питання техніки безпеки, твердо засвоїти та добре знати заходи, які виключають ураження електричним струмом персоналу, що обслуговує електроустаткування, виникнення пожежі та вибуху в гірничих виробках.

Навчальний час за окремими видами занять розподіляється так: лекційні заняття – 20 год., лабораторні заняття – 8 год., самостійна робота – 26 год.

Для студентів-заочників рекомендується самостійно на виробництві вивчити такі види електричного обладнання:

1. Апаратуру ручного керування.
2. Магнітні пускачі та станції керування.
3. Шахтні силові та освітлювальні трансформатори.
4. Пускові агрегати.
5. Шахтні кабелі.
6. Шахтні світильники.

Під час вивчення дисципліни кожний студент-заочник повинен виконати одне контрольне завдання. Після вивчення програмного матеріалу, виконання та захисту контрольного завдання студент допускається до здачі екзамену.

Основною формою вивчення дисципліни є лекції та самостійна робота

над матеріалом, що викладається. Під час вивчення матеріалу за підручником слід переходити до наступного питання тільки після засвоєння попереднього. Особливу увагу треба приділяти призначенню окремих апаратів, схем та їх вибору.

При вивченні матеріалу за підручником корисно вести запис окремих визначень, формул, рівнянь та інше. На полях конспекту слід відзначити питання, які виносяться для консультації з викладачем. Записи у конспекті повинні бути зроблені чітко, акуратно і розміщені у порядку викладу. Досвід показує, що багатьом студентам допомагає в роботі складання аркуша, який містить формули, що найбільш часто використовуються. Такий аркуш не тільки допомагає студенту запам'ятати формули, але може також служити постійним довідником.

Після вивчення визначеної теми за підручником та конспектом рекомендується відтворити висновки формул, окремі формулювання та схеми.

Для допомоги студенту у засвоєнні матеріалу окремих тем у цих вказівках наведені питання для самоперевірки.

Якщо під час вивчення матеріалу у студента виникнуть питання, він може звернутися до викладача за письмовою або усною консультацією.

У процесі вивчення дисципліни "Основи електрифікації" студент-заочник виконує контрольну роботу. Вона повинна виконуватися самостійно. Якщо студент несамостійно виконує контрольну роботу, він не зможе її захистити, не отримає необхідні знання і може бути непідготовленим до складання екзамену з цієї дисципліни.

Прорецензована контрольна робота з усіма виправленнями та доповненнями захищається перед викладачами. Без подання зарахованої контрольної роботи студент не допускається до здачі екзамену.

Під час екзаменаційно-лабораторних сесій для студентів-заочників проводяться лекції та лабораторні заняття. Вони мають переважно оглядовий характер. Крім того, на цих заняттях розглядаються питання програми, які недостатньо повно висвітлені у літературі, яка рекомендується.

При заліку з'ясовується чітке засвоєння теоретичних та прикладних питань програми, а також уміння застосовувати отримані знання при розв'язанні практичних питань електропостачання дільниць шахт.

Список літератури

Основна

1. Білий М.М. Електрообладнання та електропостачання підземних гірничих робіт: Навч. посіб. – Д.: Національний гірничий університет, 2010 – 223 с.

2. Электропривод и электрификация подземных горных работ / Под ред. В.И.Щуцкого. – М.: Недра, 1981. – 319 с.

3. Электрификация горных работ. Учеб. для вузов / М.М.Белый, В.Т.Зайка, Г.Г.Пивняк и др.; под ред. Г.Г.Пивняка. – М.: Недра, 1992. - 383 с.

4. Щуцкий В.И., Волощенко Н.И., Плащанский Л.А. Электрификация подземных горных работ : Учеб. для вузов. – М.: Недра, 1986.-364с.

Додаткова:

5. Збірник інструкцій до правил безпеки у вугільних шахтах. Том 2. – К.: 1996. – 410 с.

6. Справочник по электроустановкам угольных предприятий. Электроустановки угольных шахт: Справочник / В.Ф.Антонов, Ш.Ш.Ахмедов, С.А.Волотковский и др. – М.: Недра, 1988.–727с.

ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Вступ

Стислий огляд електрифікації гірничої промисловості. Роль електрифікації у створенні господарчого комплексу країни. Зміст та значення для спеціальності питань, що вивчаються.

Методичні вказівки. При вивченні цієї теми треба звернути увагу на місце та значення електрифікації у створенні народногосподарчого комплексу країни. Необхідно чітко з'ясувати етапи електрифікації гірничої промисловості та створення засобів механізації і автоматизації виробничих процесів для умов підземних гірничих робіт.

Література [1, с. 5]; [2, с. 3-4]; [4, с. 5-10].

Тема 2. Особливості електрифікації підземних гірничих робіт

Умови експлуатації електроустановок в гірничих виробках шахт. Небезпеки, пов'язані з застосуванням електроенергії в шахті. Вимоги, що пред'являються до рудникового електрообладнання, його монтажу та експлуатації.

Після вивчення цієї теми необхідно знати:

1. Специфічні умови гірничих виробок.
2. Вимоги, що пред'являються до систем електропостачання конструктивного виконання, способів монтажу та експлуатації рудникового електрообладнання.

3. Небезпеки, які пов'язані із застосуванням електроенергії у шахтах.

Література [1, с. 140-145]; [2, с. 130-131]; [3, с. 6-15].

Тема 3. Електробезпека при електропостачанні підземних гірничих робіт

Умови враження людини електричним струмом. Режими нейтралі електричних мереж. Властивості мереж з ізольованою та заземленою нейтраллю. Вибір виду мережі за режимом роботи нейтралі для живлення підземних електроспоживачів. Стан ізоляції кабелів та електроустановок з точки зору електробезпеки.

Міри захисту від ураження електричним струмом. Улаштування захисних заземлень у підземних виробках шахт. Контроль стану ізоляції в шахтних електричних мережах. Нові розробки у створенні способів, засобів та заходів, які направлені на підвищення електробезпеки на шахтах. Умови займання рудникової атмосфери. Умови забезпечення застосування електроустаткування в шахтах, небезпечних за газом або пилом. Виконання рудникового електроустаткування.

Методичні вказівки. При вивченні цієї теми необхідно вивчити вплив різних факторів на вражаючу дію електричного струму. Умови враження людини електричним струмом. Які граничні безпечні значення струму прийняті у нас і за кордоном. Від чого залежить опір тіла людини і яке приймається значення опору тіла людини для розрахунків, що пов'язані з забезпеченням захисту від ураження електричним струмом. Допустиме безпечне значення напруги доторкання.

Слід чітко розрізняти мережі за режимом роботи нейтралі. Знати їх основні особливості та властивості. З'ясувати умови електробезпеки в мережах з ізолюваною та заземленою нейтраллю. Порівняти мережі і вибрати рід мережі за режимом роботи нейтралі для живлення підземних електроприймачів. Ознайомитися з організаційними та технічними заходами, які забезпечують захист від ураження електричним струмом. Вивчити вимоги до захисних заземлень та виконання їх в підземних виробках.

Розглянути методи і нові розробки захисту від витоків у мережах постійного та змінного струму. Ознайомитися з принципом забезпечення випереджувального вимикання.

Вивчити види виконання рудникового електроустаткування. Звернути увагу на способи забезпечення рівней вибухозахисту.

Після вивчення цієї теми необхідно знати:

1. Від яких факторів залежить уражаюча дія електричного струму.
2. Класифікацію електричного струму за мірою дії на людину.
3. Граничні допустимі струми.
4. Режими нейтралі електричних мереж.
5. Умови електробезпеки в мережах з ізолюваною нейтраллю.
6. Те ж у мережах з заземленою нейтраллю.
7. Вибір роду мережі за режимом роботи нейтралі для живлення підземних електроприймачів.
8. Міри захисту від ураження електричним струмом.
9. Будова захисних заземлень у шахтах.
10. Чому в підземних виробках крім місцевих заземлювачів обладнується загальношахтна заземлювальна мережа.
11. Методи створення захисту від витоків у шахтних мережах напругою до 1200 В.
12. Те ж у мережах постійного струму.
13. Випереджувальне автоматичне вимикання.
14. Рівні та види вибухозахисту.

Література [1, с. 21-43; 45-48]; [2, с. 131-168]; [3, с. 15-21; 41-75]; [4, с. 8-52; 81-101].

Тема 4. Електропостачання шахт та рудників

Джерела живлення шахт. Вимоги до схем електропостачання шахт. Категорії електроприймачів з надійності електропостачання. Вибір напруги постачаючих ліній. Схеми зовнішнього електропостачання шахт та рудників. Схеми розподілу електроенергії на поверхні шахт. Схеми електропостачання підйомних установок, вентиляторів головного провітрювання, компресорних станцій, інших електроспоживачів на поверхні.

Методичні вказівки. При вивченні даної теми слід звернути увагу на принципи побудови схем зовнішнього електропостачання шахт і рудників. З'ясувати як розрізняються споживачі за надійністю електропостачання, чітко знати від яких факторів залежить вибір напруги та схеми зовнішнього електропостачання шахт. Треба мати уявлення про вплив різних факторів на вибір схеми розподілу електроенергії на поверхні шахти або рудника. Вплив категорії електроприймачів за надійністю електропостачання на вид схеми живлення. Резервування живлення для споживачів першої та частини споживачів другої категорії.

Після вивчення теми необхідно знати:

1. Джерела живлення електроприймачів шахти.
2. Вимоги до схем електропостачання.
3. Категорії приймачів за надійністю електропостачання.
4. Вибір напруги постачаючих ліній.
5. Види схем електропостачання шахт.
6. Схеми розподілу електроенергії на поверхні шахт.
7. Схеми електропостачання підйомних установок, вентиляторів головного провітрювання, компресорних станцій.
8. Схеми електропостачання інших споживачів комплексу поверхні шахт.

Література: [1, с. 7-19]; [2, с. 112-120]; [3, с. 27-40; 132-156]; [4, с. 11-24; 32-34].

Тема 5. Рудникове електрообладнання напругою до 1200 В

Класифікація рудникового електрообладнання. Види його захисту. Захист від струмів короткого замикання. Захист від перевантаження. Мінімальний та нульовий захист. Захист від подачі напруги на пошкодженій кабель. Захист від втрати керованості. Контроль цілісності заземлювальної жили пересувних машин та механізмів. Обмеження частоти вмикання асинхронних двигунів. Захист від небезпечного іскріння у колах дистанційного керування та колах силовій мережі.

Рудникова апаратура ручного керування (ручні пускачі, автоматичні вимикачі). Нереверсивні магнітні пускачі. Реверсивні магнітні пускачі. Станції керування.

Методичні вказівки. При вивченні цієї теми слід з'ясувати призначення та область застосування кожного апарата та пристрою. Необхідно звернути увагу

на характерні особливості реверсивних пускачів, апаратури на напругу 1140 В. Треба з'ясувати переваги станцій керування у порівнянні з розподільними пунктами, які укомплектовані магнітними пускачами. Слід добре зрозуміти призначення кожного захисту, принцип роботи пристрою або схеми, яка реалізує даний захист.

Після вивчення даної теми необхідно знати:

1. Ручні пускачі та їх призначення.
2. Автоматичні вимикачі.
3. Нереверсивні магнітні пускачі напругою 660 і 1140 В.
4. Реверсивні магнітні пускачі напругою 660 і 1140 В.
5. Перспективи удосконалення магнітних пускачів.
6. Станції керування.
7. Види захистів, які застосовуються у рудникових електроустановках.
8. Максимальний захист електромагнітними реле.
9. Максимальний захист запобіжниками.
10. Тепловий захист.
11. Мінімальний та нульовий захисти і як вони здійснюються.
12. Нульовий захист магнітних пускачів.
13. Захист від втрати керованості.
14. Призначення та роботу блокуючого реле витоку.
15. Захист від надмірної частоти вмикання асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором.
17. Контроль цілісності заземлювальної жили пересувних машин.

Література [1, с. 48-73]; [2, с. 193-218]; [3, с. 201-226]; [4, с. 83-147]; [5, с. 108-176; 139-154].

Тема 6. Рудникове освітлення

Основні світлотехнічні величини. Електричні джерела світла, які застосовуються в шахтах. Рудникові мережні світильники. Рудникові освітлювальні трансформатори, апарати, кабелі та арматура.

Методичні вказівки. При вивченні даної теми слід зрозуміти важливість забезпечення раціонального освітлення робочого простору. Закріпити поняття про основні світлотехнічні величини та електричні джерела світла. Слід проаналізувати схеми засвічування люмінесцентних ламп, позитивні якості та види рудникових світильників з лампами розжарювання і люмінесцентними. Ознайомитися з конструкціями акумуляторних світильників. Необхідно вивчити конструкції рудникових освітлювальних трансформаторів, апаратів, кабелів і арматури для освітлювальних установок.

Після вивчення даної теми необхідно знати:

1. Основні світлотехнічні величини.
2. Електричні джерела світла.
3. Схеми засвічування люмінесцентних ламп.
4. Рудникові мережні світильники з лампами розжарювання.
5. Рудникові мережні світильники з люмінесцентними лампами.
6. Мережні світильники для освітлення очисних вибоїв.

7. Рудникові акумуляторні світильники.

8. Конструкції освітлювальних трансформаторів, освітлювальних апаратів, кабелів та арматури.

Література: [1, с. 86-96]; [2, с. 218-219; 226-269]; [3, с. 79-102]; [4, с. 190-201; 284-286]; [5, с. 235-281].

Тема 7. Будова та обладнання підземних підстанцій, розподільних пунктів і електричних мереж

Призначення підземних підстанцій та розподільних пунктів. Комплектні розподільні пристрої. Шахтні трансформатори і пересувні трансформаторні підстанції. Обладнання і будова центральних підземних підстанцій, розподільних пунктів, трансформаторних підстанцій. Шахтні броньовані, напівгнучкі, гнучкі та особливо гнучкі кабелі.

Методичні вказівки. При вивченні даної теми слід з'ясувати для чого і які будуються підстанції в підземних виробках. Ознайомитися з конструкціями шахтних трансформаторів, комплектних розподільних пристроїв (КРП) для шахт, небезпечних за газом та пилом. З'ясувати коли застосовуються стаціонарні дільничні трансформаторні підстанції, а коли пересувні. У яких випадках і які використовуються схеми живлення блочних або дільничних розподільних пунктів напругою 6 кВ. Будова центральних підстанцій.

При вивченні шахтних кабелів слід звертати увагу на їх конструкцію сферу застосування, способи прокладання.

Після вивчення цієї теми необхідно знати:

1. Призначення підземних підстанцій і розподільних пунктів.
2. Конструкції КРП типів КРУВ-6.
3. Типи шахтних трансформаторів.
4. Будову центральних підстанцій.
5. Шахтні пересувні трансформаторні підстанції.
6. Обладнання та способи живлення розподільних пунктів напругою 6 кВ.
7. Призначення і будову шахтних кабелів.
8. Прокладання шахтних кабелів.

Література: [1, с. 74-85]; [2, с. 169-189]; [3, с. 182-199; 226-237]; [5, с. 186-202; 337-355].

Тема 8. Електропостачання підземних гірничих робіт

Особливості електропостачання підземних гірничих робіт. Електропостачання підземних споживачів через ствол свердловини або шурфи. Відокремлене живлення підземних електроприймачів. Електропостачання видобувних дільниць при пологому, похилому та крутому заляганні пластів. Особливості електропостачання дільниць на пластах, небезпечних за раптовими викидами. Електропостачання дільниць вугільних шахт при напрузі 1140 В. Особливості електропостачання дільниць при регульованому електроприводі гірничих машин. Електропостачання тупикових виробок. Схеми електропостачання конвеєрних установок, підземних лебідок та механізмів навантажувальних пунктів.

Методичні вказівки. При вивченні даної теми слід звернути увагу на можливі способи живлення підземних електроприймачів. З'ясувати вимоги до схем електропостачання видобувних дільниць на пластах, небезпечних за раптовими викидами. Виявити характерні особливості схем електропостачання дільниць на похилих і крутих пластах, схем живлення тупикових виробок. Розглянути перспективи застосування регульованого електропривода. З'ясувати фактори, від яких залежить вибір схеми електропостачання. Ознайомитися зі схемами електропостачання контактних та акумуляторних електровозів, схемами електропостачання конвеєрних ліній та лебідок.

Після вивчення теми необхідно знати:

1. Фактори, які впливають на вибір схеми електропостачання дільниці шахти.
2. Способи електропостачання підземних гірничих робіт.
3. Схеми електропостачання видобувних і підготовчих дільниць при різних гірничо-геологічних умовах.
4. Особливості електропостачання підземних дільниць при регульованому електроприводі.
5. Особливості схем електропостачання дільниць при напрузі 1140 В.
6. Електропостачання прохідницьких та бурильних машин.
7. Електропостачання конвеєрного транспорту.
8. Електропостачання підземних лебідок та навантажувальних пунктів

Література: [1, с. 141-169]; [2, с. 120-129; 221-265]; [3, с. 156-181]; [4, с. 180-190; 203-259].

Тема 9. Розрахунок підземних дільничих електричних мереж

Розрахунок електричних навантажень дільниці шахти та вибір потужності дільничної трансформаторної підстанції. Розрахунок кабельної мережі за нагрівом та механічною міцністю. Режими напруги в шахтних електричних мережах. Допустимі втрати напруги в шахтних мережах. Перевірка дільничної мережі за втратою напруги в нормальному режимі роботи, пусковому режимі та перевантаженні. Перевірка кабелів з термічної стійкості до дії струмів короткого замикання (КЗ). Розрахунок струмів КЗ в шахтних мережах напругою до 1000 В. Вибір апаратури керування та захисту. Вибір уставок максимального захисту.

Методичні вказівки. При вивченні теми слід звернути увагу на методику розрахунків потужності дільничної трансформаторної підстанції, кабельних ліній та струмів КЗ. З'ясувати що спричиняє необхідність перевірки кабельної мережі дільниці з втрати напруги як у нормальному режимі роботи, так і при пуску найбільш потужного та найбільш віддаленого споживача. Розглянути умови вибору уставок максимального захисту.

Після вивчення теми необхідно знати:

1. Вибір дільничної трансформаторної підстанції.
2. Визначення допустимої втрати напруги в дільничній кабельній мережі.

3. Розрахунок кабельної мережі дільниці за нагрівом, перевірку за допустимою втратою напруги в нормальному та пусковому режимах роботи, за термічною стійкістю до дії струмів КЗ.

4. Для яких цілей і як визначають значення струмів КЗ

5. Вибір комутаційної та захисної апаратури.

6. Вибір уставок максимального струмового захисту.

Література: [1, с. 171-198]; [2, с. 269-288]; [3, с. 260-282]; [4, с. 287-305]; [5, с. 355-399].

Тема 10. Основні енергетичні показники шахтного електрогосподарства

Основні енергетичні показники електрогосподарства шахти. Реактивна потужність. Способи зменшення споживання реактивної потужності приймачами електричної енергії. Компенсуючі пристрої та їх вибір. Питомі норми електроспоживання. Електроозброєність праці. Тарифікація електричної енергії. Економія електроенергії. Автоматизовані системи обліку електроенергії і регулювання електроспоживання.

Методичні вказівки. При вивченні цієї теми слід з'ясувати чому підвищене споживання реактивної потужності приводить до зниження економічних показників системи електропостачання. Як добиваються зниження споживання реактивної потужності та з допомогою яких засобів? Для яких цілей використовуються питомі норми електроспоживання та електроозброєність праці? Слід вивчити порядок плати за електроенергією. З'ясувати призначення систем автоматизованого обліку електроенергії та їх роль в покращанні економічних показників електрогосподарства шахти.

Після вивчення цієї теми необхідно знати:

1. Основні енергетичні показники електрогосподарства шахти.
2. Причини підвищеного споживання реактивної потужності.
3. Післядії підвищеного споживання реактивної потужності.
4. Способи та засоби зниження споживання реактивної потужності.
5. Визначення потрібної потужності компенсуючих пристроїв.
6. Питомі норми електроспоживання.
7. Електроозброєність праці.
8. Тарифікацію електроенергії.
9. Заходи з економії електроенергії.

Література: [1, с. 200-211]; [2, с. 291-299]; [3, с. 102-120]; [4, с. 347-357].

Тема 11. Організація експлуатації електроустановок шахти

Керування експлуатацією електрогосподарства шахти, планово-попереджувальний ремонт (ППР). Технічна експлуатація електроустановок.

Методичні вказівки. При вивченні теми необхідно ознайомитися з існуючою системою технічного обслуговування електроустановок і керування експлуатацією електрогосподарства діючої шахти та рудника.

Після вивчення теми необхідно знати такі питання:

1. Форми організації керування експлуатацією електроустановок шахт та рудників,
2. Основні задачі електротехнічної служби гірничого підприємства.
3. Схеми технічного обслуговування та ремонту електрообладнання.
4. Зміст системи ППР.
5. Забезпечення безпечних умов праці електротехнічного персоналу, який виконує ТО і ТР електроустановок.

Література: [1, с. 212-219]; [2, с. 300-309]; [3, с. 121-131].

КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Вибрати тип та потужність трансформаторної підстанції видобувної ділянки. Розрахувати кабельну мережу ділянки (магістральний та комбайновий кабелі) за схемою, яка наведена на рис. 1. Визначити струми КЗ, вибрати комутаційну і захисну апаратуру та уставки захисту в пускахі і автоматичних вимикачах. Потрібні для розрахунків дані наведені в таблиці.

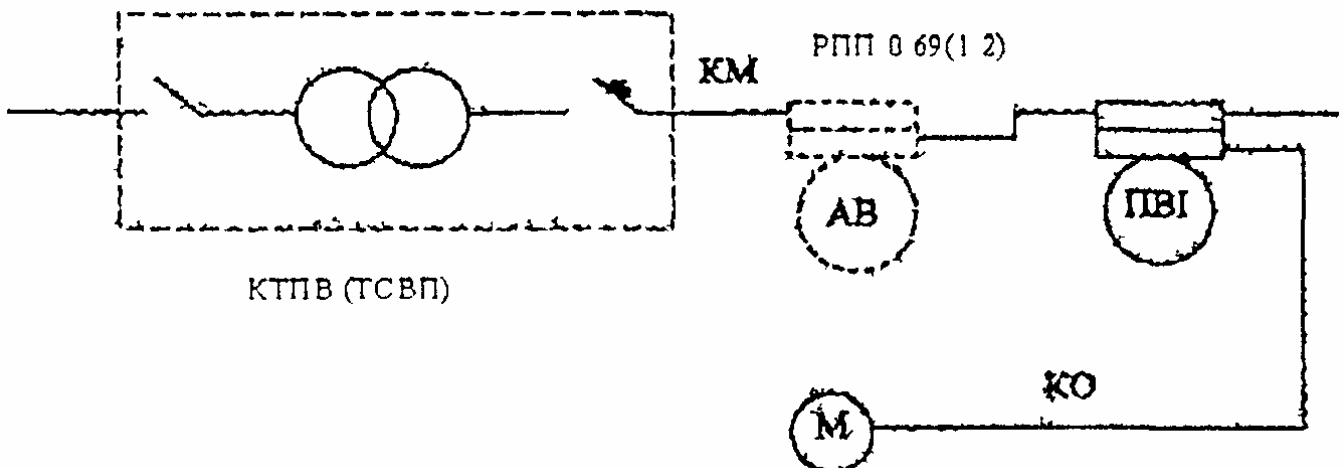


Рис. 1. Розрахункова схема електропостачання ділянки:
 КМ – кабель магістральний; КО – кабель відгалуження; РПП-0,69(1,2) – розподільний пункт ділянки.

Методичні вказівки до виконання контрольного завдання

1. Вибір схеми електропостачання ділянки

У цьому параграфі необхідно обґрунтувати принципову схему електропостачання ділянки та вибрати напругу діляничної мережі (660 або 1140В).

2. Розрахунок електричних навантажень та вибір потужності трансформатора

Електричне навантаження ділянки шахти рекомендується визначати за установленою потужністю $P_{ном}$ та коефіцієнтом попиту $Kп$. Розрахункову потужність трансформатора $Sт$ визначають за формулою

$$S_T = \frac{K_{\Pi} \cdot \sum P_{\text{ном}}}{1,25 \cos \varphi}, \text{ кВ} \cdot \text{А},$$

де $\cos \varphi$ – середньозважений коефіцієнт потужності споживачів дільниці. Для підготовчих і очисних дільниць на пологих пластах значення $\cos \varphi$ можна приймати 0,6, а для очисних дільниць на крутих пластах – 0,7.

На основі розрахункової потужності вибирають трансформатор за умовою

$$S_{\text{ном.т}} \geq S_T$$

Для живлення споживачів дільниці доцільно приймати пересувні трансформаторні підстанції типу КТПВ або ТСВП (табл. Д1). Застосування цих підстанцій дозволяє в ряді випадків забезпечити більш якісне електропостачання дільниці шахти.

Таблиця

Вихідні данні

| Вариант | $\Sigma P_{\text{ном}}$, кВт | $P_{\text{ном.д}}$, кВт | Довжина кабелю, м | | K_{Π} | $\cos \varphi$ | $I_{\text{пуск.д}}$, А | $\cos \varphi_{\text{д}}$ | η | в |
|---------|-------------------------------|--------------------------|-------------------|--------|-----------|----------------|-------------------------|---------------------------|--------|------|
| | | | КМ | КО | | | | | | |
| 0 | 352 | 105x2 | 150 | 150 | 0,6 | 0,6 | 840 | 0,86 | 0,92 | 3,2 |
| 1 | 254 | 175 | 20 | 120 | 0,7 | 0,65 | 870 | 0,85 | 0,9 | 3,0 |
| 2 | 587 | 315 | 180 | 180 | 0,5 | 0,6 | 750 | 0,8 | 0,91 | 3,16 |
| 3 | 326 | 120 | 220 | 180 | 0,6 | 0,6 | 800 | 0,87 | 0,9 | 3,2 |
| 4 | 207 | 93 | 3 | 190 | 0,6 | 0,6 | 670 | 0,86 | 0,92 | 3,15 |
| 5 | 320 | 93 | 250 | 205 | 0,65 | 0,65 | 670 | 0,86 | 0,9 | 3,15 |
| 6 | 400 | 105 | 5 | 220 | 0,6 | 0,6 | 840 | 0,85 | 0,92 | 3,2 |
| 7 | 236 | 90 | 300 | 200 | 0,65 | 0,65 | 830 | 0,82 | 0,9 | 3,15 |
| 8 | 470 | 150 | 3 | 185 | 0,6 | 0,6 | 790 | 0,86 | 0,9 | 3,2 |
| 9 | 304 | 125 | 250 | 200 | 0,65 | 0,65 | 800 | 0,79 | 0,91 | 3,15 |
| 10 | 520 | 115 | 200 | 200 | 0,6 | 0,65 | 700 | 0,89 | 0,9 | 3,2 |
| 11 | 400 | 110 | 150 | 250 | 0,58 | 0,6 | 650 | 0,9 | 0,92 | 3,0 |
| 12 | 560 | 170 | 3 | 180 | 0,63 | 0,6 | 750 | 0,87 | 0,91 | 3,16 |
| 13 | 620 | 200 | 3 | 240 | 0,6 | 0,6 | 800 | 0,89 | 0,9 | 3,12 |
| 14 | 450 | 2x160 | 5 | 55/200 | 0,65 | 0,62 | 740 | 0,91 | 0,92 | 3,0 |
| 15 | 600 | 75 | 250 | 150 | 0,6 | 0,58 | 620 | 0,86 | 0,9 | 3,5 |
| 16 | 700 | 97 | 200 | 180 | 0,6 | 0,65 | 700 | 0,88 | 0,91 | 3,2 |
| 17 | 620 | 105 | 180 | 180 | 0,62 | 0,6 | 740 | 0,89 | 0,9 | 3,1 |
| 18 | 580 | 125 | 5 | 230 | 0,64 | 0,6 | 765 | 0,9 | 0,92 | 3,0 |
| 19 | 450 | 150 | 220 | 240 | 0,65 | 0,63 | 790 | 0,92 | 0,9 | 3,2 |
| 20 | 480 | 120 | 160 | 170 | 0,58 | 0,6 | 770 | 0,87 | 0,92 | 3,15 |
| 21 | 380 | 180 | 5 | 220 | 0,6 | 0,62 | 800 | 0,89 | 0,91 | 3,2 |

| Вариант | $\Sigma P_{\text{ном}}$, кВт | $P_{\text{ном.д}}$, кВт | Довжина кабелю, м | | $K_{\text{п}}$ | $\cos\varphi$ | $I_{\text{пуск.д}}$, А | $\cos\varphi_{\text{д}}$ | η | в |
|---------|-------------------------------|--------------------------|-------------------|-----|----------------|---------------|-------------------------|--------------------------|--------|-----|
| | | | КМ | КО | | | | | | |
| 22 | 550 | 110 | 200 | 3 | 0,63 | 0,57 | 650 | 0,9 | 0,9 | 3,3 |
| 23 | 600 | 140 | 170 | 175 | 0,67 | 0,56 | 780 | 0,87 | 0,9 | 3,2 |
| 24 | 520 | 180 | 240 | 190 | 0,6 | 0,54 | 800 | 0,9 | 0,91 | 3,1 |
| 25 | 600 | 200 | 5 | 180 | 0,65 | 0,6 | 800 | 0,89 | 0,91 | 3,2 |

Примітки: $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт попиту; $\cos\varphi$ – середньозважений коефіцієнт потужності споживачів ділянки; $\cos\varphi_{\text{д}}$ – коефіцієнт потужності двигуна комбайна; η – ККД двигуна комбайна; $P_{\text{ном.д}}$, $I_{\text{пуск.д}}$ – номінальні потужність та пусковий струм двигуна комбайна відповідно; в – $M_{\text{макс}}/M_{\text{ном}}$ – кратність максимального моменту; $\Sigma P_{\text{ном}}$ – сумарна потужність споживачів ділянки, без урахування резервних і тих, що функціонують тільки в ремонтну зміну.

3. Розрахунок кабельної мережі ділянки за нагрівом

Для вибору кабелів за нагрівом необхідно визначити їх розрахункові струми. Для комбайнового кабелю за розрахунковий струм приймають струм, який відповідає годинній потужності двигуна комбайна при повітряному провітрюванні та тривалій - при водяному охолодженні.

Для магістрального кабелю розрахунковий струм знаходять за виразом:

$$I_{\text{км}} = \frac{S_{\text{т}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}}} .$$

За таблицею струмових навантажень на кабелі (табл. Д2) порівнюють розрахунковий струм з допустимим для даного перерізу кабелю, що прийнято, при даній температурі виробок.

Якщо температура виробки, де прокладено кабель, відрізняється від +25С слід увести поправковий коефіцієнт на температуру навколишнього середовища $K_{\text{т}}$ (табл. Д3).

$$K_{\text{т}} \cdot I_{\text{доп}} \geq I_{\text{розр}} .$$

Приймають переріз кабелю, допустимий струм якого дорівнює або більше розрахункового. При цьому слід приймати до уваги умови механічної міцності. Перевагу віддають таким перерізам кабелів: для видобувних комбайнів – 35-70 мм², а іноді 95 мм², конвеєрів – 16 – 35 мм², електросвердл – 4-6 мм², інших електродвигунів – 10-16 мм², освітлювальної мережі – 4 – 10 мм². Для стаціонарних електроприймачів або змонтованих на платформах рекомендується приймати перерізи кабелів не менше 10 мм², а для пересувних – не менше 16 мм².

4. Перевірка кабельної мережі за допустимою втратою напруги в нормальному режимі роботи

Порядок перевірки такий.

Визначають втрату напруги ΔU_T в трансформаторі

$$\Delta U_T = \beta (u_a \cos\varphi + u_p \sin\varphi) \frac{U_0}{100}, \text{ В}$$

де $\beta = S_T / S_{\text{НОМ.Т}}$ – коефіцієнт завантаження трансформатора, тобто відношення розрахункової потужності трансформатора S_T до його номінальної потужності $S_{\text{НОМ.Т}}$;

$$u_a = \frac{P_{\text{КЗ}}}{S_{\text{НОМ.Т}}}, \text{ \%};$$

$$u_p = \sqrt{u_{\text{КЗ}}^2 - u_a^2}, \text{ \%},$$

U_0 – напруга холостого ходу трансформатора, В; $P_{\text{КЗ}}$ – втрати потужності в режимі КЗ (паспортна величина), кВт; $U_{\text{КЗ}}$ – напруга КЗ трансформатора в % від номінальної (паспортна величина).

Далі знаходять втрату напруги в гнучкому кабелі (кабелі відгалуження) $\Delta U_{\text{КЛ}}$ та в магістральному кабелі $\Delta U_{\text{КМ}}$, тобто

$$\Delta U_{\text{К}} = \sqrt{3} I_{\text{розр}} (r \cdot \cos\varphi + x \cdot \sin\varphi),$$

де r та x – активний та реактивний опір відповідних кабелів

$$r = r_0 \cdot L_{\text{К}}; \quad x = x_0 \cdot L_{\text{К}},$$

r_0 , x_0 – активний та реактивний опір 1 км кабелю (табл. Д4); $L_{\text{К}}$ – довжина кабелю (задана в умові), км.

При визначенні втрати напруги в комбайновому кабелі $\Delta U_{\text{КО}}$ необхідно прийняти замість $\cos\varphi$ коефіцієнт потужності двигуна комбайна, тобто $\cos\varphi_{\text{д}}$ (заданий в умові).

Визначають загальну втрату напруги до кожного споживача:

$$\Sigma \Delta U = \Delta U_T + \Delta U_{\text{КМ}} + \Delta U_{\text{КО}}.$$

Загальна втрата напруги в дільничній мережі не повинна перевищувати 63 В при нарузі 660 В і 117 В при нарузі 1140 В. Якщо ці умови не виконуються, необхідно при можливості збільшити переріз кабелю комбайна, або магістрального (переріз одного магістрального кабелю не повинен перевищувати 120 мм²), прийняти два магістральних кабелі, які вмикаються паралельно або роздільно. Після цього слід перевірити виконання раніше вказаної умови. В окремих випадках виникає необхідність збільшувати переріз як комбайнового, так і магістрального кабелів або приймати підстанцію більшої потужності.

5 Перевірка кабельної мережі при пуску потужного двигуна

Напруга на затискачах двигуна при пуску визначають за формулою

$$\Delta U_{\text{пуск}} = \frac{(U_0 - \Delta U_{\text{н.р.}})}{(1 + \gamma_{\text{пуск}})}, \text{ В}$$

де $\Delta U_{\text{н.р.}}$ – втрата напруги в мережі від двигунів, що нормально функціонують, у тих елементах мережі, через які живиться двигун, що запускається:

$$\Delta U_{\text{н.р.}} = (r_{\text{T}} + x_{\text{T}} + r_{\text{КМ}} + x_{\text{КМ}}) \frac{(\Sigma P_{\text{ном}} - P_{\text{ном.д}})}{U_{\text{ном}}} \text{ В},$$

де r_{T} , x_{T} – активний та індуктивний опір трансформатора

$$r_{\text{T}} = P_{\text{к}} U_0^2 / S_{\text{ном.т.}}^2 ;$$

$$z_{\text{T}} = u_{\text{кз}} U_0^2 / (100 S_{\text{ном.т.}})$$

$$x_{\text{T}} = \sqrt{z_{\text{T}}^2 - r_{\text{T}}^2},$$

$P_{\text{ном.д.}}$ – номінальна годинна потужність двигуна комбайна, $\gamma_{\text{пуск}}$ – параметр пускового режиму,

$$\gamma_{\text{пуск}} = \sqrt{3} I_{\text{пуск.ном}} \frac{(\Sigma r \cdot \cos \varphi_{\text{пуск}} + \Sigma x \cdot \sin \varphi_{\text{пуск}})}{U_{\text{ном}}},$$

тут $I_{\text{пуск.ном}}$ – пусковий струм двигуна при номінальній напрузі; Σr , Σx – відповідно сума активних та індуктивних опорів трансформатора, магістрального кабелю і кабелю відгалуження (комбайнового); $\cos \varphi_{\text{пуск}}$ – коефіцієнт потужності двигуна при пуску. Рекомендується приймати $\cos \varphi_{\text{пуск}} = 0,5$.

Результат розрахунку визнається задовільним, якщо виконується вимога

$$\frac{U_{\text{пуск}}}{U_{\text{ном}}} \geq 0,8.$$

Якщо ця вимога не виконується, необхідно при можливості збільшити переріз кабелю комбайнового, або магістрального. В окремих випадках збільшують переріз кабелів, і одночасно приймають трансформаторну підстанцію більшої потужності. Після цього необхідно ще раз перевірити виконання раніше наведеної вимоги.

6. Перевірка кабелів за термічною стійкістю до дії струмів КЗ

З метою забезпечення пожежної безпеки при дугових трифазних КЗ цю перевірку виконують за умовою:

$$I_{\text{гр}} \geq I_{\text{к}}^{(3)},$$

де $I_{\text{гр}}$ – граничний короткочасний струм КЗ в кабелі; $I_{\text{к}}^{(3)}$ – струм трифазного КЗ на самому початку перевіряемого кабелю, тобто на РПНН. У додатку наведена таблиця Дб гранично допустимих струмів $I_{\text{гр}}$ для різних мереж кабелів з мідними жилами залежно від типів захисних апаратів.

7. Розрахунок струмів короткого замикання в дільничній мережі

У системах із ізольованою нейтраллю можливі дво- і трифазні короткі замикання. Струм трифазного короткого замикання є максимальним струмом КЗ, визначення якого необхідно для вибору комутаційної апаратури з урахуванням її вимикаючої здатності. Струм двофазного КЗ є мінімальним струмом КЗ, визначення якого необхідно для перевірки прийнятих уставок максимального захисту.

Розрахунок струмів КЗ виконується у такій послідовності:

- складається схема заміщення дільничної мережі (рис. 2);
- визначаються опори елементів схеми. Допускається не ураховувати опори розподільної мережі при потужності дільничної підстанції до 400 кВА включно, тобто приймати $r_{р.м.} = 0$ і $x_{р.м.} = 0$. При потужності підстанцій більше 400 кВА (прийняти потужність КЗ на ввіді підстанції рівною 70 МВА), активний опір розподільної мережі приймати рівним нулю, тобто $r_{р.м.} = 0$. Індуктивний опір високовольтної розподільної мережі у цьому випадку такий:

$$x_{р.м.} = U_0^2 / S_K, \text{ Ом,}$$

де $U_0 = 0,69$ кВ або 1,2 кВ;

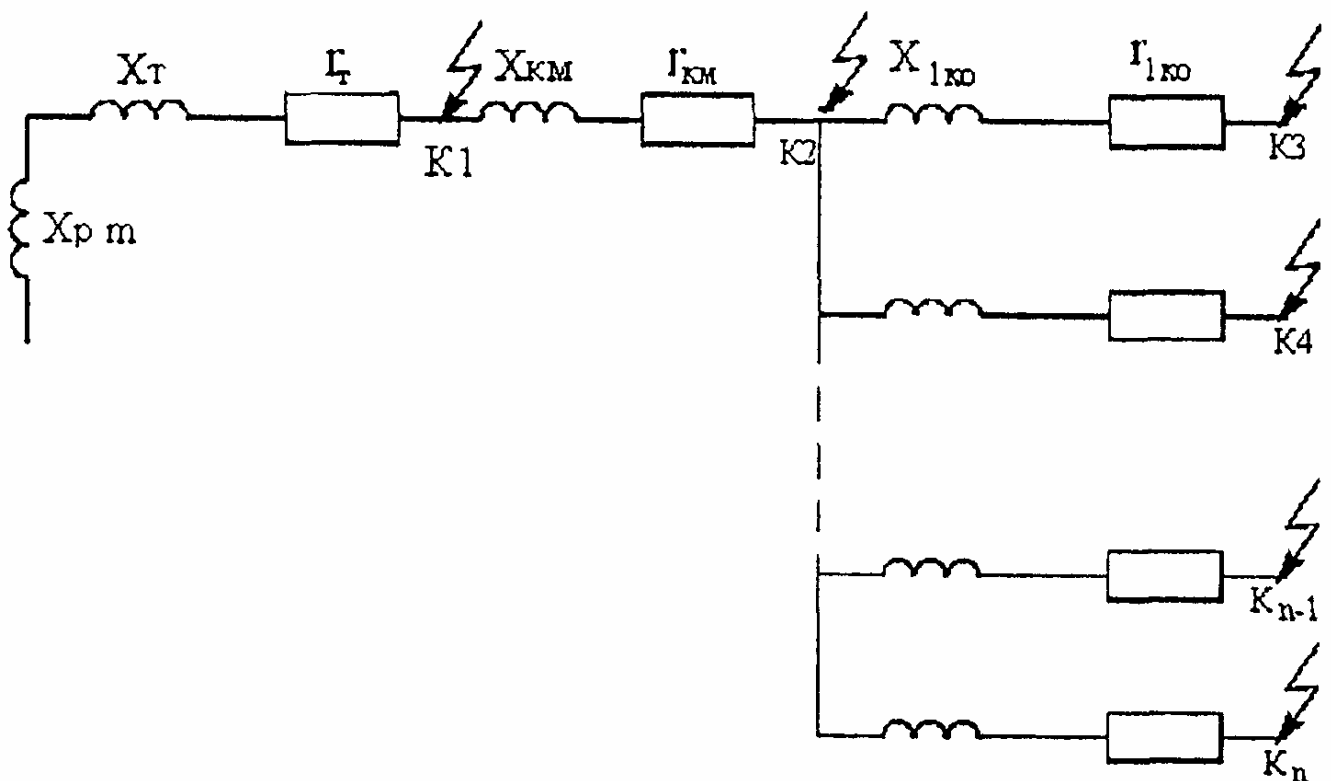


Рис. 2. Схема заміщення

- знаходяться струми трифазного короткого замикання (точки K1, K2)

$$I_{k.i}^{(3)} = \frac{U_o}{\sqrt{3}Z_{ki}}$$

та струми двофазного короткого замикання (точки К2, К3)

$$I_{k.i}^{(2)} = \frac{0,95U_o}{2Z_{ki}}$$

де Z_{ki} – еквівалентний опір кола КЗ до точки Кі.

$$Z_{ki} = \sqrt{(\sum r_{ki})^2 + (\sum x_{ki})^2} .$$

Еквівалентний опір кола короткого замикання:
до точки К1

$$Z_{k1} = \sqrt{r_m^2 + (x_{p..m.} + x_m)^2} ;$$

до точки К2

$$Z_{k2} = \sqrt{[r_m + r_{km} + 0,005(n+1)]^2 + (x_{p..m.} + x_m + x_{km})^2}$$

де n – кількість послідовно ввімкнутих комутаційних апаратів до точки К3;
0,005 Ом – опір одного комутаційного апарата, а також точки К3;

До точки К3

$$Z_{k3} = \sqrt{[r_m + r_{km} + r_{k0} + 0,005(n+1)]^2 + (x_{p..m.} + x_m + x_{km} + x_{k0})^2}$$

8. Вибір комутаційної апаратури

Комутаційні апарати (автоматичні вимикачі, магнітні пускачі) вибираються за номінальним струмом $I_{НОМ.АП}$ та номінальною напругою $U_{НОМ.АП}$ апарата. Повинні виконуватися такі умови:

$$U_{НОМ.АП} = U_{НОМ};$$

$$I_{НОМ.АП} \geq I_{НАВ} ,$$

де $I_{НАВ}$ – струм, який протікає через апарат.

Не слід вибирати апарати з великим запасом за струмом, тому що у цьому випадку буде неминуче завищення уставок спрацьовування захисту. Апарати, що вибрані, повинні бути перевірені за вимикаючою здатністю. Вимикаюча здатність апарата повинна перевищувати не менш ніж у 1,2 рази максимально можливий струм трифазного КЗ (на його затискачах), тобто

$$I_{АП\text{ вимик}} \geq 1,2I_K^{(3)} ;$$

де $I_{АП\text{ вимик}}$ – граничний струм вимикання апарата (табл. Д7, Д11).

Іноді пускач, що вибирається, не проходить за вимикаючою здатністю, але послідовно з ним підключені інші захисні апарати (автоматичні вимикачі). У цьому випадку перевірку за вимикаючою здатністю пускача можна виконувати за виразом

$$I_{\text{АП. ВИМИК}} \geq \frac{1,2I_k^{(3)}}{n \cdot k},$$

де n – кількість апаратів, що увімкнені послідовно в коло з максимальним струмовим захистом, який спроможний спрацювати при струмі $I_k^{(3)}$;

$$k=1 \text{ при } n=2; \quad k=1,1 \text{ при } n=3-4.$$

При цьому необхідно погодити значення уставки максимального захисту автоматичного вимикача з граничним струмом вимикання магнітного пускача.

$$I_y \leq \frac{I_{\text{АП.ВИМИК}}}{1,8} = 0,551 I_{\text{АП.ВИМИК}}.$$

При правильному виборі уставок струм короткого замикання, який перевищує $I_{\text{АП. ВИМИК}}$ магнітного пускача, вимикається автоматичним вимикачем до початку розмикання контактів контактора в магнітному пускачі або одночасно. При цьому гранично допустимі струми пускача збільшуються.

8. Вибір уставок захисту

Уставки максимальних струмових реле магнітних пускачів та автоматичних вимикачів вибирають так, щоб захист не спрацював при будь-яких нормальних режимах роботи двигунів і разом з тим забезпечував вимикання мережі при короткому замиканні з достатнім запасом надійності, який компенсує помилки розрахунку.

Струм уставки захисту автоматичного вимикача вибирається за умовою

$$I_y \geq I_{\text{ПУСК.НОМ}} + \Sigma I_{\text{р.НОМ}}, \text{ А,}$$

де $I_{\text{ПУСК.НОМ}}$ – номінальний пусковий струм найбільш потужного електродвигуна; $\Sigma I_{\text{р.НОМ}}$ – сума номінальних робочих струмів усіх інших двигунів,

$$\Sigma I_{\text{р.НОМ}} = \frac{(\Sigma P_{\text{НОМ}} - P_{\text{НОМ.МАХ}})}{\sqrt{3}U_{\text{НОМ}}}$$

Для магнітного пускача

$$I_y \geq I_{\text{ПУСК.НОМ}}$$

За розрахунковим значенням уставки захисту приймають стандартні струмові уставки відповідного апарата, які повинні бути не менше розрахункових (табл. Д8-10; Д12).

Уставки максимального захисту, що прийняті, повинні бути перевірені за струмом двофазного КЗ в найбільш віддаленій від комутаційного апарата точці мережі. Повинна виконуватися вимога:

$$\frac{I_k^{(2)}}{I_y} > 1,5 (1,25).$$

Якщо вимога не виконується, необхідно збільшити струм двофазного КЗ шляхом збільшення перерізів кабелів (комбайнового, магістрального або обох одночасно) або замінити трансформаторну підстанцію на більш потужну.

ДОДАТКИ

Таблиця Д1

Технічні дані рудникових пересувних трансформаторних підстанцій

| Підстанція | Номінальна потужність, кВ·А | Напруга ХХ, В | | Опори, Ом | | |
|----------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| | | ВН | НН | r | x | z |
| ТСВП-100/60 | 100 | 6000 [±] 5% | 690/400 | 0,0605/0,0203 | 0,1553/0,0522 | 0,1666/0,0560 |
| ТСВП-160/6 | 160 | | | 0,0353/0,0119 | 0,0980/0,0329 | 0,1041/0,0350 |
| ТСВП-250/6 | 250 | | | 0,0190/0,0064 | 0,0639/0,0215 | 0,0667/0,0224 |
| ТСВП-400/6 | 400 | | 690 | 0,0107 | 0,0403 | 0,0417 |
| ТСВП-630/6 | 630 | | 690/1200 | 0,0056/0,0171 | 0,0258/0,0782 | 0,0265/0,0800 |
| ТСВП-160/6 КП | 160 | | 690/400 | 0,0344/0,0116 | 0,0983/0,0330 | 0,1041/0,0350 |
| ТСВП-400/6 КП | 400 | | 690 | 0,0117 | 0,0403 | 0,0417 |
| 2ТСВП-160/6 КП | 160 | | 690/400 | 0,0270/0,0091 | 0,1037/0,0348 | 0,1071/0,0360 |
| 2ТСВП-400/6 КП | 400 | | 690 | 0,0086 | 0,0395 | 0,0405 |
| КТПВ-100/6 | 100 | | 6000 [±] 5% | 690/400 | 0,0543/0,0182 | 0,1321/0,0444 |
| КТПВ-160/6 | 160 | 0,0288/0,0097 | | | 0,1032/0,0347 | 0,1071/0,0360 |
| КТПВ-250/6 | 250 | 0,0156/0,0052 | | | 0,0648/0,0218 | 0,0667/0,0224 |
| КТПВ-400/6 | 400 | 690 | | 0,0113 | 0,0389 | 0,0405 |
| КТПВ-630/6 | 630 | 690/1200 | | 0,0050/0,0152 | 0,0267/0,0809 | 0,0272/0,0823 |

Продовження табл. Д1

| Підстанція | Номинальний струм, А | | Напруга КЗ, % $U_{ном}$ | Струм ХХ, % $I_{ном}$ | Втрати, Вт | |
|----------------|----------------------|-----------|----------------------------|--------------------------|------------------|------------------------|
| | ВН | НН | | | ХХ при $U_{ном}$ | КЗ при $\cos\varphi=1$ |
| ТСВП-100/60 | 9,5 | 83,5/144 | 3,5 | 5 | 940 | 1270 |
| ТСВП-160/6 | 15,4 | 133/231 | | 3,6 | 1160 | 1900 |
| ТСВП-250/6 | 24,1 | 209/362 | | 3,5 | 1590 | 2490 |
| ТСВП-400/6 | 38,5 | 335 | | 2,2 | 2070 | 3600 |
| ТСВП-630/6 | 60,6 | 527/304 | | 1,5 | 2690 | 4700 |
| ТСВП-160/6 КП | 15,4 | 133,5/231 | | 4,0 | 1200 | 1850 |
| ТСВП-400/6 КП | 38,5 | 334,7 | | 3,6 | 2000 | 3600 |
| 2ТСВП-160/6 КП | 15,4 | 133,4/231 | 3,6 | 2,4 | 700 | 1450 |
| 2ТСВП-400/6 КП | 38,5 | 334,7 | 3,4 | 1,3 | 1350 | 2900 |
| КТПВ-100/6 | 9,5 | 83,5/144 | 3,0 | 2,1 | 550 | 1140 |
| КТПВ-160/6 | 15,4 | 133/231 | 3,6 | 2,0 | 700 | 1550 |
| КТПВ-250/6 | 24,1 | 209/362 | 3,5 | 1,7 | 1000 | 2050 |
| КТПВ-400/6 | 38,5 | 335 | 3,4 | 1,5 | 1270 | 3800 |
| КТПВ-630/6 | 60,6 | 527 | 3,6 | 1,5 | 2050 | 4200 |

Таблиця Д2

Тривало допустимі струми на кабелі, що прокладаються
В підземних виробках

| Переріз основної жили кабелю, мм ² | Марки кабелів і номінальна напруга, кВ | | | | | | |
|---|---|-----|---------|-----|--|------------------|-----------------|
| | Трижильні броньовані з паперовою ізоляцією | | ЭВТ | | Гнучкі з резиновою і пластмасовою ізоляцією | | |
| | до 1,14 | 6 | до 1,14 | 6 | КГЭШ до 1,14 | КГЭШТ до 1,14 | ГРШЭ до 1,14 |
| 2,5 | 25 | – | – | – | – | – | 33 |
| 4 | 35 | – | – | – | 45 | 57 | 45 |
| 6 | 45 | – | – | – | 58 | 72 | 58 |
| 10 | 60 | 54 | 60 | 60 | 75 | 100 | 75 |
| 16 | 80 | 67 | 85 | 65 | 105 | 127 | 105 |
| 25 | 105 | 90 | 105 | 90 | 136 | 166 | 136 |
| 35 | 125 | 110 | 125 | 110 | 168 | 202 | 168 |
| 50 | 155 | 145 | 155 | 145 | 200 | 249 | 200 |
| 70 | 200 | 175 | 200 | 200 | 250 | 306 | 250 |
| 95 | 245 | 215 | 245 | 245 | 290 | 356 | 290 |
| 120 | 285 | 250 | – | – | – | – | – |
| 150 | 330 | 290 | – | – | – | – | – |
| 185 | 375 | 325 | – | – | – | – | – |
| 240 | 430 | 375 | – | – | – | – | – |

Таблиця Д3

Поправкові коефіцієнти на температуру навколишнього середовища

| Нормована температура жил, С° | Поправкові коефіцієнти при фактичній температурі середовища, С° | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| 80 | 1,25 | 1,2 | 1,17 | 1,13 | 1,09 | 1,04 | 1,0 | 0,95 | 0,9 | 0,85 |
| 70 | 1,29 | 1,24 | 1,2 | 1,15 | 1,11 | 1,05 | 1,0 | 0,94 | 0,88 | 0,81 |
| 65 | 1,32 | 1,27 | 1,22 | 1,17 | 1,12 | 1,06 | 1,0 | 0,94 | 0,87 | 0,79 |

Таблиця Д4

Активний і індуктивний опір мідних кабелів

| Переріз жили кабелю, мм ² | Опір, Ом / км | | | | |
|---|------------------------|--------------------|--|---------|--|
| | активний | | Індуктивний броньованого кабелю на напругу | | Індуктивний гнучкого кабелю на напругу до 1000 В |
| | броньованого кабелю | гнучкого кабелю | до 1,2 кВ | до 6 кВ | |
| 4 | 4,6 | 4,87 | 0,095 | – | 0,101 |
| 6 | 3,07 | 3,10 | 0,090 | – | 0,095 |
| 10 | 1,84 | 1,96 | 0,073 | 0,110 | 0,092 |
| 16 | 1,15 | 1,22 | 0,068 | 0,102 | 0,090 |
| 25 | 0,74 | 0,767 | 0,066 | 0,091 | 0,088 |
| 35 | 0,52 | 0,539 | 0,064 | 0,087 | 0,084 |
| 50 | 0,37 | 0,394 | 0,063 | 0,083 | 0,081 |
| 70 | 0,26 | 0,281 | 0,061 | 0,080 | 0,079 |
| 95 | 0,194 | 0,202 | 0,060 | 0,078 | 0,078 |
| 120 | 0,153 | 0,163 | 0,060 | 0,076 | 0,076 |

Таблиця Д5

Значення коефіцієнтів приведення перерізів кабелів, k_n

| Переріз основної жили кабелю, мм ² | Коефіцієнт приведення | Переріз основної жили кабелю, мм ² | Коефіцієнт приведення |
|---|--------------------------|--|--------------------------|
| Для мереж напругою 380 ... 1140 В (перерізи приведені до 50 мм ²) | | | |
| 4 | 12,30 | 35 | 1,41 |
| 6 | 8,22 | 50 | 1,00 |
| 10 | 4,92 | 70 | 0,72 |
| 16 | 3,06 | 95 | 0,54 |
| 25 | 1,97 | 120 | 0,43 |
| Для мереж напругою 127 В (перерізи приведені до 4 мм ²) | | | |
| 2,5 | 1,6 | 6 | 0,67 |
| 4,0 | 1,0 | 10 | 0,40 |

Таблиця Д6

Гранично допустимі струми КЗ I_r для різних типів кабелів з мідними жилами при $\beta_k = 1$, $\sigma_{навк} = 25^\circ$

| Кабель | Тривало допустима температура нагріву жили, C° | Тип захисного апарата | Гранично допустимі струми КЗ (А) для кабелів з перерізом жили, $мм^2$ | | | | | | |
|--|---|-----------------------|---|------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|-------|
| | | | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 35 | 50 |
| З паперовою просоченою ізоляцією на напругу 1 – 6 кВ | 80 | КРУВ-6 | 1251 | 1877 | 3129 | 5006 | 7822 | 10950 | 15644 |
| | | ЯВ-6400 | | | | | | | |
| | | РВД-6М | 1032 | 1548 | 2580 | 4128 | 6450 | 9030 | 12900 |
| | | АВ-250 | 2380 | 3461 | $\frac{5769*}{10533}$ | 16853 | 26332 | 38865 | 52664 |
| | | АВ-315 | | | | | | | |
| АВ-400 | | | | | | | | | |
| З пластмасовою ізоляцією | 70 | КРУВ-6 | 1116 | 1673 | 2789 | 4463 | 6973 | 9762 | 13946 |
| | | ЯВ-6400 | | | | | | | |
| | | РВД-6М | 920 | 1380 | 2300 | 3680 | 5750 | 8050 | 11500 |
| | | АВ-250 | 2057 | 3086 | $\frac{5143*}{9390}$ | 15023 | 23474 | 32864 | 46949 |
| | | АВ-315 | | | | | | | |
| АВ-400 | | | | | | | | | |
| З гумовою ізоляцією | 75 | АВ-250 | 1807 | 2710 | 4517 | $\frac{7227*}{13190}$ | 20609 | 28853 | 41218 |
| | | АВ-315 | | | | | | | |
| | | АВ-400 | | | | | | | |

Примітка. 1 Для КРП типу РВД-ВМ, що встановлені в РПП-6, гранична допустима величина струму КЗ збільшується на 10 %, для КРП типів ЯВ-6400 та КРУВ-6 – 15 %. 2. Гранично допустимі струми КЗ, розраховані для автоматів типу АВ, поширюються також на пересувні трансформаторні підстанції з вмонтованими вимикачами серії АЗ700. 3. У чисельнику дробі, позначеною знаком *, указана величина струму для автоматів АВ-315 та АВ-400, у знаменнику – для автоматів АВ-250.

Таблиця Д7

Основні технічні параметри магнітних пускачів

| Тип пускача | Номинальний струм, $I_{ном}$, А | Номинальна напруга, $U_{ном}$, В | Комутаційна здібність, А | | $P_{ном.д}$, кВт | | | Тип захисту | |
|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------|-----|------|----------------|--------------------|
| | | | вимикання (діюче значення) | вмикання (амплітудне) | 380 | 660 | 1140 | від струмів КЗ | від перевантаження |
| ПВИ-32БТ | 32 | 380 ... 660 | 1100 | 1900 | 16 | 28 | – | ПМЗ | ТЗП |
| ПВИ-63БТ | 63 | | 1500 | 2700 | 32 | 55 | – | | |
| ПВИ-125БТ | 125 | | 2500 | 4600 | 55 | 100 | – | | |
| ПВИ-250БТ | 250 | | 4000 | 7000 | 125 | 200 | – | | |
| ПВИ-32БТМ | 32 | 380 ... 660 | 1100 | 1900 | 16 | 28 | – | БТЗ-3 | БТЗ-3 |
| ПВИ-63БТМ | 63 | | 1900 | 2700 | 32 | 55 | – | | |
| ПВИ-125БТМ | 125 | | 2500 | 4600 | 55 | 100 | – | | |
| ПВИ-250БТМ | 250 | | 4000 | 7000 | 125 | 200 | – | | |
| ПРВ-М-32 | 32 | 1140/660 | 750/1100 | 1250/1900 | – | 27 | 42 | БТЗ-3 | БТЗ-3 |
| ПРВ-М-63 | 63 | | 1000/1500 | 1650/2700 | – | 54 | 92 | | |
| ПРВ-М-125 | 125 | | 1750/2500 | 2850/4600 | – | 107 | 185 | | |
| ПРВ-М-160 | 160 | | 2375/3120 | 4225/5750 | – | 136 | 237 | | |
| ПРВИ-63 | 63 | 380,660 | 2500 | 2700 | 32 | 55 | – | БКЗ | БКЗ |
| ПРВИ-125 | 125 | 380,660 | 2500 | 4600 | 55 | 107 | – | | |
| ПРВИ-250 | 250 | 1140/660 | 3000/4000 | 5600/7000 | – | 210 | 360 | | |
| | | 380,660 | 4000 | 7000 | 120 | 210 | – | | |
| ПРВИ-320 | 320 | 380,660 | 4800 | 8800 | 160 | 270 | – | | |
| | | 1140/660 | 3000/4000 | 5600/7000 | – | 270 | 470 | | |
| ПРВИ-400 | 400 | 380,660 | 4800 | 8800 | 180 | 340 | – | | |
| | | 1140/660 | 3200/4800 | 6000/8800 | – | 340 | 590 | | |

Продовження табл. Д7

| Тип пускача | Номинальний струм, $I_{\text{ном}}$, А | Номинальна напруга, $U_{\text{ном}}$, В | Комутаційна здібність, А | | $P_{\text{ном}}$, кВт | | | Тип захисту | |
|-------------|--|---|-------------------------------|--------------------------|------------------------|------------|----------|----------------|--------------------|
| | | | вимикання (діюче значення) | вмикання (амплітудне) | 380 | 660 | 1140 | від струмів КЗ | від перевантаження |
| ПРВИ-125В | 125 | 380/660 660/1140 | 2500/4600 4600/2500 | 4600 4600/2850 | 63 – | 107 107 | – 185 | БТЗ-3 | БТЗ-3 |
| ПРВИ-160В | 160 | 380/660 660/1140 | 3120 3120/2375 | 5750 5750/4225 | 79 – | 136 136 | – 273 | | |
| ПВИ-32М | 32 | 380 | 1100 | 1900 | 16 | – | – | ПМЗ | ТЗП |
| | | 660 | 1100 | 1900 | – | 27 | – | | |
| | | 380/660 | 1100 | 1900 | 16 | 27 | – | | |
| | | 660/1140 | 1100/750 | 1900/1100 | – | 27 | 47 | | |
| | | 380 | 1500 | 2700 | 31 | – | – | | |
| 660 | 1500 | 2700 | – | 54 | – | | | | |
| ПВИ-63М | 63 | 380/660 660/1140 | 1500 1500/1000 | 2700 2700/1650 | 31 – | 54 54 | – 93 | ПМЗ | ТЗП |
| ПВИ-80М | 63 | 380 | 1800 | 3200 | 39 | – | – | | |
| ПВИ-80МР | 80 | 660 | 1800 | 3200 | – | 69 | – | | |
| | | 380/660 | 1800 | 3200 | 39 | 69 | – | | |
| | | 660/1140 | 1800/1185 | 3200/1950 | – | 69 | 118 | | |
| ПВИ-125М | 125 | 380 | 2500 | 4600 | 62 | – | – | | |
| ПВИ-125МВ | | 660 | 2500 | 4600 | – | – | – | | |
| | | 380/660 | 2500 | 4600 | 62 | – | – | | |
| | | 660/1140 | 2500/1700 | 4600/2850 | – | – | 185 | | |

Продовження табл. Д7

| Тип пускача | Номинальний струм, $I_{\text{ном}}$, А | Номинальна напруга, $U_{\text{ном}}$, В | Комутаційна здібність, А | | $P_{\text{ном}}$, кВт | | | Тип захисту | |
|-------------|--|--|----------------------------------|--------------------------|------------------------|-----|------|-------------------|--|
| | | | вимикання (діюче значення) | вмикання (амплітудне) | 380 | 660 | 1140 | від струмів КЗ | від переванта- ження |
| ПВИ-160М | 160 | 380 | 3120 | 5750 | 79 | – | – | ПМЗ | ТЗП |
| | | 660 | 3120 | 5750 | - | 137 | – | | |
| | | 380/660 | 3120 | 5750 | 79 | 137 | – | | |
| | | 660/1140 | 3120/2375 | 5750/4225 | – | 137 | 237 | | |
| ПВИР-250Т | 250 | 380/660 | 3750 | 7000 | 120 | 210 | – | | |
| ПРН-63 | 63 | 380 | – | – | 32 | – | – | струмове реле | реле ТРП-6Л ТРП-155Л ТРТП-152 |
| ПРН-100 | 100 | 380 | – | – | 55 | – | – | | |
| ПРН-200 | 200 | 380 | – | – | 100 | – | – | | |

Таблиця Д8

Уставки блока максимального захисту ПМЗ

| Тип пускача | Струм уставки, що відповідає умовним одиницям на шкалі блока ПМЗ, А | | | | | | | | | | |
|-------------|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| ПВИ-32БТ | 63 | 78 | 93 | 109 | 125 | 140 | 156 | 171 | 187 | – | – |
| ПВИ-63БТ | 125 | 156 | 187 | 218 | 250 | 281 | 312 | 343 | 375 | – | – |
| ПВИ-125БТ | 250 | 312 | 375 | 437 | 500 | 562 | 625 | 687 | 750 | – | – |
| ПВИ-250БТ | 500 | 625 | 750 | 875 | 1000 | 1125 | 1250 | 1375 | 1500 | – | – |
| ПВИ-32М | 63 | 78 | 93 | 109 | 125 | 140 | 156 | 171 | 187 | 203 | 218 |
| ПВИ-63М | 125 | 156 | 187 | 218 | 250 | 281 | 312 | 343 | 375 | 406 | 440 |
| ПВИ-80М,МР | 160 | 200 | 240 | 280 | 320 | 360 | 400 | 440 | 480 | 520 | 560 |
| ПВИ-125М | 250 | 312 | 375 | 437 | 500 | 562 | 625 | 687 | 750 | 813 | 875 |
| ПВИ-160М | 320 | 400 | 480 | 560 | 640 | 720 | 800 | 880 | 960 | 1040 | 1120 |

Примітка. Уставки блока ТЗП струмового захисту від перевантаження: 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 і 1,0 $I_{ном}$.

Таблиця Д9

Уставка блока БТЗ-3

| Тип пускача | Положення покажчика блока і відповідний струм, А | | | | | | | | | | |
|-------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| ПВИ-32БТМ | 63 | 78 | 93 | 109 | 125 | 140 | 156 | 171 | 187 | 203 | 218 |
| ПРВ-М-32 | | | | | | | | | | | |
| ПВИ-63БТМ | 125 | 156 | 187 | 218 | 250 | 281 | 312 | 343 | 375 | 406 | 440 |
| ПРВ-М-63 | | | | | | | | | | | |
| ПВИ-125БТМ | 250 | 312 | 375 | 437 | 500 | 562 | 625 | 687 | 750 | 813 | 875 |
| ПРВ-М-125 | | | | | | | | | | | |
| ПРВ-М-160 | 320 | 400 | 480 | 560 | 640 | 720 | 800 | 880 | 960 | 1040 | 1120 |

Примітка. Уставки спрацьовування струмового захисту блока БТЗ-3 від перевантаження: 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 і 1,0 $I_{ном}$.

Таблиця Д10

Уставки максимального струмового захисту блока БКЗ

| Тип пускача | Струм уставки, що відповідає умовним одиницям на шкалі максимального струмового захисту, А | | | | | | | | | | |
|-------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| ПРВИ-63 | 125 | 156 | 187 | 218 | 250 | 281 | 312 | 343 | 375 | 406 | 440 |
| ПРВИ-125 | 250 | 312 | 375 | 436 | 500 | 562 | 625 | 687 | 750 | 813 | 875 |
| ПРВИ-160В | 320 | 400 | 480 | 560 | 640 | 720 | 800 | 880 | 960 | 1040 | 1120 |
| ПРВИ-250 | 500 | 625 | 750 | 875 | 1000 | 1125 | 1250 | 1375 | 1500 | 1625 | 1800 |
| ПРВИ-320 | 640 | 800 | 960 | 1120 | 1280 | 1440 | 1600 | 1760 | 1920 | 2080 | 2240 |
| ПРВИ-400 | 800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | 2200 | 2400 | 2600 | 2800 |

Примітка. Уставки захисту блока БКЗ від перевантажень: 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 і 1,0 $I_{ном}$.

Таблиця Д11

Основні технічні данні автоматичних вимикачів.

| Тип вимикача | Номинальний струм, А | Комутаційна здатність, кА (діюче значення) | Номинальна напруга, В |
|--------------|----------------------|--|-----------------------|
| АВ-200ДО | 200 | 17/20 | 660/380 |
| АВ-320ДО | 320 | 20/23 | 660/380 |
| АВ-320ДО2 | 320 | 10 | 1140 |
| АВ-315Р | 315 | 20/23 | 660;380 |
| АВ-320Р | 320 | 14/23 | 660;380 |
| АВ-320АПВ | 320 | 20 | 660 |
| АВ-400Р1 | 400 | 22/27 | 660;380 |
| АВ-400ДО | 400 | 12/22 | 1140; 660 |
| АВ-400ДО4 | 400 | 17 | 380; 660 |
| | | 11 | 1140 |
| | | 11/17 | 1140/660 |
| АВВ-250 | 250 | 5,5/9 | 660/380 |
| ВРН-100 | 100 | 13/12 | 380; 660 |
| ВРН-200 | 200 | 16/13 | 380; 660 |
| ВРН-315 | 315 | 19/14 | 380; 660 |

Таблиця Д12

Уставки максимального захисту автоматичних вимикачів

| Тип вимикача | Тип блока МСЗ | Струм уставки, що відповідає поділам шкали уставок | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| АВ-200Р | ПМЗ | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 | - | - |
| АВ-200ДО | | | | | | | | | | | | |
| АВ-315Р | | | | | | | | | | | | |
| АВ-320Р | | 800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | 2200 | 2400 | - | - |
| АВ-320ДО | | | | | | | | | | | | |
| АВ-320ДО2 | | | | | | | | | | | | |
| АВ-320АПВ | | | | | | | | | | | | |
| АВ-400ДО1 | 800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | 2200 | 2400 | - | - | |
| При $I_{ном} = 250$ А | | | | | | | | | | | | |
| АВ-400ДО4 | | | | | | | | | | | | |
| АВ-400Р1 | БТЗ-1 | 800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | 2200 | 2400 | 2600 | 2800 |
| ВРН-100 | ПМЗ | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | - | - |
| ВРН-200 | | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 | - | - |
| ВРН-315 | | 800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | 2200 | 2400 | - | - |

Укладач
Михайло Матвійович Білий

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКА
З ДИСЦИПЛІНИ „ОСНОВИ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ”
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ
НАПРЯМУ 6.050301 ГІРНИЦТВО

Частина третя

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Кафедра СЕП

НГУ
49027, м. Дніпропетровськ, пр. К. Маркса, 19