



Рис. 6. Зависимость коэффициента пульсации от расстояния до светильника при $U = 220 \text{ В}$

Из анализа рис. 5 и 6 следует, что освещенность более 300 лк достигается на всём исследуемом промежутке для обоих светильников. Светодиодный светильник обеспечивает требуемое значение освещенности на всем исследуемом расстоянии при любых значениях напряжения. Люминесцентный светильник перестает обеспечивать требуемое значение освещенности на расстоянии более 80 см при $U = 187 \text{ В}$ и ниже. Коэффициент пульсации светодиодного светильника одинаков на всем исследуемом расстоянии и равен 0,3 %. Коэффициент пульсации люминесцентного светильника имеет незначительное изменение в пределах от 32 до 34,3 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что светодиодный светильник превзошел люминесцентный как по электрическим, так и по световым характеристикам. Светодиодный светильник потребляет меньшую мощность, обеспечивает равномерную освещённость на всем пути протекания света и имеет низкое значение коэффициента пульсации. Люминесцентный светильник потребляет почти в два раза большее количество мощности, имеет большую зависимость освещенности от напряжения сети и от расстояния до светильника. Исследуемый люминесцентный светильник имеет недопустимое значение коэффициента пульсации, вредное для здоровья человека.

Литература:

1. О государственной программе «Энергосбережение» на 2021–2025 годы : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 24 февр. 2021 г., № 103.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАВИТАЦИОННЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГРАФИКОВ НАГРУЗКИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

П. А. Батан

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель С. Г. Жуковец

Процесс использования электроэнергии является непостоянным во времени, поскольку зависит от желаний потребителей. Мощность нагрузки изменяется в зависимости от технологических процессов, расписания работы предприятий, времени суток и желаний людей воспользоваться электроприборами. Производство энергии осуществляется в режиме, который должен соответствовать потребностям в электроэнергии конечных потребителей. Исходя из этого возникает проблема неравномерности графика нагрузки энергосистемы.

Ключевые слова: неравномерность графиков нагрузки, энергосистема, гравитационный накопитель, его преимущества и недостатки.

Проблема неравномерных графиков электрической нагрузки и связанных с ней перерасход топлива характерны для большинства энергосистем. Сложилась основная пути решения указанной задачи, среди которых можно указать создание оптимальной структуры энергогенерирующих мощностей, использование накопителей, а также привлечение потребителей электроэнергии к выравниванию графиков нагрузки.

Рассмотрим использование накопителей для выравнивая графиков нагрузки энергосистемы.

Накопители энергии предлагается использовать для аккумуляирования электроэнергии в ночное время, в часы провала нагрузки энергосистемы, а после отдавать накопленную электроэнергию в сеть в часы пика энергосистемы.

Преимущества накопителей энергии:

- 1) выравнивание дневного и ночного графиков нагрузки – разряд накопителя во время пика нагрузки и зарядка в ночное время;
- 2) помощь установкам, использующим возобновляемые источники энергии – выравнивание графика подачи мощности;
- 3) возможность быстрого замещения вышедшего из работы крупного генератора в энергосистеме;
- 4) питание местных нагрузок, когда с этим не справляется энергосистема.

Одним из способов регулирования графиков нагрузки энергосистемы является использование ГАЭС (гидроаккумулирующие электростанции). Из-за отсутствия необходимого ландшафта в Республике Беларусь потенциал развития такого типа накопителей невелик. Исходя из этого предлагается рассмотреть использование гравитационной батареи.

Гравитационная батарея представляет собой устройство для хранения электроэнергии, которое обладает потенциальной энергией, хранящейся в объекте в результате изменения высоты из-за гравитации.

Принцип ее действия таков. Установка работает, используя избыточную энергию сети, чтобы поднять груз на высоту. В этом случае происходит накопление, когда в сети возникает дефицит электроэнергии груз опускается вниз, тем самым вращая ротор генератора. При этом происходит преобразование механической энергии в электрическую.

Также для накопления энергии можно использовать заброшенные шахты.

Здесь принцип действия следующий. При опускании груза происходит выработка электроэнергии и ее выдача в сеть в моменты пикового потребления. Цилиндрический груз определённой массы размещается в специальной шахте под поверхностью земли с помощью системы тросов, каждый из которых соединен с лебедкой. Приводом лебедки служит обратимая электрическая машина, способная поглощать или вырабатывать электрическую энергию при подъеме или опускании груза соответственно. Груз удерживается в стволе шахты системой тросовых направляющих, которые предотвращают его от раскачивания и повреждения всей установки. Привод подъема и спуска груза имеет высокоточное управление мощностью потребления и генерации энергии.

Коэффициент полезного действия накопителя может достигать 90 %, а срок эксплуатации – 30–40 лет. Из-за большого срока службы установки показатель нормированной стоимости хранения энергии для гравитационной батареи оказался

на 16 % меньше, чем у литий-ионных аккумуляторов, и на 72 % ниже, чем у ГАЭС (согласно данным компании EnergyVault). В отличие от емкостных у гравитационного накопителя энергии не ограничено количество циклов «заряд/разряд» и не снижается номинальная энергоемкость в процессе эксплуатации.

Основные преимущества гравитационного накопителя:

- 1) длительный срок эксплуатации;
- 2) относительно низкая стоимость хранения электроэнергии;
- 3) потери при «разрядке» и «зарядке» – 85 % на цикл;
- 4) нулевые потери электроэнергии при хранении.

Для того чтобы накопить электроэнергию в размере 35 МВ · ч, необходима конструкция высотой 120 м (согласно данным компании EnergyVault), что делает установку громоздкой конструкцией. При поднятии груза на высоту на него будут действовать аэродинамические нагрузки. С целью их исключения необходима постройка дополнительного сооружения, что ведет к удорожанию конструкции. На данный момент непонятно, как можно улучшить технологию. Для примера можно попробовать улучшить характеристики тросов для подъема груза или снизить капиталовложения путем использования более дешевых материалов для создания груза, но это все – на стадии разработки. И последнее – к сожалению, на данный момент в нашей стране нет проектов по созданию гравитационных накопителей.

Основные недостатки гравитационного накопителя:

- 1) громоздкие размеры;
- 2) воздействие аэродинамических нагрузок на систему;
- 3) низкие темпы развития технологии;
- 4) отсутствие исследований данной технологии в Республике Беларусь.

Таким образом, для внедрения такого типа накопителей необходимо существенное субсидирование со стороны государства, а также привлечение зарубежных специалистов.

По сравнению с химическими аккумуляторами производство гравитационных накопителей характеризуется отсутствием вредного влияния на окружающую среду.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПЕРЕКРЕСТКОВ С ПОМОЩЬЮ ПЕРЕНОСНОГО СВЕТОФОРА С ЭЛЕМЕНТАМИ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

М. А. Вегера, К. Е. Коршунов, И. Д. Костюченко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. А. Капанский

Представлен альтернативный способ регулирования перекрестков, при плановом и внеплановом отключении электроэнергии. Описаны принцип его действия, применение, достоинства.

Ключевые слова: безопасность, светофор, солнечная панель.

Как пешеходы, так и водители часто сталкиваются с такой проблемой, как непонимание сигналов регулировщика, поэтому одним из приоритетных направлений общего пользования дорожными путями и пешеходными переходами является обеспечение безопасности граждан. Проблема непонимания сигналов регулировщика ведет к повышенной опасности на дорожных участках. В связи с этим мы предлагаем