

УДК 622:621.311.019.3(043)

А.Г. Захарова, Н.М. Шаулева

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СРОК СЛУЖБЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ КУЗБАССА

Построение систем электроснабжения (СЭС) разрезов отличается от общепринятых принципов, применяемых на промышленных предприятиях рядом особенностей, а именно:

1. Электрические сети не являются автономными по отношению к факторам горного производства, поскольку они «привязаны» к горным работам и схеме вскрытия разреза или месторождения.

2. Передвижной характер горных работ приводит к необходимости перемещать электрические сети по мере отработки участков месторождения, а поэтому в пределах одного разреза имеются стационарные сети, располагающиеся в безугольной зоне и служащие для питания главных подстанций, и передвижные, располагающиеся в зоне ведения горных работ.

3. Срок службы электросетей ограничен длительностью отработки участка месторождения или группы пластов.

Обычно принято распределительные сети разрезов классифицировать либо по принципу построения – радиальные с питающими линиями, магистральные с питающими линиями и комбинированные, либо в зависимости от расположения относительно фронта горных работ – вдоль или поперек [1].

Такой подход не отражает главную особенность СЭС разрезов – зависимость их срока службы от факторов горного производства. Между тем, срок службы электрической сети определяет расходы на ее содержание и оказывает определенное влияние на показатели надежности.

Если при трассировке линии электропередачи не учитывается срок ее службы, а по мере подвигания горных работ такие сети нужно часто перемещать, в этом случае основную роль будут играть затраты на сооружение сети. С другой стороны, при большом сроке службы распределительной воздушной линии (ВЛ) основную часть затрат составляют затраты на обслуживание.

Обычно срок строительства распределительных линий разрезов из-за их малой протяженности не превышает одного года, а поэтому суммарные приведенные затраты определяются по формуле [2]

$$Z_0 = E_n K + E_{TP} K + E_a K + C_\phi = \frac{K}{T_n} + (E_{TP} + E_a) K + C_\phi,$$

где K – единовременные капитальные вложения; $E_n = 0,125$ – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений; E_a и E_{TP} – коэф-

фициенты отчислений на амортизацию, текущий ремонт и обслуживание; C_ϕ – стоимость потерь электроэнергии, тыс.р./год; $T_n = 10$ лет – нормативный срок окупаемости ВЛ.

При сокращении срока службы линии электропередачи приведенные затраты возрастают, поскольку капитальные вложения полностью не окупают себя. В случае, если затраты приводятся к фактическому сроку службы ВЛ, то убыток за счет увеличения приведенных затрат будет

$$\Delta V = Z_\phi - Z_0,$$

где

$$Z_\phi = \frac{K}{t_\phi} + K(E_a + E_{TP}) + C_\phi,$$

– фактические приведенные затраты;
 t_ϕ – фактический срок службы ВЛ, лет.
Тогда

$$\Delta V = K \left(\frac{1}{t_\phi} - \frac{1}{T_n} \right).$$

Фактические приведенные затраты при эксплуатации зависят от множества эксплуатационных факторов, которые определяют длину, сечение, нагрузку, число потребителей, потери электроэнергии и др. Приведенные затраты на эксплуатацию составляют

$$Z = K(E_n + E_{TP} + E_a) + C_\phi.$$

За нормативный срок службы ВЛ должна полностью окупиться и отчисления за этот срок определяются как

$$Z_{\Sigma H} = K E_n T_n = K.$$

Если ВЛ служит t_ϕ лет, то окупаемость будет ниже нормативной. За срок службы t_ϕ окупится средств $Z_{t_\phi} = K E_n t_\phi$, а остаток представляет собой убыток:

$$U = K - K E_n t_\phi = K(1 - E_n t_\phi) = K \left(1 - \frac{t_\phi}{T_n} \right). \quad (1)$$

Поскольку срок службы ВЛ главным образом определяется факторами горного производства – скоростью подвигания забоя и уступов, схемой вскрытия, расположением ВЛ относительно направления подвигания забоя и уступов и др., то отношение $K_a = t_\phi / T_n$ отражает автономность линии электропередачи от факторов горного производства.

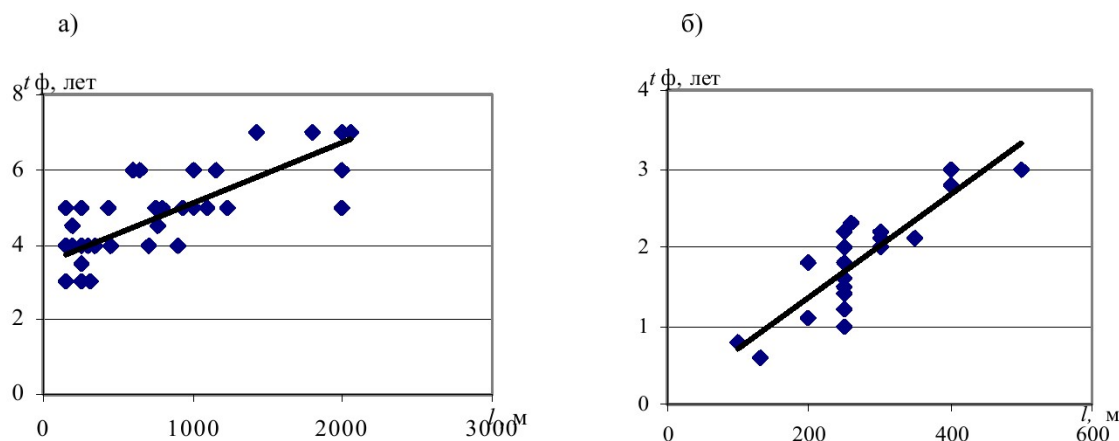


Рис. 1. Поля корреляции и прямые регрессии при разных пределах реализации t_ϕ и l для:
а) збойных ВЛ; б) распределительных ВЛ

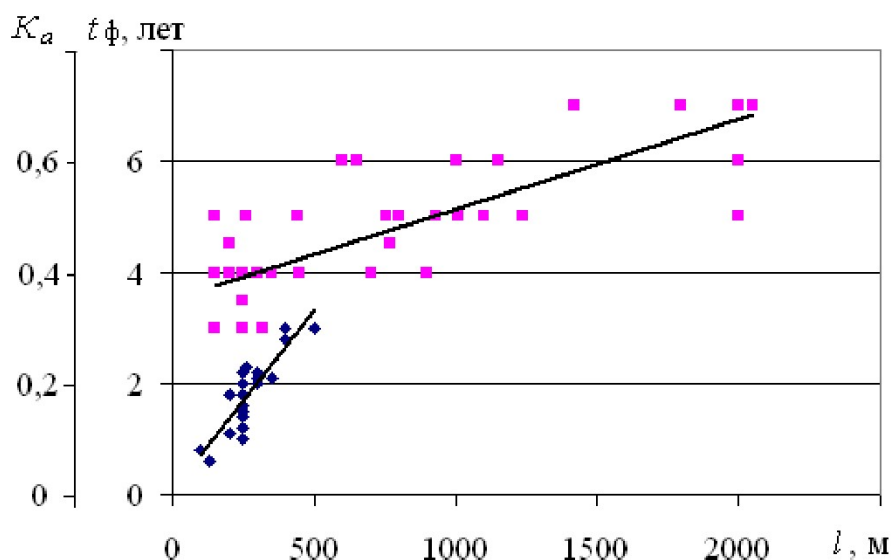


Рис. 2. Совмещенные прямые регрессии

Таблица. Результаты расчета статистик t_ϕ и l

Пределы срока службы t_ϕ , лет	Пределы длины ВЛ, м	Число данных N	Коэффициенты корреляции r	Уравнение регрессии
0,6-3,0	100-500	30	0,84	$t_\phi = 0,0065l + 0,0469$
3,0-7,0	150-2050	39	0,76	$t_\phi = 0,0016l + 3,5026$

Это отношение назовем коэффициентом автономности линии электропередачи разреза. При значении $K_a = 1$ ВЛ обладает полной автономностью по отношению к действующим факторам горного производства, а при $K_a < 1$ проявляется отсутствие автономности.

В формуле (1) не учтен убыток, обусловленный уменьшением отчислений от капитальных вложений на амортизацию. За время t_ϕ амортиза-

ция начисляется в размере $3_a = K \cdot E_a t_\phi$, а возможная амортизация за нормативный срок T_n будет $3_{a,n} = K E_a T_n$.

Убыток с учетом амортизационных отчислений составит

$$Y_a = 3_{a,n} - 3_a = K E_a T_n - K E_a t_\phi = K E_a (T_n - t_\phi).$$

Для ВЛ на деревянных опорах с железобетонными пасынками или из пропитанной древесины значения коэффициента E_a по данным [2] составляет $E_a = 0,042-0,052$.

Общий убыток определяется как

$$Y_o = K \left[\left(1 - \frac{t_\phi}{T_n} \right) + E_a (T_n - t_\phi) \right]$$

Из приведенного анализа следует, что сокращение фактического срока службы ВЛ может привести к существенному увеличению общих приведенных затрат на систему электроснабжения.

Для выявления фактических значений K_a были проанализированы схемы электроснабжения четырех разрезов Кузбасса: «Краснобродского», «Кедровского», «Сартакинского» и «Осинниковского», составленные на планах горных работ. Это позволило определить влияние факторов горного производства на срок службы ВЛ.

Очевидным было предположить, что малый срок службы приходится на линии относительно небольшой протяженности – ответвления от радиальных и магистральных участков ВЛ, спуски по уступам в забоях и др., а линии большой протяженности находятся на значительном расстоянии от уступа или забоя и надобность в их переносе по мере перемещения возникает реже.

Всего было получено 69 парных реализации изучаемых признаков – длины линий электропередачи l и фактического времени работы t_ϕ .

Предварительное сопоставление данных показало, что имеется два разнородных массива данных, различающихся сроком эксплуатации t_ϕ при относительно небольших расхождениях в длинах ВЛ.

Поэтому в качестве отличительного признака был принят срок службы t_ϕ . На основе расчетов коэффициентов корреляции установлено, что рассматриваемые признаки $-l$ и t_ϕ связаны тесной стохастической связью.

В таблице приведены значения коэффициентов корреляции и коэффициенты линейной регрессии. На рис. 1, а, б показаны поля корреляции и прямые регрессии, а на рис. 2 – совмещенные прямые регрессии, построенные по уравнениям регрессии из таблицы, а также шкала коэффициента автономности K_a .

Выполненный анализ позволил разделить распределительные ВЛ разрезов на две группы, на срок службы каждой из которых горные факторы действуют по-разному.

ВЛ группы 1 имеют длину 100 - 500 м и срок службы 0,6 - 3,0 лет и характеризуются полным отсутствием автономности СЭС от факторов горного производства (показатель автономности $K_a = 0,06 - 0,3$).

ВЛ группы 2 имеют большую длину и больший срок службы (соответственно $l = 150 - 2050$ м и $t_\phi = 3,0 - 7,0$ лет), чем ВЛ группы 1, а показатель автономности $K_a = 0,3 - 0,7$ указывает на достаточно сильно выраженную автономность. В эту группу входят фронтальные и поперечные ВЛ, расположенные на бортах карьеров.

Эту особенность ВЛ разрезов необходимо учитывать при их проектировании, сооружении и эксплуатации.

Очевидно, что наиболее экономична ВЛ, обладающая полной автономностью по отношению к факторам горного производства. Однако выбрать трассу ВЛ таким образом, чтобы горные факторы не оказывали влияние на ее функционирование, практически трудно.

Поэтому, даже учитывая факторы надежности, можно ставить вопрос о необходимости поиска принципиально новых путей энергоснабжения крупных потребителей электроэнергии разрезов, которые могли бы быть альтернативой ВЛ с полным отсутствием автономности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белых Б.П., Заславец Б.И. Распределительные электрические сети рудных карьеров. - М.: Недра, 1978. – 239 с.
2. Ермилов А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. - М.: Энергоатомиздат, 1986. – 144 с.

□ Авторы статьи:

Захарова
Алла Геннадьевна
– докт. техн. наук, проф. каф. электропривода и автоматизации КузГТУ.
e-mail: zaharova@gmail.com

Шаулева
Надежда Михайловна
старший преп. каф. электропривода и автоматизации КузГТУ.
e-mail: ANAA5283@mail.ru