

И, как видно из таблицы, предложенные производителем сочетания передач не являются идеальными, так как разница между одними вариантами изменяется очень существенно по сравнению с другими.

Проверим, что будет, если оставить только одну ведущую звёздочку с количеством зубьев равных 42. Для поддержания имеющихся передаточных отношений не будем ограничиваться имеющимися ведомыми звёздочками, а введём дополнительные. Данные сведём в таблицу 2.

Таблица 2

№ п/п	Кол-во зубьев ведомой звёздочки	Передаточное отношение	Величина изменения усилия, (%)
1	14	3	14,3
2	16	2,63	12,5
3	18	2,33	22,2
4	22	1,91	13,6
5	25	1,68	16,0
6	29	1,45	20,7
7	35	1,20	20,0
8	42	1,00	

В результате общее количество звезд уменьшилось до 9, отсутствует необходимость установки системы переключения скоростей на ведущих звёздочках, получено более плавное переключение между всеми передачами.

Таким образом, можно сделать вывод, что большое количество звёздочек не является необходимостью для рядового потребителя и их можно заменить меньшим количеством без каких-либо потерь.

В. В. Миткевич (ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **В. И. Токочаков**, канд. техн. наук, доцент

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ ОСНОВНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Надежность энергоснабжения – способность электрической системы подавать электрическую энергию подключенным к ней потребителям в любое время. Нарушения надежности, то есть перебои в

подаче электроэнергии, наносят большой ущерб сельскохозяйственным объектам. Этот ущерб определяется, с одной стороны, простоем, а с другой – повреждением продуктов.

В соответствии с Правилами монтажа электрооборудования все приемники питания делятся на три категории в отношении обеспечения надежности электроснабжения.

К первой категории относятся потребители, чьи перебои в электроснабжении могут привести к: опасности для жизни людей, значительному ущербу для национальной экономики, повреждению дорогостоящего основного оборудования, болезням и смерти животных, массовым бракам, порче сельскохозяйственной продукции, нарушению сложных технологических процессов.

Ко второй категории относятся потребители, чьи перебои в электроснабжении приводят к огромному дефициту продуктов, огромному времени простоя рабочих и механизмов, нарушению нормальной деятельности значительного числа городских и сельских жителей.

Третья категория включает всех остальных потребителей электроэнергии, которые не включены в список первой и второй категорий.

На первом этапе проектирования электрической сети разрабатывается ряд возможных конфигураций. Параметры конфигурации сети формируются на основе двух основных требований: общая длина сети должна быть как можно меньше. Должны быть предусмотрены требования к надежности электроснабжения потребителей.

При построении конфигурации сети необходимо обеспечить возможность доставки всей мощности электростанций в аварийных условиях, то есть обеспечить подачу электроэнергии в сеть как минимум двумя линиями. В одной цепи замкнутой сети желательно использовать одно номинальное напряжение, иногда два, но не более. Если, согласно результатам расчетов потоков мощности, отдельные участки сети имеют небольшую нагрузку и, следовательно, им нужно будет выбрать напряжение, которое значительно ниже, чем для других участков, это указывает на неудачный выбор конфигурации сети.

Конфигурация сети, ее длина, количество линий в каждой секции напрямую влияют на выбор номинального напряжения.

В практической деятельности при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения энергетик должен постоянно принимать различные решения. На эти решения влияет большое количество факторов, среди которых надежность занимает особое место.

Обоснование необходимого уровня надежности систем электроснабжения имеет большое значение как на этапе проектирования, так

и в процессе эксплуатации, поскольку перебои в электроснабжении могут привести к значительному ущербу для потребителей и другим негативным последствиям.

Показатели надежности – это количественные характеристики одного или нескольких свойств системы электропитания, которые определяют ее надежность. Значения этих показателей получены из результатов испытаний или эксплуатации.

В зависимости от восстанавливаемости элементов системы электроснабжения отдельные показатели надежности делятся на показатели для возобновляемых изделий и показатели для невозобновляемых изделий. Комплексные метрики также используются. Надежность элементов электрической сети можно оценить с помощью части показателей надежности или всех показателей.

Вероятность безотказной работы $p(t)$ – вероятность того, что в заданном интервале времени в системе или элементе не произойдет отказ.

Статистическая оценка $p(t)$:

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0},$$

где N_0 – первоначальное количество элементов для испытания или эксплуатируемых; $n(t)$ – число элементов, отказавших за время t .

Интегральная функция распределения вероятностей безотказной работы

$$R(t) = P(t_{\text{отк}} > t) = \frac{n(t_{\text{отк}} > t)}{N_0(t=0)} = \begin{cases} 0; & t = \infty \\ 1; & t = 0. \end{cases}$$

Интегральная функция распределения вероятностей безотказной работы $R(t)$ численно равна доле начального количества объектов $N_0(t=0)$, не отказавших до произвольного, но фиксированного момента времени t , это $n(t_{\text{отк}} > t)$ объектов.

Таким образом надежность систем электроснабжения сельских потребителей зависит от надежности элементов системы, схемы конфигурации сети и категории электроприемников.

Литература

1. Лыкин А.В. Электрические системы и сети: Учебное пособие. / А.В. Лыкин – М.: Университетская книга; Логос, 2006. – 254 с.
2. Файбисович Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей. / Д.Л. Файбисович – М.: НЦ ЭНАС, 2006. – 352 с.

3. Вокин И.А. Проектирование районной электрической сети: Учебное пособие / И.А. Вокин, Д.М. Карсунцева. – Сызрань: Самар. гос. техн. ун-т., филиал в Сызрани, 2011. – 20 с.

А. С. Невмержицкая (ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
 Науч. рук. **Г. Ю. Тюменков**, канд. физ.-мат. наук, доцент

УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИСИКАВЫ-ЧАНГА-ЛУ ВИДА $\tilde{V} = \tilde{V}(\tilde{P}, \tilde{T})$

До сих пор актуальна задача дальнейшего изучения физических свойств реальных газов на основе использования полуэмпирических уравнений состояния [1]. Эти уравнения часто представляются в не содержащем энтропию виде $P = P(T, V)$. Все уравнения имеют дополнительные параметры a и b , связанные с силами парного молекулярного взаимодействия, которые часто бывают зависящими от температуры. Математическая простота уравнений состояния содержит определенную сложность, заключающуюся в их преобразовании к виду $V = V(T, P)$. Это связано с характером их математической зависимости от объема макросистемы.

Рассмотрим часто используемое в расчетах уравнение Исикавы-Чанга-Лу

$$P = \frac{RT(2V + b(T))}{V(2V - b(T))} - \frac{a(T)}{\sqrt{T}V(V + b(T))}, \quad (1)$$

имеющее приведенную форму

$$\tilde{P} = \frac{\tilde{T}(2\chi\tilde{V} + \beta(\tilde{T}))}{\Omega_b\chi\tilde{V}(2\chi\tilde{V} - \beta(\tilde{T}))} - \frac{\Omega_a\alpha(\tilde{T})}{\Omega_b^2\sqrt{\tilde{T}}\chi\tilde{V}(\chi\tilde{V} + \beta(\tilde{T}))}, \quad (2)$$

с параметрами

$\chi = 2.89812008$, $\Omega_a = 0.46712311$, $\Omega_b = 0.10876233$,
 и встроенными функциями

$$\alpha(\tilde{T}) = 0.94162 + 0.48023\tilde{T} - \frac{0.42185}{\tilde{T}},$$

$$\beta(\tilde{T}) = 0.83056 + 0.21595\tilde{T} - 0.04651\tilde{T}^2.$$

Для того, чтобы выделить искомую зависимость, сначала запишем уравнение состояния в виде кубического уравнения

$$-2\tilde{P}\sqrt{\tilde{T}}\chi^3\Omega_b^2\tilde{V}^3 + \sqrt{\tilde{T}}\chi^2\Omega_b(2\tilde{T} - \tilde{P}\beta(\tilde{T})\Omega_b)\tilde{V}^2 +$$