ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Տեխնիկական գիտութ. սերիա XIV, № 5, 1961 Серия технических наук

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Э. А. НАРГИЗЯН

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ МНОГОЛЕТНЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛА ЧАСОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

На перспективных уровнях развития энергетики в объединенной энергосистеме Закавказья, абсолютное значение выработки гидроэнергии будет заметно увеличиваться. При этом значительная часть ГЭС в перспективной системе не будет располагать многолетним регулированием, в то же время, объединение энергосистем открывает новые возможности многолетнего регулирования с помощью тепловых электростанций Азербайджана. Поэтому для Закавказья поднимается актуальный вопрос регулирования энергии и мощности с помощью тепловых электростанций.

В настоящей работе предлагается метод расчета потребной энергии и мощности для самого тяжелого периода многолетнего регулирования если регуляторами являются тепловые станции или их агрегаты разного типа. Для разработки этой части вопросов регулирования использованы работы отдела общей энергетики АН АрмССР [1].

Были приняты следующие ограничения:

1. Принимается известный состав незарегулированных ГЭС системы при их заданных параметрах и вынужденной работе.

2. Расчет идет на основе среднемесячных мощностей всех ГЭС. При этом не учитываются внутренние (декадные и суточные) колебания мощностей.

3. Считается, что исключено многолетнее и сезонное регулирование водохранилищами.

Принимается, что для армянской энергосистемы не требуется многолетнего регулирования, так как: а) многолетние колебания располагаемой мощности гидроэлектростанции Армении от водности года невелики по сравнению с грузинской системой (всего 20%) и их может обеспечить Севан-Разданский каскад: б) ряд среднемесячных мощностей армянских ГЭС не совпадают с рядом грузинской энергосистемы. А поскольку годростанции Азербайджана не требуют многолетнего регулирования (Мингечаурская гидростанция имеет бассейн многолетнего регулирования), фактически остается необходимость регулирования только по грузинской энергосистеме. Такое упрощение при определении потребной мощности и энергии многолетнего регу-

лирования в данном случае допустимо, так как само исследование имеет методический характер.

Следует иметь в виду, что многолетнее регулирование при помощи теплоэлектростанции существенно отличается от регулирования при помощи водохранилищ.

При использовании в качестве регулятора мощности тепловых электростанций, в отличие от регулирования водохранилищами, возможно пополнение выработки недостающей энергии маловодного года, но невовможно накопление избыточной энергии многоводного года. Поэтому в данном случае, если не идти на сброс воды в многоводном году, регулирование надо проводить от маловодного года до многоводного года, от линии 1—1 до линии 3—3 (рис. 1). Выбор линии 1—1 и 3—3 зависит от принятого уровня обеспеченности.

Для Закавказских ГЭС, особенно грузинских, характерно то, что большинство из них не имеют сезонного регулирования, следовательно, при расчетах многолетнего регулирования нужно учитывать не только годовую выработку электроэнергии, но и распределение выработки по месяцам, т. е. необходимую мощность.

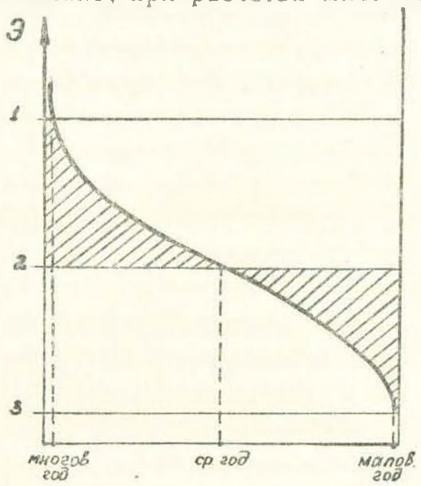

Рис. 1.

Расчет ведется следующим образом.

Для данного определенного уровня развития системы берутся многолетние данные месячных мощностей гидроустановок, имеющих вынужденный режим работы в течение года и за многолетие. В этом случае для грузинских незарегулированных ГЭС имеющие данные позволяют использовать 24-х летний ряд (с 1931 по 1954 гг.), что в значительной степени характеризует многолетние изменения показателей стока.

Полученные энергетические ряды среднемесячных мощностей всех незарегулируемых ГЭС системы суммируются. При этом для каждого месяца каждого года получается

$$N = \sum_{1}^{i} N_{\text{мес}} ,$$

где i — число ГЭС (рис. 2).

Получаем сумарный многолетний ряд среднемесячных мощностей для системы незарегулированных ГЭС.

Для наиболее характерных лет получается примерно следующая картина (рис. 2).

В данном случае, в качестве примера, за расчетный принят наиболее многоводный год ряда (1941 г.).

Считается, что в расчетном многоводном году не требуется ре-

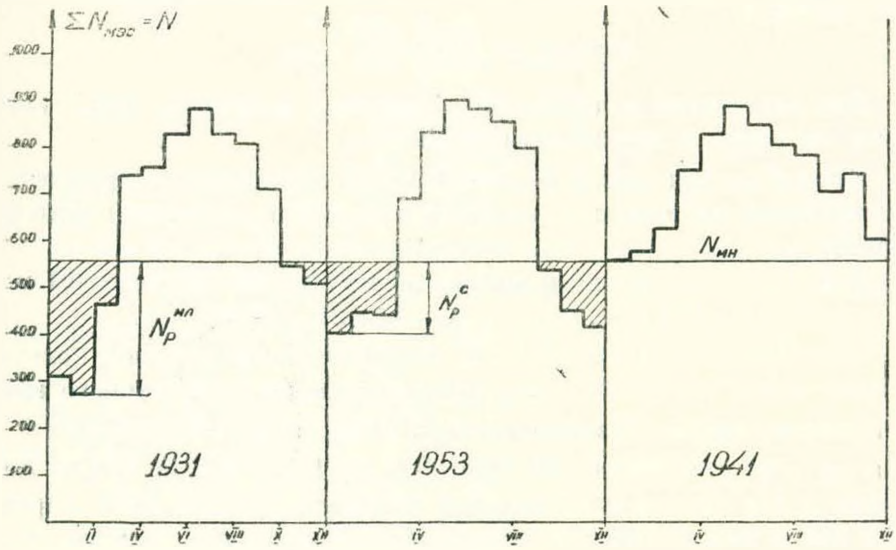

Рис. 2.

гулирования, а в остальные годы регулирование требует такой мощности, чтобы приравняться к многоводному году. Мощность и энергия, потребные при таком регулировании называются многолетними.

Многолетняя регулирующая мощность определяется следующим образом:

$$N_{мн}^{min} - N_i^{min} = N_{рег.}^{i},$$

где $N_{мн}^{min}$ — мнинимальная мощность многоводного года, а N_i^{min} и $N_{рег}^{i}$ — являются соответственно минимальная мощность и потребная регулирующая мощность i-ого года. Соответственно этим мощностям получается регулирующая энергия (заштрихованная площадь на рис. 2).

Конечно это не вся энергия, которая требуется для полного многолетнего регулирования. В те месяцы, когда мощность выше $N_{мн}^{min}$ энергия также изменяется в зависимости от водности года, т. е. фактически требует многолетнего регулирования. Эта часть регулирования сливается с годичным регулированием и поэтому в вышеупомянутой работе [1] относится к годично-многолетнему регулированию.

В данной работе мы не касаемся этого вопроса, ограничиваясь только многолетним регулированием, основанным на минимальных значениях каждого года, то-есть в раечет взят самый тяжелый участок многолетнего регулирования. Анализ 24-х летнего ряда грузинской энергосистемы показывает, что многолетнее регулирование в основном требуется для осенне-зимнего периода, поэтому водность года определяется энергией и мощностью этого периода. Расчеты, произведенные по этим принципам, показали, что самым многоводным годом ряда был 1941 год. Если от минимальной среднемесячной мощ-

ности графика этого года провести линии, параллельные абсциссам всех графиков, то легко определяется мощность, потребная для регулирования (рис. 2). Для нашего случая максимальная регулирующая мощность

$$N_{per}^{max}=554-272=282 \text{ мгвт}.$$

Для лет другой водности регулирующая мощность будет иметь другое значение, в зависимости от N_{min}.

Имея N_{per} для каждого месяца легко определить потребность в регулирующей энергии для каждого года (заштрихованная площадь графика).

Так, например, регулирующая энергия в 1931 г. была 494 млн. *квтч*, в 1932 г.—540 млн. *квтч*, а $N_{per\,1932}=216$ *мгвт* и т. д.

Для определения мощности и соответственно энергии, большое значение имеет выбор нижнего уровня мощности, от которого начинают регулирование. В зависимости от N_{min} (N'_{min}, N''_{min}, N'''_{min} и т. д. меняется и регулирующая мощность (N'_{per}, N''_{per}, N'''_{per} и т. д.). Аналогично и для уровня максимальной мощности (рис. 3). Для определения самой целесообразной регулирующей мощности нужно провести технико-экономический расчет.

Так как в данной энергосистеме имеются теплоэлектростанции нескольких типов, то очень важно проследить взаимосвязь энергии и мощности. Так, если мы возьмем регулирующую мощность N_{per} и разделим ее на 3 мощности ΔN_1, ΔN_2, ΔN_3 (рис. 4), то получим, что число часов использования для этих ΔN различны: ΔN_1 требуется в те-

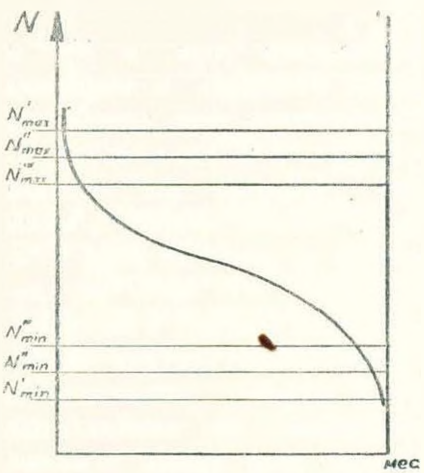

Рис. 3.

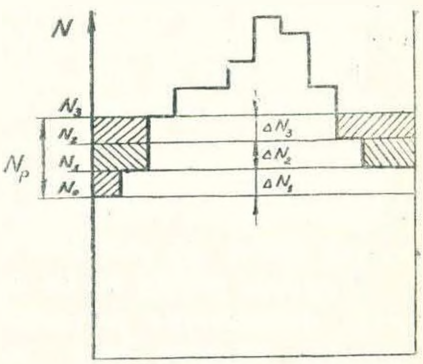

Рис. 4.

чение меньшего числа часов в год, чем ΔN_2, а ΔN_2 меньше, чем ΔN_3. Для того чтобы яснее показать связь энергии и мощности, потребная регулирующая мощность была разделена по зонам, путем проведения линии, параллельной абсцисс, соответствующей определенной мощно-

сти. При этом для каждой зоны получаются свои величины для мощности, энергии и продолжительности времени использования.

Картина будет такая:

$$\begin{array}{c} \Delta N_1 \;\; \mathcal{Э}_1 \;\; h_1 \\ \Delta \mathcal{Э}_2 \;\; \mathcal{Э}_2 \;\; h_2 \\ \cdots\cdots \\ \Delta N_n \;\; \mathcal{Э}_n \;\; h_n \\ \hline N_{\text{рег}} \;\; \mathcal{Э}_{\text{рег}} \;\; h \end{array},$$

где $\Delta N_1 + \Delta N_2 + \cdots + \Delta N_n = N_{\text{рег}}$.

Так как мы делаем расчет в многолетнем разрезе, то энергия и число часов использования будут среднемноголетние, то-есть для каждого ΔN имеем $\mathcal{Э} = \frac{\Sigma \Delta \mathcal{Э}_i}{24}$ $h = \frac{\Sigma \Delta \mathcal{Э}_i}{24 \Delta N}$, где $\Delta \mathcal{Э}_i$ — регулирующая энергия соответствующей мощности каждого года.

Рассматривая 24-х летний ряд грузинской системы с незарегулированными гидростанциями, получаем следующие данные:

	ΔN_1	ΔN_2	ΔN_3	ΔN_4	ΔN_5	ΔN_6	ΔN_7	ΔN_8	ΔN_9	ΔN_{10}	ΔN_{11}
$N_{\text{рег}}$ *мгвт*	35	25	25	25	25	25	25	25	25	25	22
h час	30	142	387	843	1180	1600	2080	2700	3220	3540	3880

С помощью предложенной таблицы можно найти соответствующее место в системе для многолетнего регулирования для ТЭС разных типов. Для мощности используемой очень редко удельный расход топлива не играет существенной роли. Поэтому целесообразно было бы оставить старые ГЭС и очень большим удельным расходом топлива (назначенных к демонтажу) для обеспечения самой верхней части пика многолетнего регулирования и соответственно отсрочить сооружение новых мощностей для этой цели. Однако расходы на ремонт могут сделать нецелесообразным использование очень маломощных агрегатов даже и в пике графика.

Для районов добычи природного газа, т. е. при дешевом топливе пригодном для газотурбинной установки (ГТУ), последние могут стать наиболее выгодными для покрытия значительной части графика. При этом для пиковой части подойтут дешевые, многоэкономичные ГТУ, а для больших h дорогие, но имеющие высокий кпд. В зонах дорогого топлива и при умеренном h наиболее целесообразным могут оказаться высокоэкономичные агрегаты — паротурбинные блоки высоких параметров и ГТУ большой мощности и высоким кпд.

Таким образом разделение регулирующей мощности по зонам позволяет нам ясно увидеть связь мощности с энергией и для каждой зоны энергии выбрать соответственно подходящие агрегаты или целые ТЭС для обеспечения многолетнего регулирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Торгомян М. С.* Методика установления потребности в электроэнергии для многолетнего регулирования выработки незарегулированных гидростанций. Результаты комплексных исследований по Севанской проблеме. Том III, часть II, Ереван, 1950.
2. *Schulze R. C. R.* Small. units give Low-cost peaking „Electrical worlo" september 14, 1959.