

Научная статья / Research Article

УДК 321.313

З.Н. Сафаров, С.О. Абдурахимов

*Навоийский государственный университет горного дела и технологий,
Навои, Республика Узбекистан*

samandarabdurahimov1308@gmail.com

**РОЛЬ ЦИРКОНИЯ В СНИЖЕНИИ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ
В ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ
(НА ОСНОВЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ
В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН)**

Аннотация. В статье анализируются возможности использования циркония и его сплавов в составе материала проводов для снижения потерь энергии на воздушных линиях электропередачи (ВЛ) напряжением 6, 10 и 35 кВ на территории Узбекистана. Рассматриваются физико-химические свойства циркония, проводится сравнение с ранее использовавшимися материалами – медью и алюминием, их применение на линиях напряжением 6/10/35 кВ может снизить потери энергии на 3–5 % и увеличить срок службы в 1,5–2 раза.

Ключевые слова: цирконий, воздушная линия, потери энергии, сплав Al-Zr

Z.N. Safarov, S.O. Abdurakhimov

Navoi State University of Mining and Technology, Navoi, Uzbekistan

samandarabdurahimov1308@gmail.com

**THE ROLE OF ZIRCONIUM IN REDUCING ENERGY LOSSES
IN OVERHEAD POWER LINES (BASED ON APPLICABILITY IN UZBEKISTAN)**

Abstract. The article analyzes the possibilities of using zirconium and its alloys as part of wire material to reduce energy losses on overhead power lines (OL) with a voltage of 6, 10 and 35 kV in Uzbekistan. The physicochemical properties of zirconium are considered, a comparison is made with previously used materials - copper and aluminum. Their use on 6/10/35 kV lines can reduce energy losses by 3-5% and increase service life by 1.5-2 times.

Keywords: zirconium, overhead line, energy loss, Al-Zr alloy

Введение. Воздушные линии электропередачи (ВЛ) – неотъемлемая часть современной энергетической системы. При передаче электроэнергии на большие расстояния неизбежны потери энергии по проводам вследствие такого физического явления, как сопротивление. Особенно это

актуально в странах с большой территорией, таких как Узбекистан, где это приводит к экономическим и техническим потерям.

Основные причины потерь энергии в ВЛ:

- электрическое сопротивление проводов;
- коррозионное воздействие окружающей среды;
- повышение температуры из-за роста нагрузки.

Поэтому свойства и качество используемых в ВЛ материалов играют решающую роль.

Цирконий – это инновационный металл. Цирконий (Zr) отличается рядом уникальных свойств, таких как:

- высокая коррозионная стойкость;
- отличная теплопроводность;
- стабильность при высоких температурах (до 1000 °C);
- относительно легкий и прочный.

Эти качества делают цирконий идеальным материалом формирования сплавов для ВЛ.

Почему именно воздушные линии? Воздушные линии подвержены следующим воздействиям:

- коррозия;
- перепады температур;
- ветер и осадки.

Сплавы на основе циркония для получения кабельной продукции и проводов – оптимальное решение для этих условий, так как обеспечивает длительный срок службы проводов.

До настоящего времени применялись и применяются:

- алюминий – легкий и дешевый, но менее стойкий к коррозии;
- медь – отличная проводимость, но тяжелая и дорогая.

Цирконий напрямую не применялся в кабельной продукции из-за высокой стоимости и сложностей с массовым производством. Однако современные технологии постепенно устраняют эти ограничения. Сплавы циркония начинают новую эру в области создания проводников с высокой проводимостью для высокотехнологичных проводов для ВЛ и передачи электроэнергии на дальние расстояния. Сплавы Al-Zr (алюминий + 0,1–0,5 % циркония) обеспечивают:

- повышение коррозионной стойкости на 30–50 %;
- увеличение механической прочности на 15–20 %;
- сохраняют почти прежний уровень электропроводности.

Это открывает возможности для создания новых инновационных типов кабелей для ВЛ.

Возможности применения в условиях Узбекистана

В Узбекистане наблюдаются потери электроэнергии на ВЛ в среднем 12–15 %. Основными причинами являются коррозионные процессы существующих сталеалюминиевых проводов и перегрев из-за увеличенных нагрузок. Одним из способов снижения негативных воздействий является

применение сплавных проводов с добавлением циркония в составе стале-алюминиевых проводов. Введение в состав сплава для производства проводов такого элемента, как цирконий, приведет к следующим положительным явлениям:

- снижение потерь энергии на 10–20 %;
- удвоение срока службы линий;
- уменьшение расходов на ремонт и техническое обслуживание.

При использовании проводов с добавлением циркония в линиях 6, 10 и 35 кВ приведет к следующим явлениям:

- снижению падения напряжения на 1–3 %;
- уменьшению общих потерь энергии на 2–4 %;
- увеличению показателей надежности сети на 10–15 лет;
- сокращению затрат на обслуживание на 20–30 %.

К примеру, на основе расчетных данных установлено, что для воздушной линии 35 кВ длиной 100 км текущие потери составляют 10 % энергии (при мощности 1 МВт это 100 кВт потерь), а после модернизации, после монтажа проводов с использованием в их составе циркония, потери снизятся до 6 % (1 МВт = 60 кВт потерь). При этом годовая экономия в среднем составит от 350 до 400 МВт·ч электроэнергии, что дает значительную экономическую выгоду.

Рекомендуемые регионы для испытаний:

- Кашкадарьинская область;
- Навоийская область;
- Джизакская область.

В результате проведенного анализа и некоторых расчетных решений были разработаны рекомендации, которые можно учитывать при планировании, проектировании или производству эксплуатационных работ, а именно:

- модернизировать существующие заводы по производству алюминиевых кабелей;
- внедрить специальные технологии прессования и литья для производства сплавов с цирконием;
- начать пилотные проекты с определением технико-экономических параметров, позволяющих устанавливать возможности конкретного использования проводов, полученных из сплавов с цирконием.

Заключение. Использование в электроэнергетике для передачи электроэнергии проводов, полученных из сплавов с цирконием, может значительно снизить потери энергии в воздушных линиях электропередачи. Для Узбекистана это возможность не только повысить энергетическую эффективность, но и укрепить общую конкурентоспособность национальной экономики. Сплавы на основе циркония обладают большим потенциалом для повышения эффективности высоковольтных линий и сни-

жения затрат на техническое обслуживание. Их применение на линиях напряжением 6/10/35 кВ может снизить потери энергии на 3–5 % и увеличить срок службы в 1,5–2 раза.

Список источников

1. Zirconium Alloys in Engineering Applications // Journal of Materials Science. 2018. N 8(10). P. 794. DOI: 10.3390/met8100794.
2. Министерство энергетики Республики Узбекистан, статистические отчеты 2024 года. URL: <https://minenergy.uz/ru/lists/view/22>.
3. IEEE Transactions on Power Delivery. 2023. V. 38, N 6. P. 1228–1232.
4. Промышленное материаловедение: сб. тр. Междунар. конф. по последним достижениям в области энергетических систем, материалов и технологий (ICESMT 2023). Ташкент, 2023. С. 452.

References

1. Zirconium Alloys in Engineering Applications // Journal of Materials Science. 2018. N 8(10). P. 794. DOI: 10.3390/met8100794.
2. Ministerstvo energetiki Respubliki Uzbekistan, statisticheskie otchety 2024 goda. URL: <https://minenergy.uz/ru/lists/view/22>.
3. IEEE Transactions on Power Delivery. 2023. V. 38, N 6. P. 1228–1232.
4. Promyshlennoe materialovedenie: sb. tr. Mezhdunar. konf. po poslednim dostizheniyam v oblasti energeticheskikh sistem, materialov i tekhnologij (ICESMT 2023). Tashkent, 2023. S. 452.

Сведения об авторах:

Сафаров З.Н. – старший преподаватель

Абдурахимов С.О. – студент

Information about the authors:

Safarov Z.N. – Senior Lecturer

Abdurakhimov S.O. – Student