

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
«ЧЕРЕМХОВСКИЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ
ИМ. М.И. ЩАДОВА»**

РАССМОТРЕНО

на заседании ЦК
«Горных дисциплин»
«31» июнь 2022 г.
Протокол № 10
Председатель: Н.А. Жук

Утверждаю:

И.о. зам. директора по УР
О.В. Папанова
«15» июнь 2022 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения
самостоятельных работы студентов
внеаудиторной самостоятельной работы студентов 3-4 курса
по
МДК 01.02. «Электроснабжения»

программы подготовки специалистов среднего звена

13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического
оборудования (по отраслям)

Разработал
преподаватель:
Попов.В.И

2022 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Тема	Содержание	Кол – во часов	Оценка и контроль
1	1.1	Подготовка сообщений по теме «Устройство заземления на открытых горных работах (ОГР)»	2	защита
2	1.2	Составление схем электроснабжения ОГР	2	защита
3	1.3	Подготовка сообщений по теме «Экскаваторные кабели. Устройство. Характеристики. Правила выбора кабелей для экскаваторов»	2	защита
4	1.4	Подготовка сообщений по теме «Компенсация реактивной мощности в условиях ОГР»	2	защита
5	1.5	Подготовка сообщений по теме «Показатели и нормы качества электроэнергии в условиях ОГР»	2	защита
Итого			10	

2. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №1

По теме 1.1: «Устройство заземления на открытых горных работах (ОГР)»

Количество часов: 2 ч.

Цель: Подготовка сообщений по теме «Устройство заземления на открытых горных работах (ОГР)»

Методические указания:

Цель самостоятельной работы: расширение научного кругозора, овладение методами теоретического исследования, развитие самостоятельности мышления студента.

Сообщение — публичный доклад или документ, которые содержат информацию и отражают суть вопроса или исследования применительно к данной ситуации.

Виды сообщений:

1. Устное сообщение— читается по итогам проделанной работы и является эффективным средством разъяснения ее результатов.

2. Письменное сообщение:

— краткий (до 20 страниц) — резюмирует наиболее важную информацию, полученную в ходе исследования;

— подробный (до 60 страниц) — включает не только текстовую структуру с заголовками, но и диаграммы, таблицы, рисунки, фотографии, приложения, сноски, ссылки, гиперссылки.

Выполнение задания:

1) четко сформулировать тему (например, письменное сообщение);

2) изучить и подобрать литературу, рекомендуемую по теме, выделив три источника библиографической информации:

— первичные (статьи, диссертации, монографии и т. д.);

— вторичные (библиография, реферативные журналы, сигнальная информация, планы, граф-схемы, предметные указатели и т. д.);

— третичные (обзоры, компилятивные работы, справочные книги и т. д.);

3) написать план, который полностью согласуется с выбранной темой и логично раскрывает ее;

4) написать сообщение, соблюдая следующие требования:

— к структуре сообщения — она должна включать: краткое введение, обосновывающее актуальность проблемы; основной текст; заключение с краткими выводами по исследуемой проблеме; список использованной литературы;

— к содержанию сообщения — общие положения надо подкрепить и пояснить конкретными примерами; не пересказывать отдельные главы учебника или учебного пособия, а изложить собственные соображения по существу рассматриваемых вопросов, внести свои предложения;

5) оформить работу в соответствии с требованиями.

Планируемые результаты самостоятельной работы:

— способность студентов анализировать результаты научных исследований и применять их при решении конкретных образовательных и исследовательских задач;

— готовность использовать индивидуальные креативные способности для оригинального решения исследовательских задач;

— способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Заземлению на ОГР подлежат металлические части электроустановок, нормально не находящиеся под напряжением, но которые могут в случае повреждения изоляции оказаться под ним, в том числе:

корпуса электрических экскаваторов, буровых станков, насосов, конвейеров и других машин, станины и кожухи электрических машин, трансформаторов, выключателей;

приводы электрической аппаратуры;

вторичные обмотки измерительных трансформаторов, кроме случаев, предусмотренных действующими правилами устройства электроустановок;

каркасы щитов управления и распределительных щитов;

металлические и железобетонные конструкции и кожухи стационарных и передвижных трансформаторных подстанций, распределительных устройств и ГЩ;

металлические корпуса кабельных муфт, металлические оболочки кабелей и проводов, стальные трубы электропроводок;

металлические и железобетонные опоры и конструкции ЛЭП;

корпуса прожекторов и осветительной аппаратуры;

барьеры, металлические решетчатые и сплошные ограждения частей, находящихся под напряжением, металлические части, могущие оказаться под напряжением.

Заземление должно быть доступно для визуального контроля его целостности.

Заземлению не подлежат:

арматура подвесных и штыри опорных изоляторов, кронштейны и осветительная арматура при установке их на деревянных опорах ЛЭП и на деревянных конструкциях открытых подстанций, если это не требуется по условиям защиты от атмосферных перенапряжений;

оборудование, установленное на заземленных металлических конструкциях, при этом на опорных поверхностях должны быть предусмотрены зачищенные и не окрашенные места для обеспечения электрического контакта;

корпуса электроизмерительных приборов, реле, установленных на щитах, шкафах, а также на стенах камер распределительных устройств;

кабельные конструкции, по которым проложены кабели любых напряжений с металлическими оболочками, заземленными с обоих концов линии, а также отрезки труб швеллеров, предназначенные для защиты кабелей от повреждений в местах прохода через железнодорожный путь, автомобильную дорогу;

рельсовые пути на участках, выходящих за территорию подстанций, распределительных устройств.

Заземление работающих на угольном разрезе стационарных и передвижных электроустановок напряжением до 1000 В и выше должно быть соединено в общую сеть.

Общая сеть заземления стационарных и передвижных машин и механизмов должна выполняться путем непрерывного электрического соединения между собой заземляющих проводников (тросов) и заземляющих жил гибких кабелей в соответствии с действующими требованиями к устройству и эксплуатации защитного заземления электроустановок угольных разрезов. Требования к устройству заземлителей выполнению заземления электрооборудования должны определяться проектом.

При ЦПТ заземляющие устройства для электроустановок с изолированной и глухозаземленной нейтралью, находящиеся соответственно в (вне) угольного разреза, корпуса которых могут иметь электрическую связь по металлоконструкциям, инженерным сетям и оболочкам кабелей, должны выполняться раздельно.

Сопротивление общего заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

В качестве главных заземлителей должны использоваться заземлители подстанций напряжением 35/10-6 кВ или распределительные пункты 6 - 10 кВ и естественные заземлители.

Использование заземлителей подстанций напряжением ПО кВ и выше, а также тяговых и совмещенных тяговопонижительных подстанций в качестве главного заземлителя электроустановок на открытых горных работах, питающихся от системы электроснабжения с изолированной нейтралью, не допускается.

Заземление экскаваторов, работающих на погрузке горной массы в забоях с контактными сетями электрифицированного транспорта, должно осуществляться:

при оборудовании забойной контактной сети - защитой, отключающей напряжение контактной сети при прикосновении рабочего органа (ковша) экскаватора к контактному проводу, на общее заземляющее устройство;

при отсутствии защиты, реагирующей на прикосновение рабочего органа (ковша) к контактному проводу на обособленный заземлитель, металлически не связанный с общей сетью заземления, допускается присоединять заземляющий проводник к рельсам железнодорожных путей горного участка, при этом ремонтные работы на экскаваторах необходимо производить при обязательном присоединении заземляющей жилы кабеля к ПП и отсоединением заземляющего проводника от рельса.

Во всех случаях необходимо обеспечить контроль целостности заземляющей жилы кабеля.

Форма отчетности: сообщение по теме.

Основные источники:

- 1) Самохин Ф.И., Маврицын А.М., Бухтояров В.Ф. Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ-М.: Недра, 1988.
- 2) Н.И.Чаботаев. Москва. Издательство «Горная книга» 2009

Дополнительные источники:

- 1) Южаков Б.Г. Технология, организация, обслуживание и ремонт устройств электроснабжения.– М.: Академия, 2006.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №2

По теме 1.2: Составление схем электроснабжения ОГР

Количество часов: 2 ч.

Цель: Составление схем электроснабжения ОГР

Методические указания:

Проект по электроснабжению любого объекта начинается с плана силовой сети. В том числе расстановка оборудования и электроустановок на планах открытых горных работ предприятий. Рассмотрев примеры необходимо с учетом требований на конструкторскую документацию, и нормативы построить схемы электроснабжения участков ОГР.

Наличие планов силовых сетей предприятий позволяет:

- определять места расположения электрооборудования и механического оборудования в соответствии с технологией работ;
- разрабатывать принципиальные электрические схемы питающих и распределительных сетей;
- определять длины линий электропередачи (ЛЭП);
- выбирать электрооборудование;
- решать вопросы защиты, автоматизации, безопасности жизнедеятельности и энергоэффективности электроустановок.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Под системой распределения электроэнергии ОГР понимается совокупность источников питания (обычно это шины распределительного устройства (РУ) главных понизительных подстанций (ГПП)) и распределительных сетей разрезом и карьеров (КРС).

Электрические сети ОГР можно рассматривать как сложные системы с определенными на каждой ступени распределения энергии базовыми элементами. Для КРС такими элементами являются стационарные и передвижные воздушные (ВЛ) и кабельные (КЛ) линии электропередачи (ЛЭП), стационарные (ТП) и передвижные (ПКТП) трансформаторные подстанции, стационарные закрытые и передвижные открытые или закрытые распределительные пункты (РП), передвижные приключательные пункты (ППП) и ряд других элементов системы электроснабжения (СЭС).

При создании и эксплуатации систем распределения электроэнергии необходимо принимать во внимание особенности ОГР как объектов электроснабжения. Кроме свойств и режимов работы ЭП, которые зависят от типа агрегата, здесь следует учитывать условия эксплуатации оборудования СЭС и технологию ведения горных работ. Для ОГР характерны значительная площадь карьерного поля, постоянное углубление и уступная форма профиля карьеров, рассредоточенность горных машин и комплексов по всей площади (уступам) и их глубине, систематическое продвижение забоев и фронта работ в целом; широкое ведение буровзрывных работ, сезонность отработки уступов способами гидромеханизации и прочее. Из-за сложности рельефа трасс, по которым прокладываются и перемещаются ВЛ и КЛ, а также влияние взрывных работ и запыленности атмосферы, специфическими также являются конструктивное исполнение и способы монтажа элементов ЛЭП, а также другого оборудования СЭС.

Опыт эксплуатации КРС свидетельствует, что простои горной техники из-за перерывов электроснабжения достигают 6% от фонда рабочего времени. При этом "вклад" КРС (передвижных и временных ЛЭП) в общее время простоя экскаваторов составляет около 50% (37% – на технологические переключения в сети и 13% – на аварийные отключения). Остальное время перерывов обусловлено аварийным отключением ЭО экскаваторов (двигателей и генераторов) –

32%, стационарных ЛЭП и питающих элементов СЭС – 18%. Приведенные цифры указывают на то, насколько важным является вопрос повышения надежности и мобильности КРС.

Учитывая подчиненность СЭС на ОГР целям и задачам добычи полезного ископаемого, требования к надежности электроснабжения определенных категорий ЭП выходят здесь на передний план.

Регламентированный уровень надежности электроснабжения можно достичь за счет применения более надежных элементов, например, ячеек КРУ с вакуумными выключателями в исполнении РН, или рациональных схем распределительных сетей участков горных работ и карьера в целом.

Первое направление обеспечения надежности КРС ограничивается достаточно высокой интенсивностью отказов, присущей передвижным ВЛ и приключательным пунктам с масляными выключателями и разъединителями, экскаваторным кабелям и ПКТП.

Второй путь включает применение резервирования наиболее ответственных элементов системы, децентрализацию приема и распределения электроэнергии и локализацию за счет этого аварийных ситуаций; сооружение комбинированных (воздушно-кабельных) передвижных ЛЭП, имеющих большую мобильность и меньшую аварийность по сравнению с ВЛ, а также питание технологически объединенных горнотранспортных машин и комплексов от общего источника или общей линии электропередачи с одновременным ограничением числа подключаемого к ней оборудования.

Кроме надежности питания, система распределения электроэнергии должна обеспечивать у ЭП регламентированное качество электроэнергии. Наиболее важные показатели качества электроэнергии для КРС и ЭП, которые питаются от них, – отклонение напряжения, размах изменения напряжения, коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения и коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности. Нормализацию качества электроэнергии следует решать комплексно. В первую очередь использовать способы централизованного (на ГПП) и местного (на РП) регулирования напряжения. В случае технической необходимости и экономической целесообразности дополнительно можно применять регулируемые конденсаторные установки, а при наличии нелинейных нагрузок – фильтрокомпенсирующие устройства.

Учитывая передвижной характер работ ЭП ОГР (экскаваторов, буровых станков и др.), а также значительную неравномерность электропотребления на протяжении рабочей недели, КРС должны быть мобильными.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №3

По теме 1.3: «Экскаваторные кабели. Устройство. Характеристики. Правила выбора кабелей для экскаваторов»

Количество часов: 2 ч

Цель: Подготовка сообщений по теме «Экскаваторные кабели. Устройство. Характеристики. Правила выбора кабелей для экскаваторов»

Методические указания:

Цель самостоятельной работы: расширение научного кругозора, овладение методами теоретического исследования, развитие самостоятельности мышления студента.

Сообщение — публичный доклад или документ, которые содержат информацию и отражают суть вопроса или исследования применительно к данной ситуации.

Виды сообщений:

1. Устное сообщение— читается по итогам проделанной работы и является эффективным средством разъяснения ее результатов.

2. Письменное сообщение:

— краткий (до 20 страниц) — резюмирует наиболее важную информацию, полученную в ходе исследования;

— подробный (до 60 страниц) — включает не только текстовую структуру с заголовками, но и диаграммы, таблицы, рисунки, фотографии, приложения, сноски, ссылки, гиперссылки.

Выполнение задания:

1) четко сформулировать тему (например, письменное сообщение);

2) изучить и подобрать литературу, рекомендуемую по теме, выделив три источника библиографической информации:

— первичные (статьи, диссертации, монографии и т. д.);

— вторичные (библиография, реферативные журналы, сигнальная информация, планы, граф-схемы, предметные указатели и т. д.);

— третичные (обзоры, компилятивные работы, справочные книги и т. д.);

3) написать план, который полностью согласуется с выбранной темой и логично раскрывает ее;

4) написать сообщение, соблюдая следующие требования:

— к структуре сообщения — она должна включать: краткое введение, обосновывающее актуальность проблемы; основной текст; заключение с краткими выводами по исследуемой проблеме; список использованной литературы;

— к содержанию сообщения — общие положения надо подкрепить и пояснить конкретными примерами; не пересказывать отдельные главы учебника или учебного пособия, а изложить собственные соображения по существу рассматриваемых вопросов, внести свои предложения;

5) оформить работу в соответствии с требованиями.

Планируемые результаты самостоятельной работы:

— способность студентов анализировать результаты научных исследований и применять их при решении конкретных образовательных и исследовательских задач;

— готовность использовать индивидуальные креативные способности для оригинального решения исследовательских задач;

— способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Таблица– Марки кабелей и сечения

Число и номинальное сечение жил (мм ²)			Марки кабеля				
основных	заземлени	вспомогател	КГЭ, КГпЭ-ХЛ	КГЭТ	КГЭ-Т	КВГВ	КГ-0,66

	я	БНЫХ					
3x10	1x6	1x6					-
3x16	1x6	1x6					-
3x25	1x10	1x6					
3x35	1x10	1x6					
3x50	1x16	1x10					
3x70	1x16	1x10					
3x95	1x25	1x10					
3x120	1x35	1x10					
3x150	1x50	1x10					
3x150	1x50	7x2,5					

Примечание. Длительно допустимая температура на токоведущих жилах кабелей КГЭ, КГЭ-Т, КГ-0,66 не должна превышать 75⁰С, кабелей КГЭТ, КВГВ – не более 85⁰С и кабелей КГЭ-ХЛ - 80⁰С.

Таблица Конструктивные размеры силовых гибких кабелей марки КГ- 0,66 со вспомогательной жилой

Число и номинальное сечение жил, мм			Номинальный наружный диаметр кабеля, мм	Расчетная масса I км кабеля, кг
основных	заземления	вспомогательных		
3x25	1x10	1x4	30,5	1691
3x35	1x10	1x4	34,7	2204
3x50	1x16	1x6	41,2	3129
3x70	1x25	1x10	45,7	4079
3x95	1x35	1x10	51,0	5238
3x120	1x35	1x10	55,9	6440

Примечание. Длительно допустимая температура на токоведущих жилах кабелей не должна превышать 75⁰С.

Таблица. Длительно допустимые токовые нагрузки на гибкие кабели в зависимости от температуры окружающей среды*

Допустимая температура нагрева жил кабелей, °С	Коэффициент K _t при температуре (°С) окружающей среды*							
	—60	—50	—40	—30	—20	—10	-5	0
65	1,76	1,69	1,62	1,54	1,45	1,37	1,32	1,27
85	1,56	1,50	1,44	1,38	1,32	1,26	1,23	1,19

Допустимая температура нагрева	Коэффициент K _t при температуре (°С) окружающей среды*							
	+ 5	+ 10	+ 15	+ 20	+ 25	+ 30	+ 40	+ 50
65	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,79	0,61
85	1,15	1,12	1,08	1,04	1,00	0,96	0,86	0,78

* Значения коэффициента k_t приняты согласно "Руководству по эксплуатации и ремонту гибких кабелей на напряжение 6-10 кВ на открытых горных работах".

Форма отчетности: сообщение по теме.

Основные источники:

- 1) Самохин Ф.И., Маврицын А.М., Бухтояров В.Ф. Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ-М.: Недра, 1988.
- 2) Н.И.Чаботаев. Москва. Издательство «Горная книга» 2009

Дополнительные источники:

- 1) Южаков Б.Г. Технология, организация, обслуживание и ремонт устройств электроснабжения.– М.: Академия, 2006.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №4

По теме 1.4: «Компенсация реактивной мощности в условиях ОГР»

Количество часов: 2 ч.

Цель: Подготовка сообщений по теме «Компенсация реактивной мощности в условиях ОГР»

Методические указания:

Цель самостоятельной работы: расширение научного кругозора, овладение методами теоретического исследования, развитие самостоятельности мышления студента.

Сообщение — публичный доклад или документ, которые содержат информацию и отражают суть вопроса или исследования применительно к данной ситуации.

Виды сообщений:

1. Устное сообщение— читается по итогам проделанной работы и является эффективным средством разъяснения ее результатов.

2. Письменное сообщение:

— краткий (до 20 страниц) — резюмирует наиболее важную информацию, полученную в ходе исследования;

— подробный (до 60 страниц) — включает не только текстовую структуру с заголовками, но и диаграммы, таблицы, рисунки, фотографии, приложения, сноски, ссылки, гиперссылки.

Выполнение задания:

1) четко сформулировать тему (например, письменное сообщение);

2) изучить и подобрать литературу, рекомендуемую по теме, выделив три источника библиографической информации:

— первичные (статьи, диссертации, монографии и т. д.);

— вторичные (библиография, реферативные журналы, сигнальная информация, планы, граф-схемы, предметные указатели и т. д.);

— третичные (обзоры, компилятивные работы, справочные книги и т. д.);

3) написать план, который полностью согласуется с выбранной темой и логично раскрывает ее;

4) написать сообщение, соблюдая следующие требования:

— к структуре сообщения — она должна включать: краткое введение, обосновывающее актуальность проблемы; основной текст; заключение с краткими выводами по исследуемой проблеме; список использованной литературы;

— к содержанию сообщения — общие положения надо подкрепить и пояснить конкретными примерами; не пересказывать отдельные главы учебника или учебного пособия, а изложить собственные соображения по существу рассматриваемых вопросов, внести свои предложения;

5) оформить работу в соответствии с требованиями.

Планируемые результаты самостоятельной работы:

— способность студентов анализировать результаты научных исследований и применять их при решении конкретных образовательных и исследовательских задач;

— готовность использовать индивидуальные креативные способности для оригинального решения исследовательских задач;

— способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Коэффициент мощности представляет собой отношение активной мощности P к полной (кажущейся мощности) S : $\cos\varphi = P / S$. Коэффициент мощности является весьма важным энергетическим показателем, характеризующим работу потребителей электроэнергии горного предприятия. На ОГР основными потребителями электроэнергии являются асинхронные двигатели.

Эти двигатели потребляют реактивную мощность, необходимую для создания магнитного поля, величина которой почти не зависит от нагрузки и составляет 20–40% полной мощности. Реактивную мощность потребляют и трансформаторы. Она также не зависит от нагрузки и составляет 5–6% полной мощности у трансформаторов большой мощности и 10–15% у трансформаторов малой и средней мощности.

Основной причиной низкого коэффициента мощности является неполная загрузка асинхронных двигателей и трансформаторов. Чем меньше загрузка асинхронного двигателя или трансформатора, тем ниже коэффициент мощности. Его снижение коэффициента вызывает необходимость увеличивать требуемую мощность трансформаторов рудничных подстанций, сечение проводов и кабелей электрических сетей, так как увеличиваются потери мощности и напряжения в сетях.

Степень компенсации реактивной мощности определяется коэффициентом реактивной мощности $\text{tg}\varphi = Q/P$. Его величину учитывают при определении стоимости электроэнергии.

Повышение коэффициента мощности может быть осуществлено:

- улучшением режима использования электрооборудования и применением, где это возможно, синхронных двигателей вместо асинхронных;
- применением специальных технических средств.

Улучшение использования электрооборудования заключается в основном в увеличении загрузки асинхронных двигателей и трансформаторов, замене малозагруженного оборудования машинами меньшей мощности.

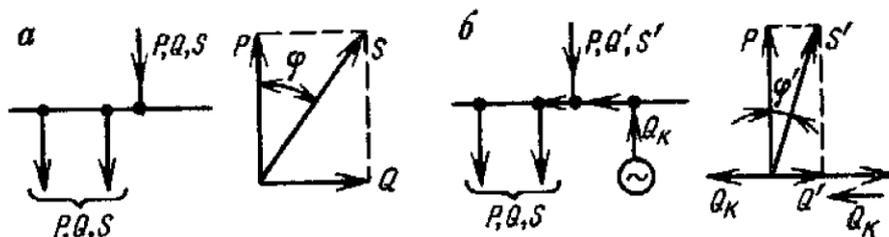
Это мероприятие в некоторых случаях может дать весьма ощутимый эффект.

Применение синхронных двигателей, которые работают с опережающим коэффициентом мощности, может значительно повысить общий коэффициент мощности по предприятию.

При отсутствии синхронных двигателей коэффициент мощности, как правило, всегда ниже требуемой величины и приходится применять специальные меры для его повышения, которые заключаются в компенсации потребляемой реактивной мощности с помощью установки специальных компенсаторов.

На рисунке показан принцип компенсации реактивной мощности, потребляемой из энергосистемы. До компенсации потребляемые из энергосистемы реактивная и полная мощности равны Q и S . После компенсации реактивная мощность, потребляемая из энергосистемы, будет меньше на величину мощности компенсатора Q_K , т.е. $Q' = Q - Q_K$, уменьшится и полная мощность до величины, равной S' что приведет к повышению коэффициента мощности на шинах подстанции.

Компенсация реактивной мощности может быть осуществлена применением синхронных компенсаторов и статических конденсаторов. Синхронный компенсатор представляет собой синхронную машину, работающую как двигатель – вхолостую, т.е. без нагрузки. Применяют их при требуемой мощности компенсатора в несколько тысяч квар.



Схемы распределения и диаграммы мощностей без компенсации (а) и с компенсацией (б) реактивной мощности

Наибольшее распространение в качестве компенсаторов реактивной мощности получили статические конденсаторы. Их преимущества:

- незначительная величина потерь активной мощности (0,3–0,1% полной реактивной мощности);

- надежность работы и простота эксплуатации благодаря отсутствию вращающихся и трущихся частей;
 - малый вес, исключающий необходимость в специальных фундаментах;
 - простота и легкость подбора необходимого числа конденсаторов;
 - независимость работы всей компенсирующей установки от выхода из строя отдельного конденсатора;
 - установка конденсаторов в любой точке сети: у приемников тока, на КРУ и ГПП.
- Компенсация реактивной мощности может быть индивидуальной, групповой и централизованной.

Форма отчетности: сообщение по теме.

Основные источники:

- 1) Самохин Ф.И., Маврицын А.М., Бухтояров В.Ф. Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ-М.: Недра, 1988.
- 2) Н.И.Чаботаев. Москва. Издательство «Горная книга» 2009

Дополнительные источники:

- 1) Южаков Б.Г. Технология, организация, обслуживание и ремонт устройств электроснабжения.– М.: Академия, 2006.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №5

По теме 1.5: «Показатели и нормы качества электроэнергии в условиях ОГР»

Количество часов: 2 ч.

Цель: Подготовка сообщений по теме «Показатели и нормы качества электроэнергии в условиях ОГР»

Методические указания:

Цель самостоятельной работы: расширение научного кругозора, овладение методами теоретического исследования, развитие самостоятельности мышления студента.

Сообщение — публичный доклад или документ, которые содержат информацию и отражают суть вопроса или исследования применительно к данной ситуации.

Виды сообщений:

1. Устное сообщение— читается по итогам проделанной работы и является эффективным средством разъяснения ее результатов.

2. Письменное сообщение:

— краткий (до 20 страниц) — резюмирует наиболее важную информацию, полученную в ходе исследования;

— подробный (до 60 страниц) — включает не только текстовую структуру с заголовками, но и диаграммы, таблицы, рисунки, фотографии, приложения, сноски, ссылки, гиперссылки.

Выполнение задания:

1) четко сформулировать тему (например, письменное сообщение);

2) изучить и подобрать литературу, рекомендуемую по теме, выделив три источника библиографической информации:

— первичные (статьи, диссертации, монографии и т. д.);

— вторичные (библиография, реферативные журналы, сигнальная информация, планы, граф-схемы, предметные указатели и т. д.);

— третичные (обзоры, компилятивные работы, справочные книги и т. д.);

3) написать план, который полностью согласуется с выбранной темой и логично раскрывает ее;

4) написать сообщение, соблюдая следующие требования:

— к структуре сообщения — она должна включать: краткое введение, обосновывающее актуальность проблемы; основной текст; заключение с краткими выводами по исследуемой проблеме; список использованной литературы;

— к содержанию сообщения — общие положения надо подкрепить и пояснить конкретными примерами; не пересказывать отдельные главы учебника или учебного пособия, а изложить собственные соображения по существу рассматриваемых вопросов, внести свои предложения;

5) оформить работу в соответствии с требованиями.

Планируемые результаты самостоятельной работы:

— способность студентов анализировать результаты научных исследований и применять их при решении конкретных образовательных и исследовательских задач;

— готовность использовать индивидуальные креативные способности для оригинального решения исследовательских задач;

— способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

ОСНОВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ.

Основные положения.

Правильный выбор мощности трансформаторов, двигателей горных машин и механизмов, улучшение их энергетических и технологических показателей, а также рациональное построение электрических сетей на карьерах имеют большое народнохозяйственное значение. Соблюдение нормированного удельного расхода электроэнергии, снижение потребления реактивной мощности, (т.е. повышение коэффициента мощности) позволит, в свою очередь, снизить себестоимость полезного ископаемого, а также сэкономить значительное количество электроэнергии. Техническое состояние и эксплуатация электрохозяйства карьера характеризуются следующими основными энергетическими показателями: потреблением активной, реактивной и полной мощности от системы, коэффициентами мощности и реактивной мощности, удельным расходом электроэнергии и электровооруженностью труда.

Потребителями реактивной мощности на карьере являются асинхронные двигатели, трансформаторы, преобразователи, реакторы, сварочные трансформаторы и другие электроприемники.

В отличие от активной мощности, полезно используемой в работе, реактивная мощность не выполняет полезной работы, а создает лишь магнитные поля в индуктивных электроприемниках, постоянно циркулируя между источником и приемником.

Величина реактивной мощности, потребляемой асинхронными двигателями, почти не зависит от их загрузки и составляет от 20 до 40%, а потребляемой трансформаторами — 7—10% от полной (кажущейся) мощности.

Отношение активной мощности P к полной мощности S называется коэффициентом мощности.

Отношение реактивной мощности к активной называется коэффициентом реактивной мощности.

Величина коэффициента мощности $\cos\phi$ асинхронных электродвигателей при холостом ходе не превышает 0,25—0,35 и достигает наибольшего номинального значения (0,8—0,92) при их полной загрузке.

Коэффициент мощности приемника электроэнергии карьера не является постоянной величиной и изменяется в соответствии с величиной и характером нагрузки. Для характеристики потребителя исходят из средневзвешенной величины коэффициента мощности, под которым понимается отношение активной энергии (кВт*ч), потребленной в установке за определенное время, к кажущейся энергии (кВ*А*ч), потребляемой за то же время.

В условиях эксплуатации средневзвешенный коэффициент мощности может быть определен следующими способами:

1. Непосредственным измерением величины $\cos\phi$ с помощью фазометра. При этом принимается среднее значение показаний прибора, фиксируемых через каждые 10—30 мин за длительный промежуток времени (например, за час, смену, сутки, месяц).

2. По средним значениям показаний киловаттметра, вольтметра и амперметра.

3. По показаниям счетчиков активной и реактивной энергии

При проектировании электроустановок средневзвешенный коэффициент мощности может быть определен по графику суточной нагрузки подстанции, а также по таблице, составляемой для определения нагрузок и мощности карьерной подстанции.

Основной причиной низкого коэффициента мощности является неполная загрузка асинхронных электродвигателей и трансформаторов. Электродвигатели горных машин и трансформаторы на карьерах за время цикла, смены и суток загружены неравномерно. Средняя нагрузка за цикл приводного асинхронного электродвигателя преобразовательного агрегата экскаваторов ЭЖ-4 с ков-шом вместимостью 5 м³ не превышает 0,5РНОМ.

ТАРИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

Электроэнергия, расходуемая карьерами, как и всеми промышленными потребителями, на производственные нужды, оплачивается по двухставочному тарифу, состоящему из основной и дополнительной ставок.

Основная ставка предусматривает годовую плату за 1 кВт заявленной активной мощности, участвующей в суточном максимуме нагрузки энергосистемы, или за 1 кВА присоединенной мощности независимо от количества израсходованной электроэнергии. Основная плата за заявленную потребителем мощность в киловаттах, участвующую в максимуме энергосистемы, взимается с промышленных предприятий с собственным годовым максимумом нагрузки не ниже 500 кВт. Под заявленной мощностью понимается наибольшая получасовая активная мощность и оптимальная реактивная мощность, потребляемые предприятием в часы суточного максимума нагрузок энергосистемы. Часы наибольшей активной нагрузки энергосистемы должны указываться энергоснабжающей организацией в договоре на отпуск электроэнергии потребителю (карьеру). Если карьер питается от энергосистемы по нескольким линиям, то должен определяться совмещенный получасовой максимум нагрузки.

За каждый киловатт активной мощности, потребленной свыше заявленной по договору, энергоснабжающая организация взимает повышенную плату. Для контроля наибольшей получасовой реактивной нагрузки потребителя в периоды максимальной активной нагрузки энергосистемы устанавливаются реактивные счетчики с указанием тридцатиминутного максимума, включаемые с помощью реле времени. При отсутствии таких счетчиков контроль осуществляется с помощью обычных реактивных счетчиков, показания которых записываются через каждые 30 мин в часы максимума энергосистемы.

Основная плата за присоединенную мощность в киловольт-амперах применяется для предприятий с собственным годовым максимумом нагрузки менее 500 кВт и присоединенной оплачиваемой мощностью не ниже 100 кВА.

Дополнительная ставка предусматривает плату за каждый киловатт-час, потребляемой активной электроэнергией, учтенной счетчиком расчетного учета. Кроме того, при расчетах за электроэнергию по двухставочному тарифу применяют шкалу скидок и надбавок за компенсацию реактивной мощности. Скидка с тарифа и надбавка к тарифу исчисляются в процентах как с основной, так и с дополнительной платы за электроэнергию. Цифры со знаком минус показывают процент скидок с тарифа. Скидка и надбавка определяются в зависимости от выполнения предприятием требований энергоснабжающей организации к потреблению реактивной мощности в часы максимума активной нагрузки энергосистемы. Количественным показателем этого являются оптимальный и фактический коэффициенты реактивной мощности.

Фактическая стоимость израсходованного киловатт-часа активной электроэнергии при одних и тех же тарифах может быть различной в зависимости от характера и использования электроустановок.

УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ЭЛЕКТРОВОООРУЖЕННОСТЬ ТРУДА.

Удельным расходом электроэнергии называется количество электроэнергии, израсходованной при производственном процессе на ту или иную условную единицу продукции.

Удельный расход электроэнергии на добычу или перемещение полезного ископаемого, установленный планом или проектом на машину, участок или карьер в целом, называется нормой удельного расхода электроэнергии.

Правильное планирование норм удельных расходов электро-энергии и систематический учет фактического электропотребления является основным условием, стимулирующим полное и эффективное использование электрооборудования карьеров, снижение удельных расходов и выявление резервов экономии электроэнергии.

При проектировании карьеров нормы удельных расходов электроэнергии определяют методом графика суточной нагрузки главной карьерной подстанции или методом коэффициента спроса. В условиях эксплуатации карьеров удельные нормы определяют статистическим методом, основанным на отчетных данных о расходе электроэнергии и достигнутой производительности.

Составление плановых норм удельных расходов электроэнергии, как правило, начинается с определения технологических норм по отдельным цехам и участкам (экскавация ископаемого и

вскрыши, бурение, гидромеханизация, электрофицированный железнодорожный и конвейерный транспорт, водоотлив и др.). После этого суммируют общий расход электроэнергии по каждому технологическому процессу и определяют норму удельного расхода электроэнергии на добычу полезного ископаемого в целом по карьере.

Основные факторы, влияющие на удельный расход электроэнергии.

Величина удельного расхода электроэнергии на открытых горных разработках в зависимости от особенностей каждого карьера колеблется в очень широких пределах: от 5-10 кВт·ч/т до 30-50 кВт·ч/т. К наиболее энергоемким работам на открытых горных разработках, оказывающим основное влияние на увеличение удельного расхода электроэнергии, относятся:

1. Транспортирование породы из карьера на внешние отвалы электрифицированным железнодорожным транспортом (в зависимости от глубины отработки и длины транспортирования и коэффициента вскрыши 5—20 кВт·ч/т);

2. Транспортирование полезного ископаемого конвейерным транспортом (в зависимости от глубины отработки до 3 кВт·ч/т);

3. Пневматическое обогащение углей (2—3,5 кВт·ч/т);

4. Добыча и обогащение угля способом гидромеханизации (в зависимости от длины пульпопроводов, и водопроводов 30—50 кВт·ч/т);

5. Вскрыша способом гидромеханизации (4—8 кВт·ч/т).

Удельный расход электроэнергии на карьерах также зависит от глубины залегания ископаемого; соотношений объемов вскрыши и полезного ископаемого; водообильности месторождения, климатических условий, времени года и т. д.

Электровооруженность труда

Электровооруженностью труда называется статистико-экономический показатель, характеризующий соотношение между рабочей силой и электроэнергией, использованной в производственном процессе.

Электровооруженность труда определяется как частное от деления количества электроэнергии, потребляемой в производственном процессе в определенное время, на количество затраченного труда в человеко-часах за то же время.

СВЯЗЬ И СИГНАЛИЗАЦИЯ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ.

РОЛЬ И НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВЯЗИ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ. ВИДЫ СВЯЗИ.

Электрическая связь на открытых горных работах — важнейшее техническое средство управления всеми технологическими процессами добычи полезных ископаемых. С помощью устройств электрической связи обеспечивается ритмичная работа экскаваторов, транспортных средств и других горных машин и механизмов на карьере. Связь позволяет сократить время простоя экскаваторов в ожидании порожняка, время оперативных работ при производстве оперативных переключений в электрических сетях; оперативно производить увязку работы между экскаваторами и электрифицированным или автомобильным транспортом; своевременно оповещать всех работающих в карьере об эвакуации при ведении взрывных работ; передавать необходимые распоряжения техническому надзору в карьере, на отвалах и других служб и цехов на поверхности.

Электрическая связь является неотъемлемой частью автоматического и телемеханического управления объектами открытых горных работ. Внедрение усовершенствованных телемеханических систем привело к созданию диспетчерской аппаратуры, позволяющей объединить телеуправление, телесигнализацию, телефонную и громкоговорящую связи в единое целое. На карьерах применяют следующие виды связи: телефонную, громкоговорящую, высокочастотную и радиосвязь. По назначению связь можно подразделить на диспетчерскую, местную и административно-хозяйственную.

Диспетчерская связь служит для оперативного управления всеми производственными процессами на карьере. В зависимости от организации диспетчерской службы эта связь может осуществляться из одного или нескольких диспетчерских пунктов.

Местная связь между отдельными производственными объектами применяется для согласования обслуживающим персоналом необходимых операций по управлению отдельными или смежными машинами и механизмами, работающими в одном комплекса, в общем технологическом процессе.

Форма отчетности: сообщение по теме.

Основные источники:

- 1) Самохин Ф.И., Маврицын А.М., Бухтояров В.Ф. Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ-М.: Недра, 1988.
- 2) Н.И.Чаботаев. Москва. Издательство «Горная книга» 2009

Дополнительные источники:

- 1) Южаков Б.Г. Технология, организация, обслуживание и ремонт устройств электроснабжения.– М.: Академия, 2006.

3. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ СТУДЕНТОМ ОТЧЕТНЫХ РАБОТ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Раздел модуля 1. Организация и выполнение наладки, регулировки, технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования

ПК 1.1. Выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования;

ПК 1.2. Организовывать и выполнять техническое обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования;

ПК 1.3. Осуществлять диагностику и технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования;

ПК 1.4. Составлять отчетную документацию по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования;

Оценка **«отлично»** - обучающийся демонстрирует самостоятельность в организации и выполнении наладки, регулировки, технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования.

Демонстрирует практический опыт:

- выполнения работ по наладке, регулировке и проверке электрического и электромеханического оборудования;

- организации и выполнения технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования;

- проведения диагностики и технического контроля при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования;

- составления отчетной документации по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования;

Умеет на достаточном уровне:

- выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования;

- организовывать и выполнять техническое обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования;

- осуществлять диагностику и технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования;

- составлять отчетную документацию по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования;

Оценка **«хорошо»** - оценка может быть снижена за следующие недостатки:

1. Использованы источники, не полностью отражающие актуальные вопросы регулировке и проверке электрического и электромеханического оборудования, организации и выполнения технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования, осуществления диагностики и технического контроля при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования, составлении отчетной документации по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования;;

2. Отчеты и техническая документация о проделанной работе недостаточно аккуратно оформлены, текст документа частично не соответствует нормам русского языка;

3. Недостаточно представлены обоснование выбранных методик;

4. Содержание и результаты работ доложены недостаточно четко;

5. Обучающийся дал ответы не на все заданные вопросы.

Оценка **«удовлетворительно»** - оценка может быть снижена за следующие недостатки:

1. К работе имеются замечания по содержанию и по глубине проведенного анализа.

2. Анализ используемой информации носит фрагментарный характер.

3. Выводы слабо аргументированы, достоверность вызывает сомнения.

4. Не использован необходимый для отражения сути материал.

5. Отчет оформлен неаккуратно, содержит опечатки и другие технические погрешности.

6. Работа доложена неубедительно, не на все предложенные вопросы даны удовлетворительные ответы.

7. Студент не сумел достаточно четко изложить основные положения и материал работы, испытал затруднения при ответах на вопросы преподавателя.

Выполнение, самостоятельных работ и экспертное наблюдение за этим процессом.

4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

4.1. Печатные издания:

Основные:

- О-1. Ключкова, Н.Н. Электроснабжение цеха: учебно-методическое пособие / Н.Н. Ключкова, А.В. Обухова, А.Н. Проценко. — Самара : АСИ СамГТУ, 2018.
- О-2. Плащанский, Л.А. Электроснабжение горного производства: учебное пособие / Л.А. Плащанский. — Москва: МИСИС, 2017.
- О-3. Правила устройства электроустановок. Шестое и седьмое издание. (в полном объеме.)
- О-4. Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ: [Учеб. для горн. спец. сред. спец. учеб. заведений] / Ф. И. Самохин, А. М. Маврицын, В. Ф. Бухтояров. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1988.
- О-5. Галкин, В.И. Транспортные машины: учебное пособие/ В.И. Галкин, Е.Е. Шешко. – М.: издательство ГОРНАЯ КНИГА, 2010.
- О-6. Репин, Н.Я. Выемочно-погрузочные работы: учебное пособие/ Н.Я.Репин, Л.Н. Репин. – М.: издательство ГОРНАЯ КНИГА, 2010.
- О-7. В.П. Шеховцов «Электрическое и электромеханическое оборудование» М: ИНФРА-М, 2014
- О-8. Зимин Е.Н. Электрооборудование промышленных предприятий и установок. – М.: Энергоиздат, 2012.
- О-9. Кацман М.М. Электрические машины: учебник для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования.- 8-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2013.
- О-10. Чеботаев Н.И. Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ. – М.: Горная книга, 2007.
- О-11. Хошмухамедов И.М., Пичуев А.В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. Учебник для вузов. 2-е изд. Стер. -М.: Издательство Московского горного университета, 2006.
- О-12. Коптев А.А., Коптев И.А. Сооружение, монтаж и эксплуатация устройств электроснабжения. Монтаж контактной сети,- М.: Академия,2007
- О-13. Коптев А.А. Сооружения, монтаж и эксплуатация устройств электроснабжения. – М.: Академия, 2006.
- О-14. Южаков Б.Г. Технология, организация, обслуживание и ремонт устройств электроснабжения - М.: Академия, 2006
- О-15. 4) Рогачева И.Л. Эксплуатация и надежность систем электрической централизации нового поколения - М.: Академия, 2006

Дополнительные:

- Д-1. Шешко, Е.Е. Горнотранспортные машины и оборудование для открытых горных работ: учебное пособие/ Е.Е. Шешко, – М.: издательство ГОРНАЯ КНИГА, 2006.
- Д-2. Репин, Н.Я. Подготовка горных пород к выемке: учебное пособие/ Н.Я. Репин, – М.: издательство ГОРНАЯ КНИГА, 2009.
- Д-3. Электрификация горного производства. Том-1: Учебник для вузов: в 2 т./Под ред. Л.А. Пучкова и Г.Г. Пивняка – М.: Издательство Московского горного университета, 2007.

- Д-4. Выпуск 133. Ремонт малой бытовой техники / под редакцией Н.А. Тюнина, А.В.

Родина. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2015.

4.2. Электронные издания (электронные ресурсы)

1) Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Форма доступа <https://e.lanbook.com/>

2) Электронная библиотека Издательский центр «Академия» Форма доступа <https://www.academia-moscow.ru/>

Интернет-ресурсы:

Электронный ресурс «Глоссарий». Форма доступа: www.glossary.ru

Электронный ресурс «Публичная интернет-библиотека. Специализация: отечественная периодика». Форма доступа: www.public.ru

Электронный ресурс «Консультант Плюс» - www.consultant.ru

Школа электрика [электронный ресурс]. – Режим доступа <http://electricalschool.info/main/elsnabg/>

Энергетика. Электротехника. Связь. Первое отраслевое электронное СМИ ЭЛ № ФС77-70160 [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.ruscable.ru/info/pue/>

Электроснабжение: электронный учебно-методический комплекс [электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.kgau.ru/distance/2013/et2/007/vveden.htm#>

Титов А.И. Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования 2016 Академия-Медиа

Титов А.И. Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных организаций 2016 Академия-Медиа

Электронный ресурс «Электрика на производстве и в доме». Форма доступа <http://fazaa.ru>

Электронный ресурс «Советы электрика, энергетика». Форма доступа <http://ceshka.ru>

Электронный ресурс «ИТГ Энергомаш». Форма доступа <http://energo.ucoz.ua>

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: РОССТАНДАРТ. Форма доступа: www.gost.ru

Сайт Международной организации по стандартизации ISO. Форма доступа: www.iso.org

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В МЕТОДИЧЕСКИЕ
УКАЗАНИЯ**

№ изменения, дата внесения, № страницы с изменением	
Было	Стало
Основание:	
Подпись лица, внесшего изменения	