

ЭНЕРГЕТИКА

М. М. Лебедев

К вопросу применения экономичных схем при проектировании электрических станций

Основными дефектами современного метода проектирования первичной коммутации является, во-первых, отсутствие количественного анализа эксплуатационных показателей и, во-вторых, оторванность от конструктивного проектирования распределительных устройств. В результате основные вопросы электрической части электростанций отдаются во власть или субъективным вкусам проектировщика или, чаще, шаблону, принятому в той или иной проектной организации.

В настоящей работе делается попытка создания объективного критерия для выбора первичной коммутации гидростанций, входящих в горные каскады. Отдельные, принципиально новые методы и предложения, выдвигаемые ниже, могут быть применены и к другим установкам, способствуя удешевлению электрической части ГЭС, повышению ее надежности и высвобождению дефицитной аппаратуры.

Основное количество горных электростанций (около 85%) характеризуется малым числом агрегатов (три и менее, в том числе на 55% ГЭС—2 агрегата). Расстояния между гидростанциями по каскаду не превышают 10—20 км. Экономическое число линий высшего напряжения, отходящих от ГЭС, не превышает четырех и в среднем равно двум. Таким образом, подавляющее большинство гидростанций относится (на высшем напряжении) к малофидерным; общее количество приключенных к ним объектов (фидеров) не превышает шести.

Для малофидерных ГЭС широкое применение должны найти экономичные схемы, т. е. схемы, требующие меньше аппаратуры, чем европейская, при наличии оперативных разъединителей, или меньше, чем американская, при выполнении всех операций только выключателями. К таким схемам относятся:

1. Лучевые.
2. Секционные—шинные и бесшинные (в том числе схема Н).
3. Полигонные: трехугольник, квадрат, пятиугольник, шестиугольник.

Против применения экономичных схем обычно выдвигают три возражения:

1. Эксплуатационную непроверенность экономичных схем.

2. Снижение гибкости и степени резервирования.

3. Трудность расширения распрестройства.

Проведенный нами анализ показывает, что перечисленные возражения несостоятельны.

Начнем с возражения об эксплуатационной непроверенности экономичных схем. Это, глубоко ошибочное, мнение возникло оттого, что в ряде работ и рефератов полигонная схема описана как оригинальное решение, впервые принятое на ГЭС Болдер-Дам. На самом деле полигонная схема, до Болдер-Дам, широко применена в английской „Грид“ и, еще ранее, на ряде крупных установок—Массон ГЭС (1933, Канада), ГЭС Абитиби-Каньон (1933, Канада), п/ст. Лисайд в Торонто (1930, Канада) и др. Идея же многократно-полигонной схемы была предложена Р. Тритом еще в 1919 году (Gen. El. Review, XXII, 922). Аналогичным образом удастся проследить схему Н в работах 1916 года и т. д.

Таким образом, применение экономичных схем на крупнейших электроустановках мира следует рассматривать не как первый опыт, а как результат длительного экспериментального периода. Следовательно, эксплуатация уже сказала свое решающее слово и дальнейшее измышление „эксплуатационных“ аргументов может привести только к перерасходу народных средств.

Аргументация „гибкостью“, „степенью резервирования“ и т. д. носит обычно сугубо субъективный характер. Мы попытались найти объективные критерии для сравнения различных схем.

Первым из этих критериев является *локализация аварии*, т. е. степень сохранения в работе распределительного устройства при аварии в какой-либо его точке. Мерилом изберем коэффициент локализации аварии.

$$L = \frac{k}{\sum_{i=1}^n N_i}$$

где: L — коэффициент локализации аварии;

k — число крепимых на изоляторах контактов в одной фазе (по всему распределительному устройству);

N_i — число объектов (фидеров), отключающихся при аварии на i -том контакте.

Таким образом, коэффициент локализации аварии представляет величину обратную средневзвешенному числу объектов, которые отключаются при аварии на одном из контактов, крепимых на изоляторах. Это определение принято ввиду того, что в подавляющем большинстве случаев аварии происходят именно в названных точках (т. е. на колонках разъединителей, втулках выключателей и контактной системе коммутационных аппаратов), количество же аварий, происходящих в остальных точках распределительного устройства, ничтожно.

Для ряда схем коэффициент локализации не зависит от числа

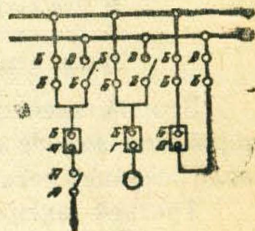
Таблица 1.

Значение коэффициента локализации аварии для некоторых схем

№ № по пор.	С х е м а	L
1	Американская двойная	2
2	Американская полуторная	1,38
3	Полигонная	1,0
4	Блочная (один выключатель в цепи, агрегатный трансфер)	0,74
5	Европейская (при работе на отдельных шинах) .	$\frac{8N - 2m + 6}{2,5N^2 + 6N - 2m}$
6	Лучевая (N — 1 агрегатов и 1 линия)	$\frac{4N + 4}{3N^2 - 2N - 1}$
7	Секционная с одинаковым составом объектов всех секций	$\frac{6nN + 6N^2 - 6n - 2mn}{3N^2 - 6N + 9nN - 2mn}$

фидеров или выражается простыми формулами (табл. 1). Для других схем проще непосредственный подсчет. Результаты определения коэффициента локализации по формулам и из схем для конкретных малофидерных ГЭС сведены в таблицу 2 (стр. 40).

Пример подсчета коэффициента локализации аварии проведем для европейской схемы (фиг. А). Как видно из схемы, если на ГЭС всего N фидеров, в том числе m генераторов, то на ГЭС будет:



точек „А“ — $3(N - m)$

„Б“ — $4N + 3$

„В“ — $N + 3$

„Г“ — m

Фиг. А

При аварии в какой либо из этих точек отключается:

при аварии в точке „А“ — 1 фидер

„Б“ — N фидеров

„В“ — 0

„Г“ — 1 фидер

Соответственно:

$$L = \frac{3(N - m) + (4N + 3) + (N + 3) + m}{3(N - m) \cdot 1 + (4N + 3)N + (N + 3)0 + m \cdot 1} = \frac{8N - 2m + 6}{4N^2 + 6N - 2m}$$

Легко показать, что коэффициент локализации аварии может быть повышен при работе на отдельных шинах.

Через m обозначаем количество агрегатов, через n — число секций, а через N — полное количество фидеров.

Значение коэффициента локализации аварии для отдельных типов ГЭС

Число агрегатов	Число линий	Секцион.	Европейск.	Лучевая	Н
1	2	—	0,73	0,50 ¹⁾	—
2	1	—	0,71	0,40	—
1	3	—	0,58	0,40 ¹⁾	—
2	2	0,59 ²⁾	0,57	—	0,53
3	1	—	0,55	0,31	—
1	4	—	0,49	0,33 ¹⁾	0,65
2	3	—	0,47	—	0,65—0,68
3	2	0,67 ⁴⁾	0,46	—	0,63—0,65
4	1	—	0,45	0,25	—
2	4	0,44 ³⁾	0,41	—	—
3	3	0,58 ³⁾	0,40	—	—
4	6	0,40 ³⁾	0,39	—	—

Примечания: ¹⁾ Лучевая схема применима только при отсутствии транзита.

²⁾ Две секции.

³⁾ Три секции.

⁴⁾ Две секции с центральным резервом.

Второй эксплуатационной характеристикой служит *число операций при выводе оборудования в плановый ремонт*. Поскольку это число операций легко определить, соответствующих таблиц не приводим.

Третьей эксплуатационной характеристикой служит *теснота связи подходящих и отходящих фидеров*. Связь через РУ тех фидеров, ток по которым идет в одном направлении, только ухудшает локализацию аварий; напротив, схема тем лучше, чем теснее может быть связан любой фидер, подводящий энергию к РУ, с любым фидером, отводящим энергию.

Теснота связи может характеризоваться [числом выключателей, включенных в цепочку, образованную любым подходящим и любым отходящим фидером. Гибкость связи можно охарактеризовать относительным числом цепочек, сохраняющихся при отключении какого-либо выключателя. Цепочки эти назовем цепочками прохождения энергии.

Если обозначим через:

q_n — число цепочек прохождения энергии при нормальном режиме;

q_p^a — то же при ремонтном режиме „а“ (отключении одного выключателя);

M_{ni} — число выключателей в i -той цепочке при нормальном режиме;

ΣM_n — сумму числа выключателей во всех цепочках при нормальном режиме;

M_{ri}^a — соответственно то же при ремонтном режиме „а“;

ΣM_p^a

$I_n = \frac{\Sigma M_n}{q_n}$ — искусственность схемы при нормальном режиме, т. е. средневзвешенное число выключателей в одной цепочке;

$I_p^a = \frac{\Sigma M_p^a}{q_p^a}$ — то же при ремонтном режиме;

$q_p = \frac{\Sigma q_p^a}{B}$ — среднее число цепочек при ремонте;

$I_p = \frac{\Sigma I_p^a}{B}$ — среднюю искусственность при ремонте;

B — число выключателей,

то теснота связи определится в нормальном режиме величиной I_n , а в ремонтном — I_p . Название „искусственность схемы“ применено потому, что для работы распределительного устройства необходимо и достаточно, чтобы в каждой цепочке прохождения энергии был один выключатель. На самом же деле приходится включать в цепочку не один, а I выключателей. Поэтому величина I , имея физический смысл — количество выключателей в цепочке, одновременно показывает отношение $I:1$, т. е. во сколько раз пришлось увеличить число выключателей в цепочке по другим эксплуатационным соображениям.

Гибкость же схемы определится, как

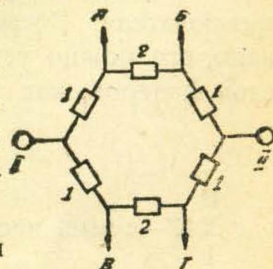
$$q_0 = \frac{q_p}{q_n}$$

В таблицах 3, 4 (стр. 43), 5 и 6 (стр. 44) приведены значения I_n , I_p и q_0 . Алгебраические выражения нами не приводятся, т. к. они представляют интерес лишь при большом числе фидеров.

Пример подсчета указанных выше коэффициентов проведем для шестиугольника с двумя агрегатами и четырьмя отходящими линиями (фиг. Б).

Между агрегатом и линиями А и В включено по одному выключателю; между агрегатом I и линиями Б и Г включено последовательно по два выключателя. Аналогично питает линии агрегат II.

Получаем следующие цепочки прохождения энергии:



Фиг. Б

а)	Цепочка агрегат	I	—	линия А	через 1	выключатель
б)	"	"	I	—	" Б	" 2 выключателя
в)	"	"	I	—	" В	" 1 выключатель
г)	"	"	I	—	" Г	" 2 выключателя
д)	"	"	II	—	" А	" 2 выключателя
е)	"	"	II	—	" Б	" 1 выключатель
ж)	"	"	II	—	" В	" 2 выключателя
з)	"	"	II	—	" Г	" 1 выключатель

Итого 8 цепочек. Среднее число выключателей в цепочке

$$I_n = \frac{4 \cdot 1 + 4 \cdot 2}{8} = 1,5.$$

При ремонте какого-либо из выключателей „1“ среднее число выключателей в цепочке, подсчитанное подобным способом

$$I'_p = \frac{3 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 4 + 5}{8} = 2,85.$$

При ремонте какого-либо из выключателей „2“

$$I''_p = \frac{4 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 4}{8} = 2,00.$$

И учитывая, что выключателей „1“—4, а выключателей „2“—2,

$$I_p = \frac{4 \cdot 2,85 + 2 \cdot 2,00}{6} = 2,17.$$

Какой бы выключатель ни ремонтировался, энергия продолжает протекать по всем цепочкам, и, таким образом

$$Z = 0$$

$$q_p = q_n$$

$$q_0 = 1.$$

Для простоты в таблицах принято всюду, что по линиям энергия утекает от ГЭС.

Описанным методом не учитывается возможность устройства байпаса, которая имеется во всех схемах, кроме лучевых и Н.

Наконец, последний показатель—простой фидеров при ремонте выключателя. Косвенно он виден из таблиц 6 и 7 (стр. 44—45), однако, его можно установить непосредственно, в виде удельного простоя фидеров, как

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^B N'_i}{N}$$

где $\sum_{i=1}^B N'_i$ —сумма чисел фидеров, отключаемых при ремонте каждого из выключателей.

Величина Z приведена в таблице 3.

Таблица

Искусственность, гибкость и простой фидеров при ремонте для некоторых схем

С х е м а	Искусственность		Гибкость q_0	Простой фидеров при ремонте выключателя Z
	При нормальном режиме I_n	При ремонте выключателя I_p		
1. Американская двойная . . .	2,00	2,00	1,0	0
2. Американская полуторная . .	$f(N)$	$f(N)$	1,0	0
3. Полигонная	$f(N)$	$f(N)$	1,0	0
4. Блочная	2,00	1,5	0,5	0,5
5. Европейская	2,00	2,00	$f(N)$	1
6. Лучевая	1,00	1,00	$f(N)$	$1 - \frac{1}{N}$
7. Н	$f(N)$	$f(N)$	$f(N)$	$0,6 + 0,67$

Таблица 4

Искусственность при нормальном режиме для тех схем, где она зависит от числа и вида фидеров

Число агрегатов	Число линий	Американская полуторная	Полигонная	Н	Секционная
1	2	1,5	1,0	—	—
2	1	1,5	1,0	—	—
1	3	2,0	1,33	1,33	—
2	2	2,0	1,0	1,5	2,5
3	1	2,0	1,33	1,33	—
1	4	2,0	1,5	1,5	—
2	3	2,0	1,33	1,25	3,0
3	2	2,0	1,33	1,25	3,0
4	1	2,0	1,5	1,33	—
2	4	2,25	1,5	—	2,5
3	3	2,33	1,67	1,9	2,89
4	2	2,25	1,5	—	2,5

Таблица 5.

Искусственность при ремонтном режиме для тех схем, где она зависит от числа и вида фидеров

Число агрегатов	Число линий	Американская полуторная	Полигонная	Н	Секционная
1	2	2,0	1,5	—	— *)
2	1	2,0	1,5	—	— *)
1	3	2,44	1,67	1,17	∞ *)
2	2	2,67	1,25	1,33	2,44
3	1	2,44	1,67	1,17	∞ *)
1	4	2,25	2,0	1,41	— *)
2	3	2,21	1,87	1,25	2,94
3	2	2,21	1,87	1,25	2,94
4	1	2,25	2,0	1,41	— *)
2	4	2,19	2,17	—	2,43
3	3	2,48	2,11	1,69	2,77
4	2	2,48	2,17	—	2,43

Примечание: *) В секционной и европейской схемах при отключении одного из выключателей разрывается весь поток энергии.

Таблица 6.

Гибкость для тех схем, где она зависит от числа и вида фидеров

Число агрегатов	Число линий	Европейская	Лучевая	Н	Секционная
1	2	0,5	0,5	—	—
2	1	0,5	0,5	—	—
1	3	0,6	0,67	0,56	0,47
2	2	0,6	—	0,5	0,5
3	1	0,6	0,67	0,56	0,47
1	4	0,67	0,75	0,63	—
2	3	0,67	—	0,58	0,59
3	2	0,67	—	0,58	0,59
4	1	0,67	0,75	0,63	—
2	4	0,71	—	—	0,64
3	3	0,71	—	0,62	0,64
4	2	0,71	—	—	0,64

Зависимость числа выключателей, определяющего стоимость Р от числа фидеров дана в таблице 7.

Таблица 7.

**Функциональная зависимость числа выключателей
от числа фидеров**

№№ по пор.	С х е м а	Число выключателей
1	Американская двойная	$2N$
2	полуторная	$1,5N$
3	Полигонная	N
4	Блочная с одним выключателем в цепи	N
5	Блочная с двумя выключателями в цепи	$1,5N$
6	Европейская	$N + 1$
7	Секционная	$N + n - 1$
8	Лучевая	$N - 1$
9	Н	$N - 1$

Подводя итоги нашему анализу, можно расположить схемы в порядке убывающей целесообразности, как это сделано в таблице 8.

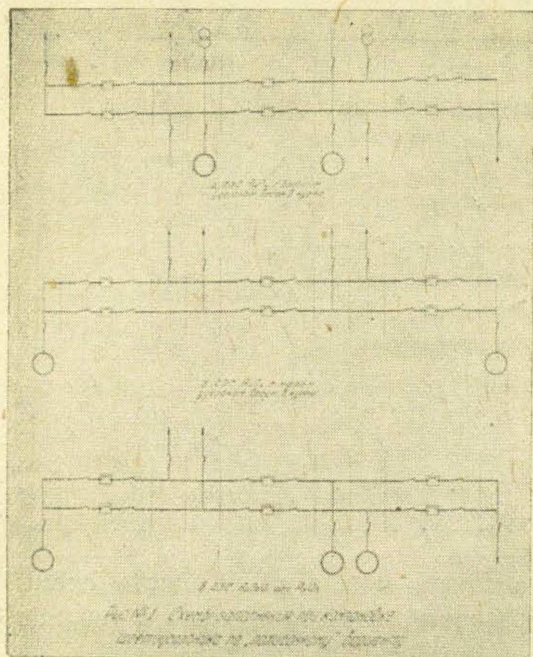
Таблица 8.

Технико-экономическая целесообразность различных схем

Место	Число выключателей V	Локали- зация аварий L	Операции при выводе в ремонт R	Искусственность		Гибкость q_0	Ремонтный простой Z
				Норм. режим I_n	Рем. режим I_p		
1	Лучевая	Америк. 2	Секцион.	Лучевая	Лучевая	Полигон.	Полигон.
2	Н	Америк. 1,5	Лучевая	Полигон.	Н	Америк. 1,5	Америк. 1,5
3	Полигон.	Полигон.	Блок 1	Н	Полигон.	Америк. 2	Америк. 2
4	Блоки 1	Блоки 1	Европейск.	Европ.	Америк. 2	Лучевая	Блоки 1
5	Европейск.	Блоки 2	Н	Америк. 2	Блоки 1	Европейск.	Н
6	Секцион.	Секцион.	Блоки 2	Блоки 1	Блоки 2	Секцион.	Лучевая
7	Америк. 1,5	Н	Полигон.	Америк. 1,5	Америк. 1,5	Америк. 1,5	Блоки 2
8	Блоки 2	Европейск.	Америк. 1,5	Блоки 2	Европ.	Блоки 2	Европейск.
9	Америк. 2	Лучевая	Америк. 2	Секцион.	Секцион.	Америк. 2	Секцион.

Основными характеристиками являются L , q_0 и Z . В этих графах, при расстановке схем по порядку, уже учтена их стоимость, остальные характеристики (R , I_n и I_p)—второстепенные. Производя, в общем случае, выбор схемы по основным характеристикам и разрешая спор-

ные вопросы по остальным, приходим к окончательным объективным выводам:



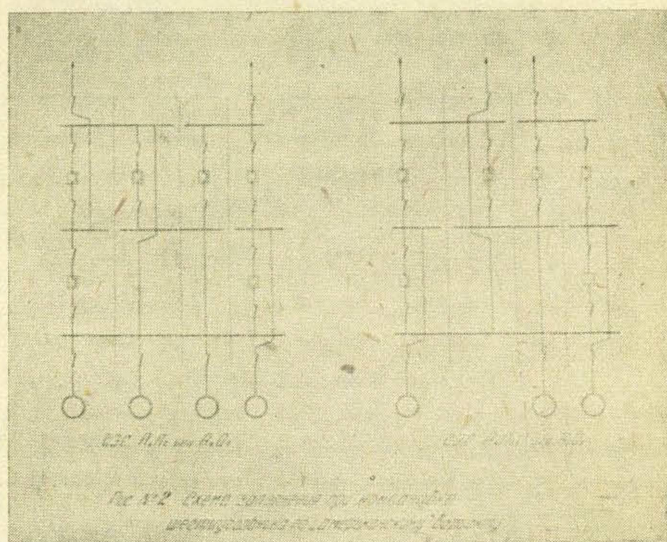
1. Блочные схемы с трансфером на выключателях не должны применяться на малофидерных ГЭС.

2. Для ГЭС очень высокой ответственности, в виде исключения, может быть допущено применение американской схемы.

3. Нормальной схемой для ответственной малофидерной ГЭС следует признать полигонную.

4. Схемы европейская и секционная дороже полигонной и хуже ее по большинству показателей, а поэтому и не могут быть рекомендованы на малофидерных ГЭС.

5. Наиболее экономичные схемы—Н и лучевая должны найти самое широкое применение на менее ответственных ГЭС и подстанциях.

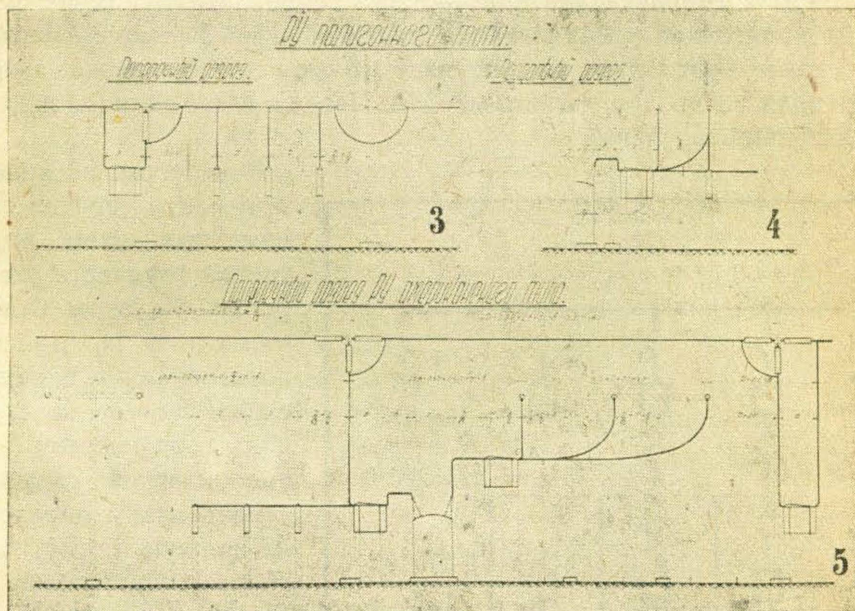


Возможно и дальнейшее удешевление коммутации путем применения дешевых схем, т. е. таких, при которых часть оперативных функций данного РУ перекладывается на остальную систему.

К дешевым схемам относятся:

1. Подключение к линии отпайками.
2. Относ выключателя на второй конец линии.
3. Перенос части аппаратуры на низкое напряжение.

В ряде случаев применение дешевых схем оправдывается и при $N > 6$. Для многофидерных ГЭС под определение дешевых схем подходят также блочная и секционная.



Ввиду малой длины соединительных линий в горных каскадах дешевые схемы могут здесь применяться без ущерба для эксплуатации. Более того, в ряде случаев эксплуатационные показатели оказываются более высокими, т. к. уменьшение числа фидеров (напр. при отпайках или блоках) позволяет перейти к более современной схеме.

Однако применение дешевых схем возможно лишь после детального анализа роли ГЭС в системе.

Проведенный анализ позволяет также предложить принципиально новую схему, которую мы назовем кратноручевой (рис. 6 на стр. 48). В отличие от описанных схем ее показатели лучше всего выражаются через число цепочек q_n .

Для этой схемы

$$B = q_n$$

$$L = 1$$

$$R = 7 \frac{q_n}{N}$$

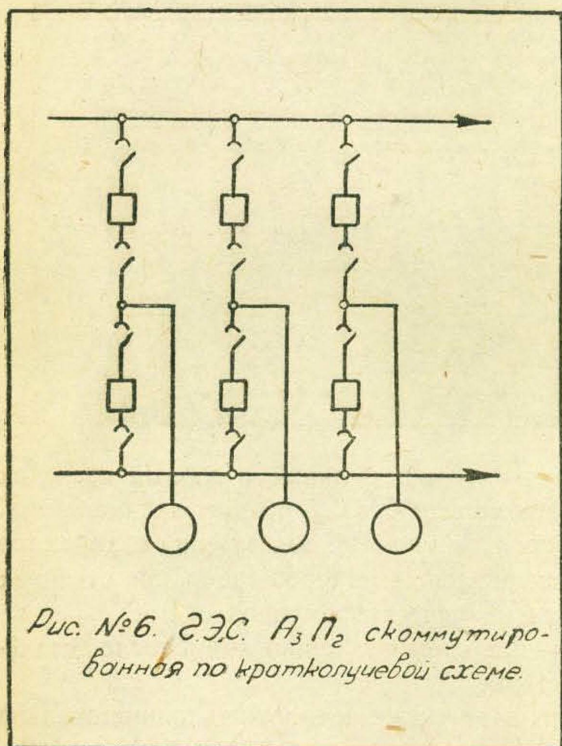
$$I_n = 1$$

$$I_p = 1 + \frac{2}{q_n}$$

$$q_p = 1$$

$$Z = 0$$

Эта схема, как видно из приведенных данных, применима для всех малофидерных ГЭС. Потребность в аппаратуре—средняя между полигоном и американской полуторной схемой. Преимущества схемы перед полигонной увеличиваются с ростом числа фидеров. Американской схеме кратноручевая уступает только в локализации аварий, превосходя ее по другим показателям. Предлагаемая схема нуждается в дальнейшем изучении.

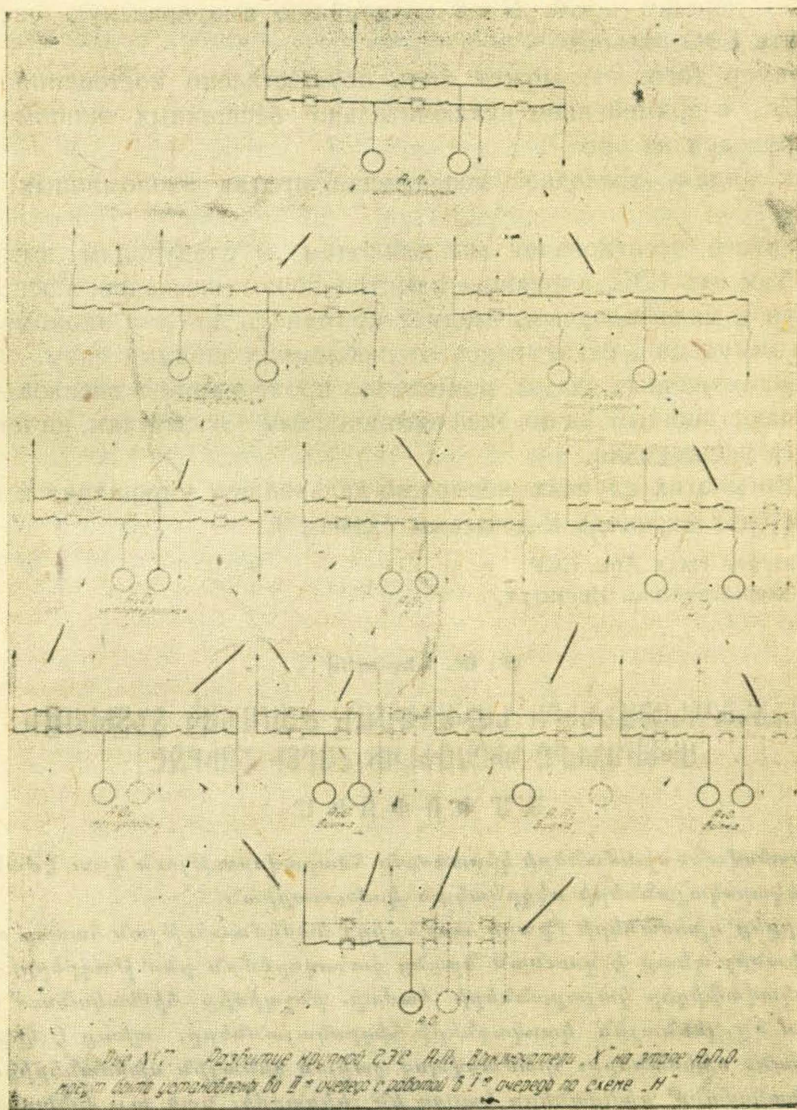


В качестве последнего аргумента против экономичных схем выдвигается трудность расширения. На этом основании схемы Н, лучевая, полигонная и т. д. обычно собираются на конструкциях европейской или американской схемы, с последующим переходом на шинную схему; часто практикуется также так называемая переходно-американская схема, т. е. монтаж европейской схемы на конструкциях американской двойной. Эти конструктивные решения связаны с омертвлением средств, единственным же их преимуществом является возможность беспредельного

расширения. Как отмечено выше, требование возможности беспредельного расширения может быть предъявлено к ГЭС, входящих в состав горных каскадов, лишь в исключительных случаях. Поэтому, названные решения неправильны и вызваны лишь разрывом между теорией первичной коммутации и теорией распределительных устройств.

На основании разработки и анализа схем заполнения могут быть предложены более рациональные типы открытых распределительных устройств для малофидерных РУ.

Первое РУ, полностью реализующее возможности полигонной схемы, изображено на рис. 1 (схемы заполнения) и на рис. 3 и 4 (разрезы отдельных элементов). Это распределительное устройство, имея большие преимущества в эксплуатационном и оборонном отно-



шении, легко комплектуется в горных условиях. Особо следует отметить возможность смены всех конструкций без полного обесточения распределительного устройства.

Второе РУ, американского типа (схемы заполнения на рис. 2, поперечный разрез на рис. 5), характеризуется всеми преимуществами и недостатками обычного американского РУ, в том числе дает возможность беспредельного расширения. Шины, замыкающие полигон

(или образующие поперечные связи в других схемах), монтируются на опорных изоляторах, на месте вторых выключателей американской схемы.

И на первой, и на второй конструкции возможно легкое и удобное расширение ГЭС до $N=6$; вторая же конструкция, кроме того, позволяет перейти после $N=6$ на двойную американскую схему и расширить ГЭС дальше.

Пример того, как может быть осуществлено постепенное развитие ГЭС с применением исключительно бесшинных экономичных схем, приведен на рис. 7.

Как видим, последнее возражение против экономичных схем отпадает.

В итоге исследования мы приходим к следующим выводам:

1. Так как ГЭС, входящие в состав горных каскадов, в основном относятся к малофидерным, следует применять для них экономичные схемы коммутации, отказываясь от шаблонных шинных схем.

2. Экономичные схемы, достаточно проверенные в эксплуатации, не уступают шинным ни по эксплуатационным показателям, ни по возможности расширения.

3. Во многих случаях возможно дальнейшее упрощение коммутации за счет перехода к дешевым схемам*).

Академия Наук Арм. ССР
Водно-энергетический Институт,

Մ. Մ. Լեբեդև

ԷԼԵԿՏՐՈՎԱՅԱՆՆԵՐԻ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ ՏՆՏԵՍՄԱՆ ՍԽԵՄԱՆԵՐԸ ԿԻՐԱՌԵԼՈՒ ՀԱՐՅԻ ՇՈՒՂՁԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

«Տնտեսման» սխեմաների կիրառումը հնարավորութիւնն կտա էժանացանելու էլեկտրոկայանների սկզբնական կոմուտացիան:

Տարբեր սխեմաների (բացի արժեքից) համեմատութեան համար օրելաւիլ չափանիշ պետք է դառնան նրանց շահագործման բնութագրերը:

Սակավաֆիդեր կայարանների համար, ինչպիսիք հիմնականում հանդիսանում են լեռնային կասկադների հիդրոկայանները, պետք է կիրառել «տնտեսման» սխեմաները, հրաժարելով շաբլոն շինային սխեմաներից:

«Տնտեսման» սխեմաները կարող են կիրառվել նաև այլ էլեկտրական սակավաֆիդեր տեղակայանքներում:

Կոնստրուկտիվ սխեմաների մշակումն ու անալիզը թույլ է տալիս առաջարկել առավել ռացիոնալ «տնտեսման» սխեմաներ, որոնք ոչ շահագործման ցուցանիշներով, ոչ էլ բնիլայնման հնարավորութեամբ չեն զիջում շինային սխեմաներին:

*) Формулы в подписях под рисунками обозначают число одноименных объектов, приключенных к РУ. А—агрегат, Л—линия, П—одна из параллельных линий, О—одиночная линия.

Կոմունացիայի հետագա պարզացումն ու էժանացումը որոշ դեպքերում հնարավոր է ի հաշիվ «էժանագին» սխեմաների կիրարկման:

M. M. Lebedew

About using economical schemes for power stations designs

Summary

By using „economical“ schemes for the primary commutation of power stations can be reached considerable conservation.

Operating characteristics must become objective criterion for comparison of different schemes. For the fewfeeder power plants, as the essential part of hydro-electric stations of mountain cascades, economical schemes must be applied instead of unoriginal bus-bar schemes.

Economical schemes can be used also for other fewfeeder plants.

The analysis of constructive schemes allows to propose the most rational „economical“ schemes that are not worse than the bus-bar ones neither in their operating qualities nor in the possibility of further expansion.

The following simplification of commutation is in any case possible by using „cheap“ schemes.