

массы, среднее содержание металла в добытой руде (в горной массе), объем путиперемещаемых работ, время перегона экскаватора.

- разработан алгоритм решения задачи и на его основе программный комплекс.

Библиографический список

1. Ржевский В.В. «Открытые горные работы». Ч. 1: Производственные процессы. Изд. «Ленанд», 2021, 512 стр.
2. Ржевский В.В. «Открытые горные работы». Ч.2: Технология и комплексная механизация. Изд. «Ленанд», 2021, 552 стр.
3. Динамическое программирование в примерах и задачах. Изд. <<Direct-mtdia>> , 2015, 275 с.
4. Капутин Ю.В. «Информационные технологии планирования горных работ» (для горных инженеров). СПб., Недра, 424 с., 2004.
5. Аргимбаев К.Р., Лиготский Д.Н., Фомин С.И. «Планирование открытых горных работ». Изд. «Лань», 2018.

AUTOMATION OF THE CONTROL SYSTEM OF THE EXCAVATOR-RAILWAY COMPLEX DURING MINING OPERATIONS

Information about authors

Sh.M. KHUDAIBERDIEV, Head of Science Sector, PhD.

I.X. NASRIDINOV, Associate Professor of the Department, PhD

Branch of the National Research Technological University "MISiS" in the city of Almalyk, Tashkent, Uzbekistan

Abstract

The purpose and task of planning at a quarry is to organize stable operation of a quarry for the extraction of minerals, ensure a task for the quality of ore, optimal distribution of transport, overburden and mining operations, modeling the dependence of overburden and mining operations..

Key words: Automation, open pit mining, mine plans, simulation.

Reference

1. 1. Rzhovsky V.V. "Open Mining". Part 1: Production processes. Ed. "Lenand", 2021, 512 pages
2. Rzhovsky V.V. "Open Mining". Part 2: Technology and complex mechanization. Ed. "Lenand", 2021, 552 pages.
3. Dynamic programming in examples and tasks. Ed. "Direct-mtdia", 2015, 275 pp.
4. Kaputin Yu2.V. "Information technologies for planning mining" (for mining engineers). St. Petersburg, Nedra, 424 p., 2004.
5. Argimbaev K.R., Ligotsky D.N., Fomin S.I. "Planning open-pit mining". Ed. "Lan", 2018.

АНАЛИЗ ПРИЧИН ОБЛЕДЕНЕНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ (на примере воздушной линии Зарафшан-Бессопан (ЛЗБ)-220 кВ)

А.И. КАРШИБАЕВ, декан, д.т.н., профессор.

Ф.Н. РАХМАНОВ, доцент кафедры, PhD,

М.К. САЙИДОВ, ассистент

*Навоийский государственный горно-технологический университет,
Навои, Узбекистан*

Аннотация

Проблема борьбы с обледенением проводов линий электропередач довольно остро стоит по всему миру, особенно актуальна в регионах с высокой влажностью и низкими температурами, так как высокая влажность, ветер, резкие перепады температуры воздуха способствуют интенсивному ледообразованию на проводах воздушных линий с соответствующими нежелательными последствиями в виде обрывов проводов, тросов, разрушения арматуры, изоляторов и даже опор воздушных линий. Это приводит к значительным экономическим убыткам. Поэтому во всем мире целым рядом компаний и организаций активно ведутся исследования и разработки способов для борьбы с обледенением линий электропередач.

Ключевые слова: *воздушные линии электропередачи; гололедно-изморозевые отложения; борьба с обледенением проводов; стационарной системы плавки гололеда.*

Введение. В настоящее время для передачи энергии на большие расстояния, в связи с относительно небольшой стоимостью широко применяют воздушные линии электропередачи (ЛЭП). Одним из основных элементов ЛЭП являются провода. При эксплуатации воздушных линий электропередач возникает проблема обледенения проводов. Значительное число воздушных линий электропередачи Зарафшанского региона подвержены в зимнее время года и в осенне-зимних и весенне-зимних сезонах налипанию мокрого снега на провода и образованию гололедно-изморозевых отложений. Резкие перепады температуры воздуха способствуют образованию наледи на проводах воздушных линий [1]. Высоковольтная линия Зарафшан-Бессопан расположена Северо-Восточной стороне от города Зарафшана. Общая протяженность линии составляет 26,648 км. 10,6 километра этой воздушной 220 киловольтной линии проходит через горные хребты Мурунтау. По этому, эта линия подвержена в зимнее время года и в осенне-зимних и весенне-зимних сезонах налипанию мокрого снега на провода и образованию гололедно-изморозевых отложений. Резкие перепады температуры воздуха способствуют образованию наледи на проводах. Гололедные отложения на проводах и тросах высоковольтных линий возникают при температуре воздуха около -5°C и скорости ветра 5...10 м/с. Наличие гололеда обуславливает дополнительные механические нагрузки на все элементы воздушных линий.

В результате значительного увеличения массы проводов (6-8 т/км) и воздействующих на них динамических и статических нагрузок происходят опасные и нежелательные явления, особенно при сильном ветре. К их числу относятся обрыв токопроводящих проводов и грозозащитных тросов под тяжестью снега и льда, недопустимо близкое сближение проводов и их сильное раскачивание (так называемая «пляска»), ухудшение защитных свойств изоляторов, разрушение опор.

Подобные аварии приносят значительный экономический ущерб, на их устранение уходит несколько дней, и затрачиваются огромные средства. В результате сетевые энергокомпании и потребители несут крупные убытки, а восстановление оборванных проводов – дорогостоящий и трудоемкий процесс.

Основная часть. Общая протяженность высоковольтной линии составляет 26,648 км. Обледененной линии составляет 10,6 км. В линии ЛЗБ 220 кВ используется провод марки АС 240/39-это неизолированный сталеалюминиевый провод, сердечник которого выполнен из стальных проводов, а остальная часть – из алюминиевых проводов (240мм^2 - площадь поперечного сечения алюминиевой части провода, 39мм^2 - сечение стального сердечника).

В изготовлении используются нержавеющая сталь и алюминий. Основным и единственным предназначением провода АС 240/39 является подвес на линиях высокого напряжения.

Основные технические характеристики и конструктивные особенности провода АС 240/39 приведены в таблице 1.1., а структура провода показана на рисунке 1.1.

Таблица 1.1.

**Основные технические характеристики и конструктивные особенности
провода АС 240/39**

№	Наименование характеристики	Ед.Изм.	Значение
1.	Диапазон температур эксплуатации	°С	От -60 до +90
2.	Расчетная масса провода	кг/км	952
3.	Вес одного метра провода	кг/м	0,952
4.	Наружный диаметр	мм	21,6
5.	Допустимый ток	А	610
6.	Площадь сечения алюминиевой части	мм ²	236,05
7.	Площадь сечения стальной части	мм ²	38,61
8.	Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току	Ом	0,1222
9.	Срок службы, не менее	лет	45
10.	Диаметр одной стальной проволоки	мм	2,65
11.	Количество стальных проволок в проводе	шт	7
12.	Число повивов стальных проволок	шт	1
13.	Диаметр одной алюминиевой проволоки	мм	3,4
14.	Количество алюминиевых проволок в проводе	шт	26
15.	Число повивов алюминиевых проволок	шт	2

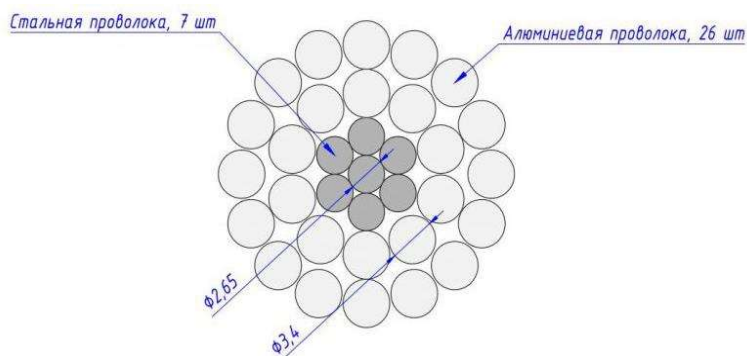


Рис. 1.1 - Структура провода АС 240/39.

Рассмотрим периоды наиболее вероятного возникновения гололеда на проводах ЛЭП на примере линии Зарафшан-Бессопан 220 кВ. Данный участок характеризуется умеренно-ветренным климатом, и изменчивой прохладной зимой. Зима умеренно-морозная, с частыми оттепелями, сопровождающимися дождями (особенно в декабре) и довольно часто низкими температурами продолжительностью в неделю и более. В процессе исследования линии ЛЗБ 220 кВ были определены следующие параметры: ток в линиях 605 А; напряжения 220 кВ (однолинейная схема линии ЛЗБ 220 кВ представлена на рис.-1.2); активная мощность 45 МВт; реактивная мощность 9 МВАР; установленная мощность линии 60 МВт; частота линии 50 Гц; количества опор 33 шт; расстояния между опорами 270-325 метр, а также были измерены температура, скорость ветра и влажность воздуха участка №1. В таблице 1.2. приведены данные этих параметров.

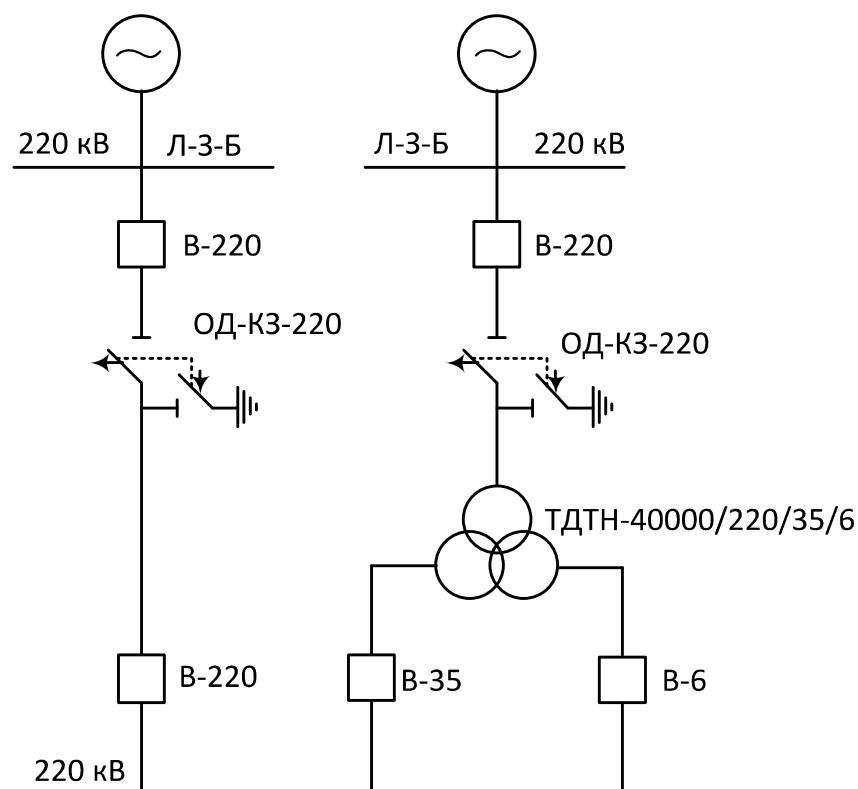


Рис. 1.2-Однолинейная схема электроснабжения ЛЗБ 220 кВ.

Таблица 1.2

Параметры участка №1 (ЛЗБ 220кВ)

№	Время час	Температура °С	Скорость ветра м/с	Влажность воздуха %
31.12.2021				
1	01-00	-2	10,2	73
2	04-00	-3	11,2	72
3	07-00	-4	11,3	74
4	10-00	-3	10,6	73
5	13-00	-3	10,4	72
6	16-00	-2	11,1	73
7	19-00	-4	12,1	75
8	22-00	-5	10,3	74
01.01.2021				
1	01-00	-2	11,2	75
2	04-00	-4	10,6	72
3	07-00	-3	11,2	73
4	10-00	-4	11	72
5	13-00	-4	10,5	72
6	16-00	-3	11	73
7	19-00	-2	11,2	72
8	22-00	-3	10,6	75
02.01.2021				
1	01-00	-4	11,3	76
2	04-00	-3	12	74

3	07-00	-4	10,4	75
4	10-00	-5	10,6	76
5	13-00	-6	10,6	76
6	16-00	-2	11,7	77
7	19-00	-3	12	72
8	22-00	-4	11,4	78
03.01.2019				
1	01-00	-5	10,4	74
2	04-00	-6	11,3	71
3	07-00	-6	10,5	76
4	10-00	-1	10,6	73
5	13-00	-2	11,6	76
6	16-00	-4	11,1	73
7	19-00	-3	10,9	73
8	22-00	-4	10,8	76

С помощью таблице 1.2. построим графики зависимости температуры, скорость ветра и влажности воздуха от времени для участка №1.(рис. 1.3, 1.4 и 1.5).

Ветер – это поток воздушной массы из-за изменения давления и интенсивности солнечных лучей. Обычно энергия ветра определяется влиянием определенной области перпендикулярно ветру.

$$N_{\text{ветер}} = 0,0049 \cdot g \cdot V \cdot F; \quad (1.1)$$

где g - плотность воздуха (относительно температуры и атмосферного давления), ($\text{кг}/\text{м}^3$); V - скорость воздушного потока ($\text{м}/\text{с}$); F - площадь поверхности.

С 31 декабря 2018 года по 4 января 2019 года технологических нарушений в работе ЛЗБ 220 кВ произошло из-за воздействия гололеда и ветра.



Рис. 1.3 – Зависимость температуры от времени.

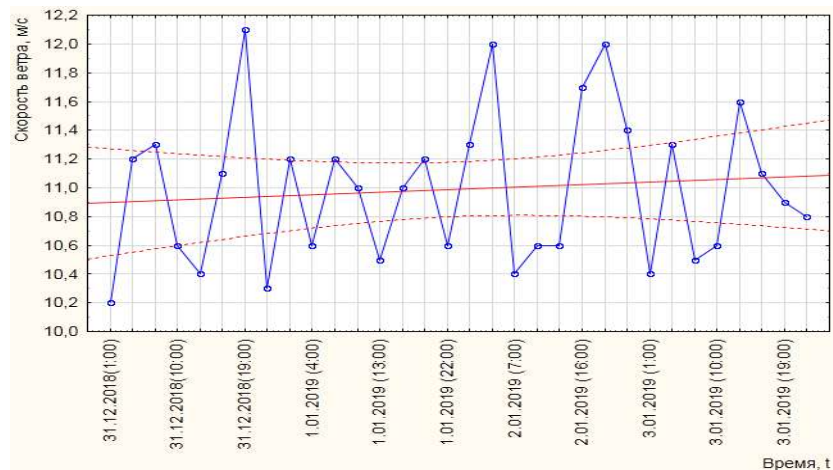


Рис. 1.4 – Зависимость скорости ветра от времени

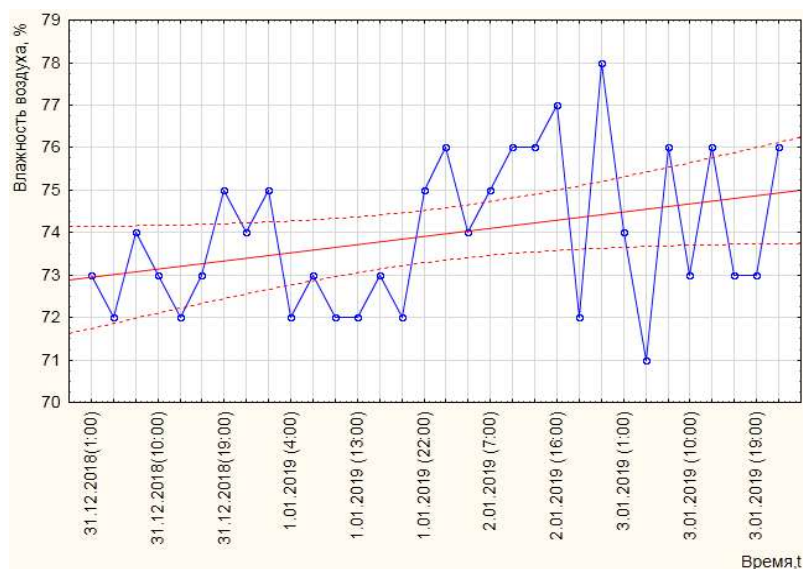


Рис. 1.5 – Зависимость влажности воздуха от времени

На проводах нарастали ледяные муфты диаметром до 180 мм, что в 20-30 раз превышало обычный вес провода. Обледенение проводов происходило при температуре -4°C, средняя скорость ветра составляло 10,9 м/с, а влажность воздуха 73,9 %.

Вывод. Нарушения в работе воздушных линий, вызванные интенсивными гололедными и гололедно-ветровыми нагрузками, являются наиболее тяжелыми по своим последствиям. При этом происходит разрушение опор, проводов, тросов, гирлянд изоляторов, арматуры, в тяжелых случаях повреждаются многие линии на большой территории. Для восстановления требуется значительное время, капитальные вложения, материальные ресурсы и трудозатраты, зачастую велик ущерб от аварийного недоотпуска электроэнергии в отраслях народного хозяйства и коммунально-бытовой сфере. Проявления гололедных явлений и условия их возникновения очень многообразны, следовательно, для предотвращения гололедных аварий необходимо использовать все возможные средства. Универсального метода борьбы с гололедом не существует.

Библиографический список

1. Никитина И.Э., Абдрахманов Н.Х., Никитина С.А. Способы удаления льда с проводов линий электропередачи. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2015. №3.
2. Левченко И.И. Диагностика, реконструкция и эксплуатация воздушных линий электропередачи в гололедных районах. М.: Издательский дом МЭИ, 2007. 448 с.
3. Дьяков А.Ф. Предотвращение и ликвидация гололедных аварий в электрических сетях. Пятигорск: Изд-во РП «Южэнерготехнадзор», 2000. 284 с.
4. Рудакова Р.М. Борьба с гололедом в электросетевых предприятиях. Уфа: Изд-во УГАТУ, 1995. 125 с.

HIGH VOLTAGE POWER LINE ICE

(On the example of the overhead line Zarafshan-Bessopan (LZB) -220 kV)

Information about authors

A.I. KARSHIBAEV, Dean of the faculty, PhD.

F.N. RAXMANOV, Associate Professor of the Department, PhD

M.K. SAYIDOV, assistant

Navoiy State Mining and Technology University, Navoiy, Uzbekistan

Abstract

The problem of de-icing wires in power lines is quite acute around the world, especially in regions with high humidity and low temperatures, since high humidity, winds, and sudden changes in air temperature contribute to intensive ice formation on wires of overhead lines with corresponding undesirable consequences in the form of cliffs wires, cables, destruction of reinforcement, insulators and even supports of overhead lines. This leads to significant economic losses. Therefore, a number of companies and organizations all over the world are actively researching and developing ways to combat the icing of power lines.

Key words: *electricity transmission air-lines; ice hoarfrost deposits; fight against frosting of wires; stationary system of melting of ice.*

Reference

1. Nikitina I.E., Abdrakhmanov N.Kh., Nikitina S.A. Ways to remove ice from the wires of power lines. Electronic scientific journal "Oil and Gas Business". 2015. №3.
2. Levchenko I.I. Diagnostics, reconstruction and operation of overhead power lines in icy areas. M.: MPEI Publishing House, 2007. 448 p.
3. Dyakov A.F. Prevention and elimination of icy emergencies in electrical networks. Pyatigorsk: Yuzhenergotekhnadzor publishing house, 2000. 284 p.
4. Rudakova R.M. Ice control in power grid enterprises. Ufa: Izd-vo UGATU, 1995. 125 p.