

Рис. 1. Среднегодовые значения интенсивности солнечного излучения, падающего на наклонную поверхность солнечной батареи при различных углах наклона к горизонту для городов в регионах Туркменистана

Интенсивность солнечной радиации, падающей на поверхность солнечной батареи, наклоненной относительно горизонта на оптимальный угол территории Туркменистана, изменяется от 1819,882 кВт·ч/м² в год для г. Балканабат до 1897,407 кВт·ч/м² в год для г. Мары. Определены интенсивность солнечной радиации, падающей на поверхность солнечной батареи наклоненной относительно горизонта на оптимальный угол, для населенных пунктов районов Гокдепе, Бахарден и Теджен Ахалской области.

Литература

1. Türkmenistanyň Prezidentiniň Karary bilen tassyklanан «Energiýany tygşytlamagyň 2018–2024-nji ýyllar üçin Döwlet maksatnamasy. Аşgabat, 2018ý.
2. Nazarow, S. Türkmenistanyň welaýatlarynda Günüň energiýasyny ulanmagyň mümkinçilikleri / S. Nazarow, A. Jumaýew // Türkmenistanda ylym we tehnika žurnaly. – 2019ý. – № 6, 54–59-njy sah.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИНХРОНИЗОВАННЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Э. А. Сопыева

Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары

Электроснабжение потребителей электрической энергией высокого качества является одним из приоритетных направлений в энергетике. Для обеспечения надежности на подстанциях используются выключатели и коммутируемые аппараты различного уровня напряжений.

Во всех выключателях расхождение контактов может начинаться при любом значении коммутируемого тока.

Энергия, выделяемая в дуговом промежутке выключателя любого типа, определяется уравнением

$$A_{\text{д}} \int_0^{t_{\text{д}}} U_{\text{д}} i dt,$$

где $U_{\text{д}}$ – мгновенное значение напряжения на дуге; i – мгновенное значение тока в дуге; $t_{\text{д}}$ – время горения дуги.

Интервал берется за каждый полупериод, после чего энергия суммируется.

Возрастание номинального тока отключения выключателей ведет к увеличению энергии A_d , выделяемой в дуговом промежутке. При этом усложняется конструкция выключателей, увеличиваются их габаритные размеры и масса. Кроме того, с ростом энергии увеличивается износ контактов. Даже применение металлокерамических контактов на сегодняшний день не решает этого вопроса при большом числе отключений.

Режим отключения можно значительно облегчить, если ограничить выделяемую в дуге энергию. Это достигается синхронизацией момента начала расхождения контактов с моментом прохождения тока через нуль при высокой скорости движения контактов. Структурная схема из одного вариантов синхронизированного выключателя показана на рис. 1.

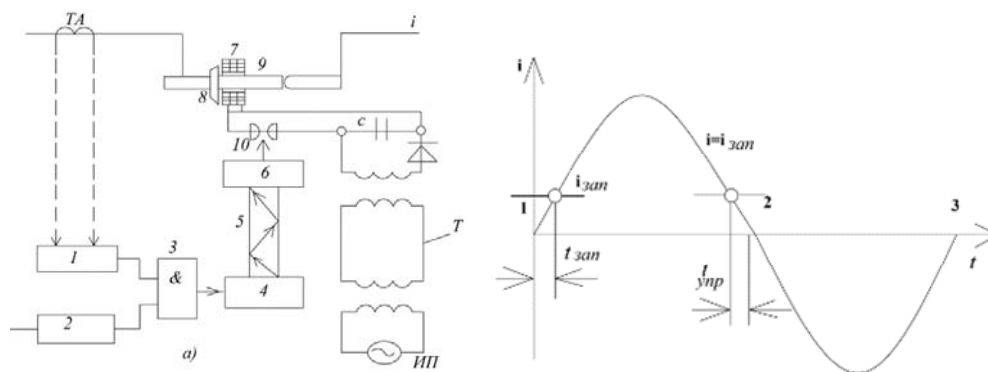


Рис. 1. Синхронизированное отключение цепей высокого напряжения

Схема работает следующим образом: трансформатор тока ТА питает синхронизатор 1, который выдает запускающий импульс 1,5–2 мс до момента прохождения тока через нуль. К этому моменту расстояние между контактами должно быть достаточным для надежного гашения дуги. При этом энергия, выделяемая при расхождении контактов, уменьшается в 10–15 раз. Уменьшается не только время горения дуги (до 1,5–2 мс), но и максимальное значение тока в дуге (до $0,2I_m$). Все это создает благоприятные условия для гашения дуги при первом прохождении тока через нуль [1].

На логический элемент 3 подаются сигналы от синхронизатора 1 и релейной защиты 2. Сигнал на выходе этого блока появляется при наличии сигнала от релейной защиты. От логического элемента 3 подается сигнал в систему оптической передачи 4–6. Сигнал по оптоволокну 5 поступает на фотоприемник 6, в качестве которого используются фотодиоды. Сигнал приемника 6 используется для управления индукционно-динамическим приводом 7, 8 обеспечивающим необходимую скорость подвижного контакта 9 выключателя.

Принцип действия индукционно-динамического привода следующий. От источника питания ИП через трансформатор Т и диод заряжается конденсаторная батарея с емкостью $C = 100\text{--}300$ мкФ и напряжением батареи 3–5 кВ. При поджиге трехэлектродного зарядника 10 конденсатор разряжается на катушку 7, расположенную вблизи диска 8, изготовленного из материала с очень малым электрическим сопротивлением. Диск жестко связан с подвижным контактом 9. Разряд батареи имеет колебательный характер с частотой 1–5 кГц под действием магнитного поля катушки, изменяющегося с такой частотой. В диске наводятся вихревые токи. Эти токи взаи-

модействуют с током катушки и создают силу, отталкивающую диск от катушки. Диск жестко связывается с подвижным контактом. Сила, действующая на диск, описывается следующим уравнением [1]:

$$P = -i_{kat} i_{disk} \frac{dM}{dx},$$

где M – взаимная индуктивность катушки и диска; x – перемещение диска.

Приведем некоторые приближенные расчеты. Пусть для надежного гашения дуги необходимо, чтобы подвижной контакт переместился на расстояние $h_k = 30\text{--}40$ мм за время $t = 1,5\text{--}2$ мс. Примем, что движение контакта равноускоренное и его масса составляет $m = 3$ кг.

Тогда ускорение контакта:

$$a = \frac{2h_{kont}}{t^2} = \frac{2 \cdot 0,04}{1,5^2 \cdot 10^{-6}} 3,76 \cdot 10^4 \text{ м/с}^2.$$

Скорость контакта к концу хода:

$$v = at = 3,76 \cdot 10^4 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 56,5 \text{ м/с}.$$

Сила, необходимая для его перемещения:

$$P = ma = 3 \cdot 3,76 \cdot 10^4 = 11,3 \cdot 10^4 \text{ Н}.$$

Описанный индукционно-динамический привод обладает очень высоким быстродействием.

Для повышения быстродействия диск привода связан с подвижным контактом без каких-либо промежуточных передач. Время передачи импульса от синхронизатора до трехэлектродного разрядника составляет десятки микросекунд, а полное время отключения выключателя не превышает $1,5\text{--}2$ мс [2].

По сравнению с другими типами синхронизованные выключатели имеют следующие преимущества: 1) малая длительность горения дуги. Значительно уменьшается износ контактов и эксплуатационные расходы; 2) облегчает процесс горения дуги. Уменьшение выделяемой дугой энергии позволяет увеличить номинальный ток отключения при том же расходе воздуха; 3) увеличивается скорость восстановления электрической прочности промежутка. Работа выключателя при высоких скоростях восстановления напряжения допустима без шунтирующих резисторов; 4) отключение КЗ за время $t \leq 0,02$ с повышает динамическую устойчивость энергосистем промышленной частоты [3].

Недостатком синхронизованных выключателей является сложность схемы и конструкции, наличие большого количества элементов, что сказывается на надежности работы. В связи с этим развитие синхронизованных выключателей на высокое напряжение применение не произошло. Тем не менее принцип синхронного размыкания цепи используется во взрывных предохранителях с напряжением $6\text{--}10$ кВ.

От использования предлагаемых способов в промышленности ожидаются следующие результаты: 1) использование в промышленности предлагаемых выключателей даст возможность оценить их работоспособность; 2) даст возможность предот-

вращения выхода из строя используемых выключателей из-за аварии; 3) составит экономический эффект выявления работоспособности выключателей с истекшим сроком службы и определит возможности их использования.

Литература

1. Чунихин, А. А. Электрические аппараты / А. А. Чунихин. – М., 1988.
2. Буслова, Н. В. Электрические системы и сети / Н. В. Буслова. – К. : Высш. шк., 1986.
3. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети / В. И. Идельчик. – М. : Энергоатомиздат, 1989.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ РАСТЕНИЕВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ ТУРКМЕНИСТАНА

К. Сарыев, А. Матьякубов, М. Оразбердиева, П. Оразмаммедов
 НППЦ «Возобновляемые источники энергии» Государственного
 энергетического института Туркменистана, г. Мары

Данная научная работа посвящена важной проблеме освоения пустынных территорий, в частности, автономным системам, предназначенным для производства продукции растениеводства вдали от основных источников электрической энергии.

Для обеспечения автономности в пустыне, вдали от источников электричества комплексно используются устройство для регулирования температуры внутри теплицы, а также устройство для опреснения минерализованной воды однократным испарением, для орошения растений.

Ультрафиолетовая (УФ) часть солнечного излучения относится к электромагнитному излучению с длинами волн от 380 до 10 нм. Кванты этого излучения обладают высокой энергией [1].

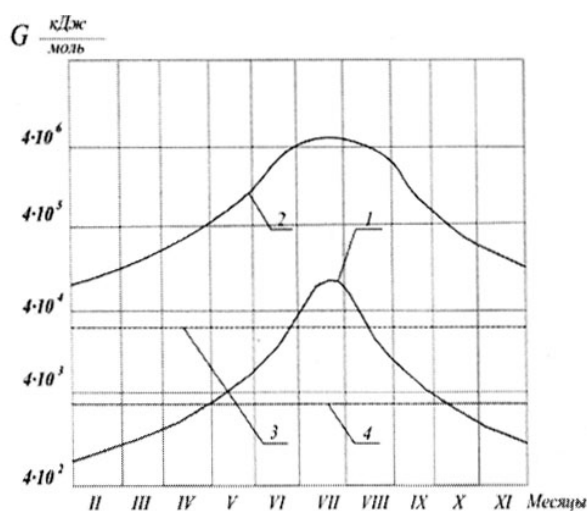


Рис. 1. Ход поступления световой и тепловой частей энергии солнечной радиации на Землю, в течение светового дня, по месяцам:
 1 – кривая энергии инфракрасного (теплового) излучения; 2 – кривая энергии светового излучения; 3 – верхняя граница тепловой энергии, необходимой для поддержания температурного режима реакции фотосинтеза теплолюбивых культур; 4 – нижняя граница энергии инфракрасного излучения, необходимая для поддержания теплового режима реакции фотосинтеза