

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)
«МИРНИНСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»
«УДАЧНИНСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГОРНТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Исследовательская работа
по дисциплине Индивидуальный проект
на тему: «ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ ГОРНЫХ
ВЫРАБОТОК»

Автор:
Киперь Екатерина Анатольевна
II курс Р-23/9у
ГАПОУ РС (Я) «МРТК»
«Удачинское отделение
горнотехнической промышленности»
21.01.10 Ремонтник горного оборудования
Научный руководитель:
Преподаватель ГАПОУ (РС) «МРТК»
«УО ГТП»
Кыдрашева Чечек Михайловна

г. Удачный, 2024г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1 «ОСНОВЫ ОСВЕЩЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК»	4
1.1. Анализ действующих стандартов освещения	4
1.3 Классификация рудничных светильников	5
1.4. Современные технологии освещения	7
1.5. Влияние системы освещения на безопасность труда	9
ГЛАВА 2 «РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УЛУЧШЕНИЮ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ»	11
2.1. Виды освещения в горных выработках на примере подземного рудника «Удачный» им. Ф.Б. Андреева АК «АЛРОСА» (ПАО)	11
2.2. Рекомендации по улучшению системы освещения	14
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	16
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	17

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире развитие технологий и промышленности требует постоянного совершенствования систем освещения. Особенно это актуально для горных выработок, где условия работы характеризуются ограниченным пространством, труднодоступностью и нестабильностью электроснабжения.

Актуальность исследования системы освещения горных выработок обусловлена необходимостью обеспечения безопасных условий труда в подземных горных работах. Растущая потребность в повышении уровня безопасности и улучшении рабочих условий требует оптимизации систем освещения.

Объект исследования: Системы освещения в горнодобывающей промышленности.

Предмет исследования: Взаимосвязь между параметрами системы освещения (уровень освещенности, равномерность, цветовая температура, тип светильников) и уровнем безопасности труда горняков.

Цель исследования: исследование и анализ существующих систем освещения, а также разработка рекомендаций по оптимизации систем освещения в горных выработках.

Методы исследования:

1. Анализ нормативно-технической документации, регламентирующей освещение в горнодобывающей промышленности;
2. Классификация и сравнение существующих типов рудничных светильников;
3. Анализ современных технологий освещения, применяемых в аналогичных отраслях;
4. Анализ статистических данных о несчастных случаях, связанных с недостаточным освещением.

Задачи исследования:

1. Проанализировать действующие стандарты и нормативы освещения в горной промышленности.
2. Провести классификацию рудничных светильников;
3. Изучить и сравнить современные технологии освещения;
4. Определить влияние параметров освещения на безопасность труда;
5. Разработать рекомендации по улучшению системы освещения в рудниках.

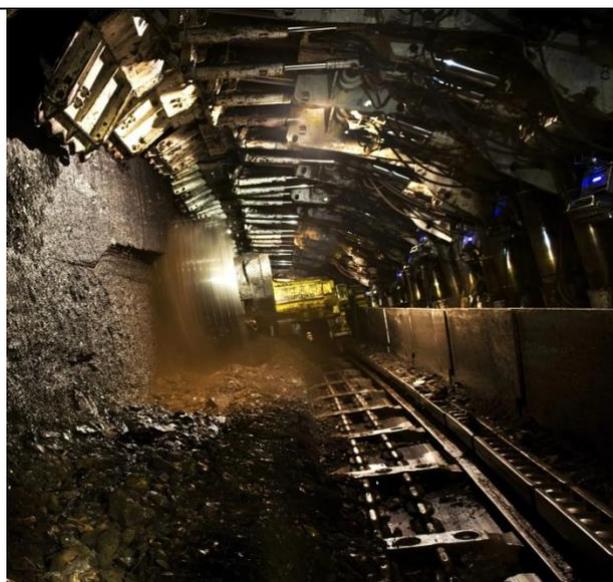
ГЛАВА 1 «ОСНОВЫ ОСВЕЩЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК»

1.1. Анализ действующих стандартов освещения

Система освещения в горных выработках регулируется строгими правилами, так как обеспечение безопасности труда является приоритетом при выполнении горных работ. Существующие стандарты определяют необходимый уровень освещённости для разных зон под землёй, а также требования к оборудованию и его размещению.

Главные аспекты стандартов касаются уровня освещённости и типа используемых источников света. Уровень освещённости зависит от характера выполняемых задач. Например, в рабочей зоне требуется больше света, чем в транспортной или вспомогательной зоне. Стандарты выделяют различные категории освещения, включая основное и аварийное, а также особые условия для опасных участков, где освещение должно быть надёжным и постоянным.

Рис. 1 Система освещения горных выработок



Традиционный подход предполагает использование ламп, но современные технологии, такие как светодиоды (LED), обеспечивают большую эффективность и долговечность по сравнению с традиционными источниками света. Важно учесть, что система освещения должна соответствовать стандартам, требованиям энергосбережения и минимальным затратам на обслуживание.

Стандарты осветительных систем часто затрагивают и вопросы безопасности. Это связано с тем, что недостаточное освещение может привести к травматизму на производстве. Поэтому регулирование освещения должно основано на научных данных о влиянии освещения на производительность труда и здоровье работников.

Актуальны также ситуации, когда необходимо минимизировать эффекты ослепления, отражения или других оптических искажений, что может привести к снижению видимости в трудоемких условиях.

Классификация светильников, применяемых в горных выработках, также регулируется стандартами. Классификация основана на различных характеристиках, таких как способ крепления, уровень защиты от пыли и влаги, а также устойчивость к механическим воздействиям. Каждая категория светильников имеет определённые требования к конструкции, которые необходимо учитывать при организации освещения.

Следует отметить, что некоторые стандарты освещения также рекомендуют использовать систему автоматического управления освещением. Такая система адаптирует уровень освещённости в зависимости от присутствия людей, что повышает безопасность и снижает потребление электроэнергии.

Изучение действующих стандартов освещения помогает определить слабые стороны и возможности для улучшений, а также установить взаимосвязь между различными аспектами освещения, такими как производственные процессы, требования к безопасности, здоровье сотрудников и коммуникационные технологии.

Кроме того, изучение экономики новой модели освещения и её взаимодействия с существующими практиками требует более глубокого анализа и взаимной интеграции для разработки оптимальных путей дальнейшего развития в этой области.

1.3 Классификация рудничных светильников

Рудничные светильники можно классифицировать по различным признакам, учитывающим их конструктивные особенности, назначения, источники света и уровень взрывоопасности. Для правильного выбора освещения в горных выработках необходимо учитывать условия эксплуатации, требования к безопасности и технологические процессы, протекающие в шахтах.



Один из аспектов, по которым различаются светильники для рудников, — это тип источника света.

Сегодня в горнодобывающей промышленности используются три основных типа источников: лампы накаливания, люминесцентные лампы и светодиодные лампы.

Лампы накаливания дают хорошее освещение, но у них высокое энергопотребление и короткий срок службы. Люминесцентные лампы служат дольше и более экономичны, но их чувствительность к низким температурам ограничивает их использование в шахтах. Светодиоды становятся всё более популярными благодаря возможности экономить электроэнергию, длительному сроку службы и низкому уровню выделяемого тепла.

Другой критерий классификации — это область применения освещения. Светильники для рудников могут быть стационарными и переносными.

Стационарные светильники устанавливаются в определённых точках для обеспечения освещения больших пространств, таких как основные выработки и транспортные пути. Переносные светильники удобны для рабочих, выполняющих задачи в труднодоступных местах, где требуется мобильность и гибкость.

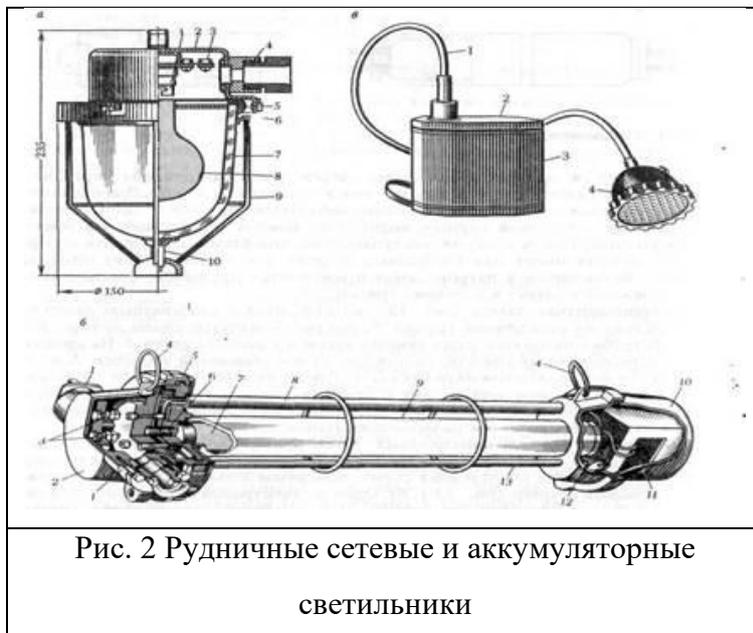


Рис. 2 Рудничные сетевые и аккумуляторные светильники

Классификация по взрывобезопасности и степени защиты также важна для безопасной работы. Во взрывоопасных зонах, где есть горючие газы или пыль, использование взрывозащищённых светильников обязательно. Эти светильники разработаны с учётом специфики среды, чтобы снизить риск возгорания и взрыва. Они могут иметь особые конструкции, предотвращающие распространение пламени, и изготовлены из материалов, устойчивых к агрессивным условиям.

С точки зрения конструкции, рудничные светильники делятся на открытые и закрытые. Открытые светильники часто применяются для общего освещения, но их не рекомендуется использовать в опасных зонах с возможностью механических повреждений. Закрытые светильники сконструированы так, чтобы защитить источник света от внешних воздействий, что делает их более безопасными и надёжными для использования в горнодобывающей отрасли.

Светильники также классифицируются в зависимости от круга их применения. Например, некоторые модели предназначены исключительно для стационарной работы в больших выработках, тогда как другие подходят для использования в более мелких и труднодоступных местах, где требуется дополнительная маневренность.

С учетом всех вышеперечисленных характеристик рудничные светильники играют важную роль в создании безопасных и эффективных условий труда в подземных выработках. Они не только помогают обеспечить необходимый уровень освещенности, но и существенно влияют на производительность труда, снижая уровень усталости и увеличивая внимание рабочих

1.4. Современные технологии освещения

Современные технологии освещения горных выработок стремительно развиваются, учитывая потребности и вызовы, с которыми сталкивается эта отрасль.

Одна из ключевых тенденций — применение светодиодов (LED), которые значительно повлияли на организацию освещения в сложных условиях под землёй. Эти источники света обладают

рядом преимуществ: долгим сроком службы, высокой энергоэффективностью и компактностью, что делает их подходящими для использования в ограниченном пространстве.

Рис.3 Виды светодиодов (LED)

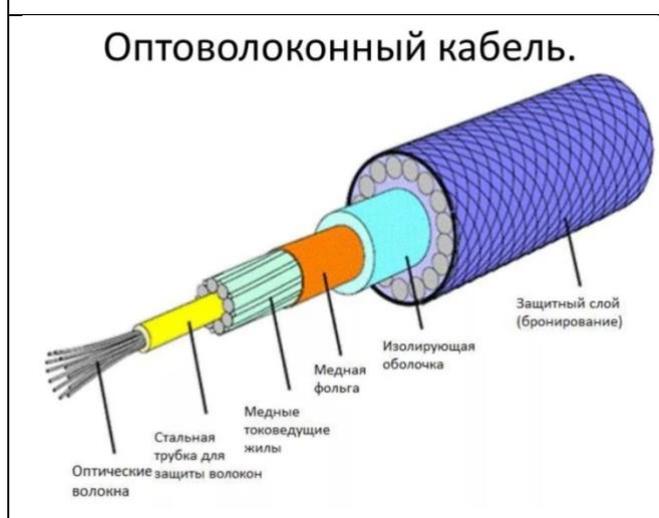


Светодиоды подверглись значительным улучшениям в последние годы, что позволило создать специализированные рудничные светильники, способные выдерживать высокие температуры и влажность, а также воздействия химически агрессивной среды. Следствием этого стало увеличение надежности оборудования и снижение эксплуатационных расходов.

Использование волоконно-оптических технологий также актуально для горного освещения. Волоконная оптика, благодаря своей устойчивости к электромагнитным помехам и прочности, является идеальным решением для специфических условий работы.

Применение оптических волокон позволяет организовать освещение в труднодоступных участках тоннелей, где обычные источники света могут быть неэффективны. Оригинальные конструкции светильников на основе оптоволокна обеспечивают не только работу в сложных условиях, но и эстетическую привлекательность.

Рис.4 Структура оптического волокна



Ещё одним актуальным трендом является использование интеллектуальных сетей, которые объединяют компоненты освещения с другими системами управления. Это даёт возможность

отслеживать состояние системы в режиме реального времени, собирать данные об её использовании и прогнозировать обслуживание. Такие системы позволяют постоянно контролировать работу освещения и быстро реагировать на возможные неполадки. В некоторых случаях возможна интеграция с системами управления вентиляцией и другими аспектами производственного процесса, что повышает безопасность и снижает затраты.

Не менее важный элемент современных систем освещения — интеграция с экологическими и энергосберегающими технологиями. Установка солнечных панелей для питания автономных осветительных приборов в горных районах позволяет сократить энергопотребление и улучшить условия труда. Энергосбережение становится ключевым фактором, и многие компании внедряют системы диагностики для контроля расхода ресурсов в действующих системах.

Обсуждение современных технологий освещения в горных выработках не обходится без упоминания о работоспособности и устойчивости. Условия подземной работы требуют от оборудования высокой надежности, поэтому новые технологии должны не только отвечать современным требованиям, но и демонстрировать долгосрочную работоспособность. Тестирование новых систем в реальных условиях помогает выявить потенциальные проблемы и недостатки, которые могут повлиять на безопасность и производительность труда.

Внедрение современных технологий освещения может стать катализатором перемен в самой структуре организационного процесса в горном деле. Обучение персонала работе с новыми системами и регулярные тренировки по безопасным методам работы при различных условиях освещения играют важную роль. Оценка эффективности освещения в контексте общего управления безопасностью на предприятии будет способствовать более безопасной, продуктивной и комфортной работе в подземных выработках.

1.5. Влияние системы освещения на безопасность труда

Недостаточное освещение может иметь серьезные последствия для безопасности труда:

Таблица 1 Преимущества и недостатки системы освещения		
Преимущества	Поддерживание высокую концентрацию и продуктивности	эффективное выполнение задач
	Снижение усталости и повышение мотивации сотрудников	правильное освещение уменьшает нагрузку на глаза, что помогает избежать усталости и дискомфорта
	Создание комфортной рабочей среды	положительное влияние на общее самочувствие сотрудников, повышению мотивации и

		удовлетворенности работой.
Недостатки	Усталость глаз и снижение концентрации	головные боли и дискомфорт, вероятность ошибок и несчастных случаев, снижение эффективности работы
	Увеличение числа ошибок	чтение мелкого текста или работа с мелкими деталями
	Скользкие и опасные поверхности	случаи повреждений с летальным исходом
	Психологическое воздействие	негативное влияние на настроение и общее самочувствие сотрудников, что также сказывается на их внимательности и безопасности.

При рассмотрении влияния освещения на безопасность труда важно учитывать множество аспектов, включая яркость, распределение света, цветовую температуру и возможность адаптации системы к изменяющимся условиям.

Кроме того, необходимо уделять внимание расположению источников света. Неправильная расстановка может привести к возникновению теней, которые создают ложное представление о расстояниях и могут скрывать опасности. Рекомендуется использовать многоуровневое освещение, комбинируя общее и локальное освещение, что позволит минимизировать создание теней и улучшить видимость в труднодоступных местах.

Анализ фактов показал, что соблюдение норм и стандартов освещения существенно снижает количество несчастных случаев. Нормативные документы детализируют требования к освещённости промышленного и производственного освещения, однако их выполнение нередко оставляет желать лучшего. Необходим регулярный мониторинг и контроль за соблюдением этих норм. Это можно обеспечить через регулярные проверки и использование современных технологий автоматизированного контроля освещения.

ГЛАВА 2 «РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УЛУЧШЕНИЮ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ»

2.1. Виды освещения в горных выработках на примере подземного рудника «Удачный» им. Ф.Б. Андреева АК «АЛРОСА» (ПАО)

Существует множество видов освещения. Рассмотрим освещение рудных шахт на примере подземного рудника «Удачный» им. Ф.Б. Андреева АК «АЛРОСА» (ПАО).

Освещение в шахте бывает двух видов:

- 1: Взрывозащищённые светильники;
- 2: Освещение светодиодной лентой

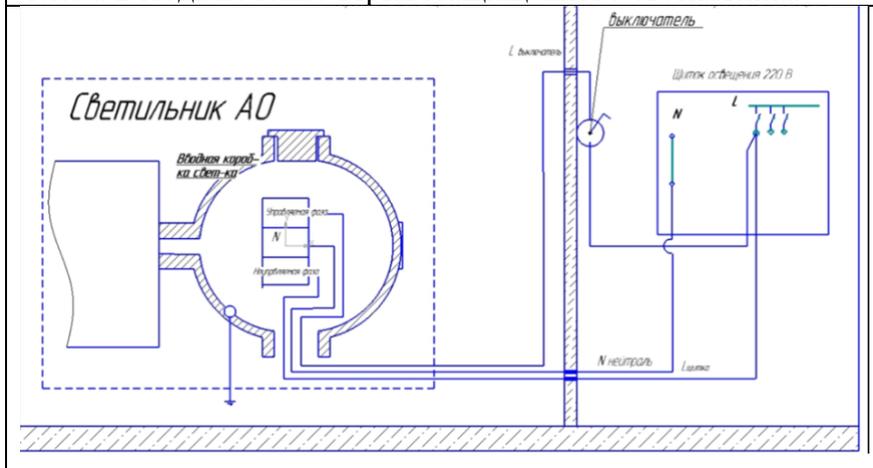
Взрывозащищённые светильники подключаются по следующему принципу:

- 1: Подготовка кабеля к подключению;
- 2: Проведение кабеля через гермо ввод;
- 3: Подключение фазы и нуля к контактам внутри светильника;
- 4: Подключение заземления

Рис. 5 Вид. Взрывозащищённый светильник



Схема 2 Подключение взрывозащищённого светильника



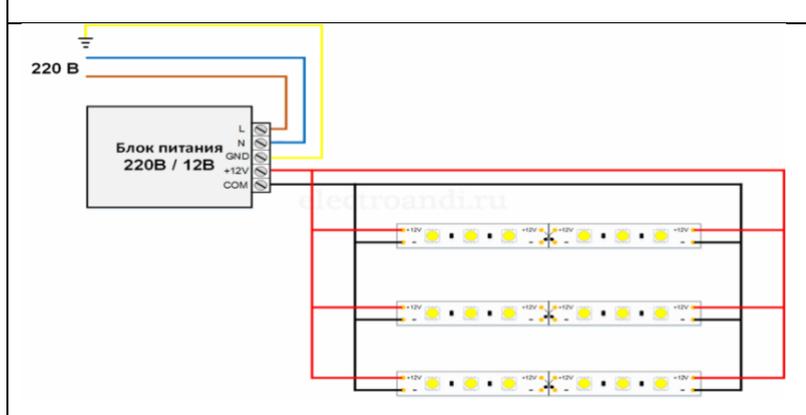
Светодиодные ленты подключаются по следующему принципу:

1. подготовка кабеля к подключению;
2. Подключение контактов к блоку питания;
3. Подключение блока питания к ленте;
4. Изолирование открытых контактов

Рис. 6 Освещение светодиодной лентой



Схема 3 Подключение светодиодной ленты



Для освещения подземного рудника «Удачный» им. Ф.Б. Андреева АК «АЛРОСА» (ПАО) представлена следующая схема. Схема описывает электроснабжение УПЛ (участка подземного лексирования) и ВТ (вентиляторной реверсивной установки) на уровне 0,69 кВ на глубине 415м (гор. -415).

Электроэнергия в рудной шахте, согласно схеме, поступает следующим образом:

1. Внешний источник питания (УПП-7-415): Электроэнергия высокого напряжения (6 кВ) приходит от главного распределительного устройства УПП-7-415, которое находится на поверхности.

2. Распределительный пункт (РПП-1): Из УПП-7-415 электроэнергия подается на распределительный пункт РПП-1, который, вероятно, также расположен на поверхности или вблизи ствола шахты.

3. Комплектное распределительное устройство (КРУВ-6М): РПП-1 распределяет электроэнергию по ячейкам комплектного распределительного устройства КРУВ-6М. На схеме указаны ячейки №14 и №7, которые отвечают за питание трансформаторных подстанций ТП №1 и ТП №2 соответственно.

4. Трансформаторные подстанции (ТП №1 и ТП №2): Внутри шахты, на горизонте -415 метров, расположены две трансформаторные подстанции.

* ТП №1: Питается от ячейки №14 КРУВ-6М и оснащена трансформатором КТСВПЗ-400/6-0,69/0,4 мощностью 400 кВА. Этот трансформатор понижает напряжение с 6 кВ до 0,69 кВ.

* ТП №2: Питается от ячейки №7 КРУВ-6М и оснащена трансформатором КТСВПЗ-630/6-0,69 мощностью 630 кВА. Этот трансформатор также понижает напряжение с 6 кВ до 0,69 кВ.

5. Распределение электроэнергии на 0,69 кВ: Трансформаторные подстанции распределяют электроэнергию напряжением 0,69 кВ на различных потребителей, включая:

* Вентиляторная реверсивная установка (ВРТ): Обеспечивает вентиляцию шахты.

* Освещение ВРТ и УПЛ (участок подземного лексирования): Питание осветительных систем.

* АГЗ (автоматическое газовое пожаротушение): Система безопасности.

* АПШ (аварийное питание шахты): Резервное питание на случай аварии. На схеме указаны АПШ 220В и 127В, возможно, для разных систем.

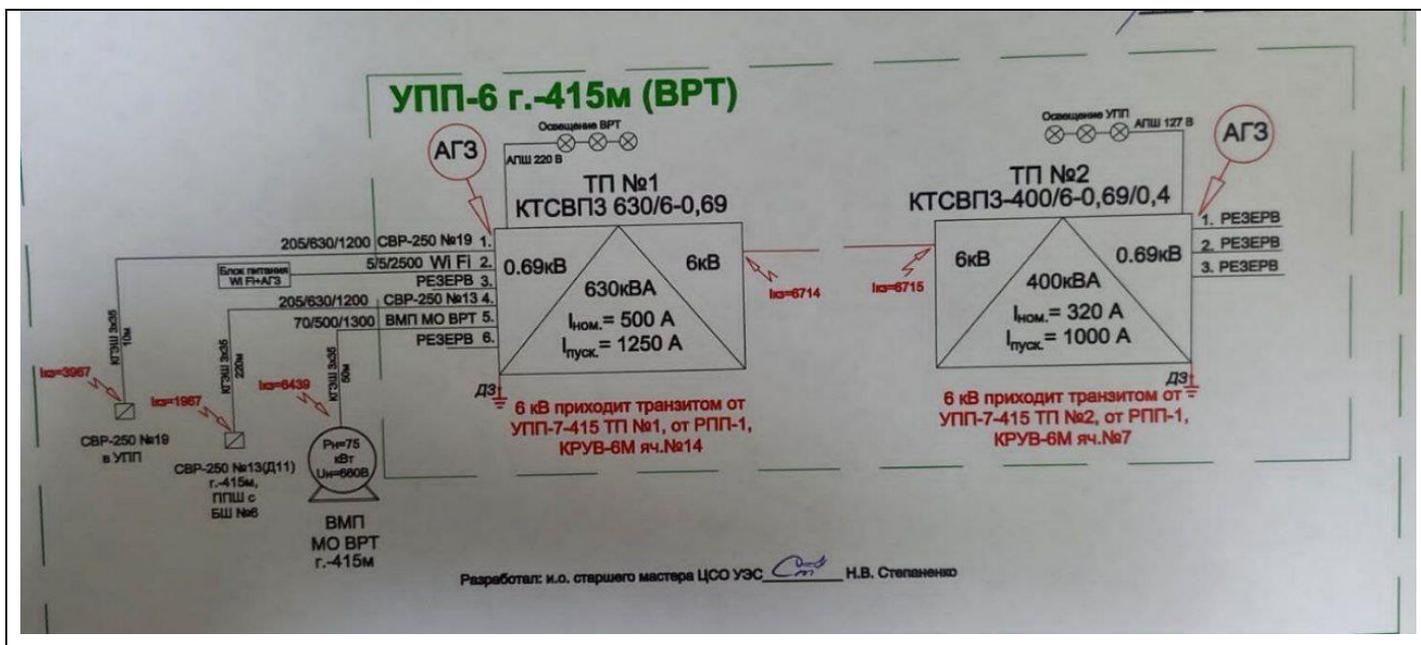
* Блок питания Wi-Fi: Обеспечивает работу беспроводной сети.

* Другое оборудование: Схема содержит обозначения СВР-250, ВМП, СВР-250, ППШ, УН-680В.

6. Резервные линии: Схема включает несколько резервных линий на напряжении 0,69 кВ для повышения надежности электроснабжения. В случае аварии на одной из линий, питание потребителей может быть переключено на резервную.

ВЫВОД: Таким образом, электроэнергия поступает в шахту по схеме: УПП-7-415 -> РПП-1 -> КРУВ-6М -> ТП №1/ТП №2 -> потребители на горизонте -415 м. Также схема представляет собой упрощенное представление системы электроснабжения участка на горных выработках в подземном руднике «Удачный».

Схема 3 Принципиальная схема электроснабжения 0,69 кВ, УПП-6 гор. -415 м



2.2. Рекомендации по улучшению системы освещения

Совершенствование системы освещения горных выработок требует комплексного подхода, в котором будут учтены как технические характеристики осветительных приборов, так и условия их эксплуатации.

На основе изученного материала были разработаны рекомендации с предложениями по усовершенствованию системы освещения в горных выработках:

1. Оценка существующей системы освещения в каждом конкретном горном предприятии. Это необходимо для выявления недостатков, связанных с недостаточной яркостью, неравномерным распределением света и низкой устойчивостью к условиям эксплуатации.

2. Проведение замеров уровня освещенности в различных участках выработки. Это позволит определить, какие зоны требуют дополнительного внимания и улучшения.

3. Выбор наиболее эффективного источника света. Светодиоды имеют высокую эффективность работы, длительный срок службы и менее подвержены механическим повреждениям. Использование светодиодных светильников, которые дополнительно оборудованы датчиками движения, позволит существенно сократить потребление электроэнергии, включая освещение только в тех зонах, где есть работники.

4. Рассмотрение возможности интеграции систем управления освещением на базе автоматизации. Установление дистанционного контроля и управления позволит оперативно регулировать уровень освещения в зависимости от текущих условия работы, что повышает как безопасность, так и комфорт трудозатрат.

5. Планирование размещения светильников таким образом, чтобы избежать появления теней и ослепляющих бликов. Применение широкоформатных светильников может помочь в этом, обеспечивая равномерное свечение на больших площадях.

6. Регулярное обслуживание осветительных систем. Периодическая проверка состояния светильников, очистка от пыли и загрязнений, а также замена устаревших или поврежденных элементов обеспечат эффективную работу освещения в долгосрочной перспективе. Стоит рассмотреть возможность разработки сервиса, который будет отвечать за техническое состояние системы освещения на каждом этапе ее эксплуатации.

7. Обучение персонала. Работники должны быть проинформированы о правилах эксплуатации осветительных приборов и нюансах взаимодействия с системами управления.

Подводя итог, можно сказать, что улучшение системы освещения положительно повлияет на уровень комфорта и безопасности сотрудников в горнодобывающей отрасли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Освещение на рабочем месте играет ключевую роль в обеспечении безопасности труда.

Правильное освещение помогает сотрудникам выполнять свои обязанности эффективно и безопасно, снижая риск несчастных случаев и травм. Недостаточное или неправильное освещение может привести к усталости глаз, снижению концентрации и увеличению числа ошибок, что в конечном итоге влияет на производительность и безопасность.

Важно понимать, что освещение не только влияет на физическое состояние сотрудников, но и на их психологическое благополучие. Освещение также играет важную роль в создании комфортной рабочей среды. Хорошо освещенное рабочее место способствует улучшению настроения и общего самочувствия сотрудников. Это особенно важно в условиях, когда работники проводят большую часть своего времени в помещении. Недостаток света может вызвать депрессию и тревожность, что негативно сказывается на производительности и безопасности труда.

В ходе работы было проведено детальное изучение действующих стандартов освещения для горных выработок, таких как ГОСТ Р 55733-2013 и ПБ 03-428-02. Эти стандарты определяют основные требования к освещению, включая уровень освещенности, распределение света и требования к рудничным светильникам.

Таким образом, проведенное исследование подчеркивает важность качественного освещения в горных выработках и необходимость его постоянного совершенствования.

В условиях современного производства, где безопасность и эффективность труда стоят на первом месте, внедрение новых технологий и соблюдение действующих стандартов освещения, а также следование перечисленным рекомендациям, становятся неотъемлемой частью успешной работы горнодобывающих предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А.П. Современные методы освещения горных выработок // Угольное дело. – 2019. – № 3. – С. 21–29.
2. Н.С. Инновационные технологии в системах освещения шахт // Горная наука и техника. – 2021. – № 4. – С. 14–20.
3. Смирнов В.Д. Энергоэффективные источники света для горных работ // Безопасность труда в горной отрасли. – 2020. – № 2. – С. 38–45.
4. Кузнецов И.И. Освещение в горных выработках: проблемы и решения // Научно-технический вестник. – 2018. – № 6. – С. 9–16.
5. Лебедев С.А. Модели освещения шахтных выработок // Журнал горного образования. – 2022. – № 1. – С. 50–55.
6. Федорова Л.В. Применение светодиодов в освещении подземных шахт // Научные исследования в горной отрасли. – 2023. – № 2. – С. 25–32.
7. Романов М.Е. Сравнительный анализ систем освещения в шахтах различного типа // Геология и горное дело. – 2020. – № 7. – С. 44–53.
8. Григорьев Т.Е. Безопасность освещения горных выработок // Технические аспекты горного дела. – 2019. – № 5. – С. 60–67.
9. Успенский А.В. Автоматизация систем освещения в горных выработках // Автоматизация и управляемые технологии. – 2021. – № 8. – С. 73–80.
10. Баранов Д.С. Освещение подземных выработок: опыт и новшества // Горное оборудование и технологии. – 2022. – № 3. – С. 12–19.