

**Результаты электрических расчетов вновь выбранной низковольтной сети
и ранее существующей схемы**

Линия	Длина линии, l_i , м	Полная мощность, S_i , кВА	Расчет текущий, $I_{расч. i}$, А	Допустимый ток, $I_{доп. i}$, А/А	Потеря напряжения, %
3–5	400	7,3	10,54	$\frac{142}{130}$	$\frac{1,4}{1,2}$
3–4	400	5,1	5,1	$\frac{142}{130}$	$\frac{1}{0,7}$
1–3	100	12,4	12,4	$\frac{142}{130}$	$\frac{0,6}{0,4}$
1–2	400	5,3	5,3	$\frac{142}{130}$	$\frac{1,1}{0,8}$
ИП-1	700	17,7	17,7	$\frac{142}{130}$	$\frac{6,2}{4,7}$

Как видно из расчетов, потери напряжения уменьшатся в 1,23 раза; а это значит, что общее количество столбцов уменьшится; устраняются затраты на перемещение; это устраняются затраты на молочные изоляторы; уменьшаются затраты на техническое обслуживание линии; монтаж линии будет проще и позволит выполнить его быстрее; повышается безопасность использования сети; в определенной степени предотвращается безответственное использование электроэнергии; Увеличивается срок службы.

Литература

1. Техническая коллекция ENSTO. Решения для воздушных линий электропередачи напряжением 0,4–35 кВ. – 2018. – 101 с.
2. Федоров, А. А. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий / А. А. Федоров, Л. Е. Старкова. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.
3. Кабышев, А. В. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: Учебное пособие / А. В. Кабышев, С. Г. Обухов – Томск : ТПУ, 2006. – 248 с.

ИННОВАЦИИ РОБОТОТЕХНИКИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Ю. И. Бондарев

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

Научный руководитель А. О. Добродей

Рассмотрено практическое применение роботов и беспилотных летающих автоматов в энергетике. Анализируются их преимущества и недостатки, технические возможности. Приведены примеры их использования.

Ключевые слова: роботы, работа на высоте, беспилотники.

Один из видов сервисных роботов, используемых в электроэнергетике, – робот для контроля и очистки высоковольтных линий электропередачи (ЛЭП).

В энергетике также используют и БПЛА, в том числе, для инспекции и очистки высоковольтных линий электропередачи (ЛЭП) (рис. 1). Преимущество такого подхода в том, что обзорный робот совмещен с беспилотной летающей платформой, поэтому на провода он добирается своим ходом, не требуя использования людей с лицензией и навыками высотных работ. Выполнив работу, робот также самостоятельно спускается вниз.

Беспилотники – это эффективное средство для использования в энергетике, в частности в электроэнергетике. Они могут применяться, например, для обследования высотных и линейных сооружений (рис. 2).



Рис. 1. Внешний вид робота для очистки линий электропередачи



Рис. 2. Внешний вид LineRanger, Hydro-Quebec

Беспилотники предназначены для обследования состояния расщепленной фазы ЛЭП.

Благодаря этому робот позволяет быстро обследовать большие фрагменты ЛЭП, включая участки, к которым сложно подобраться людям. Управление движением робота и поворотами камеры осуществляется с пульта дистанционного управления,

на экран которого выводится изображение с камеры робота. Робот может оснащаться дополнительной полезной нагрузкой, в частности LineCore для мониторинга степени коррозии проводов или устройством LineOhm для оценки состояния соединения проводов (рис. 3, 4).



Рис. 3. Пульт управления беспилотными летательными аппаратами



Рис. 4. Робот из университета Джорджии, США

Преимущества использования БПЛА в сфере электроэнергетики:

- оперативность: БПЛА позволяет вести обследования со скоростью в десятки километров в час или, наоборот, в режиме зависания у необходимой точки. Это обеспечивает выигрыш в скорости контроля по-сравнению с традиционным способом обследования с земли;
- объективность: снижается роль человеческого фактора. Остаются документы обследования в виде фото и видеоматериалов;
- качество: высокое разрешение получаемых материалов, их гео-привязка;

– безопасность: использование беспилотника вместо сотрудников снижает вероятность несчастных случаев. Особенно по сравнению с использованием промышленных альпинистов;

– экономика: «экипаж» беспилотника – достаточно двух человек, которые при необходимости могут обследовать до 200 км ЛЭП в день.

Виды использования БПЛА в электроэнергетике:

– мониторинг (оптический и тепловизионный) для выявления аварийных ситуаций и перегревов;

– инвентаризацию опор и объектов инфраструктуры;

– определение материалов опор;

– выявление отклонений от проектного положения элементов опор (траверсы от горизонтали, разворот траверсы) от ледохода, размывания тальми или дождевыми водами

– контроль коррозии деталей опор, оголения и ржавления арматуры

– выявление деформации опор;

– выявление нарушений лакокрасочного или цинкового покрытия;

– выявление повреждений металлоконструкций;

– выявление трещин, раковин, щелей и пятен на бетоне;

– отклонение геометрических размеров фундамента от проектных;

– недостаточное заглубление фундаментов опор и ж/б стоек;

– наличие трещин, сколов бетона и обнажение арматуры наземной части;

– дефекты антикоррозийной защиты и коррозия оголовников и арматуры;

– отсутствие или неправильная установка ригелей, предусмотренных проектом;

– материал изоляторов (наличие изоляторов из разного материала и разного диаметра на обследуемой опоре и в одной гирлянде);

– контроль количества изоляторов в гирлянде;

– механические повреждения фарфора или стекла изоляторов;

– загрязнение изоляторов промышленными уносами (с указанием цвета изоляторов);

– загрязнение изоляторов птицами;

– контроль мест установки и наличия повреждения гасителей вибрации и распорок;



Рис. 4. Pacific Gas and Electric Company (PG&E) в США

Конкретный пример использования беспилотных летающих аппаратов (БЛА) и роботов для контроля и обслуживания высоковольтных линий электропередач можно найти в опыте энергетических компаний в различных странах.

Одним из примеров такого использования является опыт компании Pacific Gas and Electric Company (PG&E) в США (рис. 4). PG&E начала использовать БПЛА и роботов для инспекции и обслуживания своих высоковольтных линий электропередач в труднодоступных районах, таких как гористая местность или лесистые участки. Они применили технологии, такие как инфракрасная тепловизия, высококачественные камеры и LiDAR (лазерное сканирование), чтобы обнаруживать дефекты и проблемы на линиях без необходимости отправлять рабочих на высоту.

Экономическая выгода в использовании этих технологий заключается в нескольких аспектах:

- снижение операционных расходов: сокращение затрат на оплату труда и логистику, так как инспекции и обслуживание могут быть выполнены быстрее и эффективнее с помощью автоматизированных систем;

- повышение эффективности инспекций: БЛА и роботы могут проводить более частые и более детальные инспекции, что помогает выявлять проблемы на ранней стадии и предотвращать аварийные ситуации;

- увеличение безопасности и снижение рисков: Сокращение риска для работников, так как они могут избегать опасных условий, таких как работа на больших высотах или в труднодоступных местах.

Хотя точные цифры экономической выгоды в этом конкретном являются коммерческой тайной, но использование БПЛА и роботов для контроля и обслуживания высоковольтных линий электропередач позволяет энергетическим компаниям сокращать затраты, повышать эффективность и улучшать безопасность, что в конечном итоге приводит к экономической выгоде.

Литература

1. Применение роботов в энергетике. – Режим доступа: <https://powercoup.by/novyie-tehnologii/primenenie-robotov-v-energetike>. – Дата доступа: 10.04.2024.
2. Робототехника в энергетике. – Режим доступа: <https://www.elec.ru/publications/promyshlennoe-oborudovanie/6522/>. – Дата доступа: 10.04.2024.